

(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
2017年11月30日(30.11.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/203953 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 31/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/017230

(22) 国際出願日: 2017年5月2日(02.05.2017)

(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 2016-106090 2016年5月27日(27.05.2016) JP
特願 2016-106228 2016年5月27日(27.05.2016) JP
特願 2016-106583 2016年5月27日(27.05.2016) 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: 内海 秀之 (UTSUMI Hideyuki);
〒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).

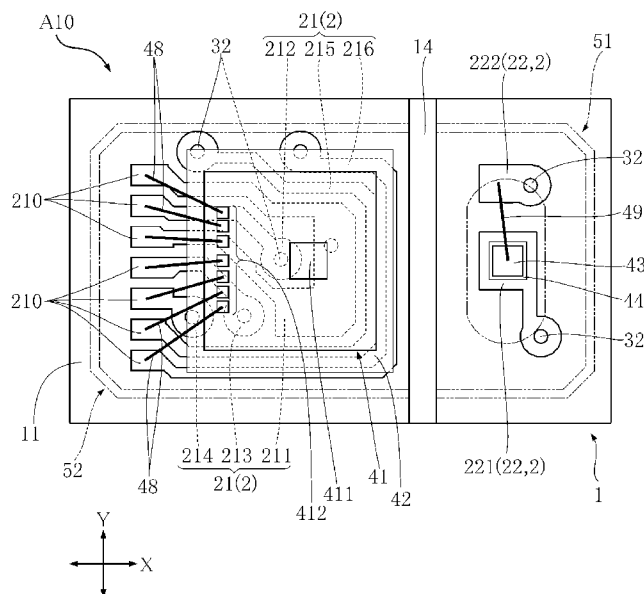
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置

[図3]

FIG.3



(57) **Abstract:** According to one aspect of the present disclosure, a semiconductor device is provided. The semiconductor device includes a substrate, a plurality of internal terminals, a light receiving element, a light emitting element, a first bonding wire, and a translucent member. The substrate has a disposition surface and a mounting surface, which are on the sides reverse to each other. The internal terminals are disposed on the disposition surface. The light receiving element has a light receiving region for detecting light, and a plurality of element pad sections, and is disposed on the disposition surface



HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, 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))

of the substrate. At least one of the element pad sections is electrically connected to the light receiving region. The light emitting element is separated from the light receiving element in the first direction perpendicular to the thickness direction of the substrate, and is disposed on the disposition surface of the substrate. The first bonding wire connects to each other one of the element pad sections of the light receiving element, and one of the internal terminals. In the first direction, the first bonding wire is positioned on the side opposite to the light emitting element side with respect to the light receiving element. The translucent member covers the light receiving element, the light emitting element, and the first bonding wire.

(57) 要約: 本開示の一側面によると半導体装置が提供される。半導体装置は、基板と、複数の内部端子と、受光素子と、発光素子と、第1ボンディングワイヤと、透光部材と、を含む。前記基板は、互いに反対側を向く搭載面および実装面を有する。前記複数の内部端子は、前記搭載面上に配置されている。前記受光素子は、光を検出する受光領域と、複数の素子パッド部と、を有する。前記基板の前記搭載面上に搭載されている。前記複数の素子パッド部の少なくともいずれか1つは、前記受光領域と導通している。前記発光素子は、前記基板の厚さ方向に対して直角である第1方向に前記受光素子から離間し、且つ、前記基板の前記搭載面上に搭載されている。前記第1ボンディングワイヤは、前記受光素子の前記複数の素子パッド部のいずれか1つと前記複数の内部端子のいずれか1つとを接続する。前記第1ボンディングワイヤは、前記第1方向において前記受光素子に対して前記発光素子側とは反対側に位置している。前記透光部材は、前記受光素子、前記発光素子および前記第1ボンディングワイヤを覆う。

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。

背景技術

[0002] 同一の基板に発光素子および受光素子を搭載した半導体装置は、たとえば近接センサやストロボ装置と一体となったカメラモジュールとして、スマートフォンやタブレット端末などの電子機器に適用されている。近接センサとしての半導体装置は、発光ダイオード（LED）などの発光素子から出射した赤外線が対象物体に反射し、反射した赤外線をフォトダイオードなどの受光素子が検出することによって、対象物体の近接に起因した電子機器の制御を行う。このような制御としてたとえば、人の顔などに当該電子機器を近づけたときに液晶画面が消灯し、逆に遠ざけたときに液晶画面が点灯するといった制御が挙げられる。当該半導体装置は、適用される電子機器の光学窓から視認されるが、最近では、電子機器のデザイン性の向上のため、当該光学窓の面積を極力小さくするという要請がある。こうした要請に応えるためには、当該半導体装置の長辺方向における受光素子と発光素子との中心間距離の短縮を図り、受光素子を発光素子に極力近づけた状態でこれらの素子を基板に搭載する必要がある。

[0003] ここで、本開示に関連するある文献には、装置の長辺方向における受光素子と発光素子との中心間距離の短縮を図った半導体装置（ストロボ装置と一体となったカメラモジュール）が掲載されている。当該半導体装置は、発光素子および受光素子を搭載する基板の実装面のうち、発光素子と受光素子との間に位置する領域において、受光素子に導通する電極群と発光素子に導通する電極群とを、装置の短辺方向に沿って互い違いに配置したものである。このような構成をとることによって、装置の長辺方向における受光素子と発光素子との中心間距離の短縮を図ることが可能となっている。受光素子また

は発光素子と電極群とは、ボンディングワイヤにより互いに導通している。

[0004] ところが、このような半導体装置においては、受光素子と電極群とを接続するボンディングワイヤと、発光素子と電極群とを接続するボンディングワイヤが互いに近接した状態となっている。また、発光素子に流れる電流は、受光素子に流れる電流よりも大である。このため、発光素子に流れる電流に起因した受光素子へのノイズが発生し、受光素子が誤検出する懸念がある。

[0005] 上記文献には、近接センサとしての半導体装置が掲載されている。当該半導体装置の製造において、透光樹脂（１次モールド樹脂）を覆う遮光樹脂（２次モールド樹脂）の形成にあたっては、透光樹脂に形成されたレンズ面の全面にモールド金型を押し当てる構成となる。このような製造方法をとることによって、レンズ面を露出させる遮光樹脂の開口部の面積を極力縮小することができるため、当該半導体装置の小型化を図ることができる。ただし、レンズ面の全面にモールド金型を押し当てるため、レンズ面に傷が発生するおそれがある。レンズ面に発生する傷の程度によっては、レンズ面を透過する光の出射量および入射量が減少するため、当該半導体装置の機能が低下することが懸念される。

[0006] 上記文献には、近接センサとしての半導体装置が掲載されている。当該半導体装置において、装置の長辺方向における受光素子と発光素子との中心間距離の短縮を図った場合、発光素子から出射され電子機器の光学窓と外部との境界面で反射した光が受光素子に従来よりも多く到達する可能性がある。一般的に、当該光学窓と外部との境界面で反射した光は、対象物体に反射した光よりも指向性が強いためである。このような当該光学窓と外部との境界面での反射光がより多く受光素子に到達すると、対象物体が電子機器に近接したものと受光素子が誤って認識する可能性があり、受光素子の検出精度が低下するおそれがある。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本開示は上記事情に鑑み、装置の長辺方向における受光素子と発光素子と

の中心間距離を短縮し、かつ受光素子へのノイズの低減を図った半導体装置を提供することをその課題の1つとする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一側面によると半導体装置が提供される。半導体装置は、基板と、複数の内部端子と、受光素子と、発光素子と、第1ボンディングワイヤと、透光部材と、を含む。前記基板は、互いに反対側を向く搭載面および実装面を有する。前記複数の内部端子は、前記搭載面上に配置されている。前記受光素子は、光を検出する受光領域と、複数の素子パッド部と、を有する。前記基板の前記搭載面上に搭載されている。前記複数の素子パッド部の少なくともいずれか1つは、前記受光領域と導通している。前記発光素子は、前記基板の厚さ方向に対して直角である第1方向に前記受光素子から離間し、且つ、前記基板の前記搭載面上に搭載されている。前記第1ボンディングワイヤは、前記受光素子の前記複数の素子パッド部のいずれか1つと前記複数の内部端子のいずれか1つとを接続する。前記第1ボンディングワイヤは、前記第1方向において前記受光素子に対して前記発光素子側とは反対側に位置している。前記透光部材は、前記受光素子、前記発光素子および前記第1ボンディングワイヤを覆う。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本開示の第A1実施形態にかかる半導体装置の平面図である。
- [図2]図1に示す半導体装置の平面図（遮光部材を省略）である。
- [図3]図1に示す半導体装置の平面図（透光部材および遮光部材を省略）である。
- [図4]図1のI-V-I'V線に沿う断面図である。
- [図5]図1のV-V線に沿う断面図である。
- [図6]図1のV-I-V'I線に沿う断面図である。
- [図7]図1に示す半導体装置の底面図である。
- [図8]図1に示す半導体装置の遮光部材の斜視図である。
- [図9]図1に示す半導体装置の受光素子の断面図である。

[図10]本開示の第A2実施形態にかかる半導体装置の平面図である。

[図11]図10に示す半導体装置の平面図（遮光部材を省略）である。

[図12]図10のX11-X11線に沿う断面図である。

[図13]図10のX111-X111線に沿う断面図である。

[図14]本開示の第B1実施形態にかかる半導体装置の平面図である。

[図15]図14に示す半導体装置の平面図（遮光部材を省略）である。

[図16]図14に示す半導体装置の平面図（透光部材および遮光部材を省略）である。

[図17]図14のXV11-XV11線に沿う断面図である。

[図18]図17の部分拡大図である。

[図19]図14のX1X-X1X線に沿う断面図である。

[図20]図14のXX-XX線に沿う断面図である。

[図21]図14に示す半導体装置の底面図である。

[図22]図14に示す半導体装置の遮光部材の斜視図である。

[図23]図14に示す半導体装置の受光素子の断面図である。

[図24]図14に示す半導体装置の製造方法を説明する平面図である。

[図25]図14に示す半導体装置の製造方法を説明する底面図である。

[図26]図14に示す半導体装置の製造方法を説明する平面図である。

[図27]図14に示す半導体装置の製造方法を説明する平面図である。

[図28]図14に示す半導体装置の製造方法を説明する断面図である。

[図29]図14に示す半導体装置の製造方法を説明する断面図である。

[図30]図14に示す半導体装置の製造方法を説明する断面図である。

[図31]図30の部分拡大図である。

[図32]図14に示す半導体装置の製造方法を説明する断面図である。

[図33]本開示の第B2実施形態にかかる半導体装置の平面図である。

[図34]図33に示す半導体装置の平面図（遮光部材を省略）である。

[図35]図33のXXXV-XXXV線に沿う断面図である。

[図36]図33のXXXV1-XXXV1線に沿う断面図である。

[図37]図33に示す半導体装置の製造方法を説明する断面図である。

[図38]図33に示す半導体装置の製造方法を説明する断面図である。

[図39]図33に示す半導体装置の製造方法を説明する断面図である。

[図40]本開示の第C1実施形態にかかる半導体装置の斜視図である。

[図41]図40に示す半導体装置の平面図である。

[図42]図40に示す半導体装置の平面図（透光部材および遮光部材を省略）である。

[図43]図41のXL111-XL111線に沿う断面図である。

[図44]図43の部分拡大図である。

[図45]図41のXLV-XLV線に沿う断面図である。

[図46]図41のXLV1-XLV1線に沿う断面図である。

[図47]図40に示す半導体装置の底面図である。

[図48]図40に示す半導体装置の遮光部材の斜視図である。

[図49]図40に示す半導体装置の受光素子の断面図である。

[図50]図40に示す半導体装置の作用効果を説明する断面図である。

[図51]本開示の第C2実施形態にかかる半導体装置の斜視図である。

[図52]図51に示す半導体装置の平面図である。

[図53]図52のL111-L111線に沿う断面図である。

[図54]図52のL1V-L1V線に沿う断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 本開示を実施するための形態（以下「実施形態」という。）について、添付図面に基づいて説明する。

[0011] 〔第A1実施形態〕

図1～図9に基づき、本開示の第A1実施形態にかかる半導体装置A10について説明する。半導体装置A10は、基板1、複数の内部端子2、複数の外部端子31、受光素子41、第1接合層42、発光素子43、第2接合層44、第1ボンディングワイヤ48、第2ボンディングワイヤ49、透光部材5および遮光部材6を備える。

[0012] 図1は、半導体装置A10の平面図である。図2は、半導体装置A10の平面図であり、理解の便宜上、遮光部材6を省略している。図3は、半導体装置A10の平面図であり、理解の便宜上、透光部材5および遮光部材6を省略し、かつ省略した透光部材5を想像線（二点鎖線）で示している。図4は、図1のI-V-I'V線（図1に示す一点鎖線）に沿う断面図である。図5は、図1のV-V線に沿う断面図である。図6は、図1のV'-V'線（図1に示す一点鎖線）に沿う断面図である。図7は、半導体装置A10の底面図である。図8は、半導体装置A10の遮光部材6の斜視図である。図9は、半導体装置A10の受光素子41の断面図である。

[0013] これらの図に示す半導体装置A10は、スマートフォンやタブレット端末などの電子機器の回路基板に表面実装される形式のものである。ここで、説明の便宜上、基板1の厚さ方向Zに対して直角である平面図の左右方向を第1方向Xと、基板1の厚さ方向Zおよび第1方向Xに対していずれも直角である平面図の上下方向を第2方向Yと、それぞれ定義する。本実施形態にかかる半導体装置A10は、基板1の厚さ方向Z視である平面視（以下、単に「平面視」という。）の形状は、矩形状である。このとき、第1方向Xが半導体装置A10の長辺方向となる。

[0014] 基板1は、図2～図6に示すように、受光素子41および発光素子43を搭載し、かつ半導体装置A10を回路基板に実装するための部材である。基板1は、電気絶縁体であり、たとえばガラスエポキシ樹脂からなる。基板1の平面視の形状は、第1方向Xを長辺とする矩形状である。基板1は、搭載面11、実装面12およびスルーホール13を有する。

[0015] 図3～図7に示すように、搭載面11および実装面12は、基板1の厚さ方向Zにおいて互いに反対側を向く面である。また、搭載面11および実装面12は、ともに平面視の形状が第1方向Xを長辺とする矩形状であり、かつ平坦面である。搭載面11は、図4～図6の上方を向く面である。搭載面11上に、受光素子41および発光素子43が搭載されるとともに、複数の内部端子2が配置されている。搭載面11は、透光部材5および遮光部材6

によって全体が覆われている。実装面 1 2 は、図 4 ～図 6 の下方を向く面である。実装面 1 2 は、半導体装置 A 1 0 を実装する際に利用される面である。実装面 1 2 上に、複数の外部端子 3 1 が配置されている。

[0016] 図 4 および図 5 に示すように、スルーホール 1 3 は、基板 1 に形成された搭載面 1 1 から実装面 1 2 までに至る貫通孔である。本実施形態においては、複数のスルーホール 1 3 が基板 1 に形成されている。各々のスルーホール 1 3 には、後述する連絡端子 3 2 が埋設されている。また、図 2 ～図 4 に示すように、基板 1 には、搭載面 1 1 から窪む第 1 溝 1 4 が第 2 方向 Y に沿って形成されている。このため、本実施形態にかかる搭載面 1 1 は、第 1 溝 1 4 により二つに分断されている。また、第 1 溝 1 4 の底部は湾曲面となっている。

[0017] 複数の内部端子 2 は、図 3 ～図 6 に示すように、受光素子 4 1 または発光素子 4 3 に導通する導電体である部材である。複数の内部端子 2 は、たとえば Cu からなる。本実施形態にかかる複数の内部端子 2 は、受光素子 4 1 に導通する複数の第 1 内部端子 2 1 と、発光素子 4 3 に導通する第 2 内部端子 2 2 とを含む。複数の第 1 内部端子 2 1 および第 2 内部端子 2 2 は、第 1 方向 X において基板 1 に形成された第 1 溝 1 4 を境界として互いに離間している。また、本実施形態にかかる複数の内部端子 2 は、いずれもめっき層 3 9 により覆われている。めっき層 3 9 は、互いに積層された Ni 層および Au 層により構成されている。

[0018] 図 3 ～図 5 に示すように、本実施形態にかかる複数の第 1 内部端子 2 1 は、第 1 端子 2 1 1、第 2 端子 2 1 2、第 3 端子 2 1 3、第 4 端子 2 1 4、第 5 端子 2 1 5 および第 6 端子 2 1 6 から構成される。各々の第 1 内部端子 2 1 は、いずれも第 1 ボンディングワイヤ 4 8 を介して受光素子 4 1 に導通している。各々の第 1 内部端子 2 1 の先端には、第 1 ボンディングワイヤ 4 8 が接続される第 1 パッド部 2 1 0 が形成されている。各々の第 1 パッド部 2 1 0 は、第 2 方向 Y に沿って配列されている。また、各々の第 1 内部端子 2 1 は、いずれも後述する連絡端子 3 2 に導通している。

[0019] 図3に示すように、第1端子211は、第2端子212を取り囲んで配置されている。第1端子211は、他の複数の第1内部端子21と異なり、第1パッド部210が両端に形成されている。このため、第2方向Yにおいて、第2端子212の第1パッド部210の両側に第1端子211の第1パッド部210が配列されている。第3端子213は、第1端子211に隣接して配置され、第4端子214は、第3端子213に隣接して配置されている。本実施形態においては、第4端子214は、複数の第1内部端子21の中で最も延長が短い。第5端子215は、第1端子211、第3端子213および第4端子214に隣接し、かつ隣接するこれらの端子を取り囲んで配置されている。第6端子216は、第5端子215に隣接し、かつ第5端子215を取り囲んで配置されている。第1方向Xにおいて、複数の第1内部端子21のうち第6端子216が発光素子43に最も近接している。

[0020] 図3に示すように、複数の第1内部端子21のうち第1端子211、第5端子215および第6端子216は、受光素子41の中心と発光素子43の中心との間に位置する基板1の搭載面11上において、第2方向Yに沿って配置された部分を有する。また、第6端子216を除く複数の第1内部端子21は、いずれも平面視においてその一部が受光素子41に重なっている。

[0021] 図3、図4および図6に示すように、第2内部端子22は、発光素子43を搭載するダイパッド部221と、ダイパッド部221から第2方向Yに離間する第2パッド部222とを含む。ダイパッド部221は、第2接合層44を介して発光素子43に導通している。また、第2パッド部222に第2ボンディングワイヤ49が接続され、第2パッド部222は第2ボンディングワイヤ49を介して発光素子43に導通している。また、ダイパッド部221および第2パッド部222は、ともに後述する連絡端子32に導通している。

[0022] 複数の外部端子31は、図4～図7に示すように、基板1のスルーホール13に埋設された連絡端子32を介して複数の内部端子2（複数の第1内部端子21および第2内部端子22）に導通する導電体である部材である。複

数の外部端子 3 1 および連絡端子 3 2 は、複数の内部端子 2 と同一の材料からなり、本実施形態においては、たとえば Cu からなる。各々の外部端子 3 1 は、一部が電気絶縁体であるレジスト膜 3 3 に覆われ、レジスト膜 3 3 から露出した端子パッド部 3 1 1 を有する。端子パッド部 3 1 1 の平面視の形状は、矩形状である。半導体装置 A 1 0 を回路基板に実装したとき、端子パッド部 3 1 1 は、クリームはんだなどを介して回路基板の配線に導通する部分である。

[0023] 本実施形態にかかる複数の外部端子 3 1 は、複数の内部端子 2 と同様に、いずれもめっき層 3 9 により覆われている。また、複数の外部端子 3 1 の一部を覆うレジスト膜 3 3 は、たとえばソルダーレジストである。

[0024] 受光素子 4 1 および発光素子 4 3 は、ともに半導体装置 A 1 0 の機能の中枢となる部分である。図 9 に示すように、本実施形態にかかる受光素子 4 1 は、受光領域 4 1 1、素子パッド部 4 1 2、機能領域 4 1 3 および積層光学膜 4 1 4 を有する集積回路 (IC) である。

[0025] 受光領域 4 1 1 は、発光素子 4 3 から出射した後に対象物体に反射した光を検出する部分であり、本実施形態においては、赤外線を検出するフォトダイオードである。受光領域 4 1 1 は、光を検出すると光起電力効果により電圧を出力する。素子パッド部 4 1 2 は、たとえば A 1 からなる複数の部分であり、各々が受光領域 4 1 1 または機能領域 4 1 3 に導通している。図 3 に示すように、各々の素子パッド部 4 1 2 に第 1 ボンディングワイヤ 4 8 が接続され、複数の素子パッド部 4 1 2 は、第 1 ボンディングワイヤ 4 8 を介して複数の第 1 内部端子 2 1 に導通している。機能領域 4 1 3 は、受光領域 4 1 1 と導通し、かつ受光領域 4 1 1 からの出力電圧を算出した結果に基づき、近接物体の存在を示す近接信号を出力する部分である。機能領域 4 1 3 は、当該出力電圧が予め設定されたしきい値を超えると、近接信号を半導体装置 A 1 0 の外部に出力する。積層光学膜 4 1 4 は、赤外線に対応する波長域の光に対してのみ透光性を有する合成樹脂からなる部分である。受光素子 4 1 において積層光学膜 4 1 4 は、受光領域 4 1 1 および機能領域 4 1 3 を覆

っている。このため、受光領域 4 1 1 および機能領域 4 1 3 は、可視光線など他の波長域の光の影響は受けない。

[0026] 第 1 接合層 4 2 は、図 3～図 5 に示すように、受光素子 4 1 と基板 1 の搭載面 1 1 との間に介在し、かつ電気絶縁体である部分である。第 1 接合層 4 2 によって、受光素子 4 1 は固着により搭載面 1 1 上に搭載されている。第 1 接合層 4 2 は、たとえばエポキシ樹脂やポリイミドなどからなる。第 1 接合層 4 2 は、搭載面 1 1 および第 1 内部端子 2 1 のそれぞれ一部を覆っている。

[0027] 発光素子 4 3 は、図 3、図 4 および図 6 に示すように、光を出射する半導体素子であり、本実施形態においては、赤外線を出射する発光ダイオードである。図 4 および図 6 に示す発光素子 4 3 の上面より赤外線が出射するとともに、当該上面に第 2 ボンディングワイヤ 4 9 が接続されている。このため、当該上面は、第 2 ボンディングワイヤ 4 9 を介して第 2 内部端子 2 2 の第 2 パッド部 2 2 2 に導通している。また、図 4 および図 6 に示す発光素子 4 3 の下面は、第 2 接合層 4 4 を介して第 2 内部端子 2 2 のダイパッド部 2 2 1 に導通している。

[0028] 第 2 接合層 4 4 は、図 3、図 4 および図 6 に示すように、発光素子 4 3 と第 2 内部端子 2 2 のダイパッド部 2 2 1 との間に介在し、かつ導電体である部分である。第 2 接合層 4 4 によって、発光素子 4 3 はダイボンディングにより搭載面 1 1 上に配置されたダイパッド部 2 2 1 に搭載されている。第 2 接合層 4 4 は、たとえば A g を含むエポキシ樹脂を主剤とした合成樹脂（いわゆる A g ペースト）からなる。

[0029] 第 1 ボンディングワイヤ 4 8 は、図 3 および図 4 に示すように、受光素子 4 1 の複数の素子パッド部 4 1 2 と、複数の内部端子 2 の複数の第 1 内部端子 2 1 とを接続する導電体である部材である。本実施形態にかかる第 1 ボンディングワイヤ 4 8 は、第 1 方向 X において受光素子 4 1 に対して発光素子 4 3 側とは反対側に位置している。また、第 2 ボンディングワイヤ 4 9 は、図 3 および図 6 に示すように、発光素子 4 3 と、第 2 内部端子 2 2 の第 2 パ

ッド部 2 2 2 とを接続する導電体である部材である。第 2 ボンディングワイヤ 4 9 は、第 1 ボンディングワイヤ 4 8 と同一の材料からなる。本実施形態においては、第 1 ボンディングワイヤ 4 8 および第 2 ボンディングワイヤ 4 9 は、ともに Au からなる。

[0030] 透光部材 5 は、図 2 ～図 6 に示すように、基板 1 の搭載面 1 1 上において、複数の内部端子 2、受光素子 4 1、発光素子 4 3、第 1 ボンディングワイヤ 4 8 および第 2 ボンディングワイヤ 4 9 を覆う部材である。本実施形態にかかる透光部材 5 は、第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 を含む。第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 は、ともに同一かつ透明の合成樹脂からなり、当該合成樹脂は、可視光線から赤外線までの波長域の光に対して透光性を有する。第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 は、第 1 方向 X において基板 1 に形成された第 1 溝 1 4 を境界として、互いに離間した状態で搭載面 1 1 上に配置されている。

[0031] 図 4 および図 6 に示すように、第 1 透光部材 5 1 は、第 2 内部端子 2 2、発光素子 4 3 および第 2 ボンディングワイヤ 4 9 を覆う、形状が略角錐台状の部分である。第 1 透光部材 5 1 は、発光素子 4 3 から出射された光が半導体装置 A 1 0 の外部に出射する凸型のレンズ 5 1 1 を有する。本実施形態にかかるレンズ 5 1 1 の平面視における形状は、第 2 方向 Y に延出する長円状である。

[0032] 図 4 および図 5 に示すように、第 2 透光部材 5 2 は、複数の第 1 内部端子 2 1、受光素子 4 1 および第 1 ボンディングワイヤ 4 8 を覆う、形状が略角錐台状の部分である。第 2 透光部材 5 2 は、発光素子 4 3 から出射した後に対象物体に反射した光が入射する入射領域 5 2 1 を有する。入射領域 5 2 1 は、後述する遮光部材 6 の第 2 開口部 6 1 2 から露出する第 2 透光部材 5 2 の表面である。本実施形態にかかる入射領域 5 2 1 は、平坦面である。

[0033] 遮光部材 6 は、図 1 および図 4 ～図 6 に示すように、透光部材 5 を構成する第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 の双方を覆う部材である。図 8 に示すように、遮光部材 6 は、蓋 6 1、一对の第 1 側壁 6 2 1、一对の第 2

側壁 6 2 2 および隔壁 6 3 を有する。遮光部材 6 は、遮光性を有する合成樹脂からなり、当該合成樹脂は、たとえば黒色のエポキシ樹脂である。本実施形態においては、遮光部材 6 は、第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 とは物性が異なる合成樹脂からなり、遮光部材 6 のガラス転移点は、第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 のガラス転移点よりも低く設定されている。

[0034] 図 1、図 4～図 6 および図 8 に示すように、蓋 6 1 は、基板 1 の厚さ方向 Z において第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 を覆い被さるように配置された部分である。平面視における蓋 6 1 の大きさは、基板 1 の大きさと同一である。蓋 6 1 は、第 1 開口部 6 1 1 および第 2 開口部 6 1 2 を有する。

[0035] 図 1、図 4、図 6 および図 8 に示すように、第 1 開口部 6 1 1 は、レンズ 5 1 1 を露出させる蓋 6 1 に形成された貫通孔である。第 1 開口部 6 1 1 の平面視の形状は、第 2 方向 Y に延出する長円状である。第 1 開口部 6 1 1 の孔壁 6 1 1 a は、基板 1 の厚さ方向 Z において発光素子 4 3 に向かうほど開口中心へと近づく傾斜面からなる。第 1 方向 X に対する第 1 開口部 6 1 1 の孔壁 6 1 1 a の傾斜角は、第 1 開口部 6 1 1 の周方向にわたって一様である。また、図 4 および図 6 に示すように、本実施形態においては、蓋 6 1 に接する第 1 透光部材 5 1 の表面上には、レンズ 5 1 1 と第 1 開口部 6 1 1 の孔壁 6 1 1 a との間に隙間 $\Delta b 1$ が設けられている。隙間 $\Delta b 1$ の長さは、レンズ 5 1 1 の周方向にわたって一様である。

[0036] 図 1、図 4、図 5 および図 8 に示すように、第 2 開口部 6 1 2 は、入射領域 5 2 1 を露出させる蓋 6 1 に形成された貫通孔である。第 2 開口部 6 1 2 は、第 1 開口部 6 1 1 から第 1 方向 X に離間している。第 2 開口部 6 1 2 の平面視の形状は、円形状である。第 2 開口部 6 1 2 の孔壁 6 1 2 a は、基板 1 の厚さ方向 Z において受光素子 4 1 に向かうほど開口中心へと近づく傾斜面からなる。第 1 方向 X に対する第 2 開口部 6 1 2 の孔壁 6 1 2 a の傾斜角は、第 2 開口部 6 1 2 の周方向にわたって一様である。

[0037] 図4および図8に示すように、一对の第1側壁621は、第1方向Xに離間して配置され、かつ基板1の厚さ方向Zにおいて、一端が蓋61につながり、他端が基板1に接する部分である。第2方向Yにおける各々の第1側壁621の両端は、一对の第2側壁622につながっている。また、図5、図6および図8に示すように、一对の第2側壁622は、第2方向Yに離間して配置され、かつ基板1の厚さ方向Zにおいて、一端が蓋61につながり、他端が基板1に接する部分である。第1方向Xにおける各々の第2側壁622の両端は、一对の第1側壁621につながっている。したがって、一对の第1側壁621および一对の第2側壁622は、第1透光部材51および第2透光部材52の周囲を取り囲むように配置されている。

[0038] 図4および図8に示すように、隔壁63は、第1透光部材51と第2透光部材52とを遮断する部分である。隔壁63は、一对の第1側壁621と並行して配置され、かつ第2方向Yにおける両端は、一对の第2側壁622につながっている。また、基板1の厚さ方向Zにおける一端は蓋61につながり、他端は基板1の搭載面11上に形成された第1溝14に嵌っている。

[0039] 次に、半導体装置A10の作用効果について説明する。

[0040] 半導体装置A10は、基板1の搭載面11上に配置または搭載された複数の内部端子2、受光素子41および発光素子43と、受光素子41の素子パッド部412と内部端子2とを接続する第1ボンディングワイヤ48とを備える。受光素子41および発光素子43の双方は、基板1の厚さ方向Zに対して直角である第1方向Xに離間して搭載面11上に配置されている。この場合において、第1方向Xにおいて第1ボンディングワイヤ48は、受光素子41に対して発光素子43側とは反対側に位置している。このような構成をとることによって、第1方向Xにおいて受光素子41を発光素子43により近づけることができるため、装置の長辺方向（第1方向X）における受光素子41と発光素子43との中心間距離を従来技術よりも短縮することができる。あわせて、第1方向Xにおける第1ボンディングワイヤ48と発光素子43との離間距離がより長く確保されるため、発光素子43に流れる電流

に起因した受光素子41へのノイズの低減を図ることが可能となる。

[0041] 複数の内部端子2は、第1ボンディングワイヤ48を介して受光素子41に導通する複数の第1内部端子21を含む。各々の第1内部端子21の先端には、第1ボンディングワイヤ48が接続される第1パッド部210が形成されている。第1パッド部210は、基板1の厚さ方向Zおよび第1方向Xに対していずれも直角である第2方向Yに沿って配列されている。このような構成をとることによって、第1ボンディングワイヤ48の配置が集約されるため、受光素子41へのノイズの低減効果がより向上する。

[0042] 複数の第1内部端子21は、平面視においてその一部が受光素子41に重なっている。また、半導体装置A10は、受光素子41と基板1の搭載面11との間に介在し、かつ電気絶縁体である第1接合層42を備える。すなわち、半導体装置A10において受光素子41は、複数の第1内部端子21の一部に覆い被さるように搭載面11上に配置されている。このような構成は、半導体装置A10の大型化を抑制する上で有効な手段となる。

[0043] 発光素子43を覆う第1透光部材51に形成されたレンズ511の平面視における形状は、第2方向Yに延出する長円状である。レンズ511をこのような形状とすることによって、レンズ511のレンズ面の面積を確保しつつ、第1方向Xにおける第2透光部材52の長さを短縮することができる。このため、半導体装置A10から出射する光の光束量を確保しつつ、第1方向Xにおける受光素子41と発光素子43との中心間距離の短縮を図ることができる。

[0044] 第1透光部材51および第2透光部材52を覆う遮光部材6は、第1透光部材51と第2透光部材52とを遮断する隔壁63を有する。このような構成をとることによって、発光素子43から出射した光が発光素子43に直接入射しないため、受光素子41の誤検出を防止することができる。また、隔壁63は、基板1の搭載面11上に形成された第1溝14に嵌っている。このような構成をとることによって、基板1に対する遮光部材6の接合強度の向上を図ることができる。

[0045] 遮光部材 6 は、第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 とは物性が異なる合成樹脂からなり、遮光部材 6 のガラス転移点は、第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 のガラス転移点よりも低く設定されている。このような構成をとることによって、半導体装置 A 1 0 が使用により高温状態となったとき、遮光部材 6 の弾性係数が第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 の弾性係数よりも低くなる。このため、遮光部材 6 の熱膨張に起因した第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 に発生する温度応力が低減され、第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 に亀裂が発生することを抑制できる。

[0046] 複数の内部端子 2 および複数の外部端子 3 1 の双方を覆うめっき層 3 9 は、互いに積層された N i 層および A u 層により構成されている。このような構成のめっき層 3 9 によって、受光素子 4 1 および発光素子 4 3 の搭載時や、第 1 ボンディングワイヤ 4 8 および第 2 ボンディングワイヤ 4 9 の接続時の熱などの衝撃から複数の内部端子 2 を保護することができる。また、半導体装置 A 1 0 を回路基板に実装した際、クリームはんだなどの影響による各々の外部端子 3 1 の端子パッド部 3 1 1 の侵食を防止することができる。

[0047] [第 A 2 実施形態]

図 1 0 ～図 1 3 に基づき、本開示の第 A 2 実施形態にかかる半導体装置 A 2 0 について説明する。これらの図において、先述した半導体装置 A 1 0 と同一または類似の要素には同一の符号を付して、重複する説明を省略することとする。

[0048] 図 1 0 は、半導体装置 A 2 0 の平面図である。図 1 1 は、半導体装置 A 2 0 の平面図であり、理解の便宜上、遮光部材 6 を省略している。図 1 2 は、図 1 0 の X I I - X I I 線（図 1 0 に示す一点鎖線）に沿う断面図である。図 1 3 は、図 1 0 の X I I I - X I I I 線に沿う断面図である。

