

(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
2015 年 11 月 12 日(12.11.2015)



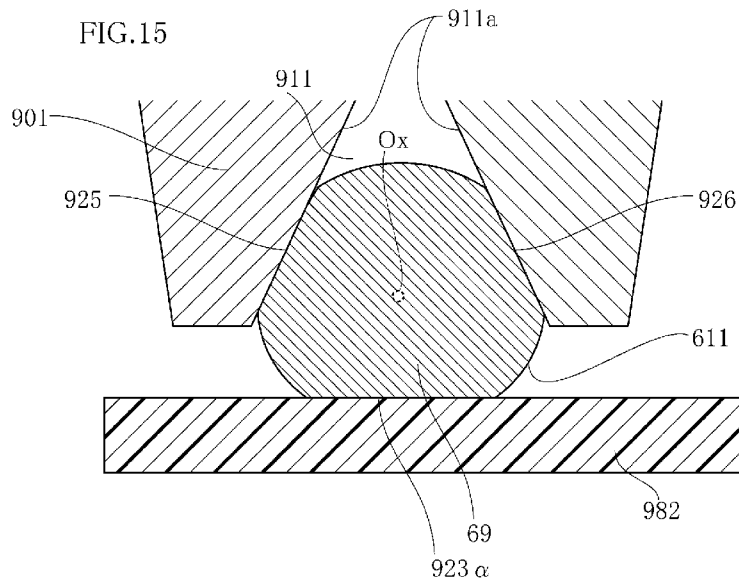
(10) 国際公開番号
WO 2015/170738 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/60 (2006.01) *H01L 21/607* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/063293
- (22) 国際出願日: 2015 年 5 月 8 日(08.05.2015)
- (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 2014-096643 2014 年 5 月 8 日(08.05.2014) 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: 生駒 和也(IKOMA Kazuya); 〒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 3 2-1301 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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), ユーロッパ (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).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING WIRE BONDING STRUCTURE, WIRE BONDING STRUCTURE, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: ワイヤボンディング構造の製造方法、ワイヤボンディング構造、電子装置



(57) Abstract: This method for manufacturing a wire bonding structure is provided with: a step for preparing a wire formed of Cu; and a step for bonding the wire to a first subject to be bonded to, said first subject being formed on an electronic element. Prior to the bonding step, the wire has an outer circumferential surface and a retracted surface. The retracted surface is a surface retracted to the center axis side of the wire from the outer circumferential surface. In the bonding step, ultrasonic vibration is applied to the wire in a state wherein the retracted surface is pressed to the first subject.

(57) 要約: 本発明のワイヤボンディング構造の製造方法は、Cuよりなるワイヤを用意する工程と、前記ワイヤを、電子素子に形成された第1接合対象に接合する工程と、を備える。前記接合する工程の前には、前記ワイヤは、外周面および退避面を有している。前記退避面は、前記外周面から前記ワイヤの中心軸側に退避した面である。前記接合する工程においては、前記退避面を前記第1接合対象に対して押し付けた状態で、前記ワイヤに超音波振動を付加する。

WO 2015/170738 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

ワイヤボンディング構造の製造方法、ワイヤボンディング構造、電子装置
技術分野

[0001] 本発明は、ワイヤボンディング構造の製造方法と、ワイヤボンディング構造と、電子装置と、に関する。

背景技術

[0002] 図 9 3 および図 9 4 は、従来のボンディングツールおよびこれを用いたワイヤボンディング方法の一例を示している。図 9 3 に示すように、ボンディングツール X は、ウェッジ 9 1、ワイヤガイド 9 2、およびカッタ 9 3 を備えている。ウェッジ 9 1、ワイヤガイド 9 2、およびカッタ 9 3 は、図示しないホーンによって支持されている。上記ホーンは、ウェッジ 9 1 を接続対象に対して押し付けた状態で超音波振動を生じる。ワイヤガイド 9 2 は、ワイヤ 9 6 をウェッジ 9 1 の先端へと導くためのものである。ウェッジ 9 1 は、その先端と接続対象との間にワイヤ 9 6 を挟んだ状態で超音波振動および圧力を加えることにより、ワイヤ 9 6 と上記接続対象とを接合する。カッタ 9 3 は、接続が完了したワイヤ 9 6 を切断する。

[0003] このワイヤボンディング方法においては、まず、リード 9 7 A に搭載された半導体素子 9 8 の電極パッド 9 8 a に対するファーストボンディングを行う。ウェッジ 9 1 によってワイヤ 9 6 を接続対象である電極パッド 9 8 a に押し当てる。この状態で超音波振動を加えると、ワイヤ 9 6 が電極パッド 9 8 a に接合される。この接合された部分は、図 9 4 に示すファーストボンディング部 9 6 A となる。

[0004] 次いで、ボンディングツール X を、リード 9 7 B の直上へと移動させ、セカンドボンディングを行う。この工程では、ウェッジ 9 1 によってワイヤ 9 6 を、もう一方の接続対象であるパッド部 9 7 B a に押し当てつつ超音波振動を加える。これにより、ワイヤ 9 6 は、パッド部 9 7 B a に接合される。

この接合された部分は、図 9 4 に示すセカンドボンディング部 9 6 B となる。ファーストボンディング部 9 6 A とセカンドボンディング部 9 6 B とは、橋絡部 9 6 C を介して繋がっている。これにより、半導体素子 9 8 の電極 9 8 a とリード 9 7 B とを導通させることができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 1 - 2 1 6 5 1 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従来、ワイヤ 9 6 としては、A l よりなるものが多く用いられていた。近年、パワーデバイスと呼ばれる電子装置の開発が進められている。パワーデバイスと呼ばれる電子装置におけるワイヤには大電流が流れる。そこでワイヤ 9 6 として C u よりなるものを用いることが考えられている。C u よりなるワイヤ 9 6 は、電気抵抗や熱抵抗が小さく、半導体素子 9 8 にて発生した熱を、効率的に電子装置の外部に放出することができる。しかしながら、C u よりなるワイヤ 9 6 は、A l よりなるワイヤ 9 6 よりも硬質であり、変形しにくい。そのため、ウエッジ 9 1 によってワイヤ 9 6 を接続対象である電極パッド 9 8 a に押し当てる際、ワイヤ 9 6 があまり変形せずに、電極パッド 9 8 a に過大な力が負荷されるおそれがある。このようなことでは、半導体素子 9 8 の損傷を招いてしまう。

[0007] 本発明は、上記した事情のもとで考え出されたものであって、C u よりなるワイヤを用いた場合であっても、電子素子の損傷を防止しつつ、ワイヤを接合対象に対し適切に接合できるワイヤボンディング構造の製造方法を提供することをその主たる課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の第 1 の側面によると、C u よりなるワイヤを用意する工程と、前記ワイヤを、電子素子に形成された第 1 接合対象に接合する工程と、を備え

、前記接合する工程の前には、前記ワイヤは、外周面および退避面を有しており、前記退避面は、前記外周面から前記ワイヤの中心軸側に退避した面であり、前記接合する工程においては、前記退避面を前記第 1 接合対象に対して押し付けた状態で、前記ワイヤに超音波振動を付加する、ワイヤボンディング構造の製造方法が提供される。

[0009] 好ましくは、前記接合する工程を開始する時点において、前記退避面は平坦である。

[0010] 好ましくは、前記接合する工程の前に、前記ワイヤを押し付け対象に対して押し付けることにより、前記退避面を形成する工程を更に備える。

[0011] 好ましくは、前記押し付け対象は、セラミックあるいは金属よりなる。

[0012] 好ましくは、前記ワイヤを押し付けるためのウエッジを用意する工程を更に備え、前記退避面を形成する工程においては、前記ウエッジによって前記ワイヤを前記押し付け対象に対して押し付け、前記第 1 接合対象に接合する工程においては、前記ウエッジによって前記ワイヤを前記第 1 接合対象に対して押し付ける。

[0013] 好ましくは、前記ウエッジには、前記ワイヤをガイドするガイド溝が形成されており、前記退避面を形成する工程と前記第 1 接合対象に接合する工程との間に、前記ガイド溝に前記ワイヤがはまった状態を維持しつつ、前記ガイド溝が前記押し付け対象に正対する位置から、前記ガイド溝が前記第 1 接合対象に正対する位置まで、前記ウエッジを移動する工程を更に備え、前記退避面を形成する工程においては、前記ガイド溝の内面によって前記ワイヤを前記押し付け対象に対して押し付け、前記第 1 接合対象に接合する工程においては、前記ガイド溝の前記内面によって前記ワイヤを前記第 1 接合対象に対して押し付ける。

[0014] 好ましくは、前記ワイヤは、直径が $150 \sim 1000 \mu\text{m}$ の円形状である。

[0015] 好ましくは、前記ワイヤは、直径が $300 \sim 1000 \mu\text{m}$ の円形状である。

- [0016] 好ましくは、前記ワイヤは、全体がCuよりなる。
- [0017] 好ましくは、前記ワイヤを第2接合対象に押し付けた状態で超音波振動を付加することにより、前記ワイヤを前記第2接合対象に接合する工程を更に備える。
- [0018] 好ましくは、前記電子素子は、半導体素子である。
- [0019] 好ましくは、前記半導体素子は、MOSFET、あるいは、IGBTである。
- [0020] 本発明の第2の側面によると、第1面を有する第1接合対象と、第2接合対象と、前記第1接合対象および前記第2接合対象のいずれにも接合されたワイヤと、を備え、前記ワイヤは、Cuよりなり、且つ、直径が150～1000 μ mの円形状である、ワイヤボンディング構造が提供される。
- [0021] 好ましくは、前記ワイヤは、直径が300～1000 μ mの円形状である。
- [0022] 好ましくは、前記ワイヤは、全体がCuよりなる。
- [0023] 好ましくは、前記ワイヤは、前記第1接合対象に接合されたボンディング部を含み、前記ボンディング部は、外周面と、前記第1接合対象に接合された接合面と、を有し、前記接合面は、前記外周面から前記ワイヤの中心軸側に退避した面である。
- [0024] 好ましくは、第1方向に直交する断面による断面形状における、前記接合面の寸法は、前記ワイヤの直径の60～80%であり、前記第1方向は、前記ワイヤの中心軸の延びる方向であって、前記第1面の向く方向に直交する方向である。
- [0025] 好ましくは、前記第1方向に直交する断面形状における、前記接合面の寸法は、90～800 μ mである。
- [0026] 好ましくは、前記第1方向における前記接合面の寸法は、前記ワイヤの直径の3～10倍である。
- [0027] 好ましくは、前記第1方向における前記接合面の寸法は、1200～4000 μ mである。

- [0028] 好ましくは、前記接合面は、長径が前記ワイヤの中心軸の延びる方向に一致する楕円形状である。
- [0029] 好ましくは、前記接合面には、楕円形状の楕円痕が形成されており、前記楕円痕は、前記接合面の縁の内側に位置する。
- [0030] 好ましくは、前記ボンディング部は、第1被押圧面および第2被押圧面を有し、前記第1被押圧面および前記第2被押圧面は、前記外周面から前記ワイヤの前記中心軸側に退避した面であり、前記第1被押圧面および前記第2被押圧面は、前記第1面に直交する方向に見た場合、前記中心軸を通り且つ前記第1面に直交する仮想平面を挟んで互いに反対側に位置している。
- [0031] 好ましくは、前記第1被押圧面および前記第2被押圧面は、前記仮想平面に対して、傾斜している。
- [0032] 好ましくは、前記ボンディング部には、前記第1被押圧面の縁からずれた位置に形成された第1曲線痕、および、前記第2被押圧面の縁からずれた位置に形成された第2曲線痕が形成されている。
- [0033] 好ましくは、前記ボンディング部を第1ボンディング部とし、前記ワイヤは、第2ボンディング部と、橋絡部と、を含み、前記橋絡部は、前記第1ボンディング部および前記第2ボンディング部をつないでおり、前記第2ボンディング部は、前記第2接合対象に接合されている。
- [0034] 本発明の第3の側面によると、本発明の第2の側面によって提供されるワイヤボンディング構造と、前記第1接合対象が形成された電子素子と、を備え、前記第1接合対象は、電極パッドである、電子装置が提供される。
- [0035] 好ましくは、前記電子素子は、半導体素子である。
- [0036] 好ましくは、前記半導体素子は、MOSFET、あるいは、IGBTである。
- [0037] 好ましくは、前記第1接合対象は、Alよりなる。
- [0038] 好ましくは、前記第1接合対象の厚さは、1～10 μ mである。
- [0039] 好ましくは、前記ワイヤに流れる最大電流値は、150～200Aである。