[0049] 本実施形態にかかる半導体装置 A 2 0 は、基板 1、第 2 透光部材 5 2 および遮光部材 6 の構成が、先述した半導体装置 A 1 0 と異なる。なお、本実施形態にかかる半導体装置 A 2 0 の平面視の形状は、矩形状である。

[0050] 図 1 1 ～図 1 3 に示すように、本実施形態にかかる基板 1 には、第 1 溝 1

4に加えて、第1透光部材51および第2透光部材52の周囲を取り囲み、かつ搭載面11から窪む第2溝15が形成されている。第1溝14の両端は、第2溝15につながっている。第1溝14に、遮光部材6の一对の第1側壁621および一对の第2側壁622が嵌っている。本実施形態においては、第2溝15の深さ（基板1の厚さ方向Zにおける長さ）は、第1溝14の深さと同一である。

[0051] 図10～図13に示すように、第2透光部材52の入射領域521の形状は、基板1の厚さ方向Zに突出する凸状である。入射領域521は、光が入射する入射面521aを有する。入射面521aは、基板1の厚さ方向Zに対して直交する平坦面である。また、本実施形態にかかる入射領域521の平面視における形状は、円形状である。

[0052] 図12および図13に示すように、本実施形態においては、蓋61に接する第2透光部材52の表面上には、入射領域521と第2開口部612の孔壁612aとの間に隙間Δb2が設けられている。隙間Δb2の長さは、入射領域521の周方向にわたって一様である。

[0053] 次に、半導体装置A20の作用効果について説明する。

[0054] 半導体装置A20は、先述した半導体装置A10と同様に、基板1の搭載面11上に配置された複数の内部端子2、受光素子41および発光素子43と、受光素子41の素子パッド部412と内部端子2とを接続する第1ボンディングワイヤ48とを備える。この場合においても、第1方向Xにおいて第1ボンディングワイヤ48は、受光素子41に対して発光素子43側とは反対側に位置している。したがって、半導体装置A20によっても、装置の長辺方向における受光素子41と発光素子43との中心間距離を短縮し、かつ発光素子43に流れる電流に起因した受光素子41へのノイズの低減を図ることが可能となる。

[0055] 基板1の搭載面11上には、第1溝14に加え、第2溝15が形成されている。遮光部材6において、第1溝14に隔壁63が嵌っており、第2溝15に一对の第1側壁621および一对の第2側壁622が嵌っている。この

ような構成をとることによって、基板 1 に対する遮光部材 6 の接合強度が半導体装置 A 1 0 よりもさらに向上させることができる。

[0056] 第 2 透光部材 5 2 の入射領域 5 2 1 の形状は、基板 1 の厚さ方向 Z に突出する凸状である。このような構成をとることによって、発光素子 4 3 から出射した後に対象物体に反射した光が受光素子 4 1 の受光領域 4 1 1 に到達するまでの経路のうち、第 2 透光部材 5 2 を透過する距離が半導体装置 A 1 0 よりも長くなる。また、入射領域 5 2 1 の入射面 5 2 1 a において、第 2 透光部材 5 2 を透過する光の屈折角の大きさは、入射領域 5 2 1 に入射する光の入射角の大きさよりも小となる。したがって、半導体装置 A 1 0 よりも受光領域 4 1 1 に到達する光の光束量が多くなり、受光素子 4 1 の検出精度の向上を図ることができる。

[0057] 上記実施形態のまとめを以下に付記する。

[付記 1]

互いに反対側を向く搭載面および実装面を有する基板と、

前記搭載面上に配置された複数の内部端子と、

光を検出する受光領域と、複数の素子パッド部と、を有し、前記基板の前記搭載面上に搭載された受光素子であって、前記複数の素子パッド部の少なくともいずれか 1 つは、前記受光領域と導通している受光素子と、

前記基板の厚さ方向に対して直角である第 1 方向に前記受光素子から離間し、且つ、前記基板の前記搭載面上に搭載された発光素子と、

前記受光素子の前記複数の素子パッド部のいずれか 1 つと前記複数の内部端子のいずれか 1 つとを接続する第 1 ボンディングワイヤであって、前記第 1 方向において前記受光素子に対して前記発光素子側とは反対側に位置している第 1 ボンディングワイヤと、

前記受光素子、前記発光素子および前記第 1 ボンディングワイヤを覆う透光部材と、備える、半導体装置。

[付記 2]

前記複数の内部端子は、前記受光素子に各々が導通する複数の第 1 内部端

子と、前記発光素子に導通する第2内部端子と、を含み、

前記複数の第1内部端子および前記第2内部端子は、前記第1方向において互いに離間している、付記1に記載の半導体装置。

[付記3]

前記複数の第1内部端子は各々の先端は、前記第1ボンディングワイヤが接続された第1パッド部を含み、前記第1パッド部は、前記基板の前記厚さ方向および前記第1方向に対していずれも直角である第2方向に沿って配列されている、付記2に記載の半導体装置。

[付記4]

前記複数の第1内部端子は、平面視において、前記受光素子の中心と前記発光素子の中心との間に位置する前記基板の前記搭載面上において、前記第2方向に沿って配置された部分を有する、付記3に記載の半導体装置。

[付記5]

複数の前記第1内部端子の少なくともいずれか1つは、平面視において前記受光素子に重なっている、付記3または4に記載の半導体装置。

[付記6]

前記受光素子と前記基板の前記搭載面との間に介在し、かつ電気絶縁体である第1接合層を更に備える、付記5に記載の半導体装置。

[付記7]

前記受光素子は、集積回路であり、前記受光領域は、フォトダイオードである、付記3ないし6のいずれかに記載の半導体装置。

[付記8]

前記第2内部端子は、前記発光素子を搭載するダイパッド部と、前記ダイパッド部から前記第2方向に離間する第2パッド部と、を含み、

前記発光素子と前記第2パッド部とを接続する第2ボンディングワイヤを備える、付記3ないし7のいずれかに記載の半導体装置。

[付記9]

前記第2ボンディングワイヤは、前記第2方向に沿って配置されている、

付記 8 に記載の半導体装置。

[付記 1 0]

前記第 2 ボンディングワイヤおよび前記第 1 ボンディングワイヤは、互いに同一の材料からなる、付記 8 または 9 に記載の半導体装置。

[付記 1 1]

前記発光素子と前記ダイパッド部との間に介在し、かつ導電体である第 2 接合層を更に備える、付記 8 ないし 1 0 のいずれかに記載の半導体装置。

[付記 1 2]

前記透光部材は、第 1 透光部材および第 2 透光部材を含み、前記第 1 透光部材は、前記発光素子を覆い、かつ光が出射する凸型のレンズを有し、前記第 2 透光部材は、前記受光素子および前記第 1 ボンディングワイヤを覆い、かつ光が入射する入射領域を有し、

前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材は、前記第 1 方向において互いに離間した状態で前記基板の前記搭載面上に配置されている、付記 3 ないし 1 1 のいずれかに記載の半導体装置。

[付記 1 3]

第 1 開口部および第 2 開口部が形成された遮光部材であって、前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材を覆う遮光部材を更に備え、

前記第 1 開口部は、前記レンズを露出させ、前記第 2 開口部 3 9 は、前記入射領域を露出させる、付記 1 2 に記載の半導体装置。

[付記 1 4]

前記レンズの平面視における形状は、前記第 2 方向に延出する長円状である、付記 1 3 に記載の半導体装置。

[付記 1 5]

前記第 1 開口部の平面視における形状は、前記第 2 方向に延出する長円状である、付記 1 4 に記載の半導体装置。

[付記 1 6]

前記レンズと前記第 1 開口部の孔壁との間に隙間が設けられている、付記

13ないし15のいずれかに記載の半導体装置。

[付記17]

前記第1開口部の前記孔壁は、前記基板の厚さ方向において前記発光素子に向かうほど前記第1開口部の開口中心へと近づく傾斜面を含む、付記16に記載の半導体装置。

[付記18]

前記第2開口部の平面視における形状は、円形状である、付記13ないし17のいずれかに記載の半導体装置。

[付記19]

前記第2開口部の前記孔壁は、前記基板の厚さ方向において前記受光素子に向かうほど前記第2開口部の開口中心へと近づく傾斜面を含む、付記13ないし18のいずれかに記載の半導体装置。

[付記20]

前記入射領域の形状は、前記基板の厚さ方向に突出する凸状であり、前記入射領域において光が入射する入射面は、前記基板の厚さ方向に対して直交する平坦面である、付記19に記載の半導体装置。

[付記21]

前記入射領域の平面視における形状は、円形状である、付記20に記載の半導体装置。

[付記22]

前記入射領域と前記第2開口部の孔壁との間に隙間が設けられている、付記20または21に記載の半導体装置。

[付記23]

前記遮光部材は、前記第1透光部材と前記第2透光部材とを遮断する隔壁を有する、付記13ないし22のいずれかに記載の半導体装置。

[付記24]

前記基板には、前記第1透光部材と前記第2透光部材との間に位置し、かつ前記搭載面から窪む第1溝が形成され、

前記第 1 溝に前記隔壁が嵌っている、付記 2 3 に記載の半導体装置。

[付記 2 5]

前記基板には、前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材の周囲を取り囲み、かつ前記搭載面から窪む第 2 溝が形成され、

前記第 2 溝に前記遮光部材が嵌っている、付記 2 4 に記載の半導体装置。

[付記 2 6]

前記第 1 溝は、第 1 端部および第 2 端部を含み、前記第 1 端部および前記第 2 端部はいずれも、前記第 2 溝につながっている、付記 2 5 に記載の半導体装置。

[付記 2 7]

前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材は、ともに同一の合成樹脂からなる、付記 1 3 ないし 2 6 のいずれかに記載の半導体装置。

[付記 2 8]

前記遮光部材は、前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材とは物性が異なる合成樹脂からなり、前記遮光部材のガラス転移点は、前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材のガラス転移点よりも低い、付記 2 7 に記載の半導体装置。

[付記 2 9]

前記基板の前記実装面上に配置された複数の外部端子を更に備え、

前記複数の外部端子は各々、前記複数の内部端子のいずれか 1 つに導通している、付記 1 ないし 2 8 のいずれかに記載の半導体装置。

[付記 3 0]

前記複数の内部端子および前記複数の外部端子の少なくともいずれか 1 つを覆うめっき層を更に備える、付記 2 9 に記載の半導体装置。

[付記 3 1]

前記発光素子は、発光ダイオードである、付記 1 ないし 3 0 のいずれかに記載の半導体装置。

[0058] [第 B 1 実施形態]

図14～図23に基づき、本開示の第B1実施形態にかかる半導体装置A10について説明する。半導体装置A10は、基板1、複数の内部端子2、複数の外部端子31、受光素子41、第1接合層42、発光素子43、第2接合層44、第1ボンディングワイヤ48、第2ボンディングワイヤ49、透光部材5および遮光部材6を備える。

[0059] 図14は、半導体装置A10の平面図である。図15は、半導体装置A10の平面図であり、理解の便宜上、遮光部材6を省略している。図16は、半導体装置A10の平面図であり、理解の便宜上、透光部材5および遮光部材6を省略し、かつ省略した透光部材5を想像線（二点鎖線）で示している。図17は、図14のXVⅠⅠーXVⅠⅠ線（図14に示す一点鎖線）に沿う断面図である。図18は、図17の部分拡大図である。図19は、図14のXⅠXーXⅠX線に沿う断面図である。図20は、図14のXXーXX線（図14に示す一点鎖線）に沿う断面図である。図21は、半導体装置A10の底面図である。図22は、半導体装置A10の遮光部材6の斜視図である。図23は、半導体装置A10の受光素子41の断面図である。

[0060] これらの図に示す半導体装置A10は、スマートフォンやタブレット端末などの電子機器の回路基板に表面実装される形式のものである。ここで、説明の便宜上、基板1の厚さ方向Zに対して直角である平面図の左右方向を第1方向Xと、基板1の厚さ方向Zおよび第1方向Xに対していずれも直角である平面図の上下方向を第2方向Yと、それぞれ定義する。図14に示すように、本実施形態にかかる半導体装置A10は、基板1の厚さ方向Z視である平面視（以下、単に「平面視」という。）の形状は、矩形状である。このとき、第1方向Xが半導体装置A10の長辺方向となる。

[0061] 基板1は、図15～図17に示すように、受光素子41および発光素子43を搭載し、かつ半導体装置A10を回路基板に実装するための部材である。基板1は、電気絶縁体であり、たとえばガラスエポキシ樹脂からなる。基板1の平面視の形状は、第1方向Xを長辺とする矩形状である。基板1は、搭載面11、実装面12およびスルーホール13を有する。

[0062] 図16、図17および図21に示すように、搭載面11および実装面12は、基板1の厚さ方向Zにおいて互いに反対側を向く面である。また、搭載面11および実装面12は、ともに平面視の形状が第1方向Xを長辺とする矩形状であり、かつ平坦面である。搭載面11は、図17の上方を向く面である。搭載面11上に、受光素子41および発光素子43が搭載されるとともに、複数の内部端子2が配置されている。搭載面11は、透光部材5および遮光部材6によって全体が覆われている。実装面12は、図17の下方を向く面である。実装面12は、半導体装置A10を実装する際に利用される面である。実装面12上に、複数の外部端子31が配置されている。

[0063] 図17および図19に示すように、スルーホール13は、基板1に形成された搭載面11から実装面12までに至る貫通孔である。本実施形態においては、複数のスルーホール13が基板1に形成されている。各々のスルーホール13には、後述する連絡端子32が埋設されている。また、図15～図17に示すように、基板1には、搭載面11から窪む第1係合溝14が第2方向Yに沿って形成されている。このため、本実施形態にかかる搭載面11は、第1係合溝14により二つに分断されている。また、第1係合溝14の底部は湾曲面となっている。

[0064] 複数の内部端子2は、図16、図17、図19および図20に示すように、受光素子41または発光素子43に導通する導電体である部材である。複数の内部端子2は、たとえばCuからなる。本実施形態にかかる複数の内部端子2は、受光素子41に導通する複数の第1内部端子21と、発光素子43に導通する第2内部端子22とを含む。複数の第1内部端子21および第2内部端子22は、第1方向Xにおいて基板1に形成された第1係合溝14を境界として互いに離間している。また、本実施形態にかかる複数の内部端子2は、いずれもめっき層39により覆われている。めっき層39は、互いに積層されたNi層およびAu層により構成されている。

[0065] 図16、図17および図19に示すように、本実施形態にかかる複数の第1内部端子21は、第1端子211、第2端子212、第3端子213、第

4端子214、第5端子215および第6端子216から構成される。各々の第1内部端子21は、いずれも第1ボンディングワイヤ48を介して受光素子41に導通している。各々の第1内部端子21の先端には、第1ボンディングワイヤ48が接続される第1パッド部210が形成されている。各々の第1パッド部210は、第2方向Yに沿って配列されている。また、各々の第1内部端子21は、いずれも後述する連絡端子32に導通している。

[0066] 図16に示すように、第1端子211は、第2端子212を取り囲んで配置されている。第1端子211は、他の複数の第1内部端子21と異なり、第1パッド部210が両端に形成されている。このため、第2方向Yにおいて、第2端子212の第1パッド部210の両側に第1端子211の第1パッド部210が配列されている。第3端子213は、第1端子211に隣接して配置され、第4端子214は、第3端子213に隣接して配置されている。本実施形態においては、第4端子214は、複数の第1内部端子21の中で最も延長が短い。第5端子215は、第1端子211、第3端子213および第4端子214に隣接し、かつ隣接するこれらの端子を取り囲んで配置されている。第6端子216は、第5端子215に隣接し、かつ第5端子215を取り囲んで配置されている。第1方向Xにおいて、複数の第1内部端子21のうち第6端子216が発光素子43に最も近接している。

[0067] 図16に示すように、複数の第1内部端子21のうち第1端子211、第5端子215および第6端子216は、受光素子41の中心と発光素子43の中心との間に位置する基板1の搭載面11上において、第2方向Yに沿って配置された部分を有する。また、第6端子216を除く複数の第1内部端子21は、いずれも平面視においてその一部が受光素子41に重なっている。

[0068] 図16、図17および図20に示すように、第2内部端子22は、発光素子43を搭載するダイパッド部221と、ダイパッド部221から第2方向Yに離間する第2パッド部222とを含む。ダイパッド部221は、第2接合層44を介して発光素子43に導通している。また、第2パッド部222

に第2ボンディングワイヤ49が接続され、第2パッド部222は第2ボンディングワイヤ49を介して発光素子43に導通している。また、ダイパッド部221および第2パッド部222は、ともに後述する連絡端子32に導通している。

[0069] 複数の外部端子31は、図17および図19～図21に示すように、基板1のスルーホール13に埋設された連絡端子32と、複数の内部端子2とを介して、受光素子41または発光素子43に導通する導電体である部材である。複数の外部端子31および連絡端子32は、複数の内部端子2と同一の材料からなり、本実施形態においては、たとえばCuからなる。各々の外部端子31は、一部が電気絶縁体であるレジスト膜33に覆われ、レジスト膜33から露出した端子パッド部311を有する。端子パッド部311の平面視の形状は、矩形状である。半導体装置A10を回路基板に実装したとき、端子パッド部311は、クリームはんだなどを介して回路基板の配線に導通する部分である。

[0070] 本実施形態にかかる複数の外部端子31は、複数の内部端子2と同様に、いずれもめっき層39により覆われている。また、複数の外部端子31の一部を覆うレジスト膜33は、たとえばソルダーレジストである。

[0071] 受光素子41および発光素子43は、ともに半導体装置A10の機能の中枢となる部分である。図23に示すように、本実施形態にかかる受光素子41は、受光領域411、素子パッド部412、機能領域413および積層光学膜414を有する集積回路(IC)である。

[0072] 受光領域411は、発光素子43から出射した後に対象物体に反射した光を検出する部分であり、本実施形態においては、赤外線を検出するフォトダイオードである。受光領域411は、光を検出すると光起電力効果により電圧を出力する。素子パッド部412は、たとえばAlからなる複数の部分であり、各々が受光領域411または機能領域413に導通している。図16に示すように、各々の素子パッド部412に第1ボンディングワイヤ48が接続され、複数の素子パッド部412は、第1ボンディングワイヤ48を介

して複数の第1内部端子21に導通している。機能領域413は、受光領域411と導通し、かつ受光領域411からの出力電圧を算出した結果に基づき、対象物体の近接を示す近接信号を出力する部分である。機能領域413は、当該出力電圧が予め設定されたしきい値を超えると、近接信号を半導体装置A10の外部に出力する。積層光学膜414は、赤外線に対応する波長域の光に対してのみ透光性を有する合成樹脂からなる部分である。受光素子41において積層光学膜414は、受光領域411および機能領域413を覆っている。このため、受光領域411および機能領域413は、可視光線など他の波長域の光の影響は受けない。

[0073] 第1接合層42は、図16、図17および図19に示すように、受光素子41と基板1の搭載面11との間に介在し、かつ電気絶縁体である部分である。第1接合層42によって、受光素子41は固着により搭載面11上に搭載されている。第1接合層42は、たとえばエポキシ樹脂やポリイミドなどからなる。第1接合層42は、搭載面11および第1内部端子21のそれぞれ一部を覆っている。

[0074] 発光素子43は、図16、図17および図20に示すように、光を出射する半導体素子であり、本実施形態においては、赤外線を出射する発光ダイオードである。図17および図20に示す発光素子43の上面より赤外線が出射するとともに、当該上面に第2ボンディングワイヤ49が接続されている。このため、当該上面は、第2ボンディングワイヤ49を介して第2内部端子22の第2パッド部222に導通している。また、図17および図20に示す発光素子43の下面は、第2接合層44を介して第2内部端子22のダイパッド部221に導通している。

[0075] 第2接合層44は、図16、図17および図20に示すように、発光素子43と第2内部端子22のダイパッド部221との間に介在し、かつ導電体である部分である。第2接合層44によって、発光素子43はダイボンディングにより搭載面11上に配置されたダイパッド部221に搭載されている。第2接合層44は、たとえばAgを含むエポキシ樹脂を主剤とした合成樹

脂（いわゆるA gペースト）からなる。

[0076] 第1ボンディングワイヤ48は、図16および図17に示すように、受光素子41の複数の素子パッド部412と、複数の内部端子2の複数の第1内部端子21とを接続する導電体である部材である。本実施形態においては、第1方向Xにおいて第1ボンディングワイヤ48は、受光素子41に対して発光素子43側とは反対側に位置している。また、第2ボンディングワイヤ49は、図16および図20に示すように、発光素子43と、第2内部端子22の第2パッド部222とを接続する導電体である部材である。第2ボンディングワイヤ49は、第1ボンディングワイヤ48と同一の材料からなる。本実施形態においては、第1ボンディングワイヤ48および第2ボンディングワイヤ49は、ともにAuからなる。

[0077] 透光部材5は、図15～図17、図19および図20に示すように、基板1の搭載面11上において、複数の内部端子2、受光素子41、発光素子43、第1ボンディングワイヤ48および第2ボンディングワイヤ49を覆う部材である。本実施形態にかかる透光部材5は、第1透光部材51および第2透光部材52を含む。第1透光部材51および第2透光部材52は、ともに同一かつ透明の合成樹脂からなり、当該合成樹脂は、可視光線から赤外線までの波長域の光に対して透光性を有する。第1透光部材51および第2透光部材52は、第1方向Xにおいて基板1に形成された第1係合溝14を境界として、互いに離間した状態で搭載面11上に配置されている。

[0078] 図15、図17および図20に示すように、第1透光部材51は、第2内部端子22、発光素子43および第2ボンディングワイヤ49を覆う、形状が略角錐台状の部分である。図14および図15に示すように、第1透光部材51は、発光素子43から出射された光が半導体装置A10の外部に出射する凸型のレンズ511を有する。本実施形態にかかるレンズ511の平面視における形状は、第2方向Yに延出する長円状である。図18に示すように、本実施形態にかかるレンズ511は、平面視において中央に位置する中央部511aと、中央部511aの周囲を取り囲む環状部511bとを有す

る。環状部 5 1 1 b は、中央部 5 1 1 a よりも粗面である。

[0079] 図 1 5、図 1 7 および図 1 9 に示すように、第 2 透光部材 5 2 は、複数の第 1 内部端子 2 1、受光素子 4 1 および第 1 ボンディングワイヤ 4 8 を覆う、形状が略角錐台状の部分である。図 1 4 および図 1 5 に示すように、第 2 透光部材 5 2 は、発光素子 4 3 から出射した後に対象物体に反射した光が入射する入射領域 5 2 1 を有する。入射領域 5 2 1 は、後述する遮光部材 6 の第 2 開口部 6 1 2 から露出する第 2 透光部材 5 2 の表面である。本実施形態にかかる入射領域 5 2 1 は、平坦面である。

[0080] 遮光部材 6 は、図 1 4、図 1 5、図 1 7、図 1 9 および図 2 0 に示すように、透光部材 5 を構成する第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 の双方を覆う部材である。図 2 2 に示すように、遮光部材 6 は、蓋 6 1、一对の第 1 側壁 6 2 1、一对の第 2 側壁 6 2 2 および隔壁 6 3 を有する。遮光部材 6 は、遮光性を有する合成樹脂からなり、当該合成樹脂は、たとえば黒色のエポキシ樹脂である。本実施形態においては、遮光部材 6 は、第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 とは物性が異なる合成樹脂からなり、遮光部材 6 のガラス転移点は、第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 のガラス転移点よりも低く設定されている。

[0081] 図 1 4、図 1 5、図 1 7、図 1 9、図 2 0 および図 2 2 に示すように、蓋 6 1 は、基板 1 の厚さ方向 Z において第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 を覆い被さるように配置された部分である。平面視における蓋 6 1 の大きさは、基板 1 の大きさと同一である。蓋 6 1 は、第 1 開口部 6 1 1 および第 2 開口部 6 1 2 を有する。図 1 4、図 1 5、図 1 7、図 2 0 および図 2 2 に示すように、第 1 開口部 6 1 1 は、レンズ 5 1 1 を露出させる蓋 6 1 に形成された貫通孔である。第 1 開口部 6 1 1 の平面視の形状は、第 2 方向 Y に延出する長円状である。第 1 開口部 6 1 1 の孔壁 6 1 1 a は、基板 1 の厚さ方向 Z において発光素子 4 3 に向かうほど開口中心へと近づく傾斜面からなる。第 1 方向 X に対する第 1 開口部 6 1 1 の孔壁 6 1 1 a の傾斜角は、第 1 開口部 6 1 1 の周方向にわたって一様である。また、図 1 7 および図 2 0 に

示すように、本実施形態においては、蓋 6 1 に接する第 1 透光部材 5 1 の表面上には、レンズ 5 1 1 と第 1 開口部 6 1 1 の孔壁 6 1 1 a との間に隙間 $\Delta b 1$ が設けられている。隙間 $\Delta b 1$ の長さは、レンズ 5 1 1 の周方向にわたって一様である。

[0082] 図 1 4、図 1 5、図 1 7、図 1 9 および図 2 2 に示すように、第 2 開口部 6 1 2 は、入射領域 5 2 1 を露出させる蓋 6 1 に形成された貫通孔である。第 2 開口部 6 1 2 は、第 1 開口部 6 1 1 から第 1 方向 X に離間している。第 2 開口部 6 1 2 の平面視の形状は、円形状である。第 2 開口部 6 1 2 の孔壁 6 1 2 a は、基板 1 の厚さ方向 Z において受光素子 4 1 に向かうほど開口中心へと近づく傾斜面からなる。第 1 方向 X に対する第 2 開口部 6 1 2 の孔壁 6 1 2 a の傾斜角は、第 2 開口部 6 1 2 の周方向にわたって一様である。

[0083] 図 1 7 および図 2 2 に示すように、一对の第 1 側壁 6 2 1 は、第 1 方向 X に離間して配置され、かつ基板 1 の厚さ方向 Z において、一端が蓋 6 1 につながり、他端が基板 1 に接する部分である。第 2 方向 Y における各々の第 1 側壁 6 2 1 の両端は、一对の第 2 側壁 6 2 2 につながっている。また、図 1 9、図 2 0 および図 2 2 に示すように、一对の第 2 側壁 6 2 2 は、第 2 方向 Y に離間して配置され、かつ基板 1 の厚さ方向 Z において、一端が蓋 6 1 につながり、他端が基板 1 に接する部分である。第 1 方向 X における各々の第 2 側壁 6 2 2 の両端は、一对の第 1 側壁 6 2 1 につながっている。したがって、一对の第 1 側壁 6 2 1 および一对の第 2 側壁 6 2 2 は、第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 の周囲を取り囲むように配置されている。

[0084] 図 1 7 および図 2 2 に示すように、隔壁 6 3 は、第 1 透光部材 5 1 と第 2 透光部材 5 2 とを遮断する部分である。隔壁 6 3 は、一对の第 1 側壁 6 2 1 と並行して配置され、かつ第 2 方向 Y における両端は、一对の第 2 側壁 6 2 2 につながっている。また、基板 1 の厚さ方向 Z における一端は蓋 6 1 につながり、他端は基板 1 の搭載面 1 1 上に形成された第 1 係合溝 1 4 に係合している。

[0085] 次に、図 2 4 ～図 3 2 に基づき、半導体装置 A 1 0 の製造方法の一例につ

いて説明する。

[0086] 図24、図26および図27は、半導体装置A10の製造方法を説明する平面図である。図25は、半導体装置A10の製造方法を説明する底面図である。図28～図30および図32は、半導体装置A10の製造方法を説明する断面図であり、その断面位置が図17と同一である。図31は、図30の部分拡大図である。なお、これらの図において示される基材81の厚さ方向Z、第1方向Xおよび第2方向Yの定義は、図14～図23において示される基板1の厚さ方向Z、第1方向Xおよび第2方向Yの定義に対応している。

[0087] 最初に、図24に示すように、表面811を有する基材81の表面811上に内部導電層82を形成する。基材81は、半導体装置A10の基板1の集合体であり、図24に示す想像線（二点鎖線）で囲まれた基板領域89が基板1に対応する部分である。基材81は、電気絶縁体であり、たとえばガラスエポキシ樹脂からなる。基材81は、厚さ方向Zにおいて互いに反対側を向く表面811および裏面812を有する。内部導電層82は、第1パッド部821aを有する第1内部導電層821と、第2内部導電層822とを含む。第2内部導電層822は、ダイパッド部822aおよび第2パッド部822bを含む。内部導電層82が半導体装置A10の複数の内部端子2に、第1内部導電層821が半導体装置A10の複数の第1内部端子21に、第2内部導電層822が半導体装置A10の第2内部端子22に対応する。内部導電層82は、たとえば次の方法により形成する。最初に、スパッタリング法により基材81の表面811上に金属薄膜を形成する。次いで、フォトリソグラフィおよびエッチングにより当該金属薄膜のパターニングを行う。最後に電解めっきによりパターニングされた当該金属薄膜を覆う金属層を形成する。本実施形態における当該金属薄膜および当該金属層は、ともにCuである。

[0088] 内部導電層82を形成する工程では、図25に示すように、基材81の裏面812上に外部導電層831を形成する工程を含む。外部導電層831が

半導体装置A10の外部端子31に対応する。外部導電層831は、内部導電層82と同一の方法で形成され、かつCuからなる。また、図24および図25に示すように、外部導電層831は、連絡導電層832を介して内部導電層82に導通する。連絡導電層832が半導体装置A10の連絡端子32に対応する。連絡導電層832は、内部導電層82および外部導電層831を形成する前に、基材81内に予め埋め込まれた円柱状の金属体である。本実施形態における当該金属体は、Cuである。

[0089] また、内部導電層82を形成する工程では、内部導電層82および外部導電層831の双方を覆うめっき層839を形成する工程を含む。めっき層839が半導体装置A10のめっき層39に対応する。めっき層839は、内部導電層82および外部導電層831を形成した後に電解めっきにより形成する。本実施形態にかかるめっき層839は、互いに積層されたNi層およびAu層から積層される。

[0090] さらに、内部導電層82を形成する工程では、図25に示すように、外部導電層831の一部を覆うレジスト層833を形成する工程を含む。レジスト層833が半導体装置A10のレジスト膜33に対応する。レジスト層833は、めっき層839を形成した後に塗布により形成する。本実施形態にかかるレジスト層833は、電気絶縁体であり、たとえばソルダーレジストである。レジスト層833は、平面視の形状が矩形状の開口部833aを有し、開口部833aから外部導電層831および基材81の裏面812のそれぞれ一部が露出する。

[0091] 次いで、図26に示すように、第1方向Xに互いに離間するように、受光素子841および発光素子843を内部導電層82に搭載する。受光素子841が半導体装置A10の受光素子41に対応し、発光素子843が半導体装置A10の発光素子43に対応する。本実施形態にかかる受光素子841は、光を検出する受光領域841aを有し、かつ受光領域841aがフォトダイオードである集積回路である。受光領域841aが半導体装置A10の受光素子41の受光領域411に対応する。受光素子841は、電気絶縁体

である第1接合材842を用いて、内部導電層82の第1内部導電層821の一部を覆うように固着により搭載する。第1接合材842が半導体装置A10の第1接合層42に対応する。本実施形態にかかる第1接合材842は、たとえばエポキシ樹脂やポリイミドなどからなる。また、本実施形態にかかる発光素子843は、発光ダイオードである。発光素子843は、導電体である第2接合材844を用いて、内部導電層82の第2内部導電層822のダイパッド部822aにダイボンディングにより搭載する。第2接合材844が半導体装置A10の第2接合層44に対応する。本実施形態にかかる第2接合材844は、たとえばAgを含むエポキシ樹脂を主剤とした合成樹脂（いわゆるAgペースト）からなる。

[0092] 次いで、図27に示すように、内部導電層82と受光素子841とを接続する第1ボンディングワイヤ848と、内部導電層82と発光素子843とを接続する第2ボンディングワイヤ849とを形成する。第1ボンディングワイヤ848が半導体装置A10の第1ボンディングワイヤ48に対応し、第2ボンディングワイヤ849が半導体装置A10の第2ボンディングワイヤ49に対応する。第1ボンディングワイヤ848は、内部導電層82の第1内部導電層821の第1パッド部821aと、受光素子841の素子パッド部841bとに接続される。素子パッド部841bが半導体装置A10の受光素子41の素子パッド部412に対応する。また、第2ボンディングワイヤ849は、内部導電層82の第2内部導電層822の第2パッド部822bと、発光素子843とに接続される。第1ボンディングワイヤ848および第2ボンディングワイヤ849は、ともにワイヤボンディングにより形成する。本実施形態にかかる第1ボンディングワイヤ848および第2ボンディングワイヤ849は、ともに同一の材料からなり、たとえばAuからなる。

[0093] 次いで、図28に示すように、受光素子841および発光素子843を覆う透光樹脂85を一次金型87により形成する。透光樹脂85が半導体装置A10の透光部材5に対応する。透光樹脂85は、可視光線から赤外線まで

の波長域の光に対して透光性を有し、かつ電気絶縁性および熱硬化性の合成樹脂（たとえば透明のエポキシ樹脂）を、一次金型 8 7 を用いたトランスファモールディング成形によって熱硬化させることにより形成する。このとき、内部導電層 8 2、第 1 ボンディングワイヤ 8 4 8 および第 2 ボンディングワイヤ 8 4 9 も透光樹脂 8 5 に覆われる。透光樹脂 8 5 は、図 2 8 の上方を向く頂面 8 5 1 と、頂面 8 5 1 から突出し、かつ発光素子 8 4 3 から出射された光が透過する凸型のレンズ面 8 5 2 とを有する。平面視において、レンズ面 8 5 2 に覆われた透光樹脂 8 5 の領域が半導体装置 A 1 0 のレンズ 5 1 1 に対応する。本実施形態にかかるレンズ面 8 5 2 は、その平面視の形状が第 2 方向 Y に延出する長円状となるように形成される。