[0040] 好ましくは、前記第1接合対象は、金属層および電極パッドを含み、前記金属層には、前記ワイヤが接合され、前記金属層は、前記ワイヤと前記電極パッドの間に介在しており、前記金属層の厚さは、前記電極パッドの厚さよりも、厚い。

[0041] 本発明のその他の特徴および利点は、添付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなる。

図面の簡単な説明

[0042] [図1]本発明の第1実施形態にかかる電子装置の実装構造を示す要部断面図である。

[図2]本発明の第1実施形態にかかる電子装置の正面図である。

[図3]本発明の第1実施形態にかかる電子装置の平面図である。

[図4]本発明の第1実施形態にかかる電子装置の底面図である。

[図5]本発明の第1実施形態にかかる電子装置の断面図である。

[図6]本発明の第1実施形態にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。

[図7]本発明の第1実施形態にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[図8]図5に示した電子装置の部分拡大断面図である。

[図9]（a）は本発明の第1実施形態にかかる電子装置の製造工程の一工程における正面図である。（b）は（a）に示す構成の平面図である。

[図10]本発明の第1実施形態にかかるワイヤボンディング方法の一工程を示す正面図である。

[図11]本発明の第1実施形態にかかるワイヤボンディング方法に用いるボンディングツールを示す全体概略図である。

[図12]図10に示したボンディングツールにおけるウェッジの一部を示す斜視図である。

[図13]図12のX111-X111線に沿う断面図である。

[図14]図10に続く一工程を示す図である。

[図15]図14のX V - X V 線に沿う断面図である。

[図16]図14に示す工程を行ったときのワイヤを下方から見た図である。

[図17]図14に示す工程を行ったときのワイヤを上方から見た図である。

[図18]図14に続く一工程を示す図である。

[図19]図18のX I X - X I X 線に沿う断面図である。

[図20]図18に続く一工程を示す図である。

[図21]図20に続く一工程を示す図である。

[図22]図21に続く一工程を示す図である。

[図23]図22に続く一工程を示す図である。

[図24]図23に示したワイヤボンディング構造の部分拡大図である。

[図25]図24のX X V - X X V 線に沿う断面図である。

[図26]図24に示したワイヤボンディング構造の平面図である。

[図27]図24に示したワイヤボンディング構造におけるワイヤの底面図（ワイヤ以外省略）である。

[図28]図26のX X V I I I - X X V I I I 線に沿う断面図である。

[図29]（a）は本発明の第1実施形態にかかる電子装置の製造工程の一工程における正面図である。（b）は（a）に示す構成の平面図である。

[図30]本発明の第1実施形態にかかる電子装置の製造工程の一工程における正面図（一部断面図）である。

[図31]本発明の第1実施形態にかかるワイヤボンディング構造の変形例の部分拡大図である。

[図32]本発明の第1実施形態の第1変形例にかかる電子装置の断面図である。

[図33]本発明の第1実施形態の第1変形例にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。

[図34]本発明の第1実施形態の第1変形例にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[図35]本発明の第1実施形態の第2変形例にかかる電子装置の断面図である

。

[図36]本発明の第1実施形態の第2変形例にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。

[図37]本発明の第1実施形態の第2変形例にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[図38]本発明の第1実施形態の第3変形例にかかる電子装置の断面図である

。

[図39]本発明の第1実施形態の第3変形例にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。

[図40]本発明の第1実施形態の第3変形例にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[図41]本発明の第1実施形態にかかる電子装置の実装構造の変形例を示す要部断面図である。

[図42]本発明の第2実施形態にかかる電子装置の実装構造を示す要部断面図である。

[図43]本発明の第2実施形態にかかる電子装置の正面図である。

[図44]本発明の第2実施形態にかかる電子装置の平面図である。

[図45]本発明の第2実施形態にかかる電子装置の底面図である。

[図46]本発明の第2実施形態にかかる電子装置の断面図である。

[図47]本発明の第2実施形態にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。

[図48]本発明の第2実施形態にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[図49]図46に示した電子装置の部分拡大断面図である。

[図50]（a）は本発明の第2実施形態にかかる電子装置の製造工程の一工程における正面図である。（b）は（a）に示す構成の平面図である。

[図51]（a）は本発明の第2実施形態にかかる電子装置の製造工程の一工程における正面図である。（b）は（a）に示す構成の平面図である。

[図52] (a) は本発明の第2実施形態にかかる電子装置の製造工程の一工程における正面図である。(b) は(a) に示す構成の平面図である。

[図53] 本発明の第2実施形態にかかる電子装置の製造工程の一工程における断面図である。

[図54] 本発明の第2実施形態の第1変形例にかかる電子装置の断面図である。

[図55] 本発明の第2実施形態の第1変形例にかかる電子装置の平面図(一部透視化) である。

[図56] 本発明の第2実施形態の第1変形例にかかる電子装置の底面図(一部透視化) である。

[図57] 本発明の第2実施形態の第2変形例にかかる電子装置の断面図である。

[図58] 本発明の第2実施形態の第2変形例にかかる電子装置の平面図(一部透視化) である。

[図59] 本発明の第2実施形態の第2変形例にかかる電子装置の底面図(一部透視化) である。

[図60] 本発明の第2実施形態の第2変形例にかかる電子装置の製造工程の一工程における断面図である。

[図61] 本発明の第2実施形態の第3変形例にかかる電子装置の断面図である。

[図62] 本発明の第2実施形態の第3変形例にかかる電子装置の平面図(一部透視化) である。

[図63] 本発明の第2実施形態の第3変形例にかかる電子装置の底面図(一部透視化) である。

[図64] 本発明の第2実施形態の第4変形例にかかる電子装置の断面図である。

[図65] 本発明の第2実施形態の第4変形例にかかる電子装置の底面図である。

[図66]本発明の第2実施形態の第4変形例にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[図67]本発明の第2実施形態の第5変形例にかかる電子装置の部分拡大断面図である。

[図68]本発明の第2実施形態の第6変形例にかかる電子装置の部分拡大断面図である。

[図69]本発明の第2実施形態の第7変形例にかかる電子装置の断面図である。

[図70]本発明の第2実施形態の第7変形例にかかる電子装置の底面図である。

[図71]本発明の第2実施形態の第7変形例にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[図72]本発明の第2実施形態の第7変形例にかかる電子装置の製造工程の一工程における斜視図である。

[図73]本発明の第2実施形態の第7変形例にかかる電子装置の製造工程の一工程における斜視図である。

[図74]本発明の第2実施形態にかかる電子装置の実装構造の変形例を示す要部断面図である。

[図75]本発明の第3実施形態にかかる電子装置の実装構造を示す要部断面図である。

[図76]本発明の第3実施形態にかかる電子装置の正面図である。

[図77]本発明の第3実施形態にかかる電子装置の平面図である。

[図78]本発明の第3実施形態にかかる電子装置の底面図である。

[図79]本発明の第3実施形態にかかる電子装置の断面図である。

[図80]本発明の第3実施形態にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。

[図81]本発明の第3実施形態にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[図82]図 7 9 に示した電子装置の部分拡大断面図である。

[図83] (a) は本発明の第 3 実施形態にかかる電子装置の製造工程の一工程における正面図である。(b) は (a) に示す構成の平面図である。

[図84] (a) は本発明の第 3 実施形態にかかる電子装置の製造工程の一工程における正面図である。(b) は (a) に示す構成の平面図である。

[図85]本発明の第 3 実施形態にかかる電子装置の製造工程の一工程における断面図である。

[図86]本発明の第 3 実施形態にかかる電子装置の製造工程の一工程において製造される中間品を示す正面図である。

[図87]本発明の第 3 実施形態の第 1 変形例にかかる電子装置の断面図である。

[図88]本発明の第 3 実施形態の第 1 変形例にかかる電子装置の底面図である。

[図89]図 8 7 に示した電子装置の部分拡大断面図である。

[図90] (a) は本発明の第 3 実施形態の第 1 変形例にかかる電子装置の製造工程の一工程における正面図である。(b) は (a) に示す構成の平面図である。

[図91] (a) は本発明の第 3 実施形態の第 1 変形例にかかる電子装置の製造工程の一工程における正面図である。(b) は (a) に示す構成の平面図である。

[図92]本発明の第 3 実施形態にかかる電子装置の実装構造の変形例を示す要部断面図である。

[図93]従来のワイヤボンディング方法の一例における、ファーストボンディング工程を示す図である。

[図94]従来のワイヤボンディング方法の一例における、セカンドボンディング工程を示す図である。

発明を実施するための形態

[0043] [第 1 実施形態]

図１～図３０を用いて、本発明の第１実施形態について説明する。

[0044] 図１は、本実施形態にかかる電子装置の実装構造を示す要部断面図である。

[0045] 図１に示す電子装置の実装構造Ｂ１は、電子装置Ａ１０と、実装基板８１と、放熱板８２とを備える。

[0046] 実装基板８１は、複数の電子部品が実装される基板である。実装基板８１は、絶縁性の材料よりなる。実装基板８１には図示しない配線パターンが形成されている。実装基板８１には、複数の孔８１１が形成されている。放熱板８２は、実装基板８１に立設されている。放熱板８２は、熱伝導率の比較的大きな材料、たとえば、アルミニウムなどの金属よりなる。

[0047] 図２は、本実施形態にかかる電子装置の正面図である。図３は、本実施形態にかかる電子装置の平面図である。図４は、本実施形態にかかる電子装置の底面図である。図５は、本実施形態にかかる電子装置の断面図である。図６は、本実施形態にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。図７は、本実施形態にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。図８は、図５に示した電子装置の部分拡大断面図である。

[0048] これらの図に示す電子装置Ａ１０は、電子素子１と、電極２～４と、放熱部材５と、接着層６１（図８参照、その他の図では略）と、メッキ層６２（図１、図５参照、その他の図では略）と、２本のワイヤ６９と、樹脂パッケージ７と、を備える。図６、図７では、樹脂パッケージ７を、２点鎖線で示している。図１に示すように、電子装置Ａ１０は、実装基板８１に実装されている。電子装置Ａ１０は、電子素子１の種類により、電気回路におけるスイッチング機能、整流機能、増幅機能などを果たす電子部品として用いられる。

[0049] 図１、図５、図６に示す電子素子１は、平面視矩形状である。電子素子１は、たとえば、ダイオードやトランジスタなどの半導体からなる素子である。本実施形態では、電子素子１はトランジスタである。あるいは、電子素子１として、たとえば、ＭＯＳＦＥＴ（Ｍｅｔａｌ Ｏｘｉｄｅ Ｓｅｍｉｃ

onductor Field Effect Transistor)、および、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) が挙げられる。そして、電子装置 A 10 の使用の際に、ワイヤ 69 に流れる最大電流値は、たとえば、150~200A である。

[0050] 図5~図7によく表れているように、電極2は、ダイボンディングパッド21と、リード22とを含む。ダイボンディングパッド21およびリード22は、たとえば、銅などの導電材料よりなる。ダイボンディングパッド21およびリード22は、一体成型されている。本実施形態においては、ダイボンディングパッド21およびリード22は、厚さが均一の導電部材を、たとえば折り曲げ成型するなど、一体成型することにより形成されている。

[0051] ダイボンディングパッド21は、電子素子1を搭載するためのものである。ダイボンディングパッド21は、 xy 平面に広がる平板状である。ダイボンディングパッド21は、配置面211と、裏面212とを有する。配置面211は方向 z 1を向く。裏面212は、方向 z 2を向く。配置面211には、電子素子1が配置されている。ダイボンディングパッド21には電子素子1にて発生した熱が伝わる。ダイボンディングパッド21には、配置面211から裏面212にわたって貫通する孔214が形成されている。図6に示すように、孔214は、 xy 平面視において、ダイボンディングパッド21の方向 x 2側の端部から x 1方向に凹む凹状である。

[0052] リード22は、ダイボンディングパッド21から線状に延びる形状である。リード22は挿入実装用のものである。図1に示したように、リード22は孔811に挿入される。これにより、電子装置 A 10 が実装基板81に実装される。リード22を実装基板81に固定するために、孔811にハンダ84が充填されている。図5~図7に示すように、リード22は、連結部221と、端子部222とを有する。連結部221は、ダイボンディングパッド21につながる。連結部221は、ダイボンディングパッド21から配置面211と交差する方向に延びる。端子部222は連結部221につながる。端子部222は、連結部221から方向 x 1に向かって延びる。端子部2

２２は後述の樹脂パッケージ７から突出する部位を有する。上述のように、リード２２は、ダイボンディングパッド２１とともに、厚さが均一の導体部材を一体成型したものである。そのため、図５に示すように、端子部２２２のうち樹脂パッケージ７から突出する部分における厚さＬ２（方向ｚにおける寸法）は、ダイボンディングパッド２１の厚さＬ１（方向ｚにおける寸法）と同一である。

[0053] 図６に示すように、電極３は、ワイヤボンディングパッド３１と、リード３２とを含む。電極３は、 x y 平面視において、ダイボンディングパッド２１の方向 x １側、且つ、リード２２の方向 y １側、に位置する。ワイヤボンディングパッド３１およびリード３２は、一体成型されている。ワイヤボンディングパッド３１およびリード３２は、たとえば銅などの導電性材料よりなる。ワイヤボンディングパッド３１は、ダイボンディングパッド２１より小さい略矩形の平板状である。リード３２は、ワイヤボンディングパッド３１とつながる。リード３２は、ワイヤボンディングパッド３１から方向 x １に向かって線状に延びる形状である。リード３２は、リード２２に並列されている。リード３２は、後述の樹脂パッケージ７から突出する部位を有する。リード３２は挿入実装用のものである。図１に示すように、リード３２は孔８１１に挿入される。これにより、電子装置Ａ１０が実装基板８１に実装される。リード３２を実装基板８１に固定するために、孔８１１にハンダ８４が充填されている。

[0054] 図６に示すように、電極４は、ワイヤボンディングパッド４１と、リード４２とを含む。電極４は、 x y 平面視において、ダイボンディングパッド２１の方向 x １側、且つ、リード２２の方向 y ２側、に位置する。ワイヤボンディングパッド４１およびリード４２は、一体成型されている。ワイヤボンディングパッド４１およびリード４２は、たとえば銅などの導電性材料よりなる。ワイヤボンディングパッド４１は、ダイボンディングパッド２１より小さい略矩形の平板状である。リード４２は、ワイヤボンディングパッド４１とつながる。リード４２は、ワイヤボンディングパッド４１から方向 x １

に向かって線状に延びる形状である。リード４２は、リード２２に並列されている。リード４２とリード３２との間に、リード２２が位置する。リード４２は、後述の樹脂パッケージ７から突出する部位を有する。リード４２は挿入実装用のものである。図１に示すように、リード４２は、孔８１１に挿入される。これにより、電子装置Ａ１０が実装基板８１に実装される。リード４２を実装基板８１に固定するために、孔８１１にハンダ８４が充填されている。

[0055] 図８に示すように、接着層６１は、電子素子１とダイボンディングパッド２１との間に介在する。接着層６１は、電子素子１をダイボンディングパッド２１に接着するためのものである。本実施形態においては、接着層６１を介して、電子素子１がダイボンディングパッド２１と導通している。接着層６１は、たとえば、銀ペーストもしくはハンダペーストである。

[0056] 図５～図７に示すように、放熱部材５は、ダイボンディングパッド２１を挟んで、電子素子１が配置された側と反対側に配置されている。すなわち、放熱部材５と電子素子１との間にダイボンディングパッド２１が位置する。放熱部材５は、孔２１４よりも方向×１側に位置する。本実施形態においては、放熱部材５は、略矩形の板状である。放熱部材５が略矩形の板状である場合には、放熱部材５を形成するのに穴を空けるなどの特殊な加工をする必要がないため、放熱部材５を製造し易い。放熱部材５は、ダイボンディングパッド２１と接着剤を介して接合されていてもよいが、本実施形態においては、ダイボンディングパッド２１と超音波接合によって、接合されている。そのため、放熱部材５とダイボンディングパッド２１の間には、接着剤などが介在しておらず、放熱部材５とダイボンディングパッド２１とは直接接する。

[0057] 放熱部材５は、電子素子１にて発生した熱を速やかに電子装置Ａ１０の外部に放出するために、設けられている。電子素子１にて発生した熱を速やかに電子装置Ａ１０の外部に放出するには、放熱部材５を構成する材料の熱伝導率は大きければ大きいほど良い。好ましくは、放熱部材５は、樹脂パッケ

ージ7を構成する材料の熱伝導率よりも熱伝導率が高い材料よりなる。さらに好ましくは、放熱部材5は、ダイボンディングパッド21を構成する材料の熱伝導率よりも熱伝導率が高い材料よりなる。放熱部材5は、たとえば、アルミニウム、銅、もしくは、鉄などの導体よりなる。なお、放熱部材5は、アルミニウムに銀メッキがされたものであってもよい。

[0058] 図1～図8に示す樹脂パッケージ7は、電子素子1、電極2～4、および、放熱部材5を覆っている。樹脂パッケージ7は、たとえば、黒色のエポキシ樹脂よりなる。図1～図4に示すように、樹脂パッケージ7は、第1面71と、第2面72とを有する。第1面71は、平坦面715とテーパ面716とを有する。図1に示すように、平坦面715は、放熱板82に正対する。平坦面715と放熱板82との間にはグリース89が介在していてもよい。もしくは、図示しないが、平坦面715と放熱板82とが接していてもよい。これらは、電子装置A10の放熱性向上の観点から好ましい。テーパ面716は、平坦面715につながる。テーパ面716は、方向z1に向かうにつれ、xy平面における外側に向かう形状である。図4に示すように、樹脂パッケージ7には、平坦面715から凹むピン跡711が形成されている。

[0059] 図2、図3に示すように、第2面72は、複数の平坦面725と、複数のテーパ面726とを有する。各テーパ面726は、複数の平坦面725のいずれかにつながる。各テーパ面726は、方向z2に向かうにつれ、xy平面における外側に向かう形状である。各テーパ面726は、境界73において、テーパ面716とつながる。図3に示すように、樹脂パッケージ7には、平坦面725から凹むピン跡721が形成されている。また、樹脂パッケージ7には、ネジ穴78が形成されている。図1に示すように、ネジ穴78には、電子装置A10を放熱板82に固定するためのネジ83が挿通される。

[0060] 図5、図6に示す各ワイヤ69は、たとえば、アルミニウムなどの金属よりなる。2本のワイヤ69のうちの一つは、電子素子1とワイヤボンディン

グパッド31とに接合されている。これにより、電子素子1とワイヤボンディングパッド31とが導通している。2本のワイヤ69のうちの一つは、電子素子1とワイヤボンディングパッド41とに接合されている。これにより、電子素子1とワイヤボンディングパッド41とが導通している。電子素子1がトランジスタでなくダイオードである場合には、ワイヤボンディングパッド31, 41のいずれにもワイヤ69がボンディングされている必要はない。この場合、ワイヤボンディングパッド31, 41のいずれか一方に、ワイヤ69がボンディングされていればよい。

[0061] 図1、図5に示すメッキ層62は、各リード22, 32, 42の樹脂パッケージ7から突出している部位を覆っている。メッキ層62は、たとえば、スズと銀と銅との合金よりなる。

[0062] 次に、図9～図30を用いて、電子装置A10の製造方法について説明する。

[0063] まず、図9に示すように、電極2', 3', 4'を形成する。次に、同図(a)に示すように、電極2'のダイボンディングパッド21に、放熱部材5を接合する。本実施形態においては、ダイボンディングパッド21と放熱部材5との接合は、超音波接合によって行う。次に、後に図29(a), (b)にて示すように、接着層61(図8参照、図29では省略)を介して電子素子1をダイボンディングパッド21に配置する。電子素子1を配置する位置は、ダイボンディングパッド21を挟んで放熱部材5とは反対側である。

[0064] 次に、電子素子1とワイヤボンディングパッド31とに、ワイヤ69を接合する。同様に、電子素子1とワイヤボンディングパッド41とに、ワイヤ69を接合する。ワイヤ69の接合は、以下のボンディングツール900Aを用いて、次のように行う。

[0065] 図10は、本発明の第1実施形態にかかるワイヤボンディング方法の一工程を示す正面図である。図11は、本発明の第1実施形態にかかるワイヤボンディング方法に用いるボンディングツールを示す全体概略図である。

- [0066] これらの図に示すボンディングツール900Aは、ウエッジ901と、ワイヤガイド902と、カッタ903、本体904と、ホーン905と、を備える。ボンディングツール900Aは、ワイヤ69を接合対象にボンディングするために用いられる。
- [0067] ホーン905は、ウエッジ901を保持しており、ウエッジ901を接合対象に押し付けながら、超音波振動を付加するためのものである。ホーン905は、本体904に支持されている。本実施形態においては、ホーン905は、弾性支持部材（図示略）を介して本体904に固定されている。これにより、ホーン905は、本体904によって弾性的に支持されている。
- [0068] ワイヤガイド902は、ウエッジ901に対して固定されており、たとえばワイヤリール965からのワイヤ69をウエッジ901へと導くためのものである。
- [0069] 図12は、図10に示したボンディングツールにおけるウエッジの一部を示す斜視図である。図13は、図12のX111-X111線に沿う断面図である。
- [0070] ウエッジ901は、ワイヤ69を押し付けるとともに、超音波振動によって接合対象に接合する部分である。ウエッジ901は、たとえばタングステンカーバイトからなる。図12、図13に示すように、ウエッジ901には、ガイド溝911が形成されている。ガイド溝911は、ウエッジ901の下端に設けられている。本実施形態では、ガイド溝911の断面形状はV字状である。
- [0071] カッタ903は、ワイヤ69を切断するためのものであり、ウエッジ901に隣接して配置されている。本実施形態においては、カッタ903は、本体904に対して剛的に取り付けられている。
- [0072] 本実施形態で用いるワイヤ69の断面形状は円形状である。ワイヤ69は、直径が150～1000 μ mの円形状である。より好ましくは、ワイヤ69は、直径が200～1000 μ mの円形状である。より好ましくは、ワイヤ69は、直径が300～1000 μ mの円形状である。ワイヤ69はCu

よりなる。好ましくは、ワイヤ69は全体がCuよりなる。

[0073] 次に、図10、図14～図23を用いて、ボンディングツール900Aを用いたワイヤボンディング方法について説明する。なお、以下の工程では、ワイヤ69は、変形したり、あるいは、切断される等して、ワイヤリール965に巻かれた状態から変化する。しかしながら、以下の説明においては、いずれの場面においても、ワイヤをワイヤ69として示すこととする。

[0074] 図10に示すように、あらかじめワイヤボンディング方法を開始可能な状態とされたボンディングツール900Aのウエッジ901の先端を押付対象982の直上に位置させる。そして、ウエッジ901の先端を押付対象982に向かわせる。このとき、ワイヤ69の先端部分は、ガイド溝911にはまっている。押付対象982は、たとえば、セラミックあるいは金属よりなる。本実施形態では、押付対象982の表面は平坦である。また、押付対象982は、たとえば電極2または電極3の一部であってもよい。

[0075] 次いで、図14に示すように、ウエッジ901によってワイヤ69を押付対象982の表面に対して押し付ける。具体的には、ガイド溝911の内面911aによってワイヤ69を押付対象982の表面に対して押し付ける。

[0076] 図15は、図14のXV-XV線に沿う断面図である。図16は、図14に示す工程を行ったときのワイヤを下方から見た図である。図17は、図14に示す工程を行ったときのワイヤを上方から見た図である。図16、図17では、ウエッジ901の図示を省略しており、図16では、押付対象982を、仮想線を用いて示している。

[0077] 図15、図16に示すように、押付対象982へのワイヤ69の押し付けによって、退避面923 α が形成される。退避面923 α は、押し付けの際、押付対象982に当接していた部分である。退避面923 α は、断面が円弧状の外周面921からワイヤ69の中心軸Ox側に退避した面である。本実施形態では、押付対象982の表面が平坦であるため、退避面923 α は平坦となっている。また、図15、図17に示すように、押付対象982へのワイヤ69の押し付けの際、第1被押圧面925および第2被押圧面92