[0094] 次いで、図 2 9 に示すように、透光樹脂 8 5 を、レンズ面 8 5 2 を有する第 1 透光樹脂 8 5 a と、光が入射する入射領域 8 5 3 を有する第 2 透光樹脂 8 5 b とに分割する。第 1 透光樹脂 8 5 a が半導体装置 A 1 0 の第 1 透光部材 5 1 に対応し、第 2 透光樹脂 8 5 b が半導体装置 A 1 0 の第 2 透光部材 5 2 に対応する。本実施形態においては、ダイシングソーを用いて図 2 9 に示す一次切断線 F C に沿って、透光樹脂 8 5 を第 1 透光樹脂 8 5 a および第 2 透光樹脂 8 5 b に分割する。このとき、第 1 透光樹脂 8 5 a は、内部導電層 8 2 の第 1 内部導電層 8 2 1、受光素子 8 4 1 および第 1 ボンディングワイヤ 8 4 8 を覆う。第 2 透光樹脂 8 5 b は、内部導電層 8 2 の第 2 内部導電層 8 2 2、発光素子 8 4 3 および第 2 ボンディングワイヤ 8 4 9 を覆う。本実施形態にかかる入射領域 8 5 3 は、図 3 0 に示す受光素子 8 4 1 の受光領域 8 4 1 a の上方に位置し、かつ後述する遮光樹脂 8 6 の第 2 開口部 8 6 2 に囲まれた頂面 8 5 1 の一部である。入射領域 8 5 3 が半導体装置 A 1 0 の入射領域 5 2 1 に対応する。また、本実施形態においては、透光樹脂 8 5 を第 1 透光樹脂 8 5 a および第 2 透光樹脂 8 5 b に分割することにあわせて、基材 8 1 の厚さ方向 Z において、基材 8 1 の一部を表面 8 1 1 側から除去する。基材 8 1 の一部を除去することによって、基材 8 1 には、表面 8 1 1 から窪む第 1 係合溝 8 1 4 が形成される。第 1 係合溝 8 1 4 が半導体装置 A 1 0

の第1係合溝14に対応する。

[0095] 次いで、図30に示すように、透光樹脂85（第1透光樹脂85a）のレンズ面852を露出させる第1開口部861を有し、かつ透光樹脂85を覆う遮光樹脂86を二次金型88により形成する。遮光樹脂86が半導体装置A10の遮光部材6に対応する。遮光樹脂86は、遮光性を有し、かつ電気絶縁性および熱硬化性の合成樹脂（たとえば黒色のエポキシ樹脂）を、二次金型88を用いたトランスファモールド成形によって熱硬化させることにより形成する。本実施形態にかかる遮光樹脂86は、透光樹脂85とは物性が異なる合成樹脂であり、遮光樹脂86のガラス転移点は、透光樹脂85のガラス転移点よりも低く設定されている。二次金型88は、堰体881を備える。図31に示すように、堰体881は、環状面881a、凹面881bおよび先端部881cを有する。

[0096] 図31に示すように、堰体881は、二次金型88により遮光樹脂86を形成する際に、透光樹脂85のレンズ面852を覆い被さる部分である。本実施形態においては、堰体881によって、遮光樹脂86に第1開口部861が形成される。第1開口部861が半導体装置A10の遮光部材6の第1開口部611に対応する。環状面881aは、平面視においてレンズ面852の一部を取り囲む、堰体881の内面である。環状面881aは、曲率半径が一定である曲面であり、その曲線半径は、レンズ面852の曲線半径と同一となるように設定されている。本実施形態においては、二次金型88により遮光樹脂86を形成する際に、環状面881aがレンズ面852に線接触する。ここでの線接触とは、環状面881aとレンズ面852との接点を平面視においてレンズ面852の周方向回りに結んだ線上での、環状面881aとレンズ面852との接触状態を意図した概念である。当該線接触は、この概念に加え、さらに半導体装置A10の製造において不可避な誤差や変形に起因した環状面881aとレンズ面852との微小な面接触となる場合を含む概念である。

[0097] 図31に示すように、凹面881bは、環状面881aの一端につながり

、かつレンズ面 852 から基材 81 の厚さ方向 Z に離間する、堰体 881 の内面である。凹面 881b は、曲面である。二次金型 88 により遮光樹脂 86 を形成する際に、凹面 881b およびレンズ面 852 によって、堰体 881 内に空洞 V が形成される。

[0098] 図 31 に示すように、先端部 881c は、環状面 881a の他端につながり、かつ環状面 881a よりも透光樹脂 85 の頂面 851 側に位置する、頂面 851 に向かって延出する部分である。本実施形態においては、先端部 881c によって、レンズ面 852 と第 1 開口部 861 の孔壁 861a との間に隙間 $\Delta b1$ が形成される。あわせて、第 1 開口部 861 の孔壁 861a は、基材 81 の厚さ方向 Z において基材 81 に向かうほど開口中心へ近づく傾斜面となるように形成される。また、本実施形態においては、二次金型 88 により遮光樹脂 86 を形成する際に、頂面 851 と先端部 881c との間に空隙 Δv が形成される。

[0099] 図 30 に示すように、遮光樹脂 86 の形成において、第 1 透光樹脂 85a と第 2 透光樹脂 85b との間には、基材 81 の厚さ方向 Z の全体にわたって遮光樹脂 86 が形成される。この遮光樹脂 86 が半導体装置 A10 の遮光部材 6 の隔壁 63 に対応する。本実施形態においては、遮光樹脂 86 が基材 81 に形成された第 1 係合溝 814 に係合する。また、遮光樹脂 86 の形成において、透光樹脂 85（第 2 透光樹脂 85b）の入射領域 853 を露出させる第 2 開口部 862 が形成される。第 2 開口部 862 が半導体装置 A10 の遮光部材 6 の第 2 開口部 612 に対応する。第 2 開口部 862 の孔壁 862a は、基材 81 の厚さ方向 Z において基材 81 に向かうほど開口中心へ近づく傾斜面となるように形成される。

[0100] 次いで、基材 81 を第 1 方向 X および第 2 方向 Y に沿って切断することによって、個片に分割する。切断にあたっては、たとえばダイシングソーを用いて図 32 に示す二次切断線 SC に沿って基材 81 を切断する。当該工程において分割された個片が半導体装置 A10 となる。以上の工程を経ることによって、半導体装置 A10 が製造される。

[0101] 次に、半導体装置 A 1 0 の製造方法および半導体装置 A 1 0 の作用効果について説明する。

[0102] 半導体装置 A 1 0 の製造方法のうち、透光樹脂 8 5 を覆う遮光樹脂 8 6 を形成する工程では、透光樹脂 8 5（第 1 透光樹脂 8 5 a）のレンズ面 8 5 2 に覆い被さる堰体 8 8 1 を備える二次金型 8 8 を用いる。堰体 8 8 1 は、平面視においてレンズ面 8 5 2 の一部を取り囲む環状面 8 8 1 a と、環状面 8 8 1 a の一端につながり、かつレンズ面 8 5 2 から基材 8 1 の厚さ方向 Z に離間する凹面 8 8 1 b を有する。図 3 1 に示すように、堰体 8 8 1 がレンズ面 8 5 2 に覆い被さるとき、環状面 8 8 1 a がレンズ面 8 5 2 に線接触する。このとき、凹面 8 8 1 b およびレンズ面 8 5 2 によって、堰体 8 8 1 内に空洞 V が形成される。したがって、遮光樹脂 8 6 の形成の際、レンズ面 8 5 2 の全面に二次金型 8 8 が接触しないため、レンズ面 8 5 2 を露出させる遮光樹脂 8 6 の開口部（第 1 開口部 8 6 1）の面積を縮小しつつ、レンズ面 8 5 2 に発生する傷を抑制することが可能となる。

[0103] 半導体装置 A 1 0 の第 1 透光部材 5 1 のレンズ 5 1 1 は、平面視において中央に位置する中央部 5 1 1 a と、中央部 5 1 1 a の周囲を取り囲む環状部 5 1 1 b とを有する。環状部 5 1 1 b は、中央部 5 1 1 a よりも粗面である。環状部 5 1 1 b は、半導体装置 A 1 0 の製造工程のうち遮光樹脂 8 6 を形成する工程において、レンズ面 8 5 2 に二次金型 8 8 の堰体 8 8 1 の環状面 8 8 1 a が線接触することによって形成された部分である。したがって、半導体装置 A 1 0 のレンズ 5 1 1 の環状部 5 1 1 b は、半導体装置 A 1 0 の製造方法にかかる発明の特別な技術的特徴に対応する部分である。

[0104] 堰体 8 8 1 は、環状面 8 8 1 a につながり、かつ環状面 8 8 1 a よりも透光樹脂 8 5 の頂面 8 5 1 側に位置する先端部 8 8 1 c を有する。遮光樹脂 8 6 の形成の際、先端部 8 8 1 c は、レンズ面 8 5 2 への遮光樹脂 8 6 の付着を防止する効果がある。また、遮光樹脂 8 6 の形成の際、頂面 8 5 1 と先端部 8 8 1 c との間に空隙 Δv が形成される。空隙 Δv が形成されることによって、先端部 8 8 1 c が透光樹脂 8 5 に接触して破損することを防ぐことが

できる。

[0105] 透光樹脂 8 5 を形成する工程と、遮光樹脂 8 6 を形成する工程との間に、透光樹脂 8 5 を第 1 透光樹脂 8 5 a および第 2 透光樹脂 8 5 b に分割する工程を備える。当該工程を備えることによって、遮光樹脂 8 6 を形成する工程では、第 1 透光樹脂 8 5 a と第 2 透光樹脂 8 5 b との間には、基材 8 1 の厚さ方向 Z にわたって遮光樹脂 8 6 が形成される。このような製造方法をとることによって、半導体装置 A 1 0 の遮光部材 6 の隔壁 6 3 を形成することができる。隔壁 6 3 によって発光素子 4 3 から出射した光が発光素子 4 3 に直接入射しないため、受光素子 4 1 の誤検出を防止することができる。また、透光樹脂 8 5 を分割する工程では、基材 8 1 の厚さ方向 Z において、基材 8 1 の一部を除去する。このような処理を行うことによって、基材 8 1 に第 1 係合溝 8 1 4 が形成され、第 1 係合溝 8 1 4 に遮光樹脂 8 6 が係合する。したがって、基材 8 1 に対する遮光樹脂 8 6 の接合強度の向上を図ることができる。

[0106] 遮光樹脂 8 6 を形成する工程では、第 1 開口部 8 6 1 および第 2 開口部 8 6 2 があわせて形成される。第 1 開口部 8 6 1 の孔壁 8 6 1 a および第 2 開口部 8 6 2 の孔壁 8 6 2 a は、ともに基材 8 1 の厚さ方向 Z において基材 8 1 に向かうほど開口中心へ近づく傾斜面となるように形成される。このような傾斜面とすることによって、熱硬化した遮光樹脂 8 6 から二次金型 8 8 を円滑に引き抜くことができる。

[0107] 透光樹脂 8 5 を形成する工程では、レンズ面 8 5 2 は、その平面視の形状が第 2 方向 Y に延出する長円状となるように形成される。このため、半導体装置 A 1 0 において、発光素子 4 3 を覆う第 1 透光部材 5 1 に形成されたレンズ 5 1 1 の平面視における形状は、第 2 方向 Y に延出する長円状である。レンズ 5 1 1 をこのような形状とすることによって、レンズ 5 1 1 のレンズ面の面積を確保しつつ、第 1 方向 X における第 1 透光部材 5 1 の長さを短縮することができる。このため、半導体装置 A 1 0 から出射する光の光束量を確保しつつ、第 1 方向 X における受光素子 4 1 と発光素子 4 3 との中心間距

離の短縮を図ることができる。

[0108] 遮光樹脂 8 6 は、透光樹脂 8 5 とは物性が異なる合成樹脂からなり、遮光樹脂 8 6 のガラス転移点は、透光樹脂 8 5 のガラス転移点よりも低く設定されている。このような構成をとることによって、半導体装置 A 1 0 が使用により高温状態となったとき、遮光部材 6 の弾性係数が透光部材 5（第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2）の弾性係数よりも低くなる。このため、遮光部材 6 の熱膨張に起因した透光部材 5 に発生する温度応力が低減され、透光部材 5 に亀裂が発生することを抑制できる。

[0109] 内部導電層 8 2 および外部導電層 8 3 1 の双方を覆うめっき層 8 3 9 は、互いに積層された N i 層および A u 層により構成される。このような構成のめっき層 8 3 9 によって、受光素子 8 4 1 および発光素子 8 4 3 の搭載時や、第 1 ボンディングワイヤ 8 4 8 および第 2 ボンディングワイヤ 8 4 9 の接続時の熱などの衝撃から内部導電層 8 2 を保護することができる。また、半導体装置 A 1 0 を回路基板に実装した際、クリームはんだなどの影響による各々の外部端子 3 1 の端子パッド部 3 1 1 の侵食を防止することができる。

[0110] 半導体装置 A 1 0 は、基板 1 の搭載面 1 1 上に配置された複数の内部端子 2 と、受光素子 4 1 の素子パッド部 4 1 2 と内部端子 2 とを接続する第 1 ボンディングワイヤ 4 8 とを備える。受光素子 4 1 および発光素子 4 3 の双方は、基板 1 の厚さ方向 Z に対して直角である第 1 方向 X に離間して搭載面 1 1 上に配置されている。この場合において、第 1 方向 X において第 1 ボンディングワイヤ 4 8 は、受光素子 4 1 に対して発光素子 4 3 側とは反対側に位置している。このような構成をとることによって、第 1 方向 X において受光素子 4 1 を発光素子 4 3 により近づけることができるため、装置の長辺方向における受光素子 4 1 と発光素子 4 3 との中心間距離を従来技術よりも短縮し、装置の小型化を図ることができる。あわせて、第 1 方向 X における第 1 ボンディングワイヤ 4 8 と発光素子 4 3 との離間距離がより長く確保されるため、発光素子 4 3 に流れる電流に起因した受光素子 4 1 へのノイズの低減を図ることが可能となる。

[0111] 複数の内部端子 2 は、第 1 ボンディングワイヤ 4 8 を介して受光素子 4 1 に導通する複数の第 1 内部端子 2 1 を含む。各々の第 1 内部端子 2 1 の先端には、第 1 ボンディングワイヤ 4 8 が接続される第 1 パッド部 2 1 0 が形成されている。第 1 パッド部 2 1 0 は、基板 1 の厚さ方向 Z および第 1 方向 X に対していずれも直角である第 2 方向 Y に沿って配列されている。このような構成をとることによって、第 1 ボンディングワイヤ 4 8 の配置が集約されるため、受光素子 4 1 へのノイズの低減効果がより向上する。

[0112] 複数の第 1 内部端子 2 1 は、平面視においてその一部が受光素子 4 1 に重なっている。また、半導体装置 A 1 0 は、受光素子 4 1 と基板 1 の搭載面 1 1 との間に介在し、かつ電気絶縁体である第 1 接合層 4 2 を備える。すなわち、半導体装置 A 1 0 において受光素子 4 1 は、複数の第 1 内部端子 2 1 の一部に覆い被さるように搭載面 1 1 上に配置されている。このような構成は、半導体装置 A 1 0 の大型化を抑制する上で有効な手段となる。

[0113] [第 B 2 実施形態]

図 3 3 ～図 3 6 に基づき、本開示の第 B 2 実施形態にかかる半導体装置 A 2 0 について説明する。これらの図において、先述した半導体装置 A 1 0 と同一または類似の要素には同一の符号を付して、重複する説明を省略することとする。

[0114] 図 3 3 は、半導体装置 A 2 0 の平面図である。図 3 4 は、半導体装置 A 2 0 の平面図であり、理解の便宜上、遮光部材 6 を省略している。図 3 5 は、図 3 3 の X X X V - X X X V 線（図 3 3 に示す一点鎖線）に沿う断面図である。図 3 6 は、図 3 3 の X X X V I - X X X V I 線に沿う断面図である。

[0115] 本実施形態にかかる半導体装置 A 2 0 は、基板 1、第 2 透光部材 5 2 および遮光部材 6 の構成が、先述した半導体装置 A 1 0 と異なる。図 3 3 に示すように、本実施形態にかかる半導体装置 A 2 0 の平面視の形状は、矩形状である。

[0116] 図 3 4 ～図 3 6 に示すように、本実施形態にかかる基板 1 には、第 1 係合溝 1 4 に加えて、第 1 透光部材 5 1 および第 2 透光部材 5 2 の周囲を取り囲

み、かつ搭載面 1 1 から窪む第 2 係合溝 1 5 が形成されている。第 1 係合溝 1 4 の両端は、第 2 係合溝 1 5 につながっている。第 1 係合溝 1 4 に、遮光部材 6 の一对の第 1 側壁 6 2 1 および一对の第 2 側壁 6 2 2 が係合している。本実施形態においては、第 2 係合溝 1 5 の深さ（基板 1 の厚さ方向 Z における長さ）は、第 1 係合溝 1 4 の深さと同一である。

[0117] 図 3 3～図 3 6 に示すように、第 2 透光部材 5 2 の入射領域 5 2 1 の形状は、基板 1 の厚さ方向 Z に突出する凸状である。入射領域 5 2 1 は、光が入射する入射面 5 2 1 a を有する。入射面 5 2 1 a は、基板 1 の厚さ方向 Z に対して直交する平坦面である。また、本実施形態にかかる入射領域 5 2 1 の平面視における形状は、円形状である。

[0118] 図 3 5 および図 3 6 に示すように、本実施形態においては、蓋 6 1 に接する第 2 透光部材 5 2 の表面上には、入射領域 5 2 1 と第 2 開口部 6 1 2 の孔壁 6 1 2 a との間に隙間 $\Delta b 2$ が設けられている。隙間 $\Delta b 2$ の長さは、入射領域 5 2 1 の周方向にわたって一様である。

[0119] 次に、図 3 7～図 3 9 に基づき、半導体装置 A 2 0 の製造方法の一例について説明する。

[0120] 図 3 7～図 3 9 は、半導体装置 A 2 0 の製造方法を説明する断面図であり、その断面位置が図 3 5 と同一である。

[0121] 本実施形態にかかる半導体装置 A 2 0 の製造方法は、透光樹脂 8 5 を形成する工程と、透光樹脂 8 5 を分割する工程と、遮光樹脂 8 6 を形成する工程と、が先述した半導体装置 A 1 0 の製造方法と異なる。

[0122] 図 3 7 に示すように、透光樹脂 8 5 を形成する工程では、透光樹脂 8 5 の入射領域 8 5 3 は、頂面 8 5 1 から基材 8 1 の厚さ方向 Z に突出する凸状で、かつ光が入射する入射面 8 5 3 a が基材 8 1 の厚さ方向 Z に対して直交する平坦面となるように形成される。

[0123] 図 3 8 に示すように、透光樹脂 8 5 を分割する工程では、第 1 方向 X における透光部材 5 の両側に位置する基材 8 1 の一部を表面 8 1 1 側から除去する。図 3 8 に示す一次切断線 F C に沿って、基材 8 1 の厚さ方向 Z の一部を

、たとえばダイシングソーにより除去する。同様に、第2方向Yにおける透光部材5の両側に位置する基材81の一部を表面811側から除去する。基材81の一部を除去することにより、基材81には、第1係合溝814に加え、透光樹脂85の周囲を取り囲み、かつ表面811から窪む第2係合溝815が形成される。第2係合溝815が半導体装置A10の第2係合溝15に対応する。

[0124] 図39に示すように、遮光樹脂86を形成する工程では、二次金型88は入射領域853の周囲を取り囲むように配置される。このとき、入射領域853と第2開口部862の孔壁862aとの間に隙間 $\Delta b2$ が形成される。また、本実施形態においては、遮光樹脂86が基材81に形成された第1係合溝814と第2係合溝815に係合する。

[0125] 次に、半導体装置A20の製造方法および半導体装置A20の作用効果について説明する。

[0126] 半導体装置A20の製造方法のうち、透光樹脂85を覆う遮光樹脂86を形成する工程では、先述した半導体装置A10の製造工程と同様に、透光樹脂85のレンズ面852に覆い被さる堰体881を有する二次金型88を用いる。堰体881がレンズ面852に覆い被さるとき、環状面881aがレンズ面852に線接触する。このとき、凹面881bおよびレンズ面852によって、堰体881内に空洞Vが形成される。したがって、半導体装置A20の製造方法によっても、遮光樹脂86の形成の際、レンズ面852の全面に二次金型88が接触しない。よって、レンズ面852を露出させる遮光樹脂86の開口部（第1開口部861）の面積を縮小しつつ、レンズ面852に発生する傷を抑制することが可能となる。

[0127] 透光樹脂85を形成する工程では、透光樹脂85の入射領域853は、透光樹脂85の頂面851から基材81の厚さ方向Zに突出する凸状で、かつ光が入射する入射面853aが基材81の厚さ方向Zに対して直交する平坦面となるように形成される。このため、半導体装置A20の第2透光部材52の入射領域521は、基板1の厚さ方向Zに突出する凸状である。このよ

うな構成をとることによって、発光素子43から出射した後に対象物体に反射した光が受光素子41の受光領域411に到達するまでの経路のうち、第2透光部材52を透過する距離が半導体装置A10よりも長くなる。また、入射領域521の入射面521aにおいて、第2透光部材52を透過する光の屈折角の大きさは、入射領域521に入射する光の入射角の大きさよりも小となる。したがって、半導体装置A10よりも受光領域411に到達する光の光束量が多くなり、受光素子41の検出精度の向上を図ることができる。

[0128] 基板1の搭載面11上には、第1係合溝14に加え、第2係合溝15が形成されている。遮光部材6において、第1係合溝14に隔壁63が係合し、第2係合溝15に一对の第1側壁621および一对の第2側壁622が係合している。このような構成をとることによって、基板1に対する遮光部材6の接合強度が半導体装置A10よりもさらに向上させることができる。

[0129] 上記実施形態のまとめを以下に付記する。

[付記1]

基材の表面上に内部導電層を形成することと、

前記基材の厚さ方向に対して直角である第1方向に互いに離間するように、受光素子および発光素子を前記内部導電層に搭載することと、

頂面と、前記頂面から前記基材の厚さ方向に突出し、かつ前記発光素子から出射された光が透過する凸型のレンズ面と、を有する透光樹脂であって、前記受光素子および前記発光素子を覆う透光樹脂を一次金型により形成することと、

前記レンズ面を露出させる第1開口部を有し、かつ前記透光樹脂を覆う遮光樹脂を二次金型により形成することであって、前記二次金型は、前記レンズ面に覆い被さる堰体を備え、前記堰体は、平面視において前記レンズ面の一部を取り囲む環状面と、前記環状面の第1端につながり、かつ前記レンズ面から前記基材の厚さ方向に離間する凹面と、を有し、前記堰体の前記環状面が前記レンズ面に線接触することと、を備える、半導体装置の製造方法。

[付記 2]

前記堰体は、前記環状面の第 2 端につながり、かつ前記環状面よりも前記透光樹脂の前記頂面側に位置する先端部を有し、

前記遮光樹脂を形成することは、前記レンズ面と前記第 1 開口部の孔壁との間に隙間を形成することを含む、付記 1 に記載の半導体装置の製造方法。

[付記 3]

前記遮光樹脂を形成することは、前記透光樹脂の前記頂面と前記堰体の前記先端部との間に空隙を形成することを含む、付記 2 に記載の半導体装置の製造方法。

[付記 4]

前記遮光樹脂を形成することは、前記第 1 開口部の孔壁を、前記基材の厚さ方向において前記基材に向かうほど前記第 1 開口部の開口中心へと近づく傾斜面となるように形成することを含む、付記 1 ないし 3 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[付記 5]

前記透光樹脂を形成することは、前記レンズ面を、平面視の前記レンズ面の形状が前記基材の厚さ方向および前記第 1 方向に対していずれも直角である第 2 方向に延出する長円状となるように形成することを含む、付記 1 ないし 4 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[付記 6]

前記透光樹脂を形成することと、前記遮光樹脂を形成することとの間に、前記透光樹脂を、前記発光素子を覆い、かつ前記レンズ面を有する第 1 透光樹脂と、前記受光素子を覆い、かつ光が入射する入射領域を有する第 2 透光樹脂と、に分割することを更に備える、付記 1 ないし 5 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[付記 7]

前記透光樹脂を分割することは、ダイシングソーを用いて前記透光樹脂を前記第 1 透光樹脂および前記第 2 透光樹脂に分割することを含む、付記 6 に

記載の半導体装置の製造方法。

[付記 8]

前記透光樹脂を分割することは、前記基材の厚さ方向において、前記基材の一部を前記表面側から除去することを含む、付記 6 または 7 に記載の半導体装置の製造方法。

[付記 9]

前記遮光樹脂を形成することは、前記第 1 透光樹脂と前記第 2 透光樹脂との間には、前記基材の厚さ方向の全体にわたって前記遮光樹脂を形成することを含む、付記 6 ないし 8 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[付記 10]

前記遮光樹脂を形成することは、前記入射領域を露出させる第 2 開口部を形成することを含む、付記 6 ないし 9 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[付記 11]

前記遮光樹脂を形成することは、前記第 2 開口部の孔壁を、前記基材の厚さ方向において前記基材に向かうほど前記第 2 開口部の開口中心へと近づく傾斜面となるように形成することを含む、付記 10 に記載の半導体装置の製造方法。

[付記 12]

前記透光樹脂を形成することは、前記入射領域を、前記頂面から前記基材の厚さ方向に突出する凸状で、かつ光が入射する入射面が前記基材の厚さ方向に対して直交する平坦面となるように形成することを含む、付記 11 に記載の半導体装置の製造方法。

[付記 13]

前記遮光樹脂を形成することは、前記入射領域と前記第 2 開口部の孔壁との間に隙間を形成することを含む、付記 12 に記載の半導体装置の製造方法。

[付記 14]

前記遮光樹脂は、熱硬化性の合成樹脂である、付記 1 ないし 1 3 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[付記 1 5]

前記遮光樹脂は、前記透光樹脂とは物性が異なる合成樹脂であり、前記透光樹脂のガラス転移点は、前記透光樹脂のガラス転移点よりも低い、付記 1 4 に記載の半導体装置の製造方法。

[付記 1 6]

前記透光樹脂を形成することの前に、前記内部導電層と前記受光素子とを接続する第 1 ボンディングワイヤと、前記内部導電層と前記発光素子とを接続する第 2 ボンディングワイヤと、をワイヤボンディングにより形成することを更に備える、付記 1 ないし 1 5 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[付記 1 7]

前記基材は、前記基材の厚さ方向において前記表面とは反対側を向く裏面を有し、

前記内部導電層を形成することは、前記基材の前記裏面上に前記内部導電層に導通する外部導電層を形成することを含む、付記 1 ないし 1 6 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[付記 1 8]

前記内部導電層を形成することでは、前記内部導電層および前記外部導電層の双方を覆うめっき層を電解めっきにより形成することを含む、付記 1 7 に記載の半導体装置の製造方法。

[付記 1 9]

前記めっき層は、互いに積層された N i 層および A u 層を含む、付記 1 8 に記載の半導体装置の製造方法。

[付記 2 0]

前記内部導電層を形成することは、前記外部導電層の一部を覆う電気絶縁体であるレジスト層を塗布により形成することを含む、付記 1 7 ないし 1 9

のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[付記 2 1]

前記受光素子は、集積回路であり、前記受光素子は、光を検出する受光領域を有し、前記受光領域は、フォトダイオードである、付記 1 ないし 2 0 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[付記 2 2]

前記発光素子は、発光ダイオードである、付記 1 ないし 2 1 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[付記 2 3]

互いに反対側を向く搭載面および実装面を有する基板と、
光を検出する受光領域を有し、かつ前記基板の前記搭載面に搭載された受光素子と、

前記受光素子から前記基板の厚さ方向に対して直角である第 1 方向に離間して前記基板の前記搭載面上に搭載された発光素子と、

光が出射する凸型のレンズを有し、前記受光素子および前記発光素子を覆う透光部材であって、前記レンズは、平面視において中央に位置する中央部と、前記中央部の周囲を取り囲む環状部と、を有し、前記環状部は、前記中央部よりも粗面である透光部材と、

前記透光部材を覆い、かつ前記レンズを露出させる第 1 開口部を有する遮光部材と、を備える、半導体装置。

[0130] 〔第 C 1 実施形態〕

図 4 0 ～図 5 0 に基づき、本開示の第 C 1 実施形態にかかる半導体装置 A 1 0 について説明する。半導体装置 A 1 0 は、基板 1、複数の内部端子 2、複数の外部端子 3 1、受光素子 4 1、第 1 接合層 4 2、発光素子 4 3、第 2 接合層 4 4、第 1 ボンディングワイヤ 4 8、第 2 ボンディングワイヤ 4 9、透光部材 5 および遮光部材 6 を備える。

[0131] 図 4 0 は、半導体装置 A 1 0 の斜視図である。図 4 1 は、半導体装置 A 1 0 の平面図である。図 4 2 は、半導体装置 A 1 0 の平面図であり、理解の便

宜上、透光部材 5 および遮光部材 6 を省略し、かつ省略した透光部材 5 を想像線（二点鎖線）で示している。図 4 3 は、図 4 1 の X L I I I - X L I I I 線（図 4 1 に示す一点鎖線）に沿う断面図である。図 4 4 は、図 4 3 の部分拡大図である。図 4 5 は、図 4 1 の X L V - X L V 線に沿う断面図である。図 4 6 は、図 4 1 の X L V I - X L V I 線（図 4 1 に示す一点鎖線）に沿う断面図である。図 4 7 は、半導体装置 A 1 0 の底面図である。図 4 8 は、半導体装置 A 1 0 の遮光部材 6 の斜視図である。図 4 9 は、半導体装置 A 1 0 の受光素子 4 1 の断面図である。図 5 0 は、半導体装置 A 1 0 の作用効果を説明する断面図であり、断面位置は図 4 3 と同一である。

[0132] これらの図に示す半導体装置 A 1 0 は、スマートフォンやタブレット端末などの電子機器の回路基板に表面実装される形式のものである。ここで、説明の便宜上、基板 1 の厚さ方向 Z に対して直角である平面図の左右方向を第 1 方向 X と、基板 1 の厚さ方向 Z および第 1 方向 X に対していずれも直角である平面図の上下方向を第 2 方向 Y と、それぞれ定義する。図 4 0 に示すように、本実施形態にかかる半導体装置 A 1 0 は、基板 1 の厚さ方向 Z 視である平面視（以下、単に「平面視」という。）の形状は、矩形状である。このとき、第 1 方向 X が半導体装置 A 1 0 の長辺方向となる。

[0133] 基板 1 は、図 4 1 ～図 4 3 に示すように、受光素子 4 1 および発光素子 4 3 を搭載し、かつ半導体装置 A 1 0 を回路基板に実装するための部材である。基板 1 は、電気絶縁体であり、たとえばガラスエポキシ樹脂からなる。基板 1 の平面視の形状は、第 1 方向 X を長辺とする矩形状である。基板 1 は、搭載面 1 1、実装面 1 2 およびスルーホール 1 3 を有する。

[0134] 図 4 2、図 4 3 および図 4 7 に示すように、搭載面 1 1 および実装面 1 2 は、基板 1 の厚さ方向 Z において互いに反対側を向く面である。また、搭載面 1 1 および実装面 1 2 は、ともに平面視の形状が第 1 方向 X を長辺とする矩形状であり、かつ平坦面である。搭載面 1 1 は、図 4 3 の上方を向く面である。搭載面 1 1 上に、受光素子 4 1 および発光素子 4 3 が搭載されるとともに、複数の内部端子 2 が配置されている。搭載面 1 1 は、透光部材 5 およ

び遮光部材 6 によって全体が覆われている。実装面 1 2 は、図 4 3 の下方を向く面である。実装面 1 2 は、半導体装置 A 1 0 を実装する際に利用される面である。実装面 1 2 上に、複数の外部端子 3 1 が配置されている。

[0135] 図 4 3 および図 4 5 に示すように、スルーホール 1 3 は、基板 1 に形成された搭載面 1 1 から実装面 1 2 までに至る貫通孔である。本実施形態においては、複数のスルーホール 1 3 が基板 1 に形成されている。各々のスルーホール 1 3 には、後述する連絡端子 3 2 が埋設されている。また、図 4 1 ～図 4 3 に示すように、基板 1 には、搭載面 1 1 から窪む第 1 溝 1 4 が第 2 方向 Y に沿って形成されている。このため、本実施形態にかかる搭載面 1 1 は、第 1 溝 1 4 により二つに分断されている。また、第 1 溝 1 4 の底部は湾曲面となっている。

[0136] 複数の内部端子 2 は、図 4 2、図 4 3、図 4 5 および図 4 6 に示すように、受光素子 4 1 または発光素子 4 3 に導通する導電体である部材である。複数の内部端子 2 は、たとえば Cu からなる。本実施形態にかかる複数の内部端子 2 は、受光素子 4 1 に導通する複数の第 1 内部端子 2 1 と、発光素子 4 3 に導通する第 2 内部端子 2 2 とを含む。複数の第 1 内部端子 2 1 および第 2 内部端子 2 2 は、第 1 方向 X において基板 1 に形成された第 1 溝 1 4 を境界として互いに離間している。また、本実施形態にかかる複数の内部端子 2 は、いずれもめっき層 3 9 により覆われている。めっき層 3 9 は、互いに積層された Ni 層および Au 層により構成されている。

[0137] 図 4 2、図 4 3 および図 4 5 に示すように、本実施形態にかかる複数の第 1 内部端子 2 1 は、第 1 端子 2 1 1、第 2 端子 2 1 2、第 3 端子 2 1 3、第 4 端子 2 1 4、第 5 端子 2 1 5 および第 6 端子 2 1 6 から構成される。各々の第 1 内部端子 2 1 は、いずれも第 1 ボンディングワイヤ 4 8 を介して受光素子 4 1 に導通している。各々の第 1 内部端子 2 1 の先端には、第 1 ボンディングワイヤ 4 8 が接続される第 1 パッド部 2 1 0 が形成されている。各々の第 1 パッド部 2 1 0 は、第 2 方向 Y に沿って配列されている。また、各々の第 1 内部端子 2 1 は、いずれも後述する連絡端子 3 2 に導通している。