6が形成される。第1被押圧面925および第2被押圧面926は、ガイド溝911の内面911aに押し付けられていた部分である。第1被押圧面925および第2被押圧面926は、断面が円弧状の外周面921からワイヤ69の中心軸Ox側に退避した面である。

[0078] 次いで、図示は省略するが、ガイド溝911にワイヤ69を配置した状態を維持しつつ、ガイド溝911が押付対象982に正対する位置から、ガイド溝911が電極パッド981に正対する位置まで、ウエッジ901を移動する。そして、ウエッジ901の先端を電極パッド981に向かわせる。このとき、ワイヤ69の先端部分は、ガイド溝911にはまったままである。

[0079] 次いで、図18、図19に示すように、ファーストボンディング工程を行う。ファーストボンディング工程では、ワイヤ69を、電子素子1に形成された電極パッド981に接合する。ここで、電極パッド981は、本発明で言う第1接合対象の一例に相当する。具体的には、退避面923αを電極パッド981に対して押し付けた状態で、ワイヤ69に超音波振動を付加する。より具体的には、ワイヤ69を電極パッド981に接合する際、ウエッジ901によってワイヤ69を電極パッド981に対して押し付ける。更に具体的には、ガイド溝911の内面911aによってワイヤ69を電極パッド981に対して押し付ける。これにより、ワイヤ69が更に押しつぶされる。そして、ワイヤ69と電極パッド981とが超音波溶接される。この溶接された部分が、第1ボンディング部906Aとなり、ワイヤ69のうち電極パッド981に接合する面は、接合面923となる。

[0080] 次いで、図20に示すように、セカンドボンディング工程を行う。セカンドボンディング工程では、ワイヤ69をワイヤボンディングパッド31に接合する。ここで、ワイヤボンディングパッド31は、本発明で言う第2接合対象の一例に相当する。具体的には、ワイヤ69をワイヤボンディングパッド31に押し付けた状態で超音波振動を付加する。これにより、ワイヤ69とワイヤボンディングパッド31とが超音波溶接される。この溶接された部分が、第2ボンディング部906Bとなる。

- [0081] 次いで、図 2 1 に示すように、ボンディングツール 9 0 0 A を図左方に移動させる。この移動により、カッタ 9 0 3 は、第 2 ボンディング部 9 0 6 B の図左方の端とワイヤボンディングパッド 3 1 の図左方の端との間に位置する。
- [0082] 次いで、図 2 2 に示すように、本体 9 0 4 を押し下げると、本体 9 0 4 に対して剛的に取り付けられたカッタ 9 0 3 が、本体 9 0 4 とともに下降する。本実施形態においては、このカッタ 9 0 3 の下降により、ワイヤ 6 9 に切れ目がつけられる。すなわち、本体 9 0 4 の下降量は、カッタ 9 0 3 がワイヤ 6 9 を完全に切断してしまわない程度に設定されている。
- [0083] この後は、図 2 3 に示すように、ウエッジ 9 0 1 とともにワイヤ 6 9 をワイヤボンディングパッド 3 1 から離間させる。これにより、切れ目がつけられたワイヤ 6 9 は切断される。
- [0084] 以上の工程を経ることにより、図 2 3 に示すワイヤボンディング構造 9 0 0 B が製造される。
- [0085] 同図に示すワイヤボンディング構造 9 0 0 B は、ワイヤ 6 9 と、電極パッド 9 8 1 と、ワイヤボンディングパッド 3 1 と、を備える。
- [0086] 図 2 4 は、図 2 3 に示したワイヤボンディング構造の部分拡大図である。図 2 5 は、図 2 4 の X X V - X X V 線に沿う断面図である。図 2 6 は、図 2 4 に示したワイヤボンディング構造の平面図である。図 2 7 は、図 2 4 に示したワイヤボンディング構造におけるワイヤの底面図（ワイヤ以外省略）である。図 2 8 は、図 2 6 の X X V | | | - X X V | | | 線に沿う断面図である。
- [0087] 電極パッド 9 8 1 およびワイヤボンディングパッド 3 1 は、導電性の材料よりなる。このような材料としては、たとえば A 1 が挙げられる。電極パッド 9 8 1 およびワイヤボンディングパッド 3 1 はそれぞれ、互いに異なる金属よりなる複数の金属層が積層された構造であってもよい。電極パッド 9 8 1 およびワイヤボンディングパッド 3 1 は、たとえば、電極パッド、もしくは、リードフレームである。本実施形態において、電極パッド 9 8 1 は電極

パッドであり、ワイヤボンディングパッド31はリードフレームである。電極パッドである電極パッド981の厚さは、たとえば、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ である。電極パッド981は、第1面981aを有している。

[0088] 図23に示すように、ワイヤ69は、電極パッド981およびワイヤボンディングパッド31のいずれにも接合されている。ワイヤ69は、第1ボンディング部906Aと、第2ボンディング部906Bと、橋絡部906Cと、を含む。

[0089] 第1ボンディング部906Aは電極パッド981に接合されている。具体的には、第1ボンディング部906Aは、電極パッド981における第1面981aに接合されている。第1ボンディング部906Aは、外周面921と、接合面923と、第1被押圧面925と、第2被押圧面926と、を有する。

[0090] 図24、図25、図27に示す接合面923は、電極パッド981に接合された面であり、外周面921からワイヤ69の中心軸Ox側に退避した面である。図27に示すように、本実施形態では、接合面923は、長径がワイヤ69の中心軸Oxの延びる方向に一致する楕円形状である。接合面923には、楕円形状の楕円痕923Cが形成されていてもよい。楕円痕923Cは、接合面923の縁923Bの内側に位置する。楕円痕923Cは、図15、図16に示した退避面923 α の縁が、金属の加工硬化によってその他の部位よりも硬くなったことにより、形成されたものである。本実施形態とは異なり、接合面923に、楕円痕923Cが形成されていなくてもよい。

[0091] 図27に示すように、ワイヤ69の中心軸Oxの延びる方向であって、第1面981aの向く方向に直交する方向を、第1方向X1と定義している。第1方向X1に直交する断面による断面形状における、接合面923の寸法L11（図25、図27参照）は、たとえば、ワイヤ69の直径の60～80%である。ワイヤ69の直径は、後述の円形状の橋絡部906Cの直径を意味する。第1方向X1に直交する断面形状における、接合面923の寸法

L 1 1 (図 2 5、図 2 7 参照) は、たとえば、 $90 \sim 800 \mu\text{m}$ である。第 1 方向 X 1 における接合面 9 2 3 の寸法 L 1 2 (図 2 7 参照) は、たとえば、ワイヤ 6 9 の直径の $3 \sim 10$ 倍である。第 1 方向 X 1 における接合面 9 2 3 の寸法 L 1 2 (図 2 7 参照) は、たとえば、 $1200 \sim 4000 \mu\text{m}$ である。

[0092] 図 2 4 ～図 2 6 に示す第 1 被押圧面 9 2 5 および第 2 被押圧面 9 2 6 は、外周面 9 2 1 からワイヤ 6 9 の中心軸 O x 側に退避した面である。図 2 5 に示すように、第 1 被押圧面 9 2 5 および第 2 被押圧面 9 2 6 は、第 1 面 9 8 1 a に直交する方向に見た場合、中心軸 O x を通り且つ第 1 面 9 8 1 a に直交する仮想平面 P 1 を挟んで互いに反対側に位置している。第 1 被押圧面 9 2 5 および第 2 被押圧面 9 2 6 は、仮想平面 P 1 に対して、傾斜している。

[0093] 第 1 被押圧面 9 2 5 および第 2 被押圧面 9 2 6 に対するガイド溝 9 1 1 の内面 9 1 1 a の位置が、押付対象 9 8 2 へのワイヤ 6 9 の押し付け工程 (図 1 4、図 1 5 参照) から、電極パッド 9 8 1 へのワイヤ 6 9 の接合工程 (図 1 8、図 1 9 参照) の間に、多少位置ずれしてしまう可能性がある。この場合、図 2 6 に示すように、電極パッド 9 8 1 にワイヤ 6 9 を接合する際に、ガイド溝 9 1 1 の内面 9 1 1 a がワイヤ 6 9 を押し付けることにより、ワイヤ 6 9 に第 1 曲線痕 9 2 7 や第 2 曲線痕 9 2 8 が形成される可能性がある。同図に示すように、第 1 曲線痕 9 2 7 は、第 1 被押圧面 9 2 5 の縁 9 2 5 B からずれた位置に形成されている。同様に、第 2 曲線痕 9 2 8 は、第 2 被押圧面 9 2 6 の縁 9 2 6 B からずれた位置に形成されている。本実施形態とは異なり、ワイヤ 6 9 に第 1 曲線痕 9 2 7 や第 2 曲線痕 9 2 8 が形成されていなくてもよい。

[0094] 図 2 3 に示す第 2 ボンディング部 9 0 6 B は、ワイヤ 6 9 のうちワイヤボンディングパッド 3 1 に接合している部位である。図 2 3、図 2 4 に示す橋絡部 9 0 6 C は、第 1 ボンディング部 9 0 6 A および第 2 ボンディング部 9 0 6 B をつないでいる。図 2 8 に示すように、橋絡部 9 0 6 C の断面形状は円形状である。

- [0095] 図23に示すように、ワイヤボンディング構造900Bの電極パッド981は、電子素子1に積層されている。
- [0096] 以上のように、ワイヤ69をワイヤボンディングパッド31と電子素子1とに接合する。詳細は説明しないが、同様に、ワイヤ69をワイヤボンディングパッド41と電子素子1とに接合する。このようにして、図29に示す構成を得ることができる。
- [0097] 次に、図30に示すように、金型85および金型86によって、リード22'、32'、42'を挟み込む（図30では、リード42'のみ示す）。金型85、86がリード22'、32'、42'を挟み込んでいる状態で、金型85、86をリード22'、32'、42'に固定する。ピン87、88を用いて、金型85、86に対しダイボンディングパッド21を固定する。金型85、86によってリード22'、32'、42'を挟み込んだ際、金型85および金型86に囲まれた空間891が形成される。空間891は、ダイボンディングパッド21や、電子素子1などを収容している。
- [0098] 次に、空間891に樹脂を注入する。次に、ダイボンディングパッド21からピン87をわずかに離間させる。すると、ダイボンディングパッド21とピン87との間にも樹脂が入り込む。同様にダイボンディングパッド21からピン88をわずかに離間させる。すると、ダイボンディングパッド21およびピン88の間に樹脂が入り込む。その後、樹脂が完全に硬化した後に、樹脂パッケージ7から金型85、86を取り外す。このようにして、図2～図4に示した上述の樹脂パッケージ7が形成される。樹脂パッケージ7のうち金型85によって形成された面が、上述の第1面71となる。一方、樹脂パッケージ7のうち金型86によって形成された面が、上述の第2面72となる。樹脂パッケージ7のうちピン87が挿入されていた部位は、上述のピン跡711となる。同様に、樹脂パッケージ7のうちピン88が挿入されていた部位は、上述のピン跡721となる。その後、線899（図29参照）に沿ってリード22'、32'、42'を切断するなどして、電子装置A10が製造される。

[0099] 電子装置A10は、上述したワイヤボンディング構造900Bを含んでいる。以降に説明する他の電子装置においても、ワイヤボンディング構造900Bが同様の態様で含まれている点は、共通である。

[0100] 次に、本実施形態の作用効果について説明する。

[0101] 本実施形態においては、ワイヤ69を電極パッド981に接合する工程の前には、ワイヤ69は退避面923 α を有している。退避面923 α は、外周面921からワイヤ69の中心軸O $\times$ 側に退避した面である。ワイヤ69を電極パッド981に接合する工程においては、退避面923 α を電極パッド981に対して押し付けた状態で、ワイヤ69に超音波振動を付加する。このような構成によると、ワイヤ69を電極パッド981に接合する際に、ウエッジ901によってワイヤ69が電極パッド981に押し付けられたときに、電極パッド981に接するワイヤ69の面積をより大きくすることができる。これにより、ウエッジ901によってワイヤ69が電極パッド981に押し付けられたときに、ワイヤ69から電極パッド981に対し、局所的な力が与えられることを抑制できる。その結果、電極パッド981が形成された電子素子1が損傷することを、防止できる。以上より、本実施形態によると、Cuよりなるワイヤ69を用いた場合であっても、電子素子1の損傷を防止しつつ、ワイヤ69を電極パッド981に対し適切に接合できる。

[0102] 本実施形態においては、ワイヤ69を電極パッド981に接合する工程を開始する時点において、退避面923 α は平坦である。このような構成によると、ワイヤ69を電極パッド981に接合する際に、ウエッジ901によってワイヤ69が電極パッド981に押し付けられたときに、電極パッド981に接するワイヤ69の面積を更に大きくすることができる。したがって、上述した理由と同様の理由により、Cuよりなるワイヤ69を用いた場合であっても、電子素子1の損傷を更に防止しつつ、ワイヤ69を電極パッド981に対しより適切に接合できる。

[0103] 本実施形態においては、ワイヤ69を電極パッド981に接合する前に、ワイヤ69を押付対象982に対して押し付けることにより、退避面923

α を形成する。このような構成は、ワイヤ69に退避面923 α を形成するのに好適である。なお本実施形態とは異なり、ワイヤリール965に巻かれた時点から、退避面923 α が既に形成されているワイヤ69を用いてもよい。この場合、ワイヤ69を押付対象982に押し付けることにより、退避面923 α を形成する工程を行う必要はない。

[0104] ワイヤ69の直径が太ければ太いほど、ワイヤ69および電極パッド981を接合するには、ワイヤ69を電極パッド981に対し、より大きな力で押し付ける必要がある。本実施形態においては、直径が150～1000 μ m程度の、直径の太いワイヤ69を用いるが、電子素子1の損傷を防止しつつ、ワイヤ69を電極パッド981に対し適切に接合できる。

[0105] 電子装置A10は、放熱部材5を備えている。そのため、電子素子1からダイボンディングパッド21に伝わった熱は、放熱部材5を介して、放熱板82に伝導し得る。よって、電子素子1からダイボンディングパッド21に伝わった熱は、放熱板82に伝わりやすくなる。したがって、電子装置A10は、電子素子1が過度に高温となることを抑制するのに適する。すなわち、電子装置A10は、放熱性に優れている。

[0106] 電子装置A10においては、電極2は、均一の厚さの導電部材を成型することにより形成されている。そのため、電極2を形成するために、ダイボンディングパッド21の厚さとリード22の厚さが異なる導電部材を用いる必要がない。均一の厚さの導電部材は、低コストで製造できる。したがって、電子装置A10は、製造コストの削減を図るのに適する。

[0107] 電子装置A10においては、ダイボンディングパッド21と放熱部材5とは、超音波接合によって接合されている。超音波接合によりダイボンディングパッド21と放熱部材5とを接合する際には、ダイボンディングパッド21の温度を上昇させる必要がない。そのため、放熱部材5を接合する際に、ダイボンディングパッド21が酸化されにくい。すなわち、放熱部材5を接合した後であっても、ダイボンディングパッド21の配置面211が酸化膜に覆われておらず導電材料が露出した状態を保つことができる。したがって

、電子装置A10は、ダイボンディングパッド21と電子素子1とをより確実に導通させるのに適する。

[0108] 以下に、本実施形態の変形例を示す。以下の変形例では、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付している。

[0109] <ワイヤボンディング構造900Bの変形例>

本変形例においては、ワイヤ69を第1接合対象981Aに接合する工程の前には、ワイヤ69は退避面923 α を有していない。そして、第1接合対象981Aが、金属層980および電極パッド981を含む点において、第1実施形態とは異なる。電極パッド981は、第1実施形態で述べた電極パッド981の説明をそのまま適用できるから、本実施形態では説明を省略する。金属層980は、電極パッド981および第1ボンディング部906Aの間に介在している。金属層980の厚さは、電極パッド981の厚さよりも厚い。金属層980の厚さは、たとえば、50～150 μm である。

[0110] 本実施形態によると、ワイヤ69を第1接合対象981Aに接合する際、金属層980が緩衝層としての役割を果たす。そのため、電極パッド981に局所的な力が与えられることを、防止できる。その結果、第1接合対象981Aが形成された電子素子1が損傷することを、防止できる。以上より、本実施形態によると、Cuよりなるワイヤ69を用いた場合であっても、電子素子1の損傷を防止しつつ、ワイヤ69を第1接合対象981Aに対し適切に接合できる。

[0111] <第1変形例>

次に、図32～図34を用いて、本実施形態にかかる電子装置の第1変形例について説明する。

[0112] 図32は、本変形例にかかる電子装置の断面図である。図33は、本変形例にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。図34は、本変形例にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[0113] これらの図に示す電子装置A11は、電子装置A10と同様に、電子素子1と、電極2～4と、放熱部材5と、接着層61（図8参照、本変形例では

図示略)と、メッキ層62と、2本のワイヤ69と、樹脂パッケージ7と、を備える。電子装置A11は、放熱部材5の形状が電子装置A10と相違する。電子装置A11における電子素子1、電極2~4、接着層61、メッキ層62、ワイヤ69、および、樹脂パッケージ7の各構成は、電子装置A10の構成と同様であるから、説明を省略する。

[0114] 本変形例においては、放熱部材5は、平板部51と、突出部52とを含む。平板部51は、略矩形の板状を呈する。平板部51は、 xy 平面視において、ダイボンディングパッド21と重なる。突出部52は、平板部51から方向 x 1に向かって突出している。突出部52は、 xy 平面視において、リード22と重なる。図33、図34に示すように、突出部52とワイヤボンディングパッド31との間に隙間39が形成されている。同様に、突出部52とワイヤボンディングパッド41との間に隙間49が形成されている。突出部52の方向 x 1側の先端は、ダイボンディングパッド21よりも方向 x 1側に位置する。

[0115] 次に、本変形例の作用効果について説明する。

[0116] 電子装置A11においては、放熱部材5は、平板部51から突出する突出部52を含む。放熱部材5が突出部52を含む構成は、 xy 平面視において、放熱部材5の面積を大きくするのに適する。そのため、電子装置A11によると、放熱部材5を介して、ダイボンディングパッド21から放熱板82に熱が伝わりやすくなる。

[0117] 電子装置A11においては、 xy 平面視において、突出部52とワイヤボンディングパッド31との間に隙間39が形成されている。このような構成によると、 xy 平面視において、突出部52がワイヤボンディングパッド31と重なる領域を小さくすることができる。ワイヤ69をワイヤボンディングパッド31に接合する際には、ワイヤボンディングパッド31の方向 z 2側に図示しないヒータを配置する。 xy 平面視における突出部52とワイヤボンディングパッド31とが重なる領域が小さいと、当該ヒータを配置し易い。したがって、電子装置A11によると、ワイヤボンディングパッド31

にワイヤ69を容易に接合できる。同様の理由により、電子装置A11によると、ワイヤボンディングパッド41にワイヤ69を容易に接合できる。

[0118] <第2変形例>

次に、図35～図37を用いて、本実施形態にかかる電子装置の第2変形例について説明する。

[0119] 図35は、本変形例にかかる電子装置の断面図である。図36は、本変形例にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。図37は、本変形例にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[0120] これらの図に示す電子装置A12は、電子装置A10と同様に、電子素子1と、電極2～4と、放熱部材5と、接着層61（図8参照、本変形例では図示略）と、メッキ層62と、2本のワイヤ69と、樹脂パッケージ7と、を備える。電子装置A12は、放熱部材5の形状が、電子装置A10と相違する。電子装置A12における電子素子1、電極2～4、接着層61、メッキ層62、ワイヤ69、および、樹脂パッケージ7の各構成は、電子装置A10の構成と同様であるから、説明を省略する。放熱部材5には、ネジ挿通用の円形のネジ穴54が形成されている。図36に示すように、放熱部材5は、ダイボンディングパッド21よりも、方向x2の側に位置する部位を有する。

[0121] 電子装置A12は、xy平面視において、放熱部材5の面積を大きくするのに適する。そのため、電子装置A12によると、放熱部材5を介して、ダイボンディングパッド21から放熱板82に熱が伝わりやすくなる。

[0122] なお、本変形例における放熱部材5は、電子装置A11における平板部51と突出部52とを備える構成であってもよい。

[0123] <第3変形例>

次に、図38～図40を用いて、本実施形態にかかる電子装置の第3変形例について説明する。

[0124] 図38は、本変形例にかかる電子装置の断面図である。図39は、本変形例にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。図40は、本変形例に

かかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[0125] これらの図に示す電子装置A 1 3は、電子装置A 1 0と同様に、電子素子1と、電極2～4と、放熱部材5と、接着層6 1（図8参照、本変形例では図示略）と、メッキ層6 2と、2本のワイヤ6 9と、樹脂パッケージ7と、を備える。電子装置A 1 3は、放熱部材5の形状が、電子装置A 1 0と相違する。電子装置A 1 2における電子素子1、電極2～4、接着層6 1、メッキ層6 2、ワイヤ6 9、および、樹脂パッケージ7の各構成は、電子装置A 1 0の構成と同様であるから、説明を省略する。放熱部材5には、方向×2の端部から方向×1側に凹む凹部5 5が形成されている。凹部5 5は、方向×2側に開口している。× y平面視において、凹部5 5は、ダイボンディングパッド2 1における孔2 1 4と重なる。図3 9に示すように、本変形例においても、放熱部材5は、ダイボンディングパッド2 1よりも、方向×2の側に位置する部位を有する。

[0126] 電子装置A 1 3は、× y平面視において、放熱部材5の面積を大きくするのに適する。そのため、電子装置A 1 3によると、放熱部材5を介して、ダイボンディングパッド2 1から放熱板8 2に熱が伝わりやすくなる。

[0127] なお、本変形例における放熱部材5は、電子装置A 1 1における平板部5 1と突出部5 2とを備える構成であってもよい。

[0128] <電子装置の実装構造の変形例>

次に、図4 1を用いて、本実施形態にかかる電子装置の実装構造の変形例について示す。

[0129] 図4 1は、本変形例にかかる電子装置の実装構造の要部断面図である。同図に示す電子装置の実装構造B 2は、電子装置A 1 0と、実装基板8 1と、放熱板8 2とを備える。電子装置の実装構造B 2は、電子装置の実装構造B 1と異なり、実装基板8 1と平行に放熱板8 2が形成されている。そして、リード2 2， 3 2， 4 2のいずれもが屈曲した状態で、電子装置A 1 0が実装基板8 1に実装されている。なお、電子装置A 1 0に代えて、電子装置A 1 1～A 1 3のいずれかが実装基板8 1に実装されていてもよい。

[0130] [第2実施形態]

次に、図42～図53を用いて、本発明の第2実施形態について説明する。

[0131] 図42は、本実施形態にかかる電子装置の実装構造を示す要部断面図である。

[0132] 図42に示す電子装置の実装構造B3は、電子装置A20と、実装基板81と、放熱板82とを備える。

[0133] 実装基板81は、複数の電子部品が実装される基板である。実装基板81は、絶縁性の材料よりなる。実装基板81には図示しない配線パターンが形成されている。実装基板81には、複数の孔811が形成されている。放熱板82は、実装基板81に立設されている。放熱板82は、熱伝導率の比較的大きな材料、たとえば、アルミニウムなどの金属よりなる。

[0134] 図43は、本実施形態にかかる電子装置の正面図である。図44は、本実施形態にかかる電子装置の平面図である。図45は、本実施形態にかかる電子装置の底面図である。図46は、本実施形態にかかる電子装置の断面図である。図47は、本実施形態にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。図48は、本実施形態にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。図49は、図46に示した電子装置の部分拡大断面図である。

[0135] これらの図に示す電子装置A20は、電子素子1と、電極2～4と、放熱部材5と、接着層61（図49参照、その他の図では略）と、メッキ層62（図42、図46参照、その他の図では略）と、接合層63（図49参照、その他の図では略）と、2本のワイヤ69と、樹脂パッケージ7と、を備える。図47、図48では、樹脂パッケージ7を、2点鎖線で示している。図42に示すように、電子装置A20は、実装基板81に実装されている。電子装置A20は、電子素子1の種類により、電気回路におけるスイッチング機能、整流機能、増幅機能などを果たす電子部品として用いられる。