[0138] 図4 2に示すように、第1端子2 1 1は、第2端子2 1 2を取り囲んで配置されている。第1端子2 1 1は、他の複数の第1内部端子2 1と異なり、第1パッド部2 1 0が両端に形成されている。このため、第2方向Yにおいて、第2端子2 1 2の第1パッド部2 1 0の両側に第1端子2 1 1の第1パッド部2 1 0が配列されている。第3端子2 1 3は、第1端子2 1 1に隣接して配置され、第4端子2 1 4は、第3端子2 1 3に隣接して配置されている。本実施形態においては、第4端子2 1 4は、複数の第1内部端子2 1の中で最も延長が短い。第5端子2 1 5は、第1端子2 1 1、第3端子2 1 3および第4端子2 1 4に隣接し、かつ隣接するこれらの端子を取り囲んで配置されている。第6端子2 1 6は、第5端子2 1 5に隣接し、かつ第5端子2 1 5を取り囲んで配置されている。第1方向Xにおいて、複数の第1内部端子2 1のうち第6端子2 1 6が発光素子4 3に最も近接している。

[0139] 図4 2に示すように、複数の第1内部端子2 1のうち第1端子2 1 1、第5端子2 1 5および第6端子2 1 6は、受光素子4 1の中心と発光素子4 3の中心との間に位置する基板1の搭載面1 1上において、第2方向Yに沿って配置された部分を有する。また、第6端子2 1 6を除く複数の第1内部端子2 1は、いずれも平面視においてその一部が受光素子4 1に重なっている。

[0140] 図4 2、図4 3および図4 6に示すように、第2内部端子2 2は、発光素子4 3を搭載するダイパッド部2 2 1と、ダイパッド部2 2 1から第2方向Yに離間する第2パッド部2 2 2とを含む。ダイパッド部2 2 1は、第2接合層4 4を介して発光素子4 3に導通している。また、第2パッド部2 2 2に第2ボンディングワイヤ4 9が接続され、第2パッド部2 2 2は第2ボンディングワイヤ4 9を介して発光素子4 3に導通している。また、ダイパッド部2 2 1および第2パッド部2 2 2は、ともに後述する連絡端子3 2に導通している。

[0141] 複数の外部端子3 1は、図4 3および図4 5～図4 7に示すように、基板1のスルーホール1 3に埋設された連絡端子3 2と、複数の内部端子2とを

介して、受光素子41または発光素子43に導通する導電体である部材である。複数の外部端子31および連絡端子32は、複数の内部端子2と同一の材料からなり、本実施形態においては、たとえばCuからなる。各々の外部端子31は、一部が電気絶縁体であるレジスト膜33に覆われ、レジスト膜33から露出した端子パッド部311を有する。端子パッド部311の平面視の形状は、矩形状である。半導体装置A10を回路基板に実装したとき、端子パッド部311は、クリームはんだなどを介して回路基板の配線に導通する部分である。

[0142] 本実施形態にかかる複数の外部端子31は、複数の内部端子2と同様に、いずれもめっき層39により覆われている。また、複数の外部端子31の一部を覆うレジスト膜33は、たとえばソルダーレジストである。

[0143] 受光素子41および発光素子43は、ともに半導体装置A10の機能の中核となる部分である。図49に示すように、本実施形態にかかる受光素子41は、受光領域411、素子パッド部412、機能領域413および積層光学膜414を有する集積回路(IC)である。

[0144] 受光領域411は、発光素子43から出射した後に対象物体に反射した光を検出する部分であり、本実施形態においては、赤外線を検出するフォトダイオードである。受光領域411は、光を検出すると光起電力効果により電圧を出力する。素子パッド部412は、たとえばAlからなる複数の部分であり、各々が受光領域411または機能領域413に導通している。図42に示すように、各々の素子パッド部412に第1ボンディングワイヤ48が接続され、複数の素子パッド部412は、第1ボンディングワイヤ48を介して複数の第1内部端子21に導通している。機能領域413は、受光領域411と導通し、かつ受光領域411からの出力電圧を算出した結果に基づき、対象物体の近接を示す近接信号を出力する部分である。機能領域413は、当該出力電圧が予め設定されたしきい値を超えると、近接信号を半導体装置A10の外部に出力する。積層光学膜414は、赤外線に対応する波長域の光に対してのみ透光性を有する合成樹脂からなる部分である。受光素子

4 1 において積層光学膜 4 1 4 は、受光領域 4 1 1 および機能領域 4 1 3 を覆っている。このため、受光領域 4 1 1 および機能領域 4 1 3 は、可視光線など他の波長域の光の影響は受けない。

[0145] 第 1 接合層 4 2 は、図 4 2、図 4 3 および図 4 5 に示すように、受光素子 4 1 と基板 1 の搭載面 1 1 との間に介在し、かつ電気絶縁体である部分である。第 1 接合層 4 2 によって、受光素子 4 1 は固着により搭載面 1 1 上に搭載されている。第 1 接合層 4 2 は、たとえばエポキシ樹脂やポリイミドなどからなる。第 1 接合層 4 2 は、搭載面 1 1 および第 1 内部端子 2 1 のそれぞれ一部を覆っている。

[0146] 発光素子 4 3 は、図 4 2、図 4 3 および図 4 6 に示すように、光を出射する半導体素子であり、本実施形態においては、赤外線を出射する発光ダイオードである。図 4 3 および図 4 6 に示す発光素子 4 3 の上面より赤外線が出射するとともに、当該上面に第 2 ボンディングワイヤ 4 9 が接続されている。このため、当該上面は、第 2 ボンディングワイヤ 4 9 を介して第 2 内部端子 2 2 の第 2 パッド部 2 2 2 に導通している。また、図 4 3 および図 4 6 に示す発光素子 4 3 の下面は、第 2 接合層 4 4 を介して第 2 内部端子 2 2 のダイパッド部 2 2 1 に導通している。

[0147] 第 2 接合層 4 4 は、図 4 2、図 4 3 および図 4 6 に示すように、発光素子 4 3 と第 2 内部端子 2 2 のダイパッド部 2 2 1 との間に介在し、かつ導電体である部分である。第 2 接合層 4 4 によって、発光素子 4 3 はダイボンディングにより搭載面 1 1 上に配置されたダイパッド部 2 2 1 に搭載されている。第 2 接合層 4 4 は、たとえば Ag を含むエポキシ樹脂を主剤とした合成樹脂（いわゆる Ag ペースト）からなる。

[0148] 第 1 ボンディングワイヤ 4 8 は、図 4 2 および図 4 3 に示すように、受光素子 4 1 の複数の素子パッド部 4 1 2 と、複数の内部端子 2 の複数の第 1 内部端子 2 1 とを接続する導電体である部材である。本実施形態においては、第 1 方向 X において第 1 ボンディングワイヤ 4 8 は、受光素子 4 1 に対して発光素子 4 3 側とは反対側に位置している。また、第 2 ボンディングワイヤ

49は、図42および図46に示すように、発光素子43と、第2内部端子22の第2パッド部222とを接続する導電体である部材である。第2ボンディングワイヤ49は、第1ボンディングワイヤ48と同一の材料からなる。本実施形態においては、第1ボンディングワイヤ48および第2ボンディングワイヤ49は、ともにAuからなる。

[0149] 透光部材5は、図41～図43、図45および図46に示すように、基板1の搭載面11上において、複数の内部端子2、受光素子41、発光素子43、第1ボンディングワイヤ48および第2ボンディングワイヤ49を覆う部材である。本実施形態にかかる透光部材5は、第1透光部材51および第2透光部材52を含む。第1透光部材51および第2透光部材52は、ともに同一かつ透明の合成樹脂からなり、当該合成樹脂は、可視光線から赤外線までの波長域の光に対して透光性を有する。第1透光部材51および第2透光部材52は、第1方向Xにおいて基板1に形成された第1溝14を境界として、互いに離間した状態で搭載面11上に配置されている。

[0150] 図41、図43および図46に示すように、第1透光部材51は、第2内部端子22、発光素子43および第2ボンディングワイヤ49を覆う、形状が略角錐台状の部分である。図40および図41に示すように、第1透光部材51は、発光素子43から出射された光が半導体装置A10の外部に出射する凸型のレンズ511を有する。本実施形態にかかるレンズ511の平面視における形状は、第2方向Yに延出する長円状である。図40および図44に示すように、レンズ511は、第1レンズ面511aおよび第2レンズ面511bを有する。第1レンズ面511aは、第1方向Xにおいて仮想平面LCと受光素子41との間に位置するレンズ511の表面である。また、第2レンズ面511bは、仮想平面LCに対して第1レンズ面511aとは反対側に位置し、かつ第1レンズ面511aに連続するレンズ511の表面である。第1レンズ面511aの曲率半径R1は、第2レンズ面511bの曲率半径R2よりも小である。

[0151] 図41、図43および図45に示すように、第2透光部材52は、複数の

第1内部端子21、受光素子41および第1ボンディングワイヤ48を覆う、形状が略角錐台状の部分である。図40および図41に示すように、第2透光部材52は、発光素子43から出射した後に対象物体に反射した光が入射する入射領域521を有する。入射領域521は、後述する遮光部材6の第2開口部612から露出する第2透光部材52の表面である。本実施形態にかかる入射領域521は、平坦面である。

[0152] 遮光部材6は、図40、図41、図43、図45および図46に示すように、透光部材5を構成する第1透光部材51および第2透光部材52の双方を覆う部材である。図48に示すように、遮光部材6は、蓋61、一对の第1側壁621、一对の第2側壁622および隔壁63を有する。遮光部材6は、遮光性を有する合成樹脂からなり、当該合成樹脂は、たとえば黒色のエポキシ樹脂である。本実施形態においては、遮光部材6は、第1透光部材51および第2透光部材52とは物性が異なる合成樹脂からなり、遮光部材6のガラス転移点は、第1透光部材51および第2透光部材52のガラス転移点よりも低く設定されている。

[0153] 図40、図41、図43、図45、図46および図48に示すように、蓋61は、基板1の厚さ方向Zにおいて第1透光部材51および第2透光部材52を覆い被さるように配置された部分である。平面視における蓋61の大きさは、基板1の大きさと同一である。蓋61は、第1開口部611および第2開口部612を有する。

[0154] 図40、図41、図43、図46および図48に示すように、第1開口部611は、レンズ511を露出させる蓋61に形成された貫通孔である。第1開口部611の平面視の形状は、第2方向Yに延出する長円状である。第1開口部611の孔壁611aは、基板1の厚さ方向Zにおいて発光素子43に向かうほど開口中心へと近づく傾斜面からなる。図44に示すように、第1開口部611の孔壁611aは、第1レンズ面511aに対向する第1部位611bと、第2レンズ面511bに対向する第2部位611cとを含む。第1方向Xに対する第1部位611bの傾斜角 α_1 は、第1方向Xに対

する第2部位611cの傾斜角 $\alpha 2$ よりも大である。また、図43および図46に示すように、本実施形態においては、蓋61に接する第1透光部材51の表面上には、レンズ511と第1開口部611の孔壁611aとの間に隙間 $\Delta b 1$ が設けられている。隙間 $\Delta b 1$ の長さは、レンズ511の周方向にわたって一様である。

[0155] 図40、図41、図43、図45および図48に示すように、第2開口部612は、入射領域521を露出させる蓋61に形成された貫通孔である。第2開口部612は、第1開口部611から第1方向Xに離間している。第2開口部612の平面視の形状は、円形状である。第2開口部612の孔壁612aは、基板1の厚さ方向Zにおいて受光素子41に向かうほど開口中心へと近づく傾斜面からなる。図43および図45に示すように、第1方向Xに対する第2開口部612の孔壁612aの傾斜角 β は、第2開口部612の周方向にわたって一様である。

[0156] 図43および図48に示すように、一对の第1側壁621は、第1方向Xに離間して配置され、かつ基板1の厚さ方向Zにおいて、一端が蓋61につながり、他端が基板1に接する部分である。第2方向Yにおける各々の第1側壁621の両端は、一对の第2側壁622につながっている。また、図45、図46および図48に示すように、一对の第2側壁622は、第2方向Yに離間して配置され、かつ基板1の厚さ方向Zにおいて、一端が蓋61につながり、他端が基板1に接する部分である。第1方向Xにおける各々の第2側壁622の両端は、一对の第1側壁621につながっている。したがって、一对の第1側壁621および一对の第2側壁622は、第1透光部材51および第2透光部材52の周囲を取り囲むように配置されている。

[0157] 図43および図48に示すように、隔壁63は、第1透光部材51と第2透光部材52とを遮断する部分である。隔壁63は、一对の第1側壁621と並行して配置され、かつ第2方向Yにおける両端は、一对の第2側壁622につながっている。また、基板1の厚さ方向Zにおける一端は蓋61につながり、他端は基板1の搭載面11上に形成された第1溝14に嵌っている。

。

[0158] 次に、半導体装置A10の作用効果について説明する。

[0159] 半導体装置A10は、基板1の搭載面11上に搭載された受光素子41および発光素子43と、発光素子43を覆い、かつレンズ511を有する第1透光部材51と、レンズ511を露出させる第1開口部611を有する遮光部材6とを備える。第1方向Xにおいてレンズ511は、仮想平面LCと受光素子41との間に位置する第1レンズ面511aと、仮想平面LCに対して第1レンズ面511aとは反対側に位置し、かつ第1レンズ面511aに連続する第2レンズ面511bを有する。このとき、第1レンズ面511aの曲率半径R1は、第2レンズ面511bの曲率半径R2よりも小である。ここで、図50に示すように、発光素子43から出射された光L、L'は、第1レンズ面511aで屈折し、電子機器の光学窓OWを透過し、光学窓OWと外部との境界面Sで反射することがある。光Lは、半導体装置A10であるときの発光素子43から出射された光の道筋を示している。また、光L'は、従来技術であるときの発光素子43から出射された光の道筋を示している。第1レンズ面511aにおいて、光Lは、光L'よりも基板1の厚さ方向Zにより近い方向に屈折する。このため、光L'は、境界面Sで反射し、受光素子41の受光領域411に到達するものの、光Lは、境界面Sで反射した後は、遮光部材6の蓋61に到達し、受光領域411に到達しない。したがって、装置の長辺方向（第1方向X）における受光素子41と発光素子43との中心間距離を短縮した場合であっても、境界面Sで反射し受光領域411に到達する光の光束量が抑制されるため、受光素子41の検出精度の低下を防ぐことが可能となる。

[0160] 半導体装置A10は、基板1の搭載面11上に配置された複数の内部端子2と、受光素子41の素子パッド部412と内部端子2とを接続する第1ボンディングワイヤ48とを備える。受光素子41および発光素子43の双方は、基板1の厚さ方向Zに対して直角である第1方向Xに離間して搭載面11上に配置されている。この場合において、第1方向Xにおいて第1ボンデ

ィングワイヤ48は、受光素子41に対して発光素子43側とは反対側に位置している。このような構成をとることによって、第1方向Xにおいて受光素子41を発光素子43により近づけることができるため、装置の長辺方向における受光素子41と発光素子43との中心間距離を従来技術よりも短縮することができる。あわせて、第1方向Xにおける第1ボンディングワイヤ48と発光素子43との離間距離がより長く確保されるため、発光素子43に流れる電流に起因した受光素子41へのノイズの低減を図ることが可能となる。

[0161] 複数の内部端子2は、第1ボンディングワイヤ48を介して受光素子41に導通する複数の第1内部端子21を含む。各々の第1内部端子21の先端には、第1ボンディングワイヤ48が接続される第1パッド部210が形成されている。第1パッド部210は、基板1の厚さ方向Zおよび第1方向Xに対していずれも直角である第2方向Yに沿って配列されている。このような構成をとることによって、第1ボンディングワイヤ48の配置が集約されるため、受光素子41へのノイズの低減効果がより向上する。

[0162] 複数の第1内部端子21は、平面視においてその一部が受光素子41に重なっている。また、半導体装置A10は、受光素子41と基板1の搭載面11との間に介在し、かつ電気絶縁体である第1接合層42を備える。すなわち、半導体装置A10において受光素子41は、複数の第1内部端子21の一部に覆い被さるように搭載面11上に配置されている。このような構成は、半導体装置A10の大型化を抑制する上で有効な手段となる。

[0163] 発光素子43を覆う第2透光部材52に形成されたレンズ511の平面視における形状は、第2方向Yに延出する長円状である。レンズ511をこのような形状とすることによって、レンズ511のレンズ面の面積を確保しつつ、第1方向Xにおける第2透光部材52の長さを短縮することができる。このため、半導体装置A10から出射する光の光束量を確保しつつ、第1方向Xにおける受光素子41と発光素子43との中心間距離の短縮を図ることができる。

[0164] 第1透光部材5 1および第2透光部材5 2を覆う遮光部材6は、第1透光部材5 1と第2透光部材5 2とを遮断する隔壁6 3を有する。このような構成をとることによって、発光素子4 3から出射した光が発光素子4 3に直接入射しないため、受光素子4 1の誤検出を防止することができる。また、隔壁6 3は、基板1の搭載面1 1上に形成された第1溝1 4に嵌っている。このような構成をとることによって、基板1に対する遮光部材6の接合強度の向上を図ることができる。

[0165] 遮光部材6は、第1透光部材5 1および第2透光部材5 2とは物性が異なる合成樹脂からなり、遮光部材6のガラス転移点は、第1透光部材5 1および第2透光部材5 2のガラス転移点よりも低く設定されている。このような構成をとることによって、半導体装置A 1 0が使用により高温状態となったとき、遮光部材6の弾性係数が第1透光部材5 1および第2透光部材5 2の弾性係数よりも低くなる。このため、遮光部材6の熱膨張に起因した第1透光部材5 1および第2透光部材5 2に発生する温度応力が低減され、第1透光部材5 1および第2透光部材5 2に亀裂が発生することを抑制できる。

[0166] 複数の内部端子2および複数の外部端子3 1の双方を覆うめっき層3 9は、互いに積層されたN i層およびA u層により構成されている。このような構成のめっき層3 9によって、受光素子4 1および発光素子4 3の搭載時や、第1ボンディングワイヤ4 8および第2ボンディングワイヤ4 9の接続時の熱などの衝撃から複数の内部端子2を保護することができる。また、半導体装置A 1 0を回路基板に実装した際、クリームはんだなどの影響による各々の外部端子3 1の端子パッド部3 1 1の侵食を防止することができる。

[0167] [第C 2実施形態]

図5 1～図5 4に基づき、本開示の第C 2実施形態にかかる半導体装置A 2 0について説明する。これらの図において、先述した半導体装置A 1 0と同一または類似の要素には同一の符号を付して、重複する説明を省略することとする。

[0168] 図5 1は、半導体装置A 2 0の斜視図である。図5 2は、半導体装置A 2

0の平面図である。図53は、図52のL111-L111線（図52に示す一点鎖線）に沿う断面図である。図53は、図52のL1V-L1V線に沿う断面図である。

[0169] 本実施形態にかかる半導体装置A20は、基板1、第2透光部材52および遮光部材6の構成が、先述した半導体装置A10と異なる。図51に示すように、本実施形態にかかる半導体装置A20の平面視の形状は、矩形状である。

[0170] 図52～図54に示すように、本実施形態にかかる基板1には、第1溝14に加えて、第1透光部材51および第2透光部材52の周囲を取り囲み、かつ搭載面11から窪む第2溝15が形成されている。第1溝14の両端は、第2溝15につながっている。第1溝14に、遮光部材6の一对の第1側壁621および一对の第2側壁622が嵌っている。本実施形態においては、第2溝15の深さ（基板1の厚さ方向Zにおける長さ）は、第1溝14の深さと同一である。

[0171] 図51～図54に示すように、第2透光部材52の入射領域521の形状は、基板1の厚さ方向Zに突出する凸状である。入射領域521は、光が入射する入射面521aを有する。入射面521aは、基板1の厚さ方向Zに対して直交する平坦面である。また、本実施形態にかかる入射領域521の平面視における形状は、円形状である。

[0172] 図53および図54に示すように、本実施形態においては、蓋61に接する第2透光部材52の表面上には、入射領域521と第2開口部612の孔壁612aとの間に隙間Δb2が設けられている。隙間Δb2の長さは、入射領域521の周方向にわたって一様である。

[0173] 次に、半導体装置A20の作用効果について説明する。

[0174] 半導体装置A20は、先述した半導体装置A10と同様に、発光素子43を覆い、かつレンズ511を有する第1透光部材51を備え、レンズ511は、第1レンズ面511aおよび第2レンズ面511bを有する。この場合においても、第1レンズ面511aの曲率半径R1は、第2レンズ面511

bの曲率半径 R_2 よりも小である。したがって、半導体装置A20によっても、図50に示すように境界面Sで反射し受光素子41の受光領域411に到達する光の光束量が抑制されるため、受光素子41の検出精度の低下を防ぐことが可能となる。

[0175] 基板1の搭載面11上には、第1溝14に加え、第2溝15が形成されている。遮光部材6において、第1溝14に隔壁63が嵌っており、第2溝15に一对の第1側壁621および一对の第2側壁622が嵌っている。このような構成をとることによって、基板1に対する遮光部材6の接合強度が半導体装置A10よりもさらに向上させることができる。

[0176] 第2透光部材52の入射領域521の形状は、基板1の厚さ方向Zに突出する凸状である。このような構成をとることによって、発光素子43から出射した後に対象物体に反射した光が受光素子41の受光領域411に到達するまでの経路のうち、第2透光部材52を透過する距離が半導体装置A10よりも長くなる。また、入射領域521の入射面521aにおいて、第2透光部材52を透過する光の屈折角の大きさは、入射領域521に入射する光の入射角の大きさよりも小となる。したがって、対象物体に反射し受光領域411に到達する光の光束量が半導体装置A10よりも多くなり、受光素子41の検出精度の向上を図ることができる。

[0177] 上記実施形態のまとめを以下に付記する。

[付記1]

互いに反対側を向く搭載面および実装面を有する基板と、
光を検出する受光領域を有し、かつ前記基板の前記搭載面上に搭載された受光素子と、

前記受光素子から前記基板の厚さ方向に対して直角である第1方向に離間し、且つ、前記基板の前記搭載面上に搭載された発光素子と、

前記受光素子および前記発光素子を覆う透光部材であって、光が出射する凸型のレンズを有する透光部材と、を備え、

前記レンズは、前記第1方向において互いに隣り合う第1レンズ面および

第2レンズ面を有し、前記第1レンズ面は、前記第1方向に直交する仮想平面と前記受光素子との間に位置し、前記第2レンズ面は、前記仮想平面に対して前記第1レンズ面とは反対側に位置し、

前記第1レンズ面の曲率半径が前記第2レンズ面の曲率半径よりも小である、半導体装置。

[付記2]

前記透光部材を覆い、かつ前記レンズを露出させる第1開口部を有する遮光部材を備える、付記1に記載の半導体装置。

[付記3]

前記レンズの平面視における形状は、前記基板の厚さ方向および前記第1方向に対していずれも直角である第2方向に延出する長円状である、付記2に記載の半導体装置。

[付記4]

前記第1開口部の平面視における形状は、前記第2方向に延出する長円状である、付記3に記載の半導体装置。

[付記5]

前記レンズと前記第1開口部の孔壁との間に隙間が設けられている、付記2ないし4のいずれかに記載の半導体装置。

[付記6]

前記第1開口部の孔壁は、前記基板の厚さ方向において前記発光素子に向かうほど前記第1開口部の開口中心へと近づく傾斜面からなる、付記5に記載の半導体装置。

[付記7]

前記第1開口部の孔壁は、前記第1レンズ面に対向する第1部位と、前記第2レンズ面に対向する第2部位と、を含み、

前記第1方向に対する前記第1部位の傾斜角は、前記第1方向に対する前記第2部位の傾斜角よりも大である、付記6に記載の半導体装置。

[付記8]

前記透光部材は、前記発光素子を覆う第 1 透光部材であって前記レンズを有する第 1 透光部材と、前記受光素子を覆う第 2 透光部材であって光が入射する入射領域を有する第 2 透光部材と、を含み、

前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材は、前記第 1 方向において互いに離間し、且つ、前記基板の前記搭載面上に配置されている、付記 2 ないし 7 のいずれかに記載の半導体装置。

[付記 9]

前記遮光部材は、前記入射領域を露出させる第 2 開口部を有し、

前記第 2 開口部は、前記第 1 開口部から前記第 1 方向に離間している、付記 8 に記載の半導体装置。

[付記 10]

前記第 2 開口部の平面視における形状は、円形状である、付記 9 に記載の半導体装置。

[付記 11]

前記第 2 開口部の孔壁は、前記基板の厚さ方向において前記受光素子に向かうほど前記第 2 開口部の開口中心へと近づく傾斜面からなる、付記 9 または 10 に記載の半導体装置。

[付記 12]

前記第 1 方向に対する前記第 2 開口部の孔壁の傾斜角は、前記第 2 開口部の周方向にわたって一様である、付記 11 に記載の半導体装置。

[付記 13]

前記入射領域の形状は、前記基板の厚さ方向に突出する凸状であり、前記入射領域は、光が入射する入射面を含み、前記入射面は、前記基板の厚さ方向に対して直交する平坦面である、付記 11 または 12 に記載の半導体装置。

[付記 14]

前記入射領域の平面視における形状は、円形状である、付記 13 に記載の半導体装置。

[付記 1 5]

前記入射領域と前記第 2 開口部の孔壁との間に隙間が設けられている、付記 1 3 または 1 4 に記載の半導体装置。

[付記 1 6]

前記遮光部材は、前記第 1 透光部材と前記第 2 透光部材とを遮断する隔壁を有する、付記 8 ないし 1 5 のいずれかに記載の半導体装置。

[付記 1 7]

前記基板には、前記第 1 透光部材と前記第 2 透光部材との間に位置し、かつ前記搭載面から窪む第 1 溝が形成され、

前記第 1 溝に前記隔壁が嵌っている、付記 1 6 に記載の半導体装置。

[付記 1 8]

前記基板には、前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材の周囲を取り囲み、かつ前記搭載面から窪む第 2 溝が形成され、

前記第 2 溝に前記遮光部材が嵌っている、付記 1 7 に記載の半導体装置。

[付記 1 9]

前記第 1 溝は、第 1 端および第 2 端を含み、前記第 1 端および第 2 端はいずれも、前記第 2 溝につながっている、付記 1 8 に記載の半導体装置。

[付記 2 0]

前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材は、ともに同一の合成樹脂からなる、付記 8 ないし 1 9 のいずれかに記載の半導体装置。

[付記 2 1]

前記遮光部材は、前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材とは物性が異なる合成樹脂からなり、前記遮光部材のガラス転移点は、前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材のガラス転移点よりも低い、付記 2 0 に記載の半導体装置。

[付記 2 2]

前記発光素子または前記受光素子に導通する複数の外部端子が前記基板の前記実装面上に配置されている、付記 1 ないし 2 1 のいずれかに記載の半導

体装置。

[付記 2 3]

前記複数の外部端子は、めっき層により覆われている、付記 2 2 に記載の半導体装置。

[付記 2 4]

前記受光素子は、集積回路であり、前記受光領域は、フォトダイオードである、付記 1 ないし 2 3 のいずれかに記載の半導体装置。

[付記 2 5]

前記発光素子は、発光ダイオードである、付記 1 ないし 2 4 のいずれかに記載の半導体装置。

請求の範囲

- [請求項1] 互いに反対側を向く搭載面および実装面を有する基板と、
前記搭載面上に配置された複数の内部端子と、
光を検出する受光領域と、複数の素子パッド部と、を有し、前記基板の前記搭載面上に搭載された受光素子であって、前記複数の素子パッド部の少なくともいずれか1つは、前記受光領域と導通している受光素子と、
前記基板の厚さ方向に対して直角である第1方向に前記受光素子から離間し、且つ、前記基板の前記搭載面上に搭載された発光素子と、
前記受光素子の前記複数の素子パッド部のいずれか1つと前記複数の内部端子のいずれか1つとを接続する第1ボンディングワイヤであって、前記第1方向において前記受光素子に対して前記発光素子側とは反対側に位置している第1ボンディングワイヤと、
前記受光素子、前記発光素子および前記第1ボンディングワイヤを覆う透光部材と、備える、半導体装置。
- [請求項2] 前記複数の内部端子は、前記受光素子に各々が導通する複数の第1内部端子と、前記発光素子に導通する第2内部端子と、を含み、
前記複数の第1内部端子および前記第2内部端子は、前記第1方向において互いに離間している、請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記複数の第1内部端子は各々の先端は、前記第1ボンディングワイヤが接続された第1パッド部を含み、前記第1パッド部は、前記基板の前記厚さ方向および前記第1方向に対していずれも直角である第2方向に沿って配列されている、請求項2に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記複数の第1内部端子は、平面視において、前記受光素子の中心と前記発光素子の中心との間に位置する前記基板の前記搭載面上において、前記第2方向に沿って配置された部分を有する、請求項3に記載の半導体装置。
- [請求項5] 複数の前記第1内部端子の少なくともいずれか1つは、平面視にお

いて前記受光素子に重なっている、請求項 3 または 4 に記載の半導体装置。

[請求項6] 前記受光素子と前記基板の前記搭載面との間に介在し、かつ電気絶縁体である第 1 接合層を更に備える、請求項 5 に記載の半導体装置。

[請求項7] 前記受光素子は、集積回路であり、前記受光領域は、フォトダイオードである、請求項 3 ないし 6 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項8] 前記第 2 内部端子は、前記発光素子を搭載するダイパッド部と、前記ダイパッド部から前記第 2 方向に離間する第 2 パッド部と、を含み、

前記発光素子と前記第 2 パッド部とを接続する第 2 ボンディングワイヤを備える、請求項 3 ないし 7 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項9] 前記第 2 ボンディングワイヤは、前記第 2 方向に沿って配置されている、請求項 8 に記載の半導体装置。

[請求項10] 前記第 2 ボンディングワイヤおよび前記第 1 ボンディングワイヤは、互いに同一の材料からなる、請求項 8 または 9 に記載の半導体装置。

[請求項11] 前記発光素子と前記ダイパッド部との間に介在し、かつ導電体である第 2 接合層を更に備える、請求項 8 ないし 10 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項12] 前記透光部材は、第 1 透光部材および第 2 透光部材を含み、前記第 1 透光部材は、前記発光素子を覆い、かつ光が出射する凸型のレンズを有し、前記第 2 透光部材は、前記受光素子および前記第 1 ボンディングワイヤを覆い、かつ光が入射する入射領域を有し、

前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材は、前記第 1 方向において互いに離間した状態で前記基板の前記搭載面上に配置されている、請求項 3 ないし 11 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項13] 第 1 開口部および第 2 開口部が形成された遮光部材であって、前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材を覆う遮光部材を更に備え、

前記第 1 開口部は、前記レンズを露出させ、前記第 2 開口部 39 は、前記入射領域を露出させる、請求項 12 に記載の半導体装置。

[請求項14] 前記レンズの平面視における形状は、前記第 2 方向に延出する長円状である、請求項 13 に記載の半導体装置。

[請求項15] 前記第 1 開口部の平面視における形状は、前記第 2 方向に延出する長円状である、請求項 14 に記載の半導体装置。

[請求項16] 前記レンズと前記第 1 開口部の孔壁との間に隙間が設けられている、請求項 13 ないし 15 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項17] 前記第 1 開口部の前記孔壁は、前記基板の厚さ方向において前記発光素子に向かうほど前記第 1 開口部の開口中心へと近づく傾斜面を含む、請求項 16 に記載の半導体装置。

[請求項18] 前記第 2 開口部の平面視における形状は、円形状である、請求項 13 ないし 17 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項19] 前記第 2 開口部の前記孔壁は、前記基板の厚さ方向において前記受光素子に向かうほど前記第 2 開口部の開口中心へと近づく傾斜面を含む、請求項 13 ないし 18 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項20] 前記入射領域の形状は、前記基板の厚さ方向に突出する凸状であり、前記入射領域において光が入射する入射面は、前記基板の厚さ方向に対して直交する平坦面である、請求項 19 に記載の半導体装置。

[請求項21] 前記入射領域の平面視における形状は、円形状である、請求項 20 に記載の半導体装置。

[請求項22] 前記入射領域と前記第 2 開口部の孔壁との間に隙間が設けられている、請求項 20 または 21 に記載の半導体装置。

[請求項23] 前記遮光部材は、前記第 1 透光部材と前記第 2 透光部材とを遮断する隔壁を有する、請求項 13 ないし 22 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項24] 前記基板には、前記第 1 透光部材と前記第 2 透光部材との間に位置し、かつ前記搭載面から窪む第 1 溝が形成され、

前記第 1 溝に前記隔壁が嵌っている、請求項 2 3 に記載の半導体装置。

[請求項25] 前記基板には、前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材の周囲を取り囲み、かつ前記搭載面から窪む第 2 溝が形成され、

前記第 2 溝に前記遮光部材が嵌っている、請求項 2 4 に記載の半導体装置。

[請求項26] 前記第 1 溝は、第 1 端部および第 2 端部を含み、前記第 1 端部および前記第 2 端部はいずれも、前記第 2 溝につながっている、請求項 2 5 に記載の半導体装置。

[請求項27] 前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材は、ともに同一の合成樹脂からなる、請求項 1 3 ないし 2 6 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項28] 前記遮光部材は、前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材とは物性が異なる合成樹脂からなり、前記遮光部材のガラス転移点は、前記第 1 透光部材および前記第 2 透光部材のガラス転移点よりも低い、請求項 2 7 に記載の半導体装置。