[0136] 図42、図46、図47に示す電子素子1は、平面視矩形状である。電子素子1は、たとえば、ダイオードやトランジスタなどの半導体からなる素子

である。本実施形態では、電子素子 1 はトランジスタである。

[0137] 図 4 2、図 4 6～図 4 8 に示す電極 2 は、ダイボンディングパッド 2 1 と、リード 2 2 とを含む。ダイボンディングパッド 2 1 およびリード 2 2 は、たとえば、銅などの導電材料よりなる。

[0138] ダイボンディングパッド 2 1 は、電子素子 1 を搭載するためのものである。ダイボンディングパッド 2 1 は、平板状である。ダイボンディングパッド 2 1 は、配置面 2 1 1 と、裏面 2 1 2 とを有する。配置面 2 1 1 は方向 z 1 を向く。裏面 2 1 2 は、方向 z 2 を向く。配置面 2 1 1 には、電子素子 1 が配置されている。ダイボンディングパッド 2 1 には電子素子 1 にて発生した熱が伝わる。ダイボンディングパッド 2 1 には、配置面 2 1 1 から裏面 2 1 2 にわたって貫通する孔 2 1 4 が形成されている。図 4 7 に示すように、孔 2 1 4 は、 x y 平面視において、ダイボンディングパッド 2 1 の方向 x 2 側の端部から x 1 方向に凹む形状である。

[0139] リード 2 2 は、ダイボンディングパッド 2 1 から線状に延びる形状である。リード 2 2 は挿入実装用のものである。図 4 2 に示すように、リード 2 2 は孔 8 1 1 に挿入される。これにより、電子装置 A 2 0 が実装基板 8 1 に実装される。リード 2 2 を実装基板 8 1 に固定するために、孔 8 1 1 にはハンダ 8 4 が充填されている。図 4 6～図 4 8 に示すように、リード 2 2 は、接合部 2 2 3 と、端子部 2 2 2 とを有する。本実施形態においては、接合部 2 2 3 と端子部 2 2 2 とは一体成型されている。接合部 2 2 3 は、ダイボンディングパッド 2 1 に接合されている。接合部 2 2 3 は、配置面 2 1 1 と交差する方向に延びる形状である。図 4 6 に示すように、接合部 2 2 3 は、ダイボンディングパッド 2 1 の裏面 2 1 2 よりも、方向 z 2 側に位置する部位を有する。すなわち、接合部 2 2 3 の方向 z 2 側の先端は、ダイボンディングパッド 2 1 の裏面 2 1 2 よりも、方向 z 2 側に位置する。端子部 2 2 2 は、接合部 2 2 3 につながる。端子部 2 2 2 は、接合部 2 2 3 から方向 x 1 に向かって延びる。端子部 2 2 2 は、後述の樹脂パッケージ 7 から突出する部位を有する。

[0140] 図47、図48に示す電極3は、ワイヤボンディングパッド31と、リード32とを含む。電極3は、 x y 平面視において、ダイボンディングパッド21の方向 x 1側、且つ、リード22の方向 y 1側、に位置する。ワイヤボンディングパッド31およびリード32は、一体成型されている。ワイヤボンディングパッド31およびリード32は、たとえば銅などの導電性材料よりなる。ワイヤボンディングパッド31は、ダイボンディングパッド21より小さい略矩形の平板状である。リード32は、ワイヤボンディングパッド31とつながる。リード32は、ワイヤボンディングパッド31から方向 x 1に向かって線状に延びる形状である。リード32は、リード22に並列されている。リード32は、後述の樹脂パッケージ7から突出する部位を有する。リード32は挿入実装用のものである。図42に示すように、リード32は孔811に挿入される。これにより、電子装置A20が実装基板81に実装される。リード32を実装基板81に固定するために、孔811にはハンダ84が充填されている。

[0141] 図47、図48に示す電極4は、ワイヤボンディングパッド41と、リード42とを含む。電極4は、 x y 平面視において、ダイボンディングパッド21の方向 x 1側、且つ、リード22の方向 y 2側、に位置する。ワイヤボンディングパッド41およびリード42は、一体成型されている。ワイヤボンディングパッド41およびリード42は、たとえば銅などの導電性材料よりなる。ワイヤボンディングパッド41は、ダイボンディングパッド21より小さい略矩形の平板状である。リード42は、ワイヤボンディングパッド41とつながる。リード42は、ワイヤボンディングパッド41から方向 x 1に向かって線状に延びる形状である。リード42は、リード22に並列されている。リード42とリード32との間に、リード22が位置する。リード42は、後述の樹脂パッケージ7から突出する部位を有する。リード42は挿入実装用のものである。図42に示すように、リード42は孔811に挿入される。これにより、電子装置A20が実装基板81に実装される。リード42を実装基板81に固定するために、孔811にはハンダ84が充填

されている。

[0142] 図49に示すように、接着層61は、電子素子1とダイボンディングパッド21との間に介在する。接着層61は、電子素子1をダイボンディングパッド21に接着するためのものである。本実施形態においては、接着層61を介して、電子素子1がダイボンディングパッド21と導通している。接着層61は、たとえば、銀ペーストもしくはハンダペーストである。

[0143] 図46～図48に示す放熱部材5は、ダイボンディングパッド21を挟んで、電子素子1が配置された側と反対側に配置されている。すなわち、放熱部材5と電子素子1との間にダイボンディングパッド21が位置する。放熱部材5は、孔214よりも方向x1側に位置する。放熱部材5は、略矩形の板状である。放熱部材5が略矩形の板状である場合には、放熱部材5を形成するのに穴を空けるなどの特殊な加工をする必要がないため、放熱部材5を製造し易い。

[0144] 放熱部材5は、電子素子1にて発生した熱を速やかに電子装置A20の外部に放出するために、設けられている。本実施形態において放熱部材5は、セラミックなどの絶縁材料よりなる。このようなセラミックとしては、たとえば、アルミナ、ジルコニア、もしくは、チッ化アルミニウムが挙げられる。

[0145] 放熱部材5は、面5a、5bを有する。面5aは、方向z1を向く。面5bは、方向z2を向く。面5aは、ダイボンディングパッド21に接合されている。

[0146] 図49に示す接合層63は、たとえば、銀ペーストである。接合層63は、面5aとダイボンディングパッド21との間に介在する。接合層63は、面5aとダイボンディングパッド21を接合している。

[0147] 図42～図46に示すように、樹脂パッケージ7は、電子素子1、電極2～4、および、放熱部材5を覆っている。樹脂パッケージ7は、たとえば、黒色のエポキシ樹脂よりなる。図43に示すように、樹脂パッケージ7は、第1面71と、第2面72とを有する。第1面71は、平坦面715とテー

パ面 7 1 6 とを有する。平坦面 7 1 5 は、電子装置 A 2 0 を実装基板 8 1 に実装するための実装面である。図 4 5、図 4 6 に示すように、平坦面 7 1 5 からは、放熱部材 5 の面 5 b が露出している。平坦面 7 1 5 は、面 5 b と面一となっている。平坦面 7 1 5 は、必ずしも面 5 b と面一となっている必要はない。たとえば、平坦面 7 1 5 から放熱部材 5 がわずかに突出していてもよい。図 4 2 に示すように、平坦面 7 1 5 および面 5 b は、放熱板 8 2 に正対する。面 5 b と放熱板 8 2 との間に放熱用のグリース 8 9 が介在していてもよい。もしくは、図示しないが、面 5 b と放熱板 8 2 が接していてもよい。これらは、電子装置 A 2 0 の放熱性向上の観点から好ましい。テーパ面 7 1 6 は、平坦面 7 1 5 につながる。テーパ面 7 1 6 は、方向 z 1 に向かうにつれ、x y 平面における外側に向かう形状である。

[0148] 図 4 3 に示すように、第 2 面 7 2 は、複数の平坦面 7 2 5 と、複数のテーパ面 7 2 6 とを有する。各テーパ面 7 2 6 は、複数の平坦面 7 2 5 のいずれかにつながる。各テーパ面 7 2 6 は、方向 z 2 に向かうにつれ、x y 平面における外側に向かう形状である。各テーパ面 7 2 6 は、境界 7 3 において、テーパ面 7 1 6 とつながる。図 4 4 に示すように、樹脂パッケージ 7 には、複数の平坦面 7 2 5 の一つから凹むピン跡 7 2 1 が形成されている。樹脂パッケージ 7 には、ネジ穴 7 8 が形成されている。図 4 2 に示すように、ネジ穴 7 8 には、電子装置 A 2 0 を放熱板 8 2 に固定するためのネジ 8 3 が挿通される。

[0149] 図 4 7 に示す 2 本のワイヤ 6 9 は、たとえば、アルミニウムなどの金属よりなる。2 本のワイヤ 6 9 のうちの一つは、電子素子 1 とワイヤボンディングパッド 3 1 とに接合されている。これにより、電子素子 1 とワイヤボンディングパッド 3 1 とが導通している。2 本のワイヤ 6 9 のうちの一つは、電子素子 1 とワイヤボンディングパッド 4 1 とに接合されている。これにより、電子素子 1 とワイヤボンディングパッド 4 1 とが導通している。電子素子 1 がトランジスタでなくダイオードである場合には、ワイヤボンディングパッド 3 1、4 1 のいずれにもワイヤ 6 9 がボンディングされている必要はない。

い。この場合、ワイヤボンディングパッド31、41のいずれか一方に、ワイヤ69がボンディングされていればよい。

[0150] 図42、図46に示すメッキ層62は、各リード22、32、42の樹脂パッケージ7から突出している部位を覆っている。メッキ層62は、たとえば、スズと銀と銅との合金よりなる。

[0151] 次に、図50～図53を用いて、電子装置A20の製造方法について説明する。

[0152] まず、図50に示すように、ダイボンディングパッド21および放熱部材5を準備する。次に、接合層63（図49参照、図50では略）を介して、ダイボンディングパッド21を、放熱部材5の面5aに接合する。次に、図51に示すように、ダイボンディングパッド21にリード22'を、たとえば溶接をするなどして、接合する。ダイボンディングパッド21とリード22'との接合は、リード22'の端子部222'を、放熱部材5の面5bから方向zにおいて距離L3だけ離間させた状態で行う。リード22'の周囲には電極3'および電極4'が、配置されている。

[0153] 次に、図52に示すように、接着層61（図49参照、図52では略）を介して、ダイボンディングパッド21に電子素子1を配置する。電子素子1を配置する位置は、ダイボンディングパッド21を挟んで放熱部材5とは反対側である。

[0154] 次に、電子素子1と電極3'のワイヤボンディングパッド31とに、ワイヤ69を接合する。同様に、電子素子1と電極4'のワイヤボンディングパッド41とに、ワイヤ69を接合する。ワイヤ69の接合は、第1実施形態で述べたように行う。

[0155] 次に、図53に示すように、金型85および金型86によって、リード22'、32'、42'（図53ではリード22'のみ示す）を挟み込む。金型85、86がリード22'、32'、42'を挟み込んでいる状態で、金型85、86をリード22'、32'、42'に固定する。また、ピン88を用いて、金型85、86に対しダイボンディングパッド21を固定する。

金型 85 は、放熱部材 5 の面 5b に当接している。金型 85 のうち面 5b に当接する面と、方向 z における、金型 85 のうち端子部 222' に当接する部位との離間距離 L4 は、上述の距離 L3 と略同一である。金型 85、86 によってリード 22'、32'、42' を挟み込んだ際、金型 85 および金型 86 に囲まれた空間 891 が形成される。空間 891 は、ダイボンディングパッド 21 や、電子素子 1 などを収容している。

[0156] 次に、空間 891 に樹脂を注入する。次に、ダイボンディングパッド 21 からピン 88 をわずかに離間させる。すると、ダイボンディングパッド 21 およびピン 88 の間に樹脂が入り込む。その後、樹脂が完全に硬化した後に、樹脂パッケージ 7 から金型 85、86 を取り外す。このようにして、図 43～図 46 に示した上述の樹脂パッケージ 7 が形成される。樹脂パッケージ 7 のうち金型 85 によって形成された面が、上述の第 1 面 71 となる。一方、樹脂パッケージ 7 のうち金型 86 によって形成された面が、上述の第 2 面 72 となる。樹脂パッケージ 7 のうちピン 88 が挿入されていた部位は、上述のピン跡 721 となる。その後、図 52 に示す線 899 に沿ってリード 22'、32'、42' を切断するなどして、電子装置 A20 が製造される。