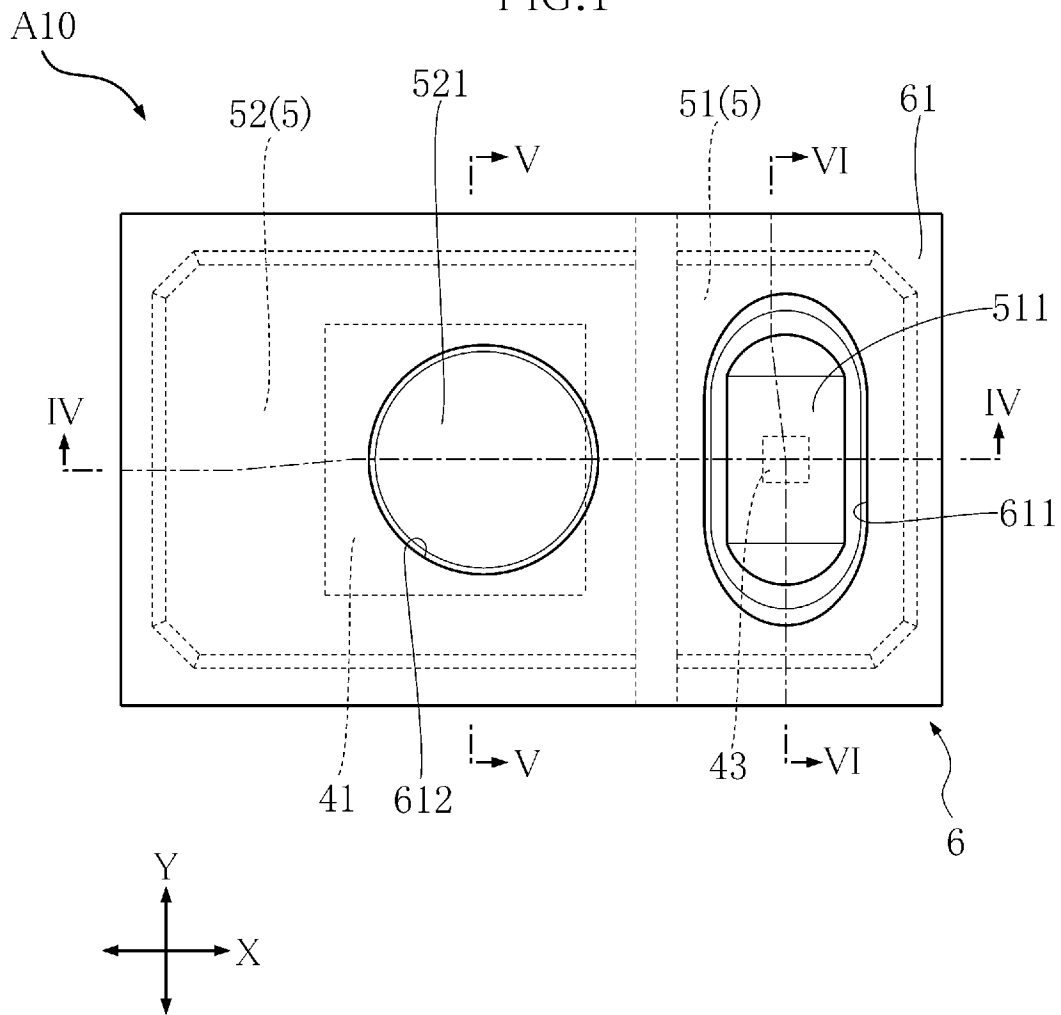
[請求項29] 前記基板の前記実装面上に配置された複数の外部端子を更に備え、前記複数の外部端子は各々、前記複数の内部端子のいずれか 1 つに導通している、請求項 1 ないし 2 8 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項30] 前記複数の内部端子および前記複数の外部端子の少なくともいずれか 1 つを覆うめっき層を更に備える、請求項 2 9 に記載の半導体装置。

[請求項31] 前記発光素子は、発光ダイオードである、請求項 1 ないし 3 0 のいずれかに記載の半導体装置。

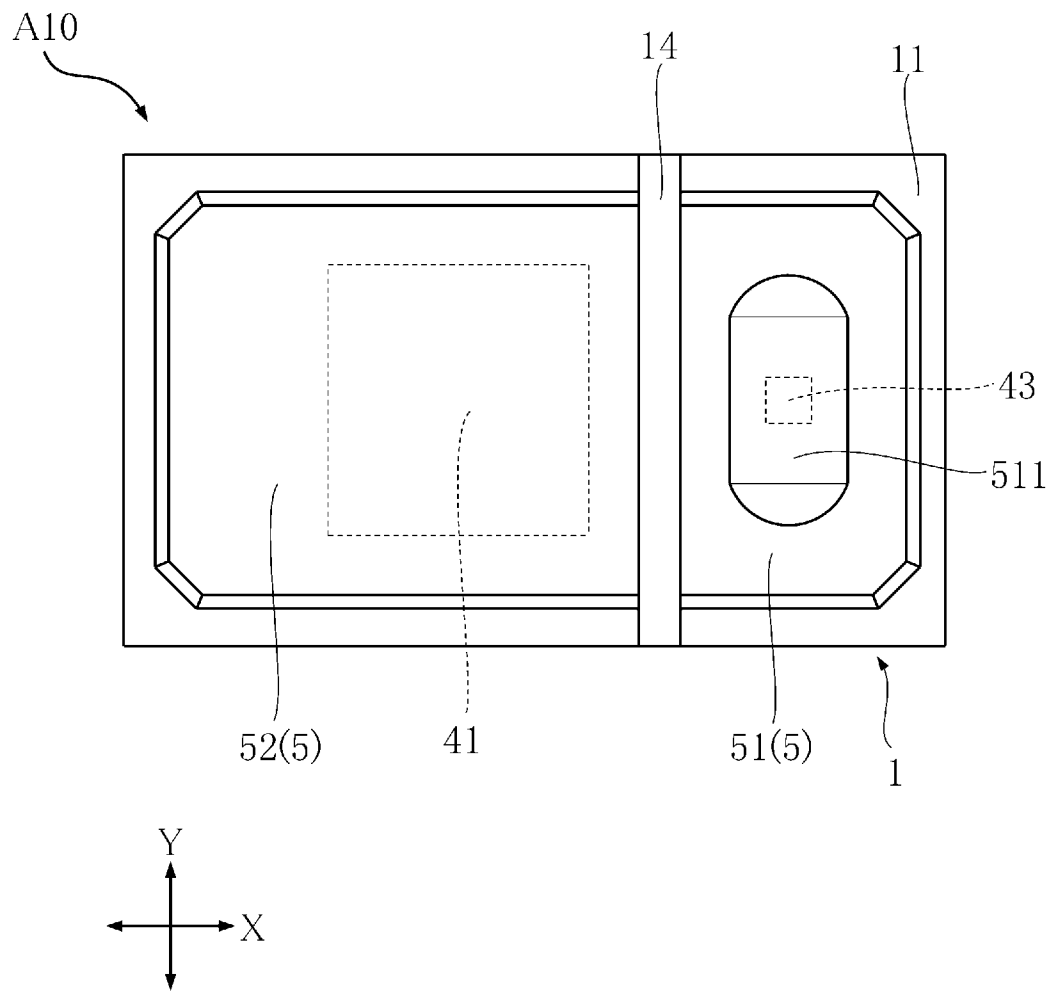
[図1]

FIG.1



[図2]

FIG.2



[図3]

FIG.3

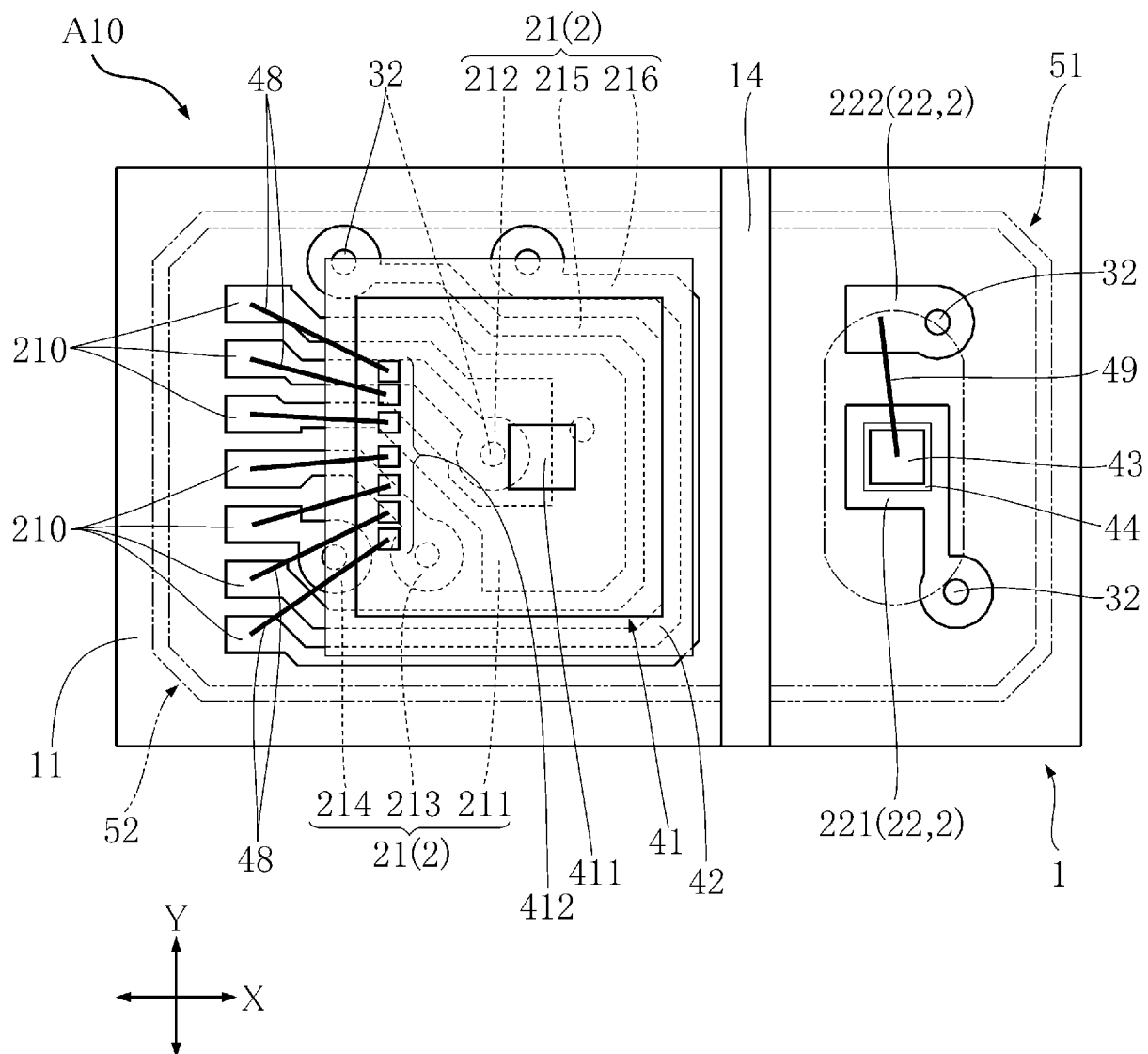
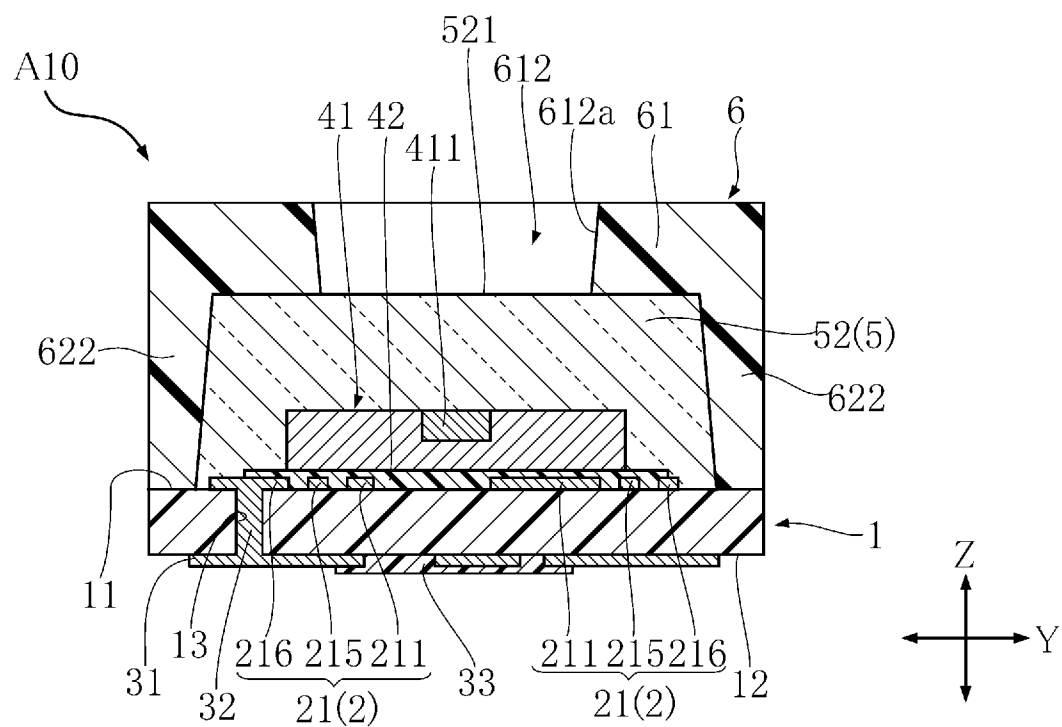


FIG.4

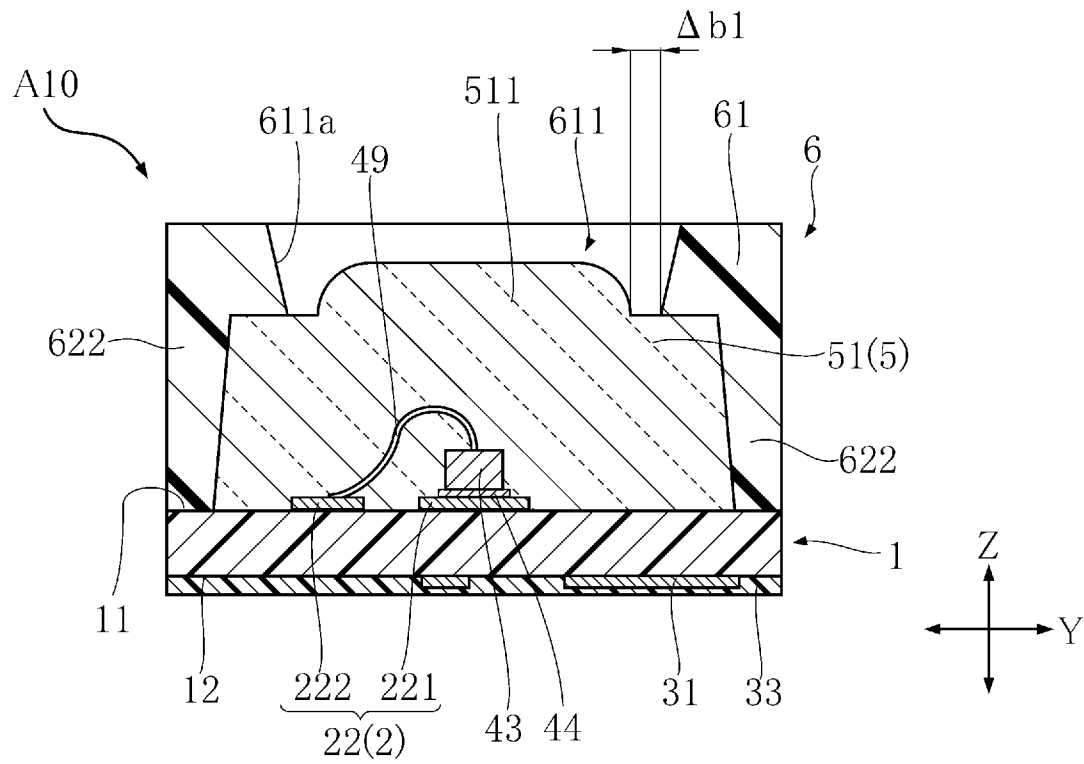


FIG.5



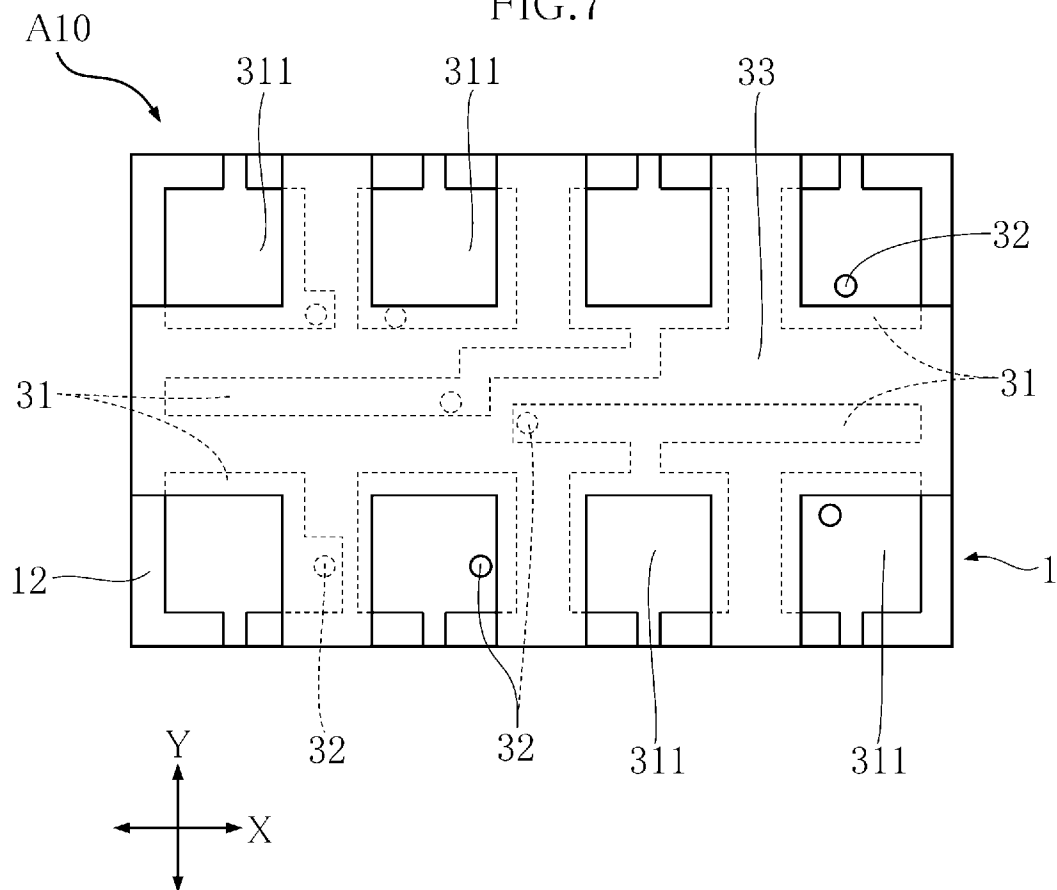
[図6]

FIG.6



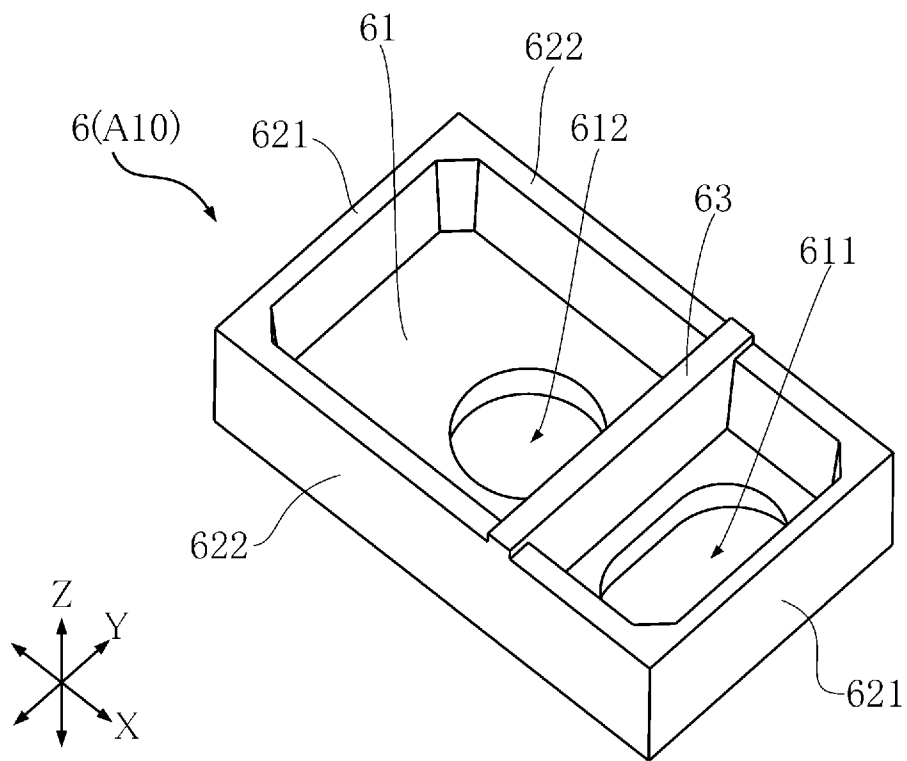
[図7]

FIG.7



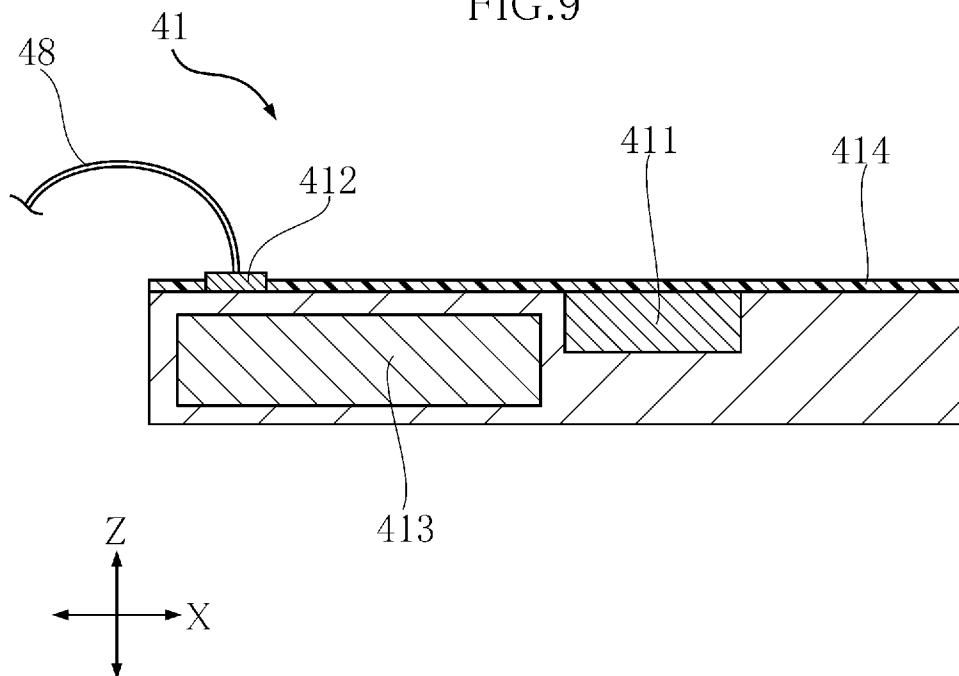
[図8]

FIG.8

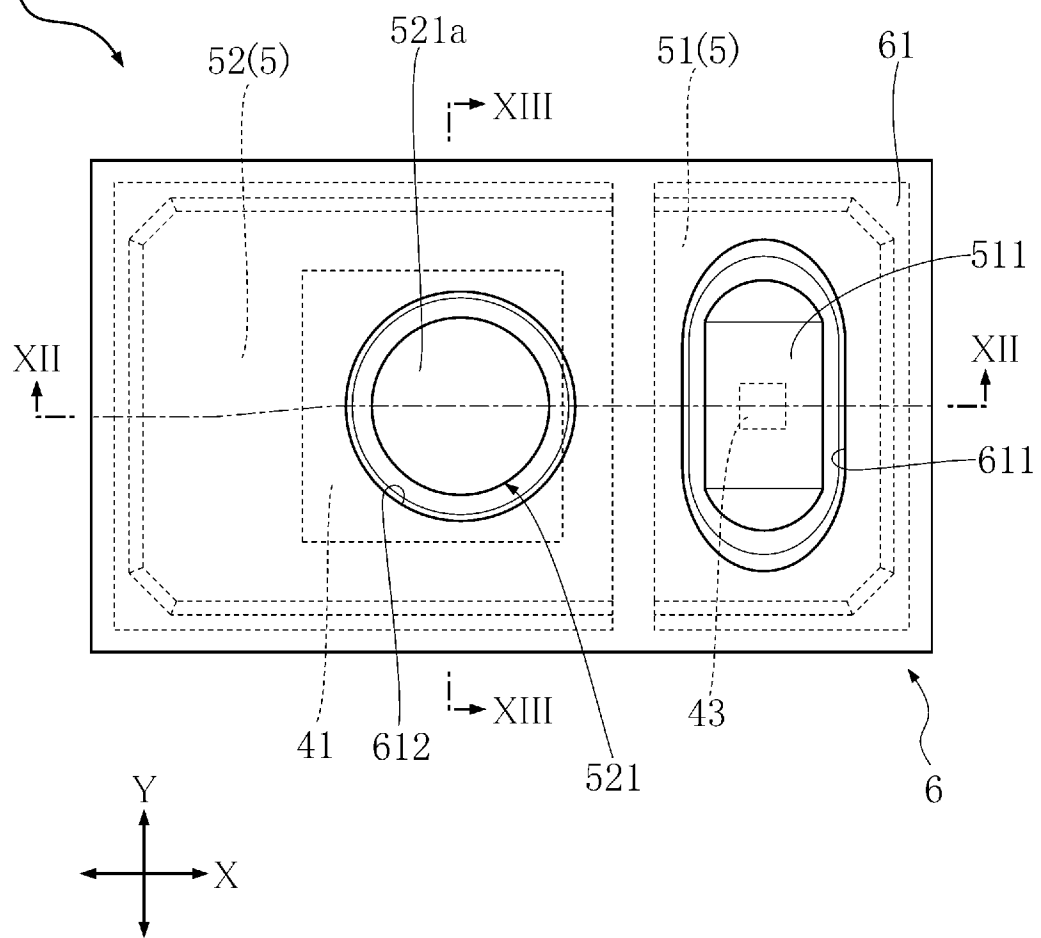


[図9]

FIG.9



A20



[図11]

FIG.11

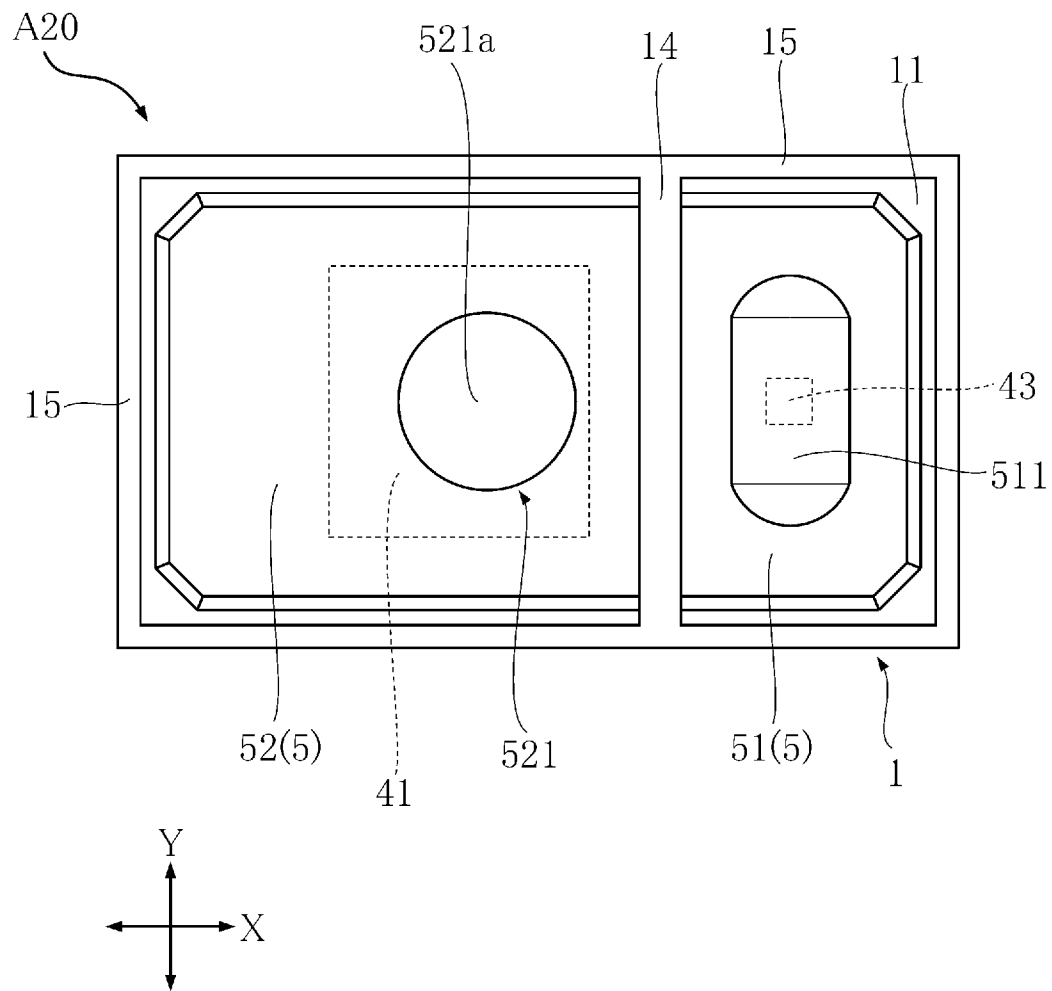


FIG.12

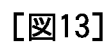
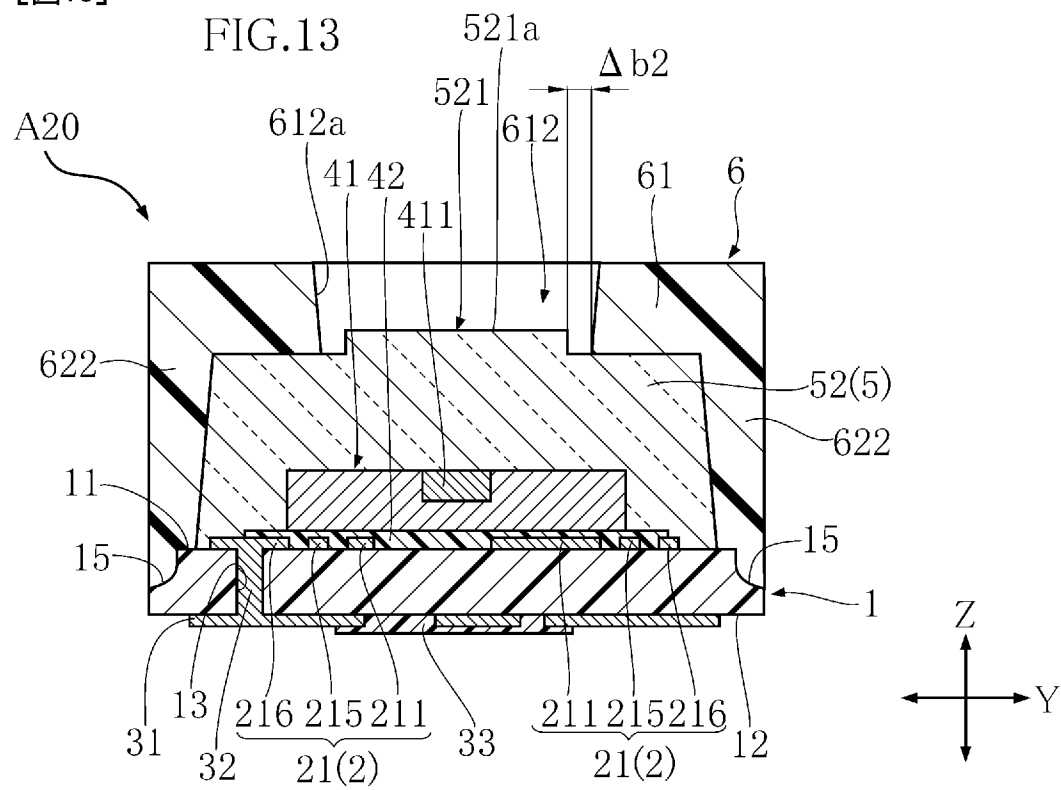
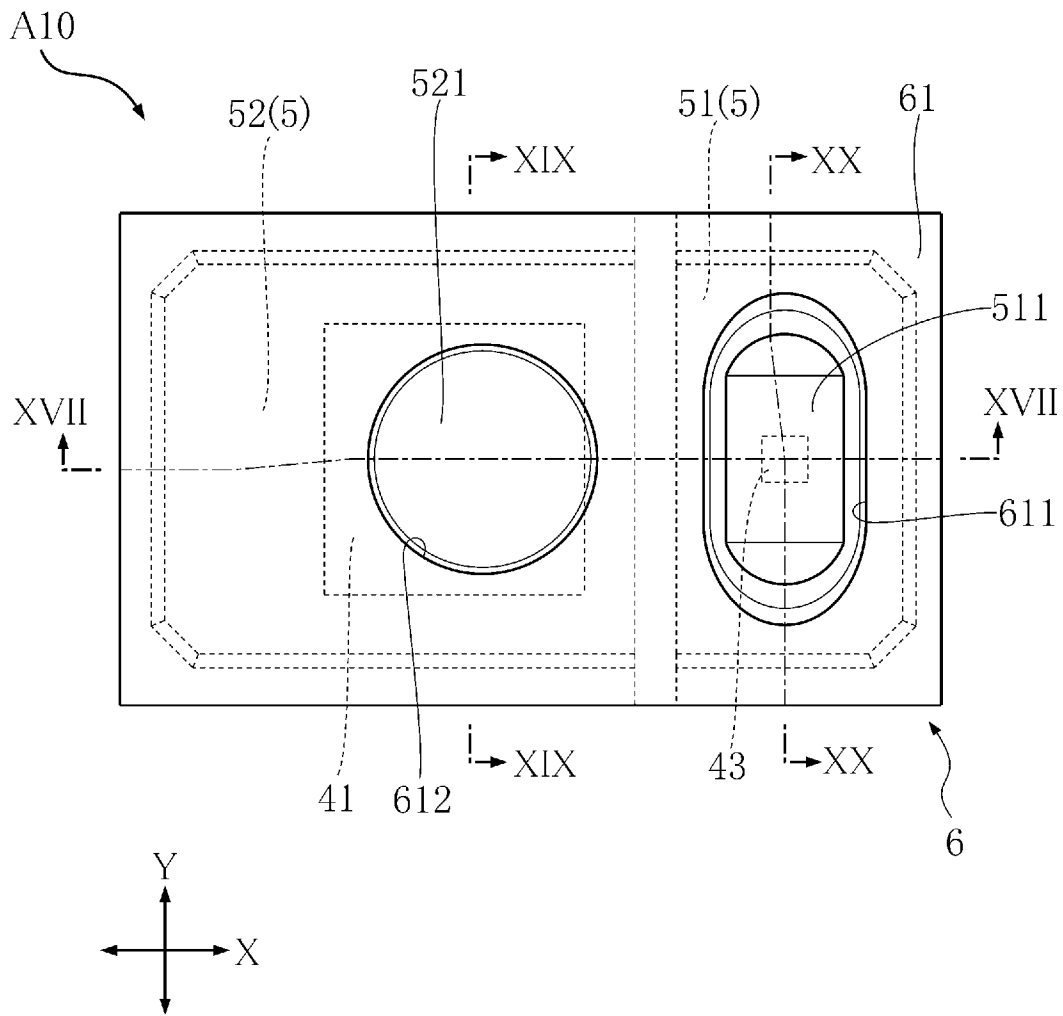