[0157] 次に、本実施形態の作用効果について説明する。

[0158] 電子装置 A20 は、放熱部材 5 を備えている。そのため、電子素子 1 からダイボンディングパッド 21 に伝わった熱は、放熱部材 5 を介して、放熱板 82 に伝導し得る。よって、電子素子 1 からダイボンディングパッド 21 に伝わった熱は、放熱板 82 に伝わりやすくなる。したがって、電子装置 A20 は、電子素子 1 が過度に高温となることを抑制するのに適する。すなわち、電子装置 A20 は、放熱性に優れている。

[0159] 電子装置 A20 においては、放熱部材 5 の面 5b が、樹脂パッケージ 7 の平坦面 715 から露出している。そのため、放熱部材 5 から放熱板 82 へ、樹脂パッケージ 7 を介さずに、熱が伝導しうる。これにより、放熱部材 5 から放熱板 82 へ速やかに熱が伝わる。したがって、電子装置 A20 は、電子素子 1 が過度に高温となることを抑制するのにさらに適する。すなわち、電

子装置 A 2 0 は、放熱性に特に優れている。

[0160] 本実施形態にかかる製造方法においては、図 5 0 に示すように放熱部材 5 とダイボンディングパッド 2 1 とを接合した後に、図 5 1 に示すようにリード 2 2' をダイボンディングパッド 2 1 に接合している。そのため、放熱部材 5 の厚さ（方向 z における寸法）のばらつきがあっても、放熱部材 5 の面 5 b とリード 2 2' の端子部 2 2 2' との方向 z における離間距離 L 3 を、ほぼ一定にすることができる。これにより、離間距離 L 3 を、図 5 3 に示した金型 8 5 における距離 L 4 と略同一にすることができる。仮に $L 3 < L 4$ である場合を想定する。この場合、金型 8 5 はリード 2 2' の端子部 2 2 2' に当接する。だが、金型 8 5 は、放熱部材 5 の面 5 b には当接せず、金型 8 5 と面 5 b との間には隙間が生じる。金型 8 5 と面 5 b との間に隙間が生じたままでは、面 5 b を樹脂パッケージ 7 から露出させることができない。また、仮に $L 3 > L 4$ である場合を想定する。この場合、金型 8 5 は、放熱部材 5 の面 5 b に当接する。だが、金型 8 5 は、リード 2 2' の端子部 2 2 2' に当接せず、金型 8 5 と端子部 2 2 2' との間には隙間が生じる。金型 8 5 と端子部 2 2 2' との間に隙間が生じたままでは、空間 8 9 1 から樹脂が流れ出すため、樹脂パッケージ 7 を形成することができない。一方、本実施形態にかかる方法では、距離 L 3 を距離 L 4 と略同一にすることができるため、金型 8 5、8 6 によってリード 2 2' を挟むとき、金型 8 5 を、面 5 b およびリード 2 2' の端子部 2 2 2' のいずれにも、確実に当接させることができる。したがって、本実施形態にかかる方法は、面 5 b が樹脂パッケージ 7 から露出している装置を確実に製造するのに適する。

[0161] 電子装置 A 2 0 においては、放熱部材 5 は、セラミックよりなる。セラミックよりなる放熱部材 5 の厚さは、放熱部材 5 ごとにばらつきやすい。このような場合であっても、放熱部材 5 をダイボンディングパッド 2 1 に接合した後に、リード 2 2' をダイボンディングパッド 2 1 に接合すると、方向 z における、面 5 b と端子部 2 2 2' との離間距離 L 3 を、距離 L 4 と略同一にすることができる。したがって、本実施形態にかかる方法は、放熱部材 5

がセラミックよりなる場合に面 5 b が樹脂パッケージ 7 から露出している装置を確実に製造するのに、より好適である。

[0162] 以下に、本実施形態の変形例を示す。以下の変形例では、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付している。

[0163] <第 1 変形例>

次に、図 5 4 ～図 5 6 を用いて、本実施形態の電子装置の第 1 変形例について説明する。

[0164] 図 5 4 は、本変形例にかかる電子装置の断面図である。図 5 5 は、本変形例にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。図 5 6 は、本変形例にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[0165] これらの図に示す電子装置 A 2 1 は、電子装置 A 2 0 と同様に、電子素子 1 と、電極 2 ～ 4 と、放熱部材 5 と、接着層 6 1（図 4 9 参照、本変形例では図示略）と、メッキ層 6 2 と、接合層 6 3（図 4 9 参照、本変形例では図示略）と、2 本のワイヤ 6 9 と、樹脂パッケージ 7 と、を備える。電子装置 A 2 1 は、電極 2 の構成および放熱部材 5 の形状が、電子装置 A 2 0 と相違する。電子装置 A 2 1 における電子素子 1、電極 3、4、接着層 6 1、メッキ層 6 2、接合層 6 3、ワイヤ 6 9、および樹脂パッケージ 7 の各構成は、電子装置 A 2 0 の構成と同様であるから、説明を省略する。

[0166] 電極 2 は、ダイボンディングパッド 2 1 と、リード 2 2 とを含む。本変形例においては、ダイボンディングパッド 2 1 は、板状部 2 1 5 および延出部 2 1 6 を有する。板状部 2 1 5 は、略矩形の板状を呈する。延出部 2 1 6 は、板状部 2 1 5 から、配置面 2 1 1 と交差する方向に延びる。より具体的には、延出部 2 1 6 は、方向 z 2 側から方向 z 1 側に向かう方向に延びる。板状部 2 1 5 および延出部 2 1 6 は、一体成型されている。リード 2 2 は、方向 x 1 に向かって延びる線状である。リード 2 2 は、延出部 2 1 6 と接合されている。図 5 4 に示すように、延出部 2 1 6 はリード 2 2 よりも方向 z 1 側に位置する部位を有する。すなわち、延出部 2 1 6 の方向 z 1 側の先端は、リード 2 2 よりも方向 z 1 側に位置する。

[0167] 本変形例においては、放熱部材 5 は、平板部 5 1 と、突出部 5 2 とを含む。平板部 5 1 は、略矩形の板状を呈する。図 5 5、図 5 6 に示すように、平板部 5 1 は、 x y 平面視において、ダイボンディングパッド 2 1 と重なる。突出部 5 2 は、平板部 5 1 から方向 x 1 に向かって突出している。突出部 5 2 は、 x y 平面視において、リード 2 2 と重なる。本変形例においては、突出部 5 2 とワイヤボンディングパッド 3 1 との間に隙間 3 9 が形成されている。同様に、突出部 5 2 とワイヤボンディングパッド 4 1 との間に隙間 4 9 が形成されている。突出部 5 2 の方向 x 1 側の先端は、板状部 2 1 5 の端面よりも方向 x 1 側に位置する。

[0168] 次に、本変形例の作用効果について説明する。

[0169] 電子装置 A 2 1 においては、放熱部材 5 は、平板部 5 1 から突出する突出部 5 2 を含む。放熱部材 5 が突出部 5 2 を含む構成は、 x y 平面視において、放熱部材 5 の面積を大きくするのに適する。そのため、電子装置 A 2 1 によると、放熱部材 5 を介して、ダイボンディングパッド 2 1 から放熱板 8 2 に熱が伝わりやすくなる。

[0170] 電子装置 A 2 1 においては、 x y 平面視において、突出部 5 2 とワイヤボンディングパッド 3 1 との間に隙間 3 9 が形成されている。このような構成によると、 x y 平面視において、突出部 5 2 がワイヤボンディングパッド 3 1 と重なる領域を小さくすることができる。ワイヤ 6 9 をワイヤボンディングパッド 3 1 に接合する際には、ワイヤボンディングパッド 3 1 の方向 z 2 側に図示しないヒータを配置する。 x y 平面視における突出部 5 2 とワイヤボンディングパッド 3 1 とが重なる領域が小さいと、当該ヒータを配置し易い。したがって、電子装置 A 2 1 によると、ワイヤボンディングパッド 3 1 にワイヤ 6 9 を容易に接合できる。同様の理由により電子装置 A 2 1 によると、ワイヤボンディングパッド 4 1 にワイヤ 6 9 を容易に接合できる。

[0171] <第 2 変形例>

次に、図 5 7 ~ 図 6 0 を用いて、本実施形態の電子装置の第 2 変形例について説明する。

[0172] 図57は、本変形例にかかる電子装置の断面図である。図58は、本変形例にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。図59は、本変形例にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[0173] これらの図に示す電子装置A22は、電子装置A20と同様に、電子素子1と、電極2～4と、放熱部材5と、接着層61（図49参照、本変形例では図示略）と、メッキ層62と、接合層63（図49参照、本変形例では図示略）と、2本のワイヤ69と、樹脂パッケージ7と、を備える。電子装置A22は、放熱部材5の形状が、電子装置A20と相違する。電子装置A22における電子素子1、電極2～4、接着層61、メッキ層62、接合層63、ワイヤ69、および、樹脂パッケージ7の各構成は、電子装置A20の構成と同様であるから、説明を省略する。放熱部材5は、外郭形状が矩形状の平板である。放熱部材5には、ネジ挿通用の円形のネジ穴54が形成されている。ネジ穴54は、 xy 平面視において、ダイボンディングパッド21に形成された孔214と重なる。図58に示すように、放熱部材5は、ダイボンディングパッド21よりも、方向 x 2の側に位置する部位を有する。本変形例ではさらに、放熱部材5は、 xy 平面視において、樹脂パッケージ7から方向 x 2側に、はみ出る部位を有する。

[0174] 電子装置A22においては、放熱部材5は、ダイボンディングパッド21よりも、方向 x 2の側に位置する部位を有する。これは、 xy 平面視において、放熱部材5の面積を大きくするのに適する。そのため、電子装置A22によると、放熱部材5を介して、ダイボンディングパッド21から放熱板82に熱が伝わりやすくなる。

[0175] 電子装置A22においては、放熱部材5は、 xy 平面視において、樹脂パッケージ7から方向 x 2側にはみ出る部位を有する。これは、 xy 平面視において、放熱部材5の面積を大きくするのに適する。そのため、電子装置A22によると、放熱部材5を介して、ダイボンディングパッド21から放熱板82に熱が伝わりやすくなる。

[0176] 電子装置A22においては、放熱部材5は、 xy 平面視において、樹脂パ

ッケージ 7 から方向 x 2 側にはみ出る部位を有している。このような電子装置 A 2 2 を製造するには、図 6 0 に示す金型 8 5, 8 6 を用いる。同図に示す金型 8 5, 8 6 を用いる場合には、金型 8 5 および金型 8 6 が、放熱部材 5 を挟み込む。そのため、図 5 3 に示したピン 8 8 を用いる必要がない。ピン 8 8 を用いないならば、ピン 8 8 の移動に要する手間および時間を削減できる。そのため、電子装置 A 2 2 は、製造工程の簡素化、および、効率化を図るのに適する。

[0177] なお、本変形例における放熱部材 5 は、電子装置 A 2 1 における平板部 5 1 と突出部 5 2 とを備える構成であってもよい。

[0178] <第 3 変形例>

次に、図 6 1 ~ 図 6 3 を用いて、本実施形態の電子装置の第 3 変形例について説明する。

[0179] 図 6 1 は、本変形例にかかる電子装置の断面図である。図 6 2 は、本変形例にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。図 6 3 は、本変形例にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[0180] これらの図に示す電子装置 A 2 3 は、電子装置 A 2 0 と同様に、電子素子 1 と、電極 2 ~ 4 と、放熱部材 5 と、接着層 6 1（図 4 9 参照、本変形例では図示略）と、メッキ層 6 2 と、接合層 6 3（図 4 9 参照、本変形例では図示略）と、2 本のワイヤ 6 9 と、樹脂パッケージ 7 と、を備える。電子装置 A 2 3 は、放熱部材 5 の形状が、電子装置 A 2 0 と相違する。電子装置 A 2 3 における電子素子 1、電極 2 ~ 4、接着層 6 1、メッキ層 6 2、および、樹脂パッケージ 7 の各構成は、電子装置 A 2 0 の構成と同様であるから、説明を省略する。