FIG.13



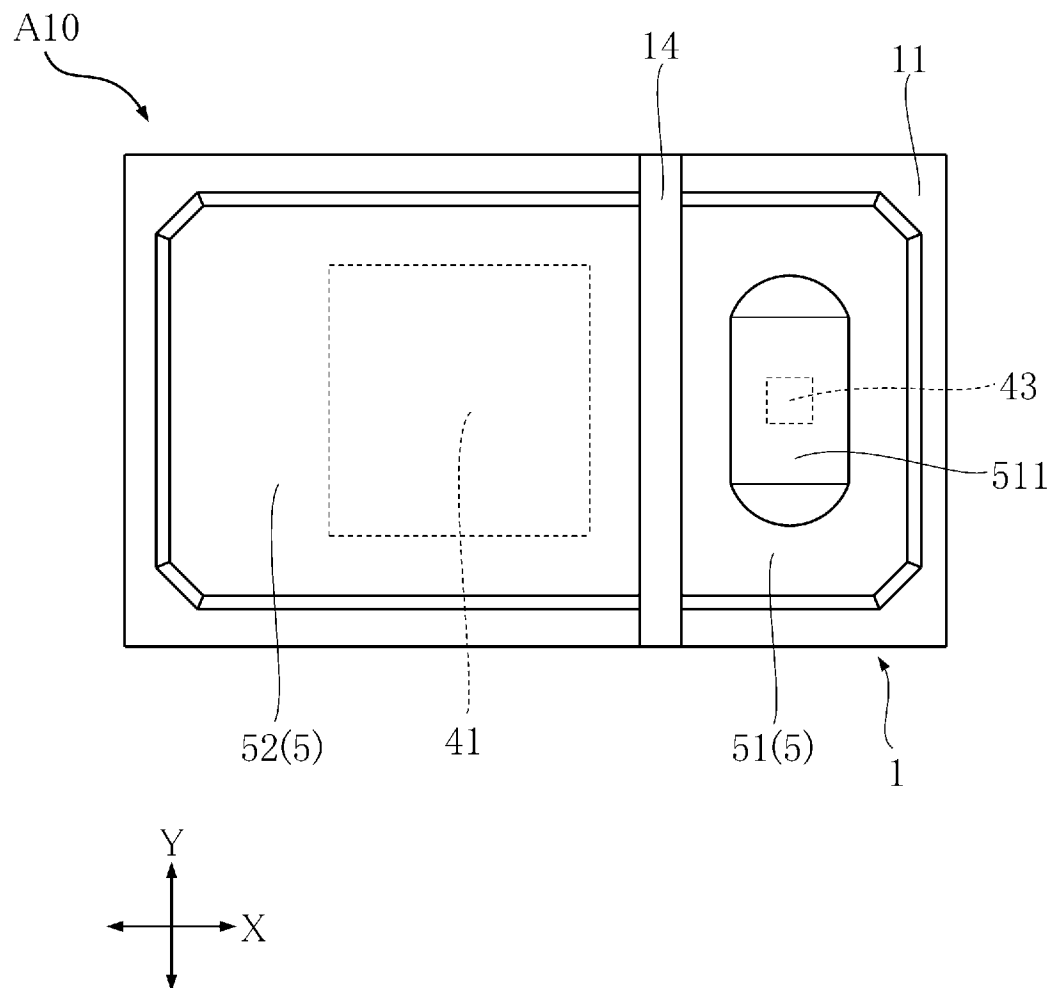
[図14]

FIG.14



[図15]

FIG.15



[図16]

FIG.16

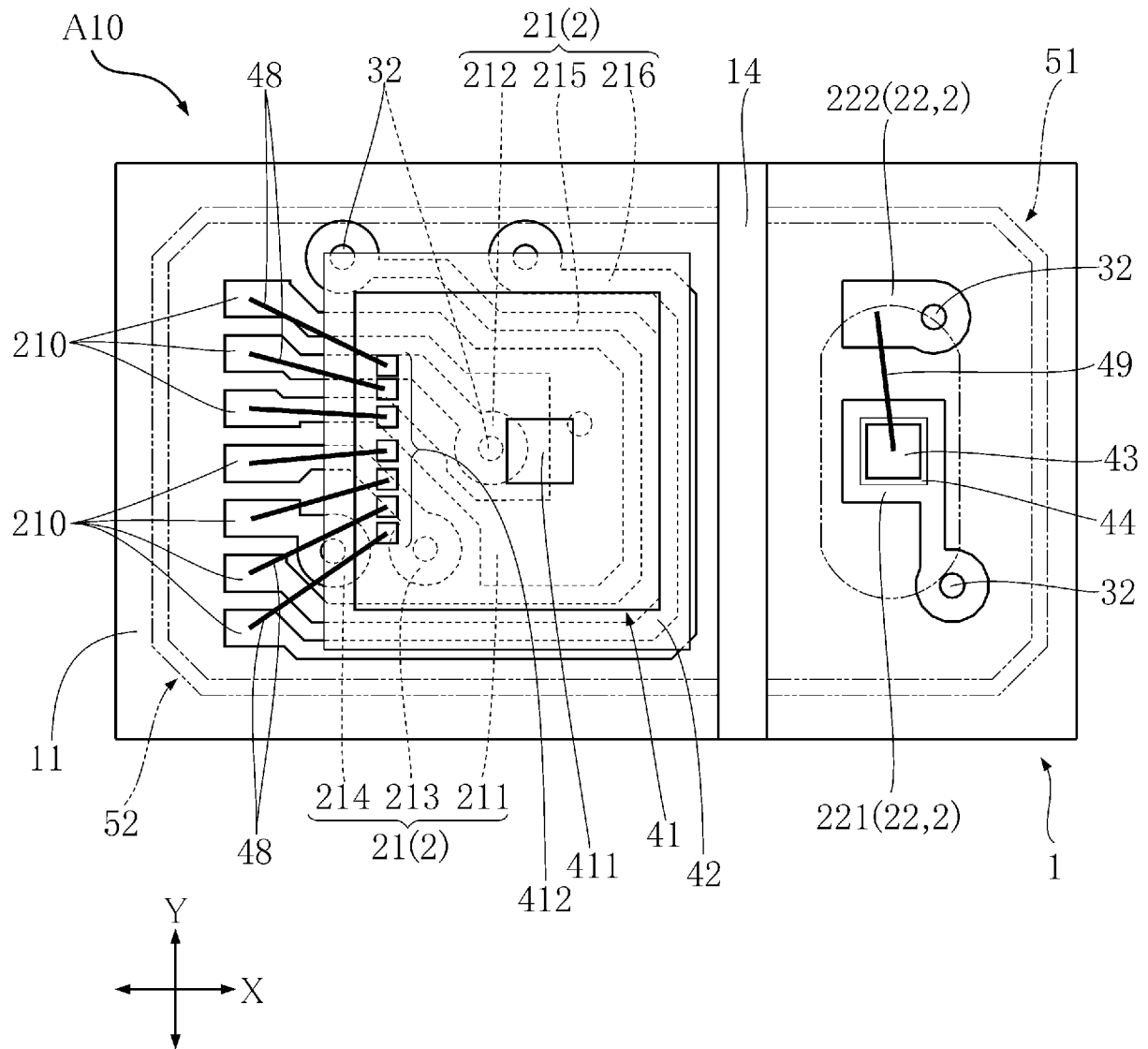


FIG.17



FIG.18

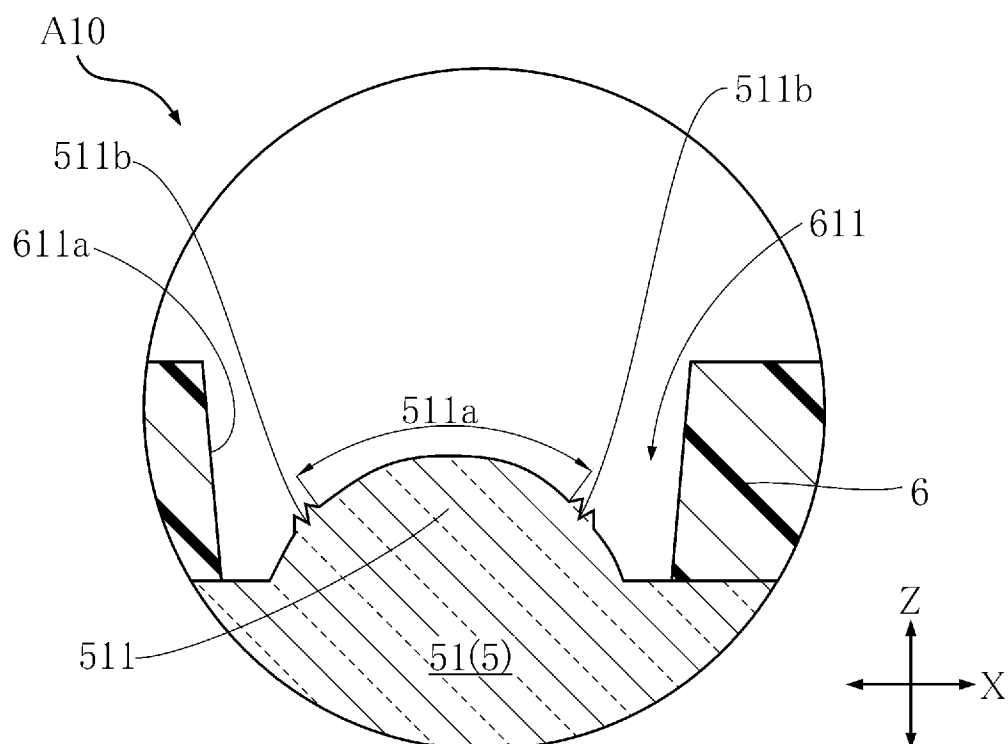
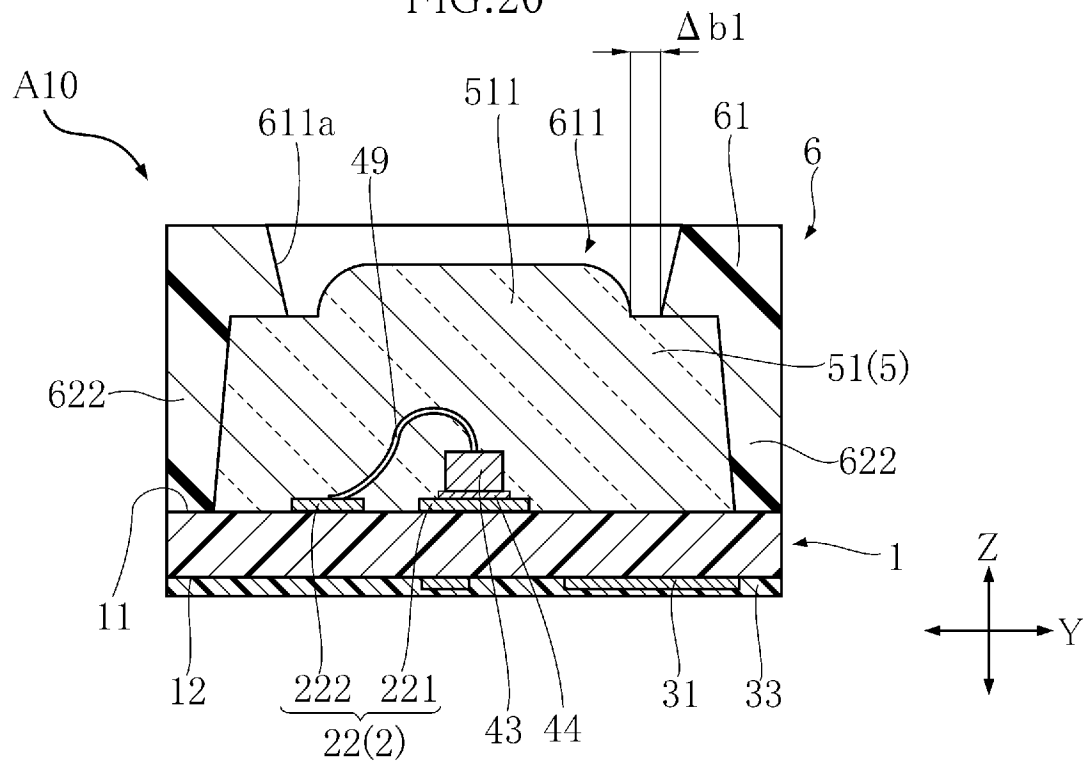


FIG.19

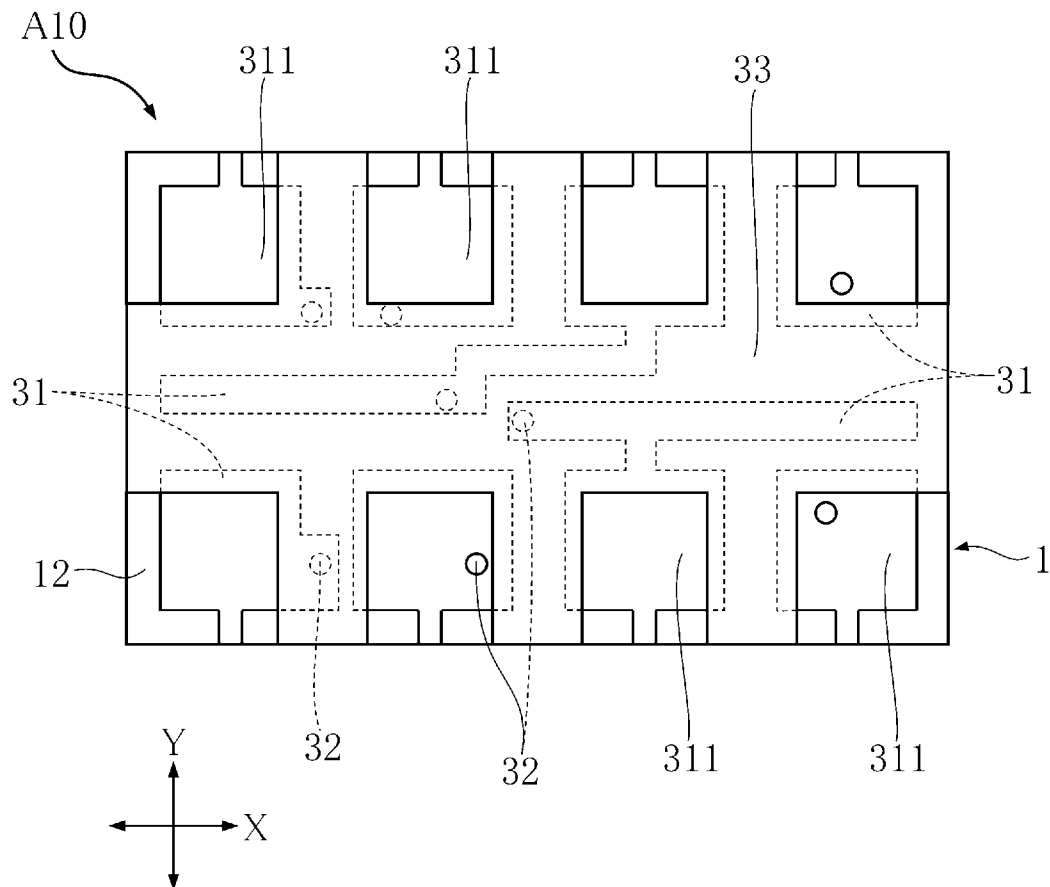


FIG.20



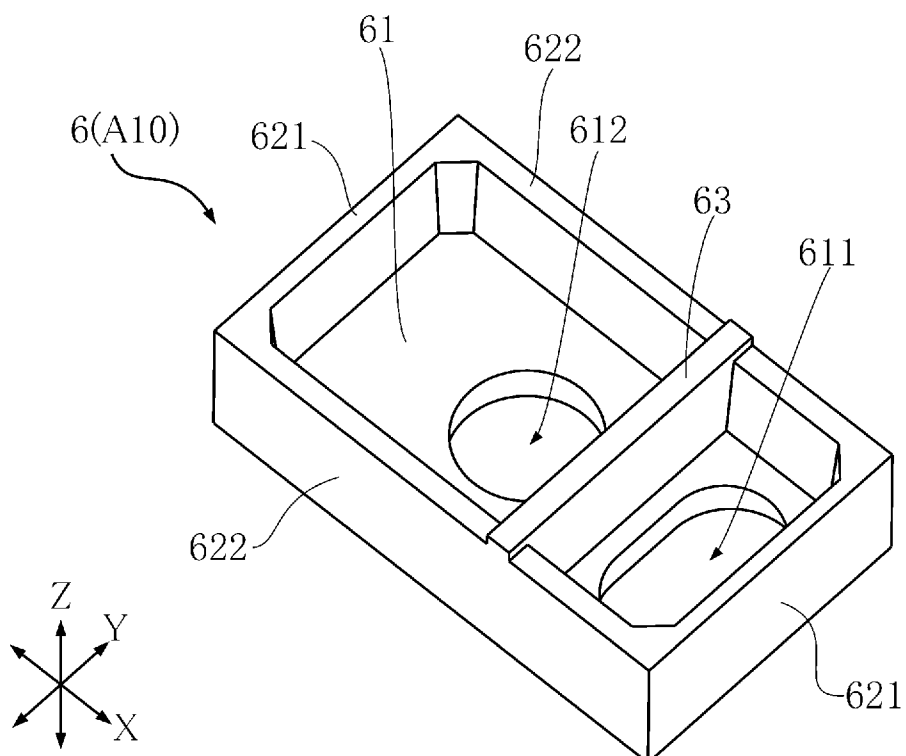
[図21]

FIG.21



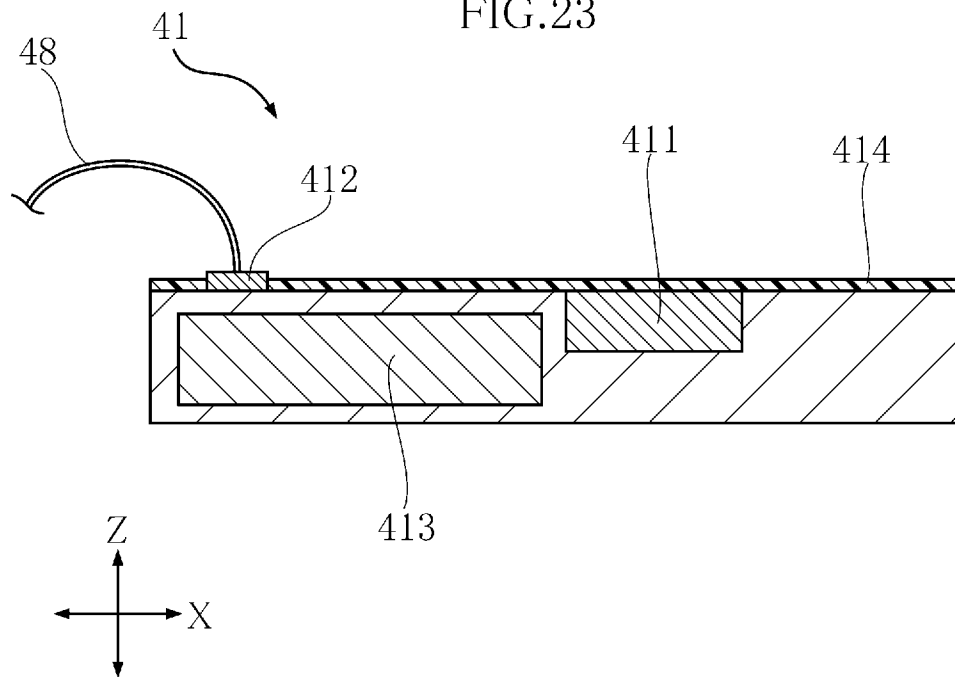
[図22]

FIG.22



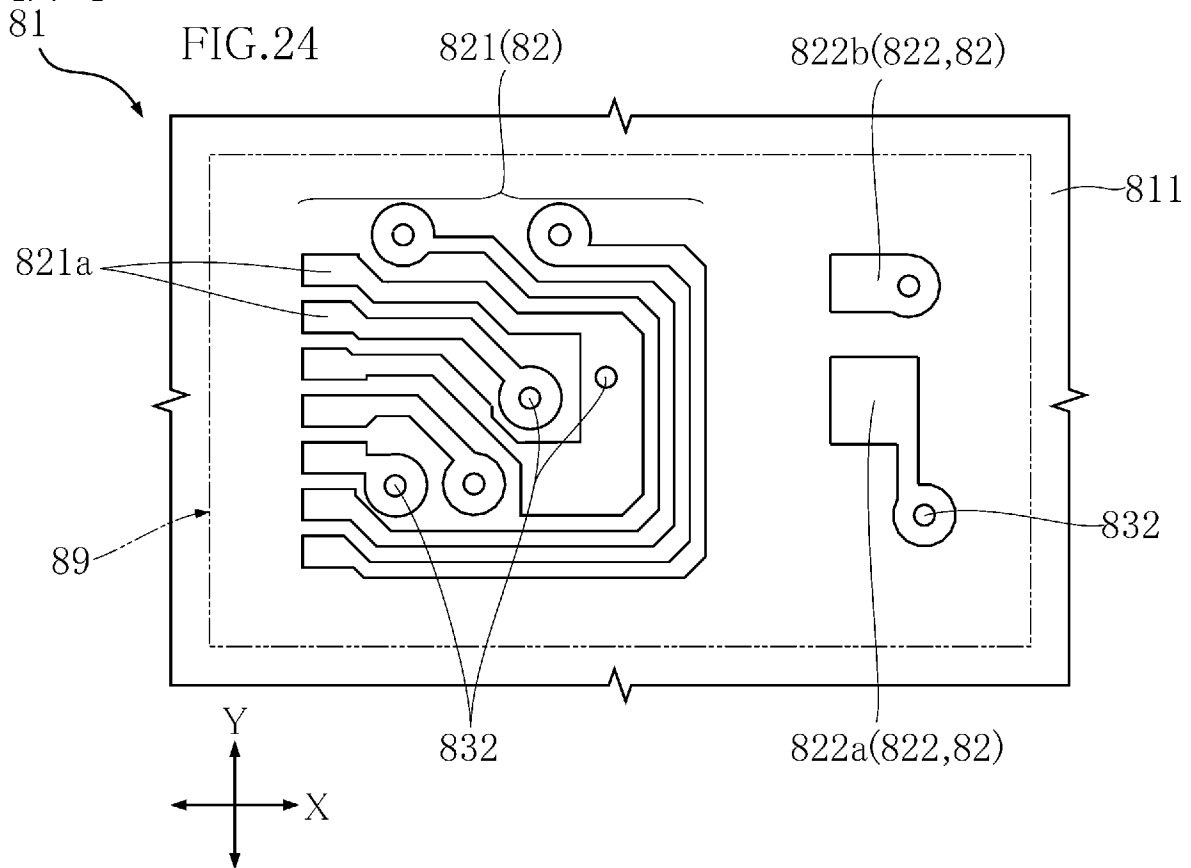
[図23]

FIG.23

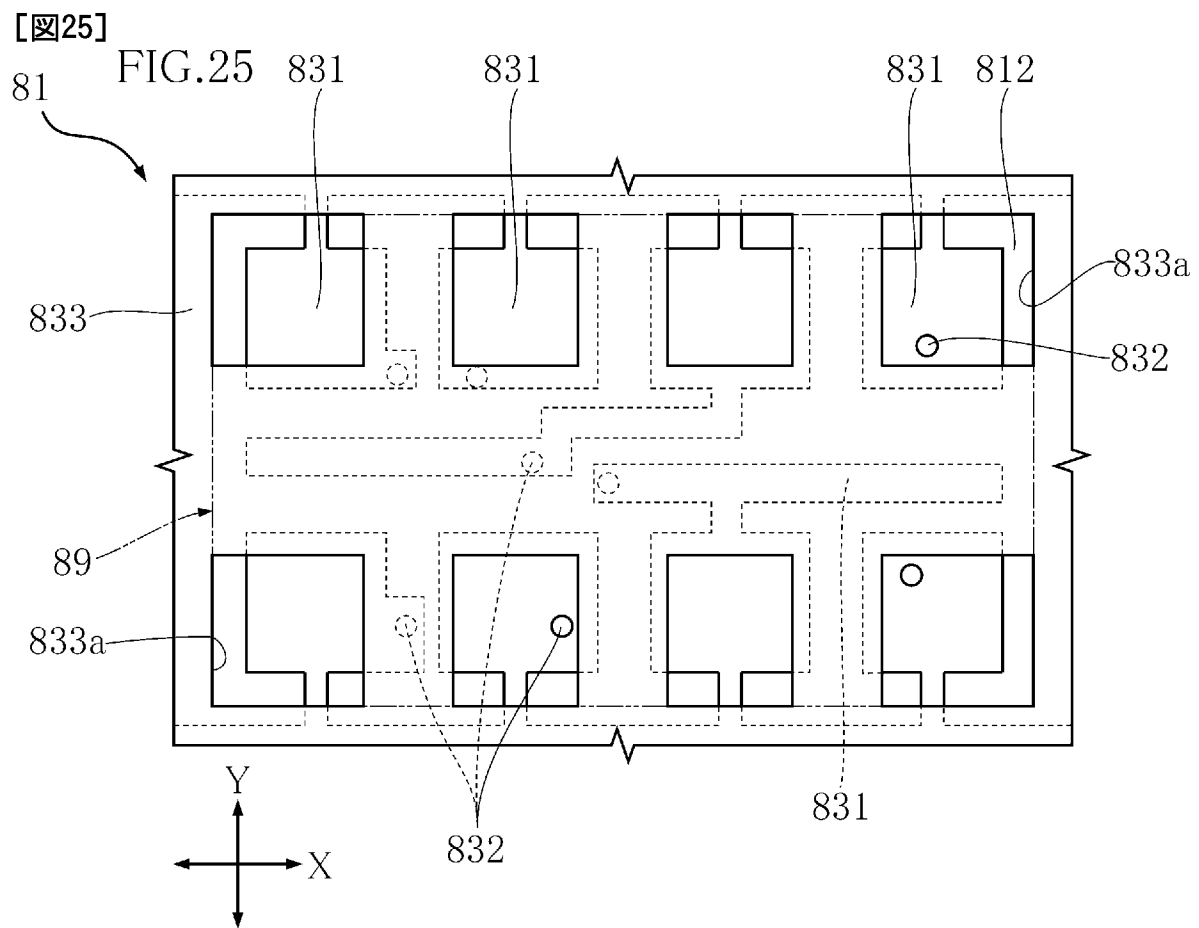


[図24]

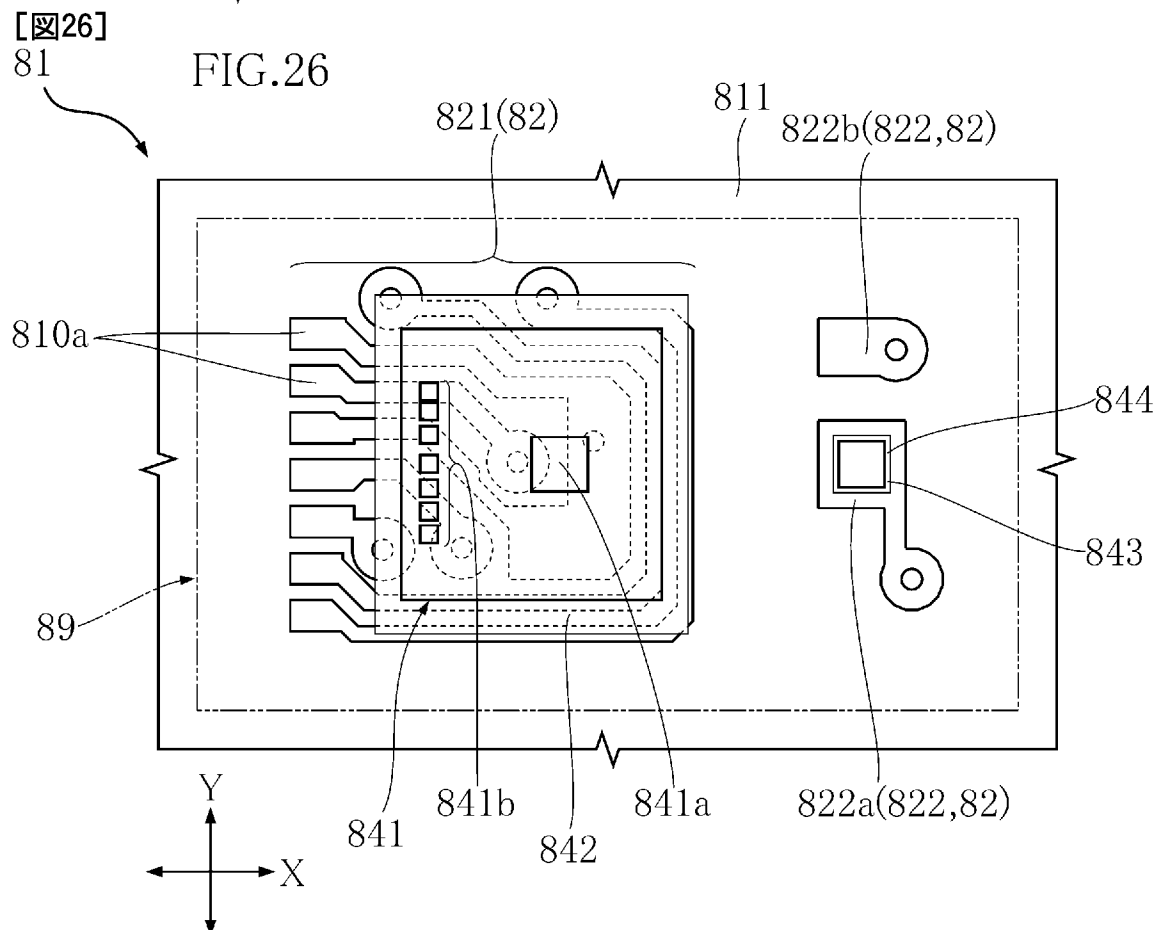
FIG.24



[図25]



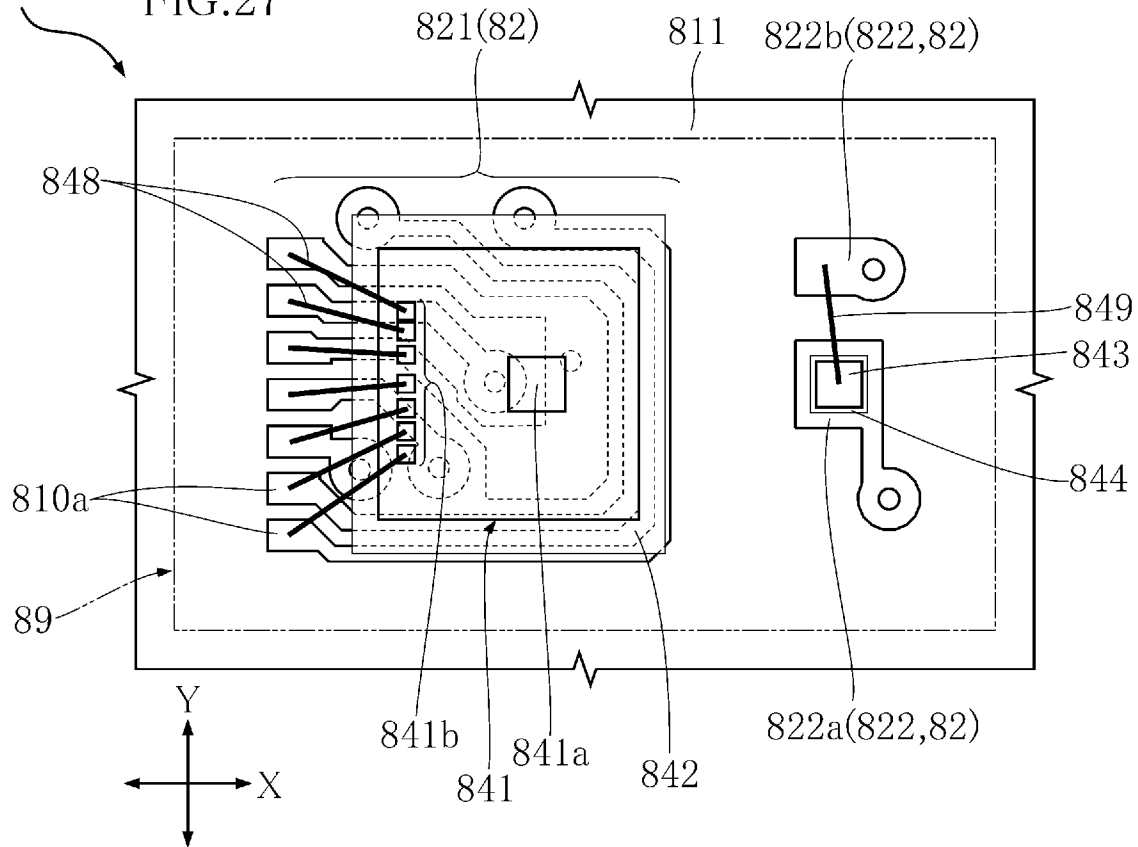
[図26]



[図27]

81

FIG.27



[図28]

FIG.28

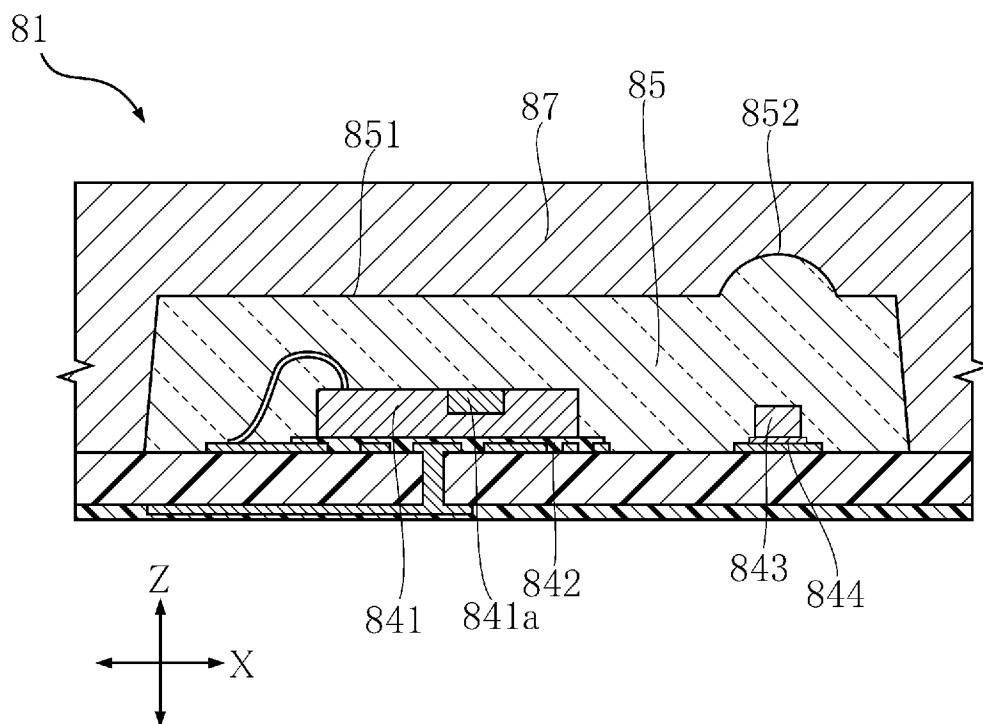
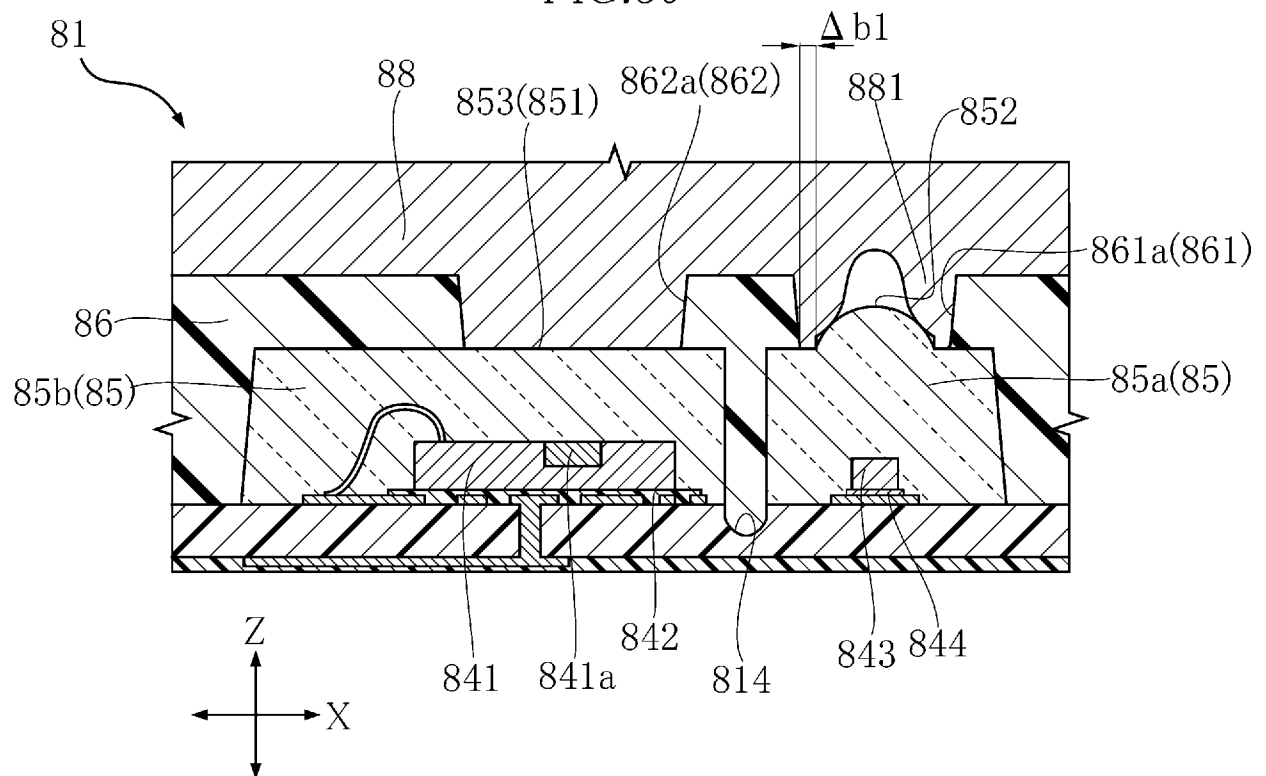


FIG.29

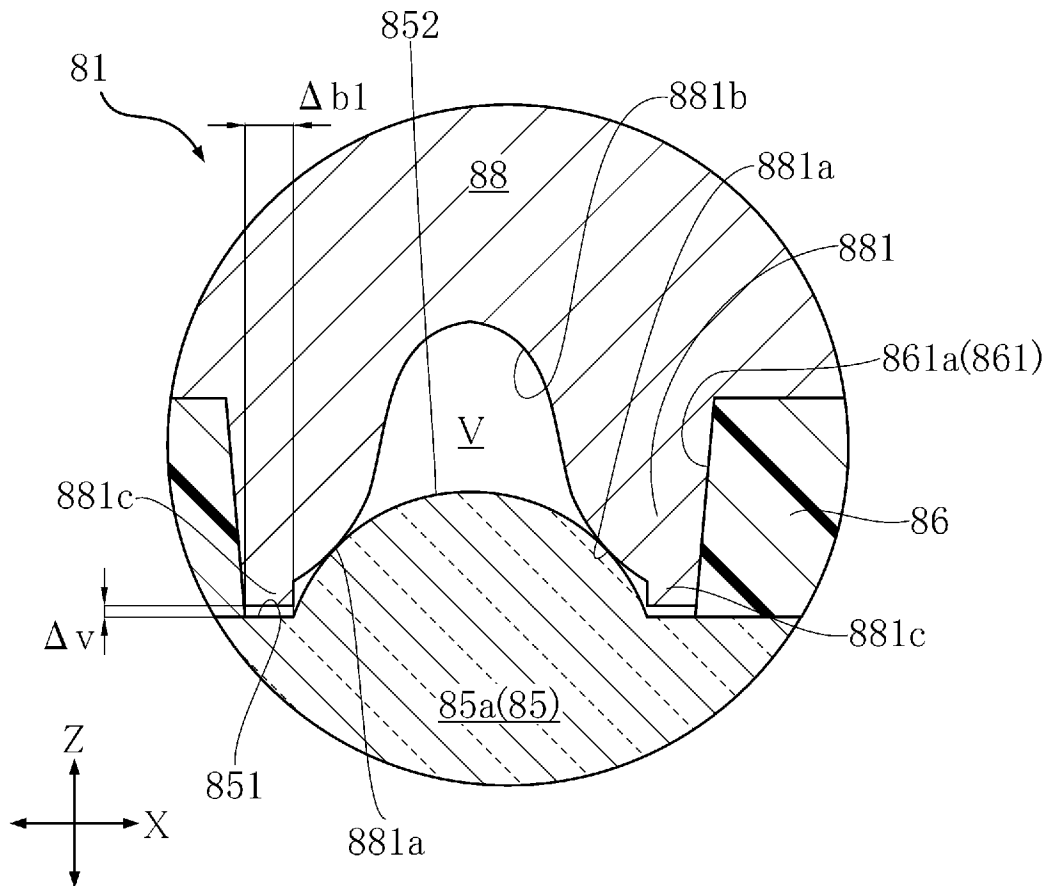


FIG.30



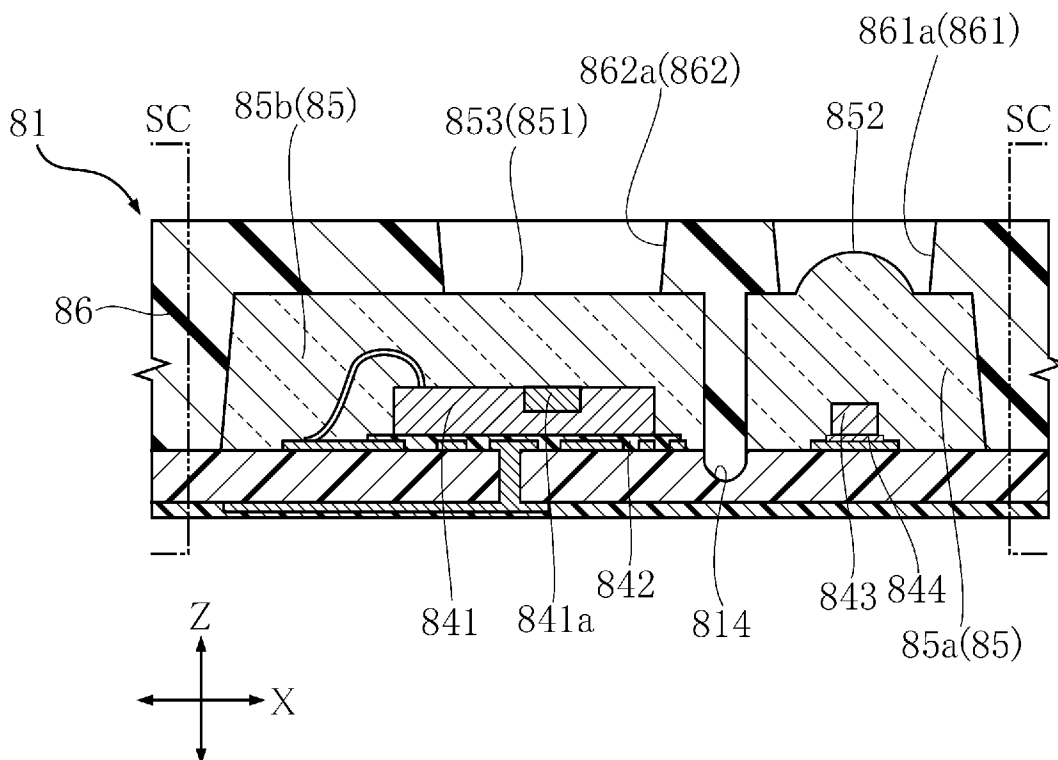
[図31]

FIG.31



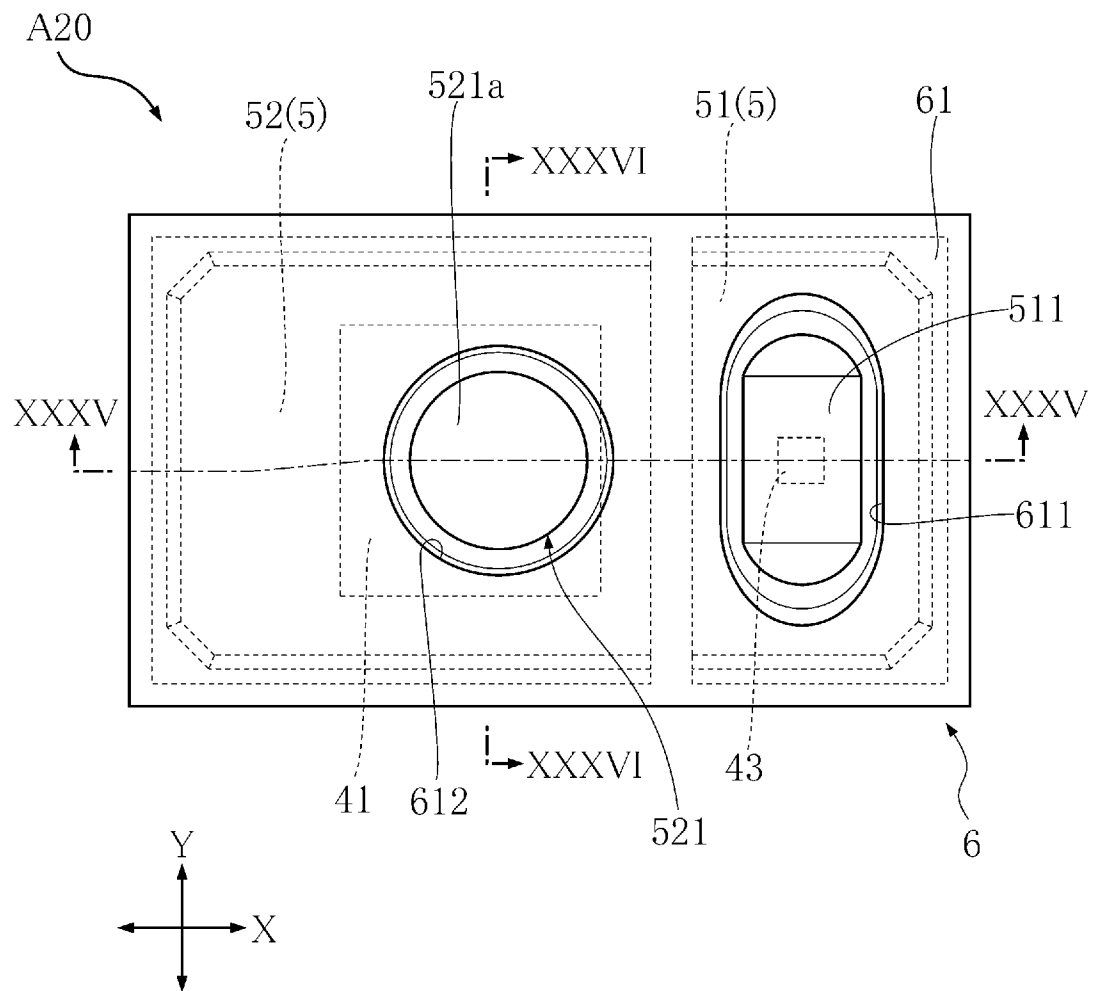
[図32]

FIG.32



[図33]

FIG.33



[図34]

FIG.34

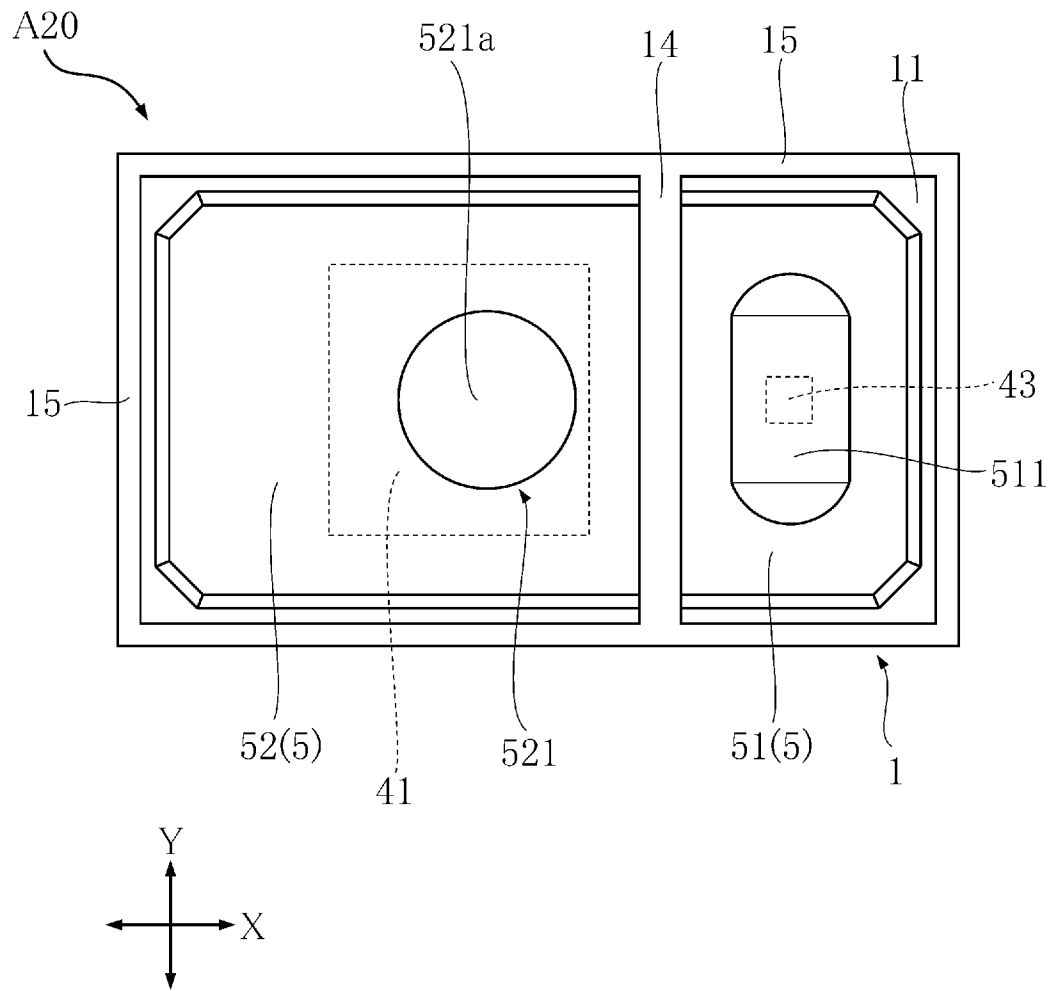


FIG.35

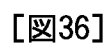
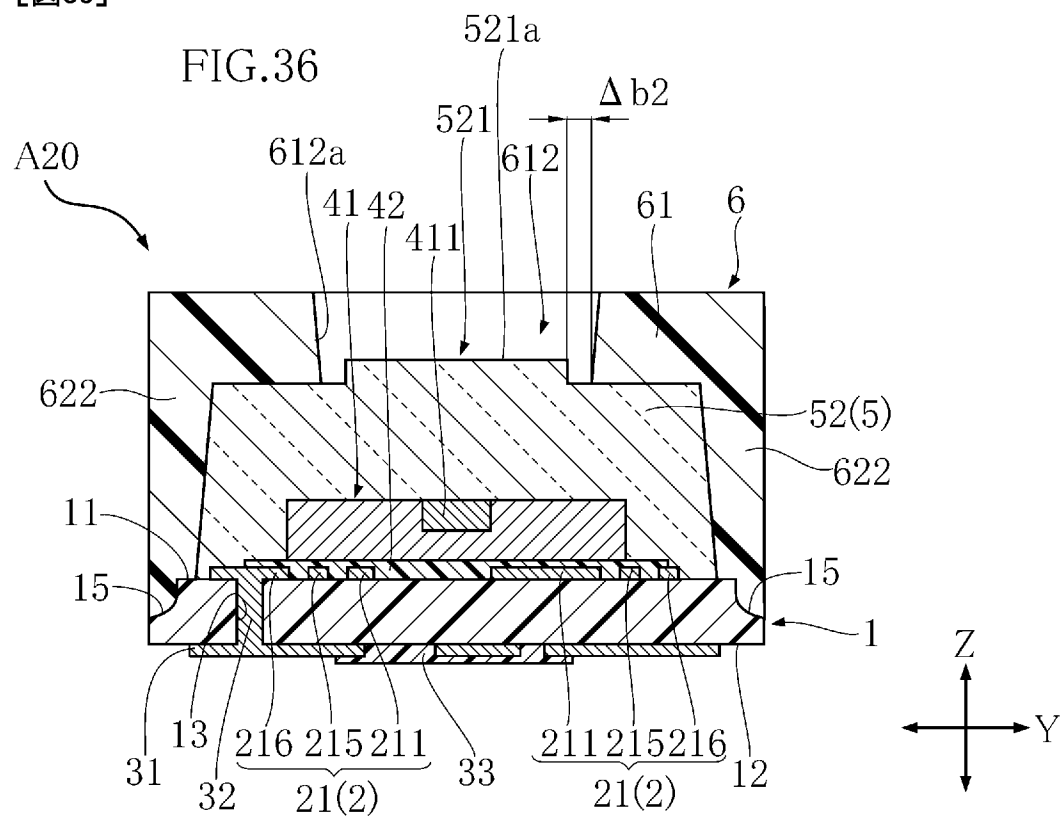
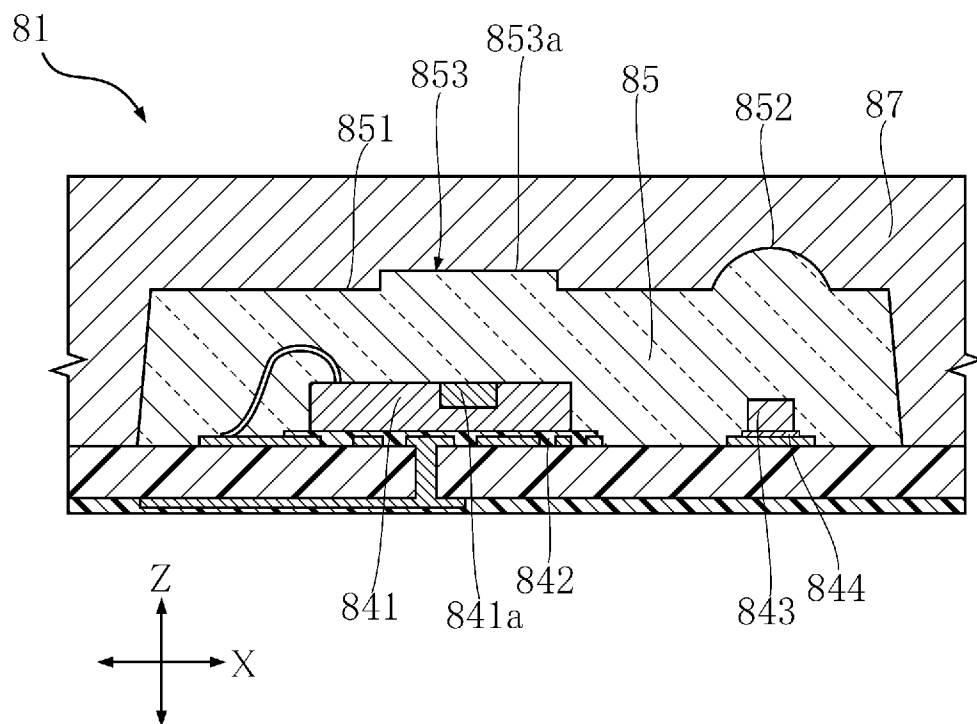


FIG.36



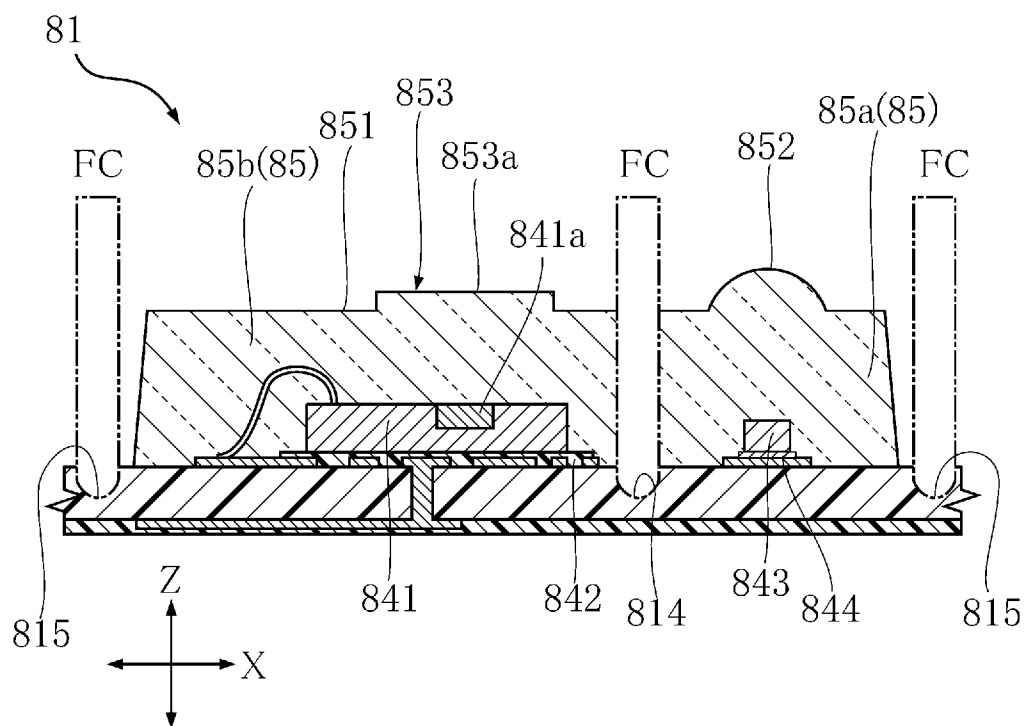
[図37]

FIG.37



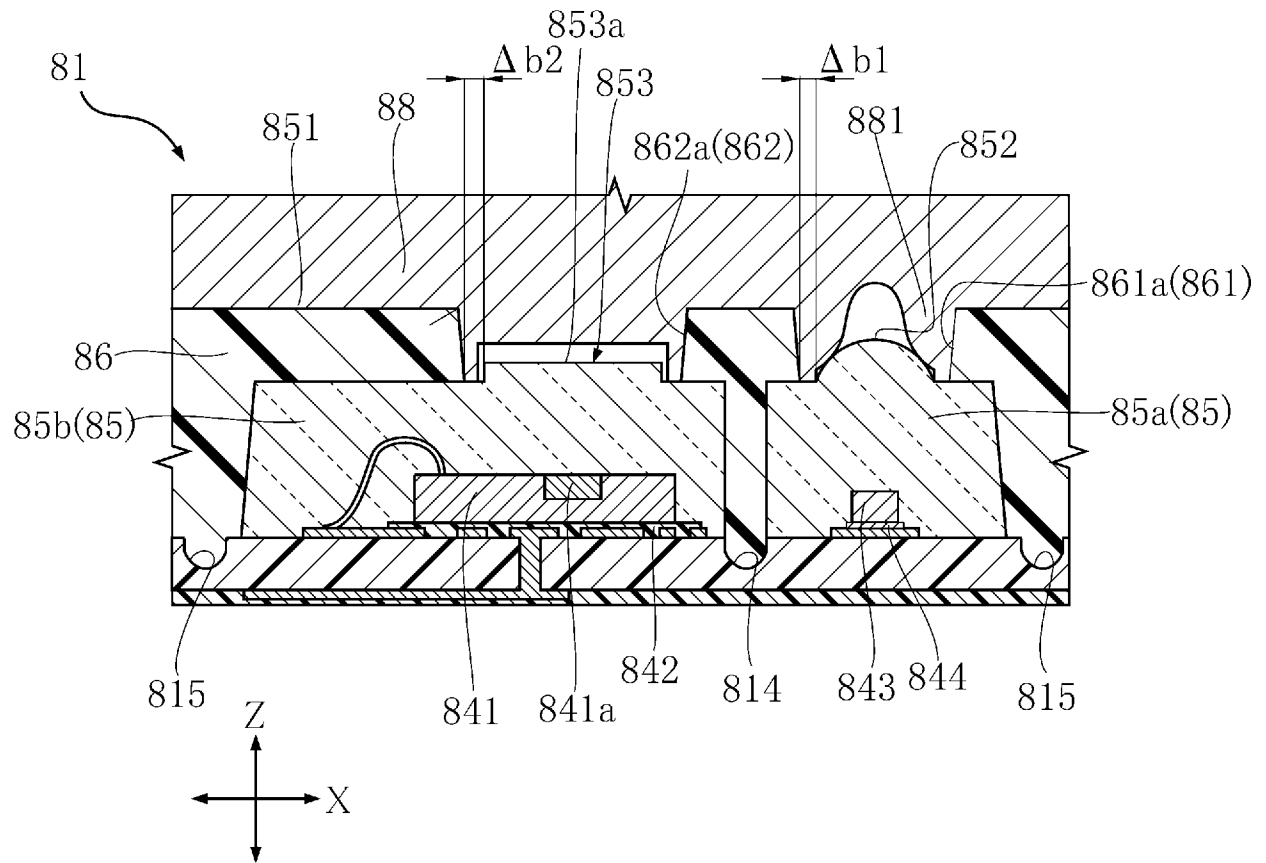
[図38]

FIG.38

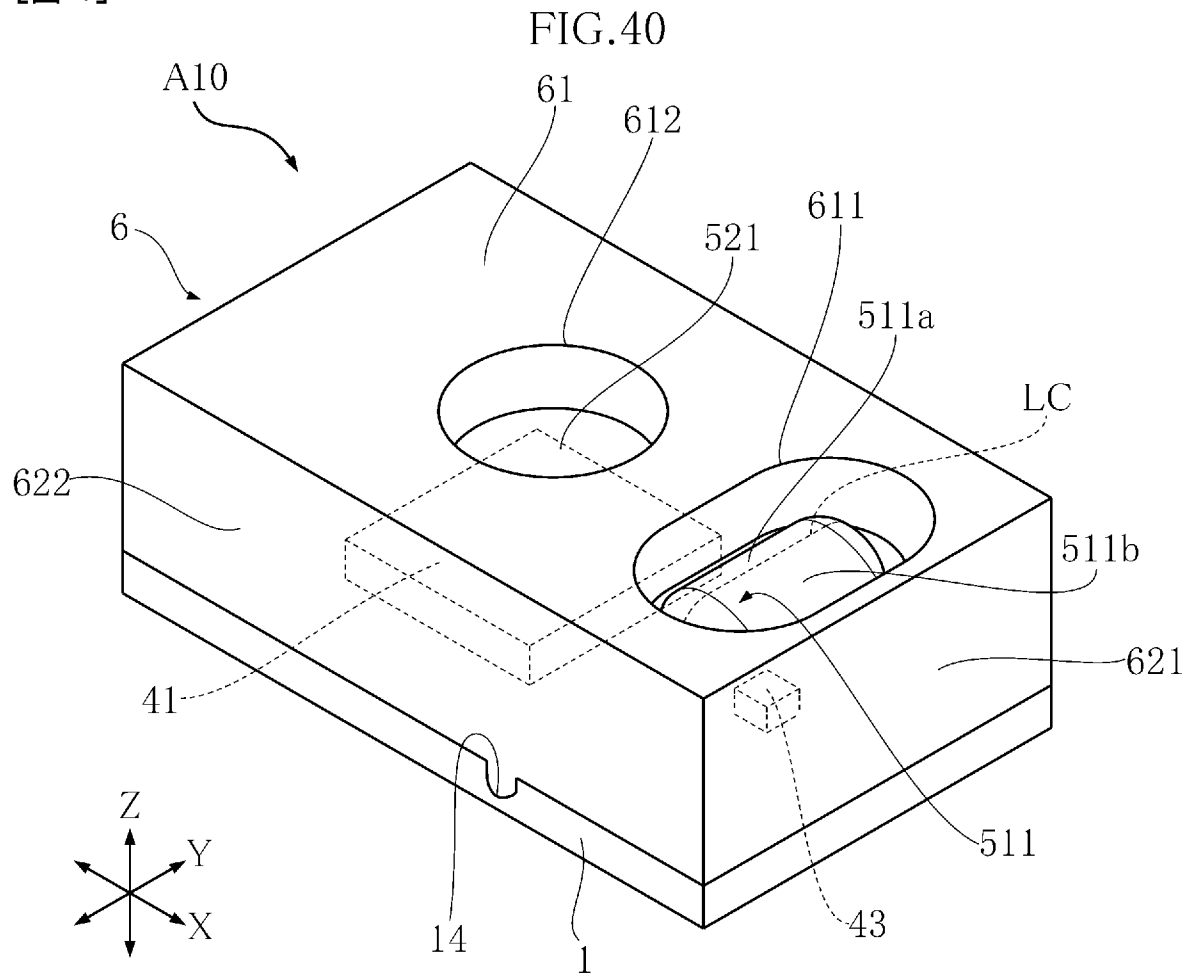


[図39]

FIG.39

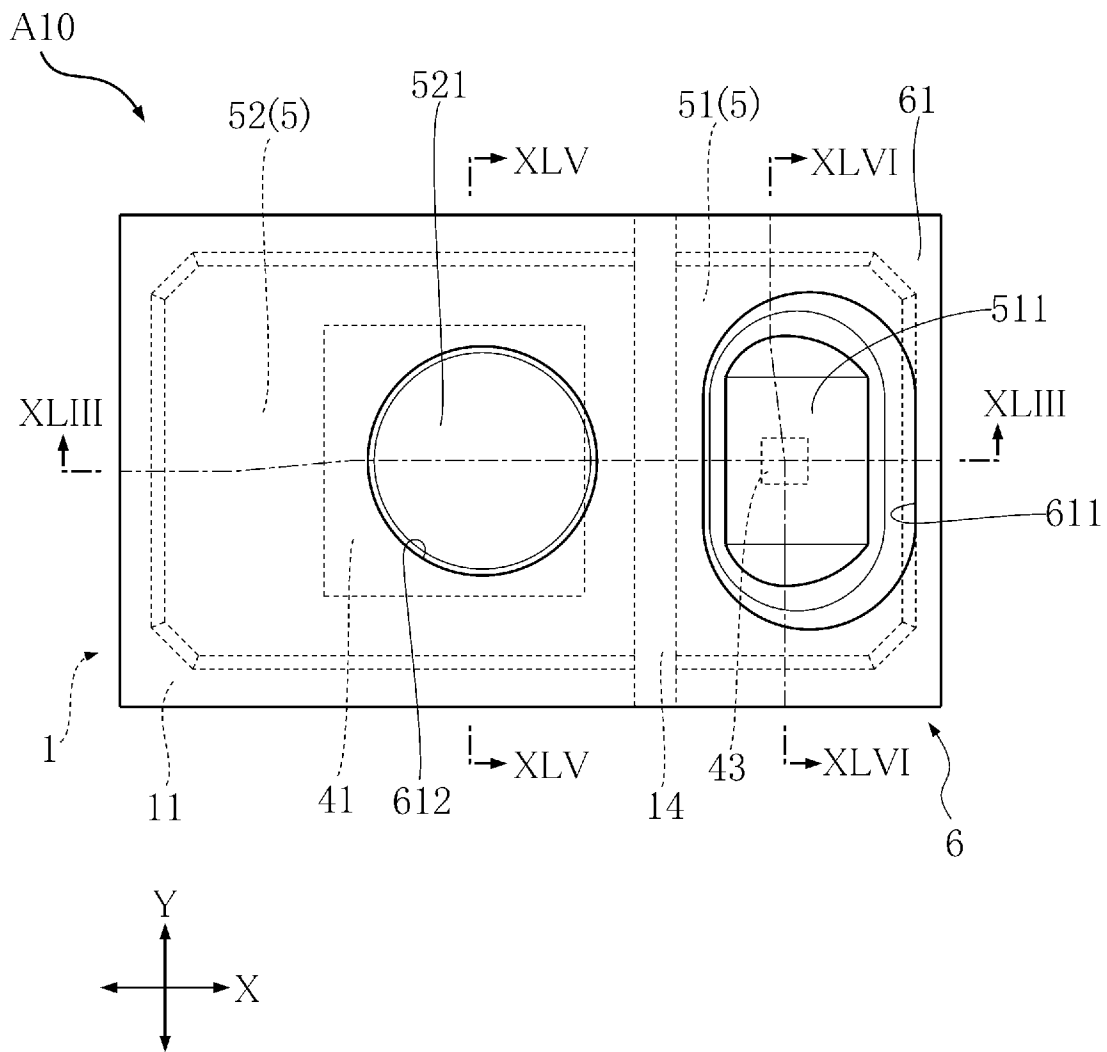


[図40]



[図41]

FIG.41



[図42]

FIG.42

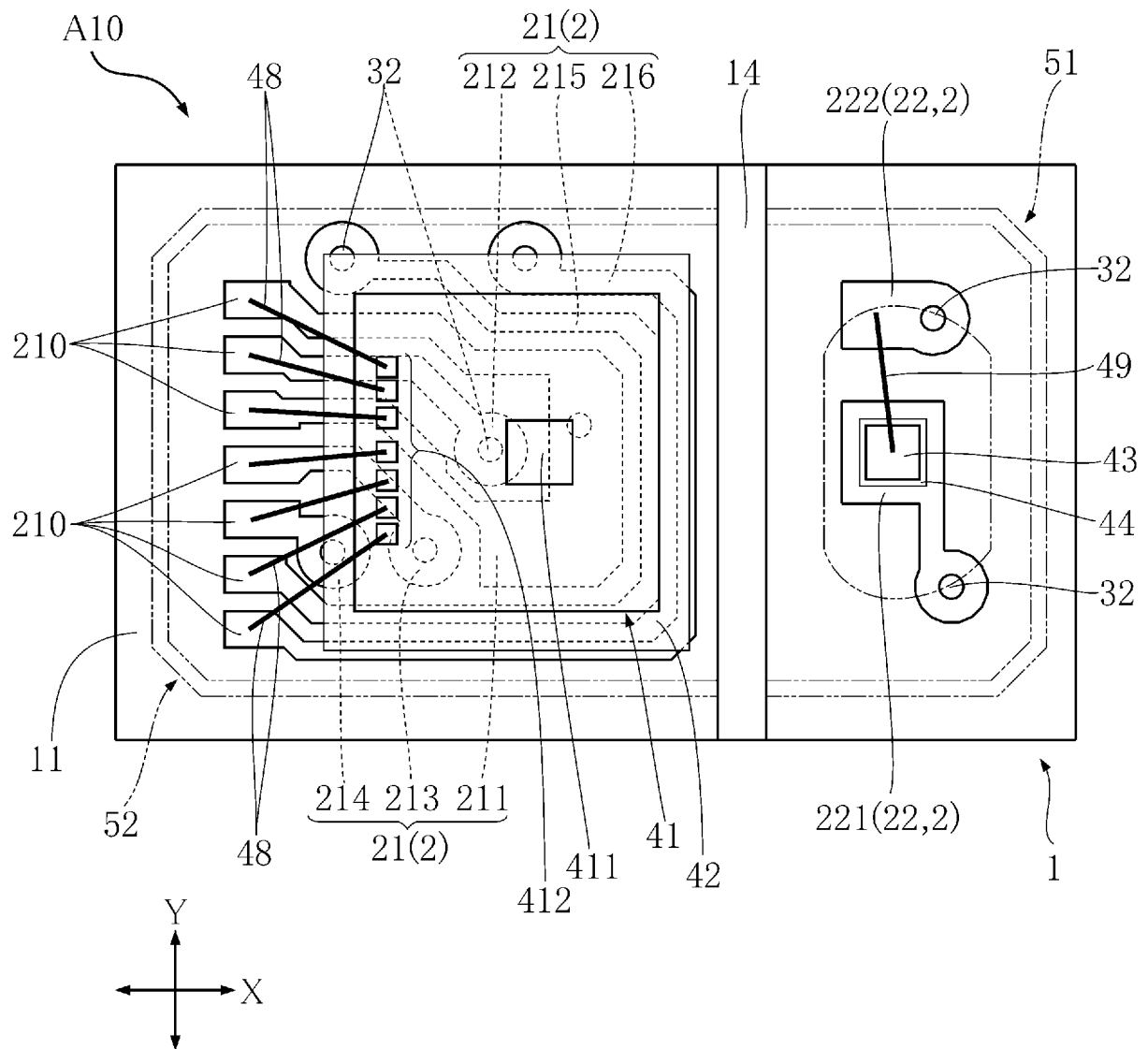
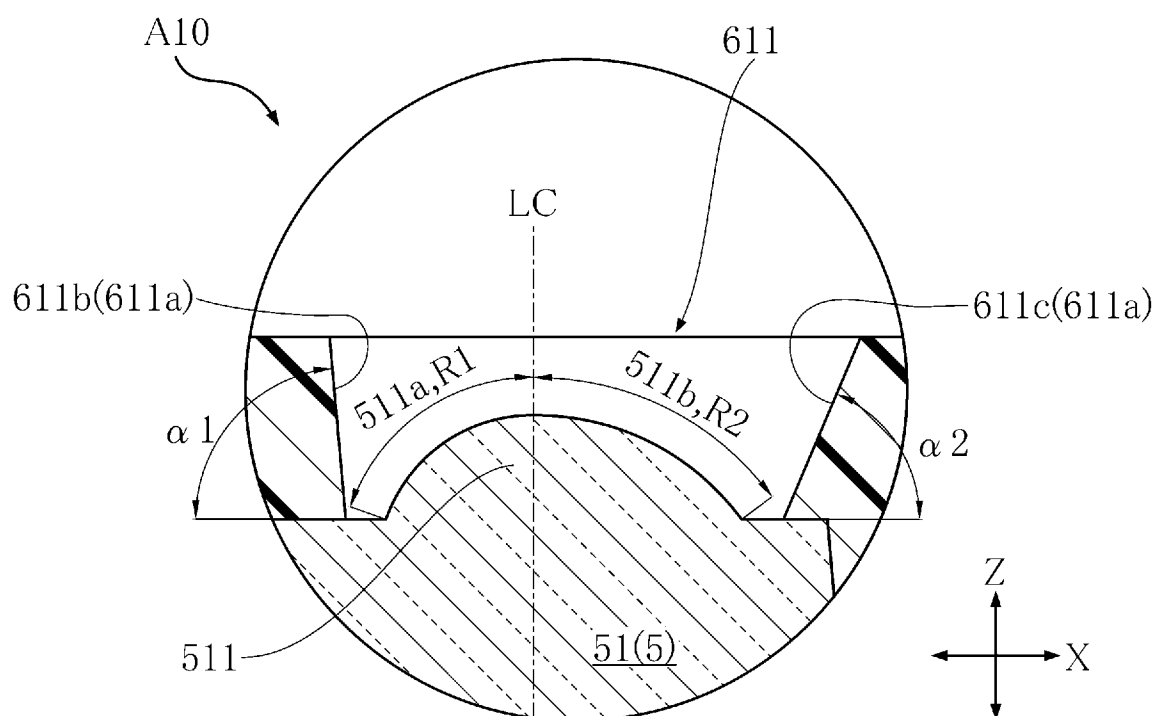


FIG.43

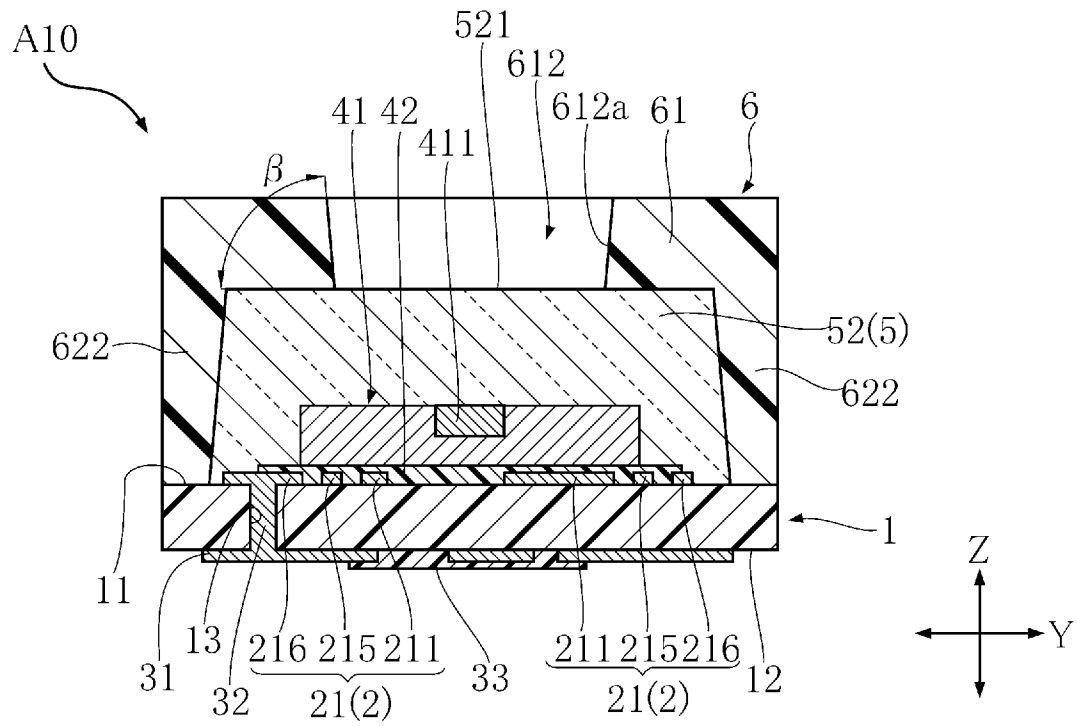


FIG.44



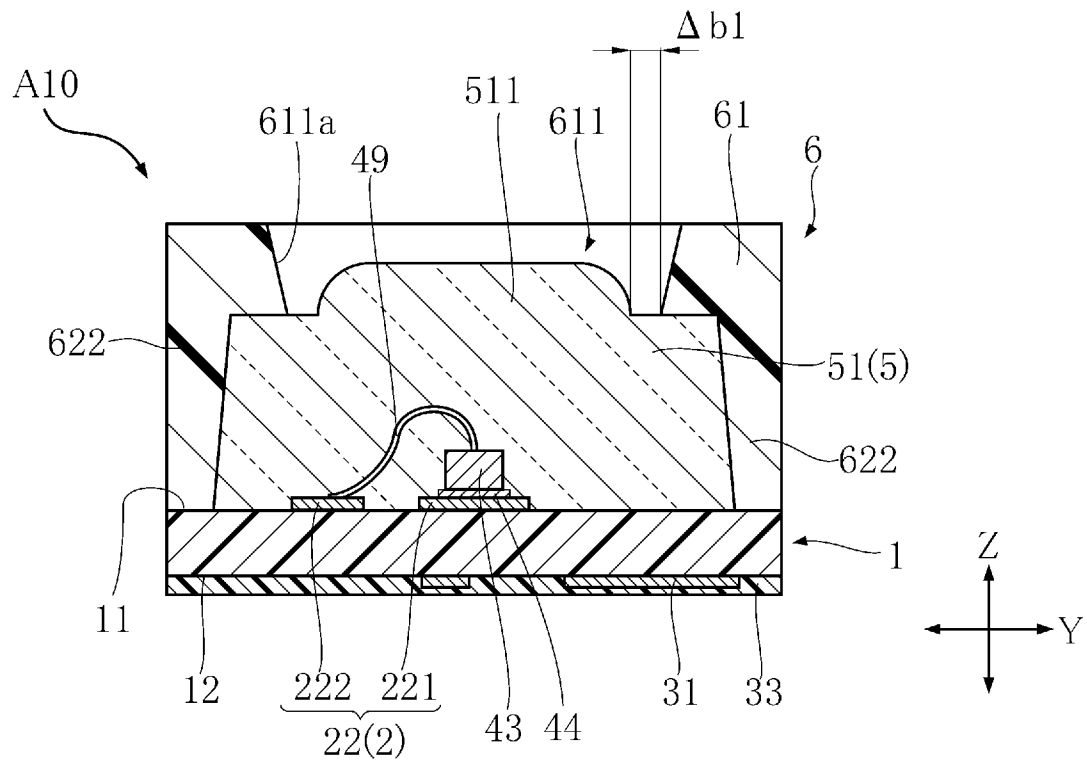
[図45]

FIG.45



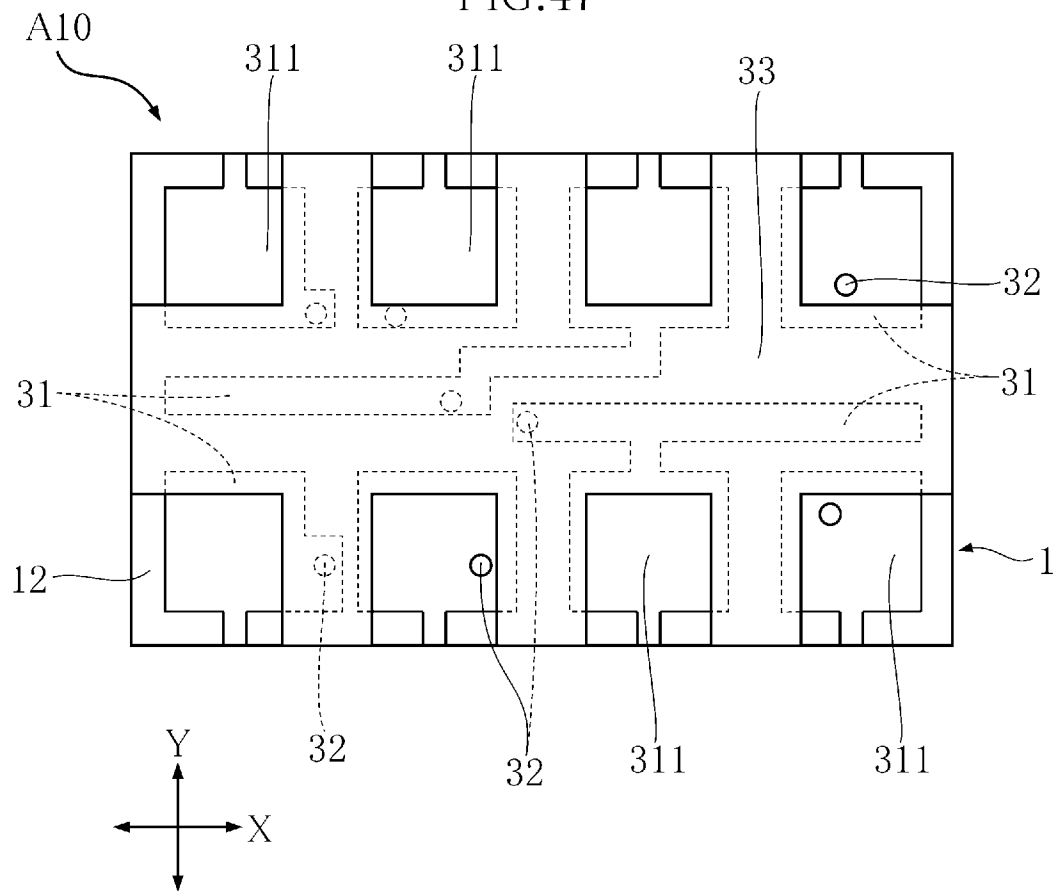
[図46]

FIG.46



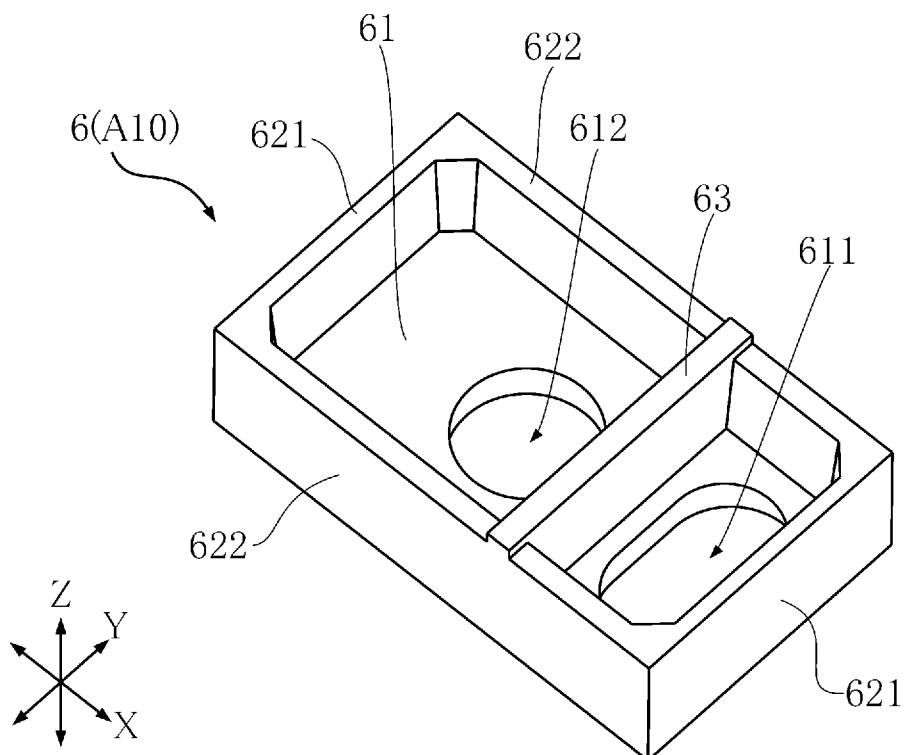
[図47]

FIG.47



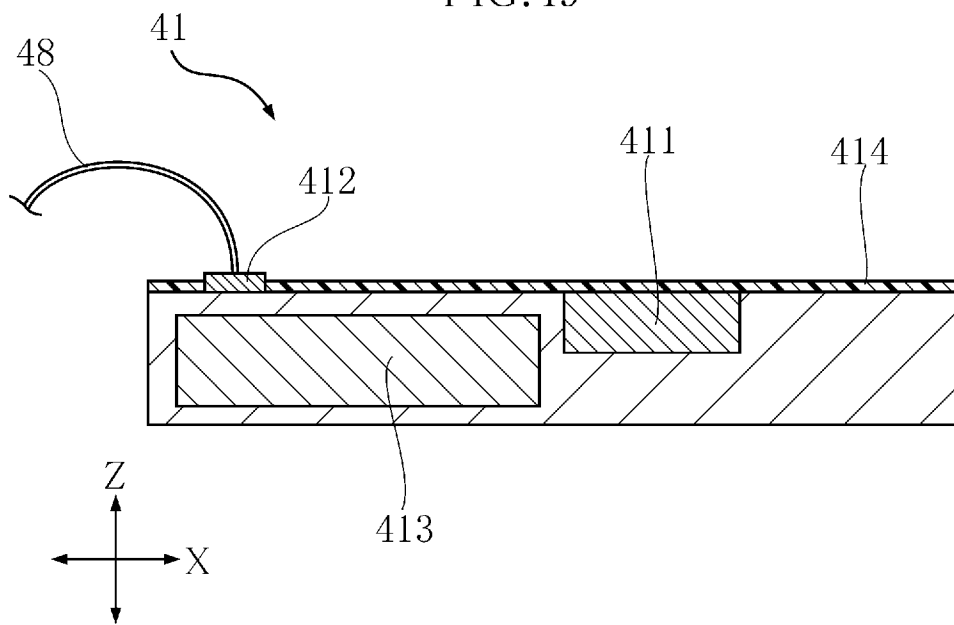
[図48]

FIG.48



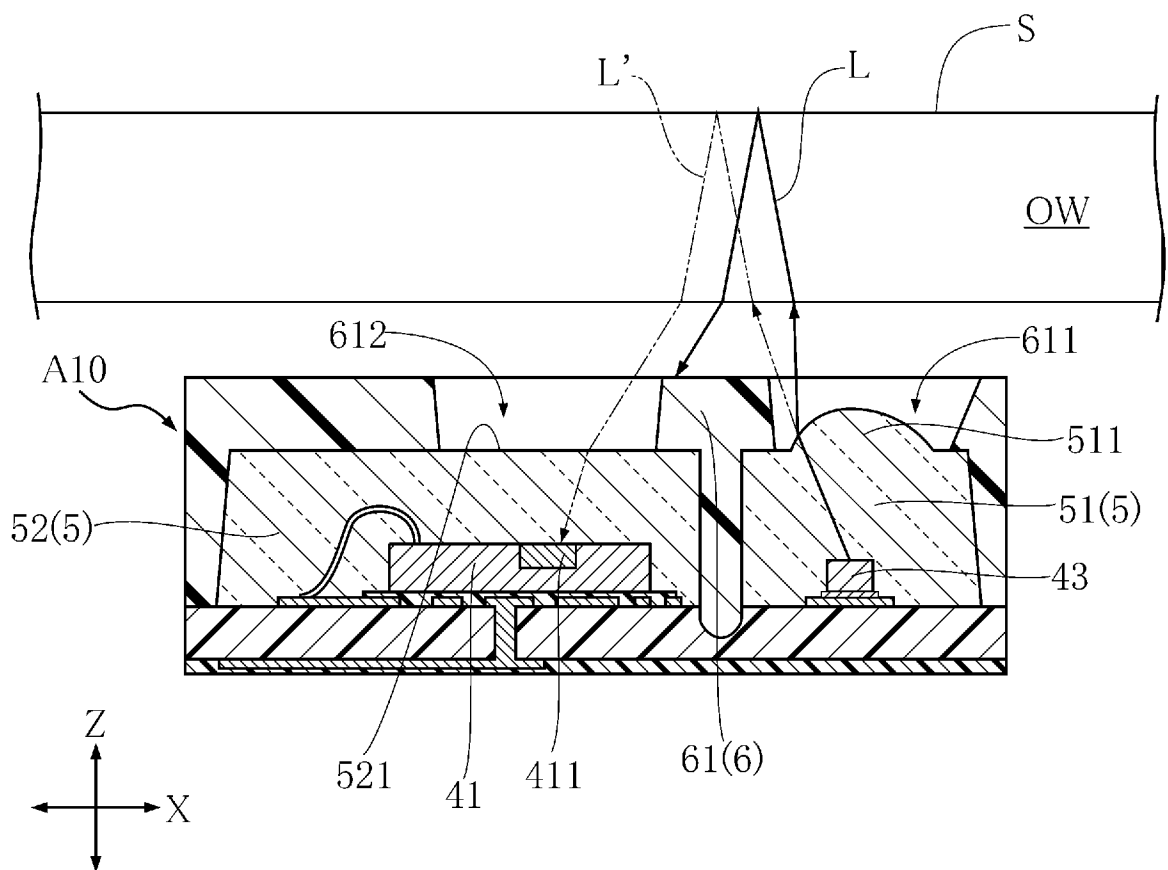
[図49]

FIG.49



[図50]

FIG.50



[図52]

FIG.52

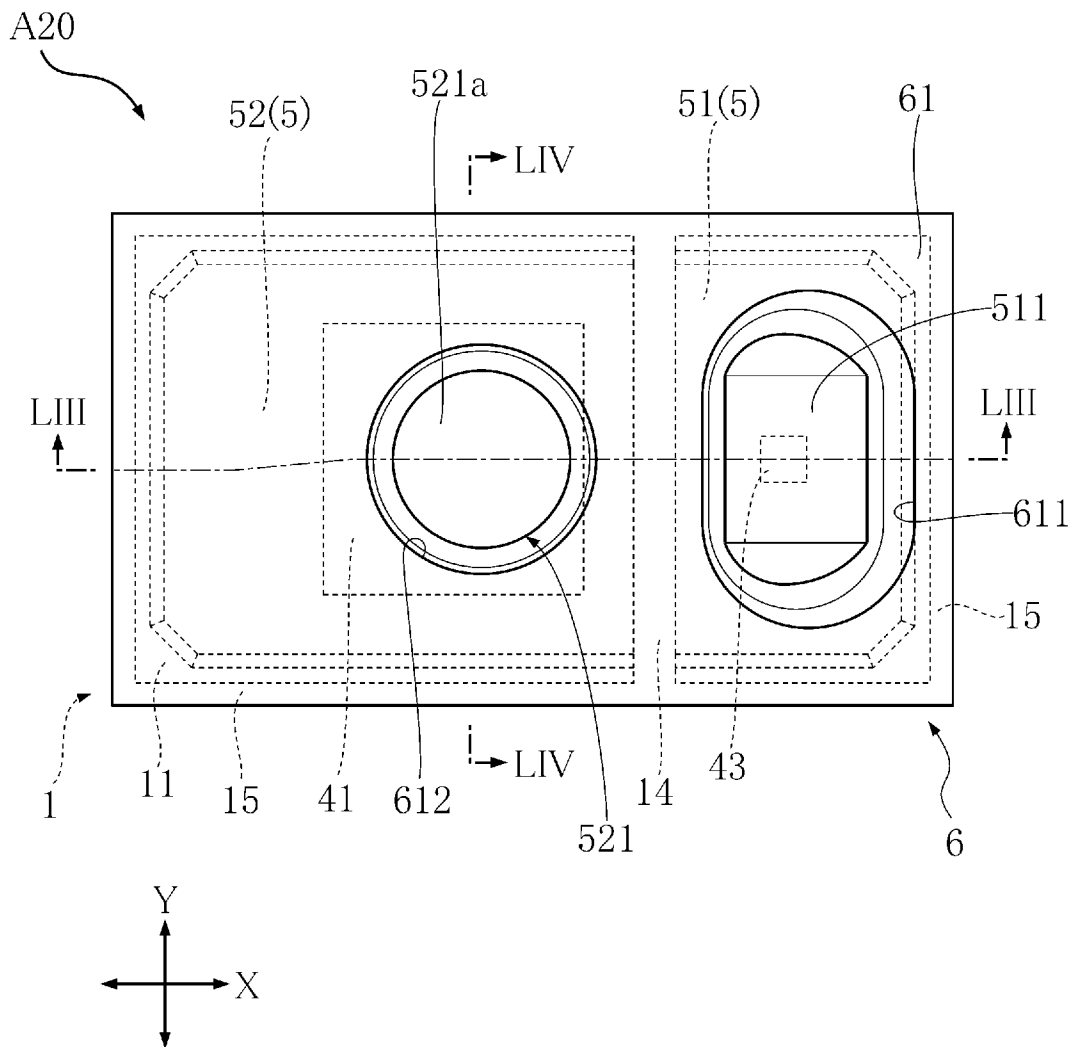
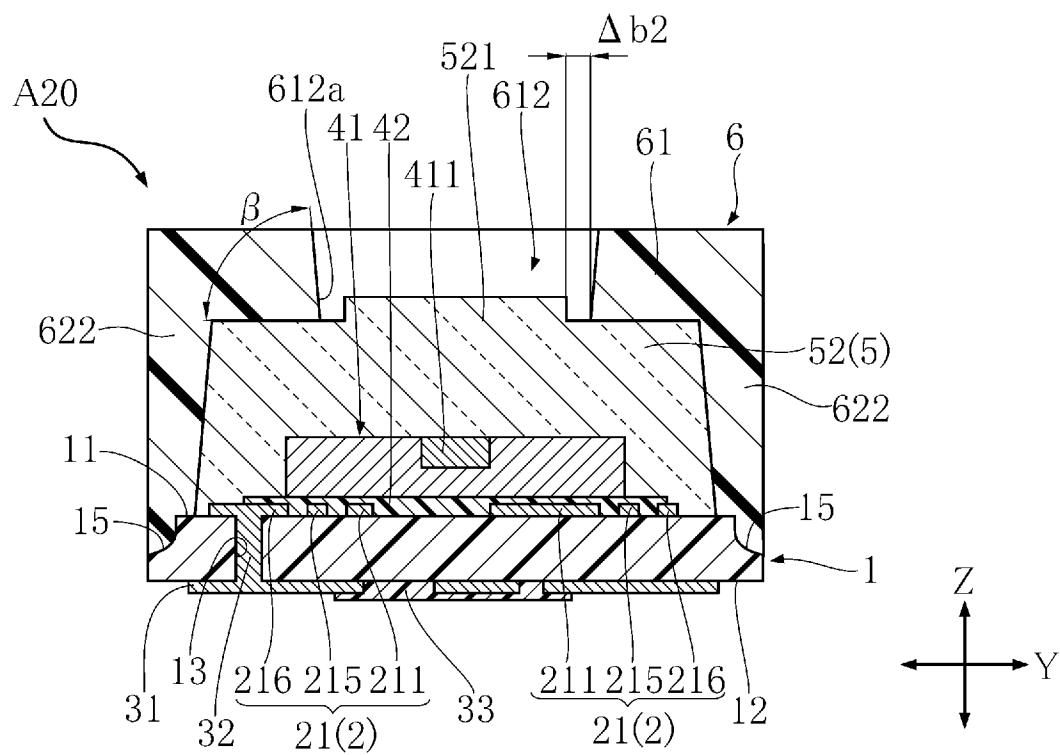


FIG.53



FIG.54



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017230

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L31/12(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)

H01L31/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	US 2016/0126403 A1 (LINGSSEN PRECISION INDUSTRIES, LTD.), 05 May 2016 (05.05.2016), paragraphs [0030] to [0043]; fig. 3A to 3G (Family: none)	1-5, 7-10, 12-19, 23-24, 27, 31
Y		6, 11, 20-22, 25-26, 28-30
Y	JP 8-9099 A (Mitsubishi Electric Corp.), 12 January 1996 (12.01.1996), paragraphs [0021] to [0022]; fig. 2 & US 5569390 A1 column 7, line 1 to column 8, line 25; fig. 2 & CN 1124432 A	6
Y	JP 2015-88518 A (Rohm Co., Ltd.), 07 May 2015 (07.05.2015), paragraphs [0050] to [0065]; fig. 4 (Family: none)	11

☒ 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
24 May 2017 (24.05.17)

Date of mailing of the international search report
06 June 2017 (06.06.17)

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/JP2017/017230

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-150022 A (Rohm Co., Ltd.), 09 August 2012 (09.08.2012), paragraphs [0031] to [0050]; fig. 1 to 15 & US 2013/0292705 A1 paragraphs [0106] to [0150]; fig. 1 to 37 & WO 2012/098981 A1	20-22
Y	JP 2006-5141 A (Citizen Electronics Co., Ltd.), 05 January 2006 (05.01.2006), paragraphs [0017] to [0020], [0023] to [0029]; fig. 1 to 2, 5 to 6 (Family: none)	25-26
Y	JP 11-330538 A (Rohm Co., Ltd.), 30 November 1999 (30.11.1999), paragraph [0019]; fig. 1 to 4 (Family: none)	28
Y	JP 6-61523 A (Sharp Corp.), 04 March 1994 (04.03.1994), paragraphs [0018] to [0030]; fig. 1 (Family: none)	29-30
A	US 2011/0108714 A1 (YANG, Chia-Feng), 12 May 2011 (12.05.2011), paragraphs [0016] to [0019]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-31
A	JP 2000-124478 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 28 April 2000 (28.04.2000), paragraphs [0009] to [0012]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-31

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L31/12(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. H01L31/12

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	US 2016/0126403 A1 (LINGSEN PRECISION INDUSTRIES, LTD.) 2016.05.05, [0030]-[0043], 図 3A-3G (ファミリーなし)	1-5, 7-10, 12-19, 23-24, 27, 31
Y		6, 11, 20-22, 25-26, 28-30
Y	JP 8-9099 A (三菱電機株式会社) 1996.01.12, [0021]-[0022], 図 2 & US 5569390 A1 第 7 欄第 1 行-第 8 欄第 25 行, 図 2 & CN 1124432 A	6

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

24.05.2017

国際調査報告の発送日

06.06.2017

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)

河村 麻梨子

2 K

5555

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

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
Y	JP 2015-88518 A (ローム株式会社) 2015. 05. 07, [0050]-[0065], 図 4 (ファミリーなし)	11
Y	JP 2012-150022 A (ローム株式会社) 2012. 08. 09, [0031]-[0050], 図 1-15 & US 2013/0292705 A1 [0106]-[0150], 図 1-37 & WO 2012/098981 A1	20-22
Y	JP 2006-5141 A (シチズン電子株式会社) 2006. 01. 05, [0017]-[0020], [0023]-[0029], 図 1-2, 図 5-6 (ファミリーなし)	25-26
Y	JP 11-330538 A (ローム株式会社) 1999. 11. 30, [0019], 図 1-4 (ファミリーなし)	28
Y	JP 6-61523 A (シャープ株式会社) 1994. 03. 04, [0018]-[0030], 図 1 (ファミリーなし)	29-30
A	US 2011/0108714 A1 (YANG, Chia-Feng) 2011. 05. 12, [0016]-[0019], 図 1-5 (ファミリーなし)	1-31
A	JP 2000-124478 A (三洋電機株式会社) 2000. 04. 28, [0009]-[0012], 図 1-3 (ファミリーなし)	1-31