[0181] 放熱部材 5 には、方向 x 2 の端部から方向 x 1 側に凹む凹部 5 5 が形成されている。凹部 5 5 は、方向 x 2 側に開口している。x y 平面視において、凹部 5 5 は、ダイボンディングパッド 2 1 における孔 2 1 4 と重なる。図 6 2 に示すように、放熱部材 5 は、ダイボンディングパッド 2 1 よりも、方向 x 2 の側に位置する部位を有する。

[0182] 電子装置A 2 3は、 $x y$ 平面視において、放熱部材5の面積を大きくするのに適する。そのため、電子装置A 2 3によると、放熱部材5を介して、ダイボンディングパッド2 1から放熱板8 2に熱が伝わりやすくなる。

[0183] なお、本変形例における放熱部材5は、電子装置A 2 1における平板部5 1と突出部5 2とを備える構成であってもよい。

[0184] <第4変形例>

次に、図6 4～図6 6を用いて、本実施形態の電子装置の第4変形例について説明する。

[0185] 図6 4は、本変形例にかかる電子装置の断面図である。図6 5は、本変形例にかかる電子装置の底面図である。図6 6は、本変形例にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[0186] これらの図に示す電子装置A 2 4は、電子装置A 2 0と同様に、電子素子1と、電極2～4と、放熱部材5と、接着層6 1（図4 9参照、本変形例では図示略）と、メッキ層6 2と、接合層6 3（図4 9参照、本変形例では図示略）と、2本のワイヤ6 9と、樹脂パッケージ7と、を備える。電子装置A 2 4は、放熱部材5の形状が、電子装置A 2 0と相違する。電子装置A 2 4における電子素子1、電極2～4、接着層6 1、メッキ層6 2、接合層6 3の各構成は、電子装置A 2 0の構成と同様であるから、説明を省略する。

[0187] 本変形例においては、放熱部材5は、四角錐台状である。放熱部材5は、脱落防止部5 9 1を含む。脱落防止部5 9 1は、放熱部材5のうち、 $x y$ 平面視において面5 bからはみ出る部分である。すなわち、脱落防止部5 9 1は、 $x y$ 平面視において面5 bと重ならない部分である。図6 4によく表れているように、脱落防止部5 9 1よりも方向 $z 2$ に向かう側には、樹脂パッケージ7が形成されている。このような構成によると、樹脂パッケージ7に対する放熱部材5の方向 $z 2$ 側への移動が規制される。したがって、放熱部材5が樹脂パッケージ7から脱落することを防止できる。

[0188] なお、本変形例にかかる構成を、本実施形態にかかる第1～第3変形例の各構成と組み合わせてもよい。

[0189] <第5変形例>

次に、図67を用いて、本実施形態の電子装置の第5変形例について説明する。

[0190] 図67は、本実施形態の第5変形例にかかる電子装置の部分拡大断面図である。

[0191] 同図に示す電子装置A25は、接合層63の構成が、電子装置A20と異なる。電子装置A25における電子素子1、電極2～4、放熱部材5、接着層61、メッキ層62、ワイヤ69、および、樹脂パッケージ7の各構成は、電子装置A20の構成と同様であるから、説明を省略する。

[0192] 本変形例においては、接合層63は、樹脂層631と、フィラー632とを含む。樹脂層631は、放熱部材5の面5aとダイボンディングパッド21との間に介在している。樹脂層631は、たとえば、エポキシなどの樹脂よりなる。フィラー632は、微細な形状であり、樹脂層631に混入されている。フィラー632は、樹脂層631を構成する材料の熱伝導率より大きい熱伝導率の材料よりなる。このような材料としては、AlN、Agなどが挙げられる。

[0193] このような構成によれば、ダイボンディングパッド21から放熱部材5へ、熱を伝えやすいフィラー632を経由して、熱が伝導しうる。そのため、ダイボンディングパッド21から放熱部材5へ熱が伝わりやすくなる。したがって、電子装置A25は、放熱性に優れる。

[0194] なお、本実施形態の第1～第4変形例における接合層63として、本変形例の構成を採用してもよい。

[0195] <第6変形例>

次に、図68を用いて、本実施形態の電子装置の第6変形例について説明する。

[0196] 図68は、本実施形態の第6変形例にかかる電子装置の部分拡大断面図である。

[0197] 同図に示す電子装置A26は、放熱部材5の構成が、上述の電子装置A2

0と異なる。電子素子1、電極2～4、接着層61、メッキ層62、接合層63、2本のワイヤ69、および、樹脂パッケージ7の各構成は、電子装置A20の構成と同様であるから、説明を省略する。

[0198] 放熱部材5は、基材551と、絶縁膜552とを含む。基材551は、たとえば、アルミニウムなどの金属よりなる。絶縁膜552は、絶縁材料からなる。絶縁膜552は、基材551を構成する金属の酸化物よりなる。絶縁膜552は、基材551がアルミニウムよりなる場合、アルミニウムの陽極酸化皮膜であるとよい。絶縁膜552は、面5a, 5bを構成している。

[0199] なお、本実施形態の第1～第5変形例における放熱部材5として、本変形例の構成を採用してもよい。

[0200] <第7変形例>

次に、図69～図73を用いて、本実施形態の電子装置の第7変形例について説明する。

[0201] 図69は、本変形例にかかる電子装置の断面図である。図70は、本変形例にかかる電子装置の底面図である。図71は、本変形例にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。

[0202] これらの図に示す電子装置A27は、電子装置A20と同様に、電子素子1と、電極2～4と、接着層61（図49参照、本変形例では図示略）と、メッキ層62と、接合層63（図49参照、本変形例では図示略）と、2本のワイヤ69と、樹脂パッケージ7と、を備える。電子装置A27は、放熱部材5の構成が、上述の電子装置A20と異なる。電子装置A27における電子素子1、電極2～4、接着層61、メッキ層62、接合層63、2本のワイヤ69、および、樹脂パッケージ7の各構成は、電子装置A20の構成と同様であるから、説明を省略する。

[0203] 本変形例においては、放熱部材5は、第1基板58と、第2基板59とを含む。第1基板58および第2基板59はいずれも、セラミックなどの絶縁材料よりなる。このようなセラミックとしては、たとえば、アルミナ、ジルコニア、もしくは、チッ化アルミニウムが挙げられる。

[0204] 第1基板58は、矩形状の平板である。第1基板58は、面5aを構成している。第2基板59は、第1基板58より小さい矩形状の平板である。第2基板59は、第1基板58に積層されている。第2基板59は、面5bを構成している。第2基板59は、後述のように、第1基板58とともに焼成することにより、接合されている。第2基板59は、 xy 平面視において、全体にわたって第1基板58と重なる。

[0205] 第1基板58は、脱落防止部581を有する。脱落防止部581は、 xy 平面視において、第2基板59からはみ出ている部位である。すなわち、脱落防止部581は、第1基板58のうち、 xy 平面視において、第2基板59と重ならない部位である。図69に示すように、脱落防止部581よりも方向 $z2$ に向かう側に、樹脂パッケージ7が形成されている。このような構成によると、樹脂パッケージ7に対する放熱部材5の方向 $z2$ 側への移動が規制される。したがって、放熱部材5が樹脂パッケージ7から脱落することを防止できる。

[0206] 次に、図72、図73を用いて、電子装置A27の放熱部材5の製造方法の一例について簡単に説明する。

[0207] まず、図72に示すように、セラミックからなるシート871を用意する。次に、シート871に、セラミックよりなる複数の基板872を配置する。次に、シート871と複数の基板872とを一括して焼成する。次に、図73に示すように、シート871を、複数の個片873に切断する。各個片873には、基板872が接合されている。基板872が接合された個片873の一つを、放熱部材5として用いる。放熱部材5をダイボンディングパッド21に接合層63（図49参照、本変形例では図示略）を介して接合するなど、電子装置A20に関して述べた方法と同様の方法を行うことにより、電子装置A27を製造することができる。

[0208] なお、本実施形態の第1～第6変形例における放熱部材5として、第1基板58と第2基板59とが積層された本変形例の構成を採用してもよい。

[0209] <電子装置の実装構造の変形例>

次に、図 7 4 を用いて、電子装置の実装構造の変形例について示す。

[0210] 図 7 4 は、本実施形態にかかる電子装置の実装構造の変形例を示す要部断面図である。

[0211] 同図に示す電子装置の実装構造 B 4 は、電子装置 A 2 0 と、実装基板 8 1 と、放熱板 8 2 とを備える。電子装置の実装構造 B 4 は、電子装置の実装構造 B 3 と異なり、実装基板 8 1 と平行に放熱板 8 2 が形成されている。そして、リード 2 2, 3 2, 4 2 のいずれもが屈曲した状態で、電子装置 A 2 0 が実装基板 8 1 に実装されている。なお、電子装置 A 2 0 に代えて、電子装置 A 2 1 ~ A 2 7 のいずれかが実装基板 8 1 に実装されていてもよい。

[0212] [第 3 実施形態]

次に、図 7 5 ~ 図 8 6 を用いて、本発明の第 3 実施形態について説明する。

[0213] 図 7 5 は、本実施形態にかかる電子装置の実装構造を示す要部断面図である。

[0214] 図 7 5 に示す電子装置の実装構造 B 5 は、電子装置 A 3 0 と、実装基板 8 1 と、放熱板 8 2 とを備える。

[0215] 実装基板 8 1 は、複数の電子部品が実装される基板である。実装基板 8 1 は、絶縁性の材料よりなる。実装基板 8 1 には図示しない配線パターンが形成されている。実装基板 8 1 には、複数の孔 8 1 1 が形成されている。放熱板 8 2 は、実装基板 8 1 に立設されている。放熱板 8 2 は、熱伝導率の比較的大きな材料、たとえば、アルミニウムなどの金属よりなる。

[0216] 図 7 6 は、本実施形態にかかる電子装置の正面図である。図 7 7 は、本実施形態にかかる電子装置の平面図である。図 7 8 は、本実施形態にかかる電子装置の底面図である。図 7 9 は、本実施形態にかかる電子装置の断面図である。図 8 0 は、本実施形態にかかる電子装置の平面図（一部透視化）である。図 8 1 は、本実施形態にかかる電子装置の底面図（一部透視化）である。図 8 2 は、図 7 9 に示した電子装置の部分拡大断面図である。

[0217] これらの図に示す電子装置 A 3 0 は、電子素子 1 と、電極 2 ~ 4 と、接着

層 6 1（図 8 2 参照、その他の図では省略）と、メッキ層 6 2（図 7 5、図 7 9 参照、その他の図では省略）と、2 本のワイヤ 6 9 と、樹脂パッケージ 7 と、絶縁膜 8 と、を備える。図 8 0、図 8 1 では、樹脂パッケージ 7 を 2 点鎖線で示している。電子装置 A 3 0 は、実装基板 8 1 に実装されている。図 7 5 に示すように、電子装置 A 3 0 は、電子素子 1 の種類により、電気回路におけるスイッチング機能、整流機能、増幅機能などを果たす電子部品として用いられる。

[0218] 図 7 5、図 7 9、図 8 0 に示す電子素子 1 は、平面視矩形状である。電子素子 1 は、たとえば、ダイオードやトランジスタなどの半導体からなる素子である。本実施形態では、電子素子 1 はトランジスタである。

[0219] 図 7 9～図 8 1 に示す電極 2 は、ダイボンディングパッド 2 1 と、リード 2 2 とを含む。ダイボンディングパッド 2 1 およびリード 2 2 は、たとえば、銅などの導電材料よりなる。

[0220] ダイボンディングパッド 2 1 は、電子素子 1 を搭載するためのものである。ダイボンディングパッド 2 1 は、平板状である。ダイボンディングパッド 2 1 は、配置面 2 1 1 と、裏面 2 1 2 とを有する。配置面 2 1 1 は方向 z 1 を向く。裏面 2 1 2 は、方向 z 2 を向く。配置面 2 1 1 には、電子素子 1 が配置されている。ダイボンディングパッド 2 1 には電子素子 1 にて発生した熱が伝わる。ダイボンディングパッド 2 1 には、配置面 2 1 1 から裏面 2 1 2 にわたって貫通する孔 2 1 4 が形成されている。図 8 0 に示すように、孔 2 1 4 は、 x y 平面視において、ダイボンディングパッド 2 1 の方向 x 2 側の端部から x 1 方向に凹む形状である。

[0221] リード 2 2 は、ダイボンディングパッド 2 1 から線状に延びる形状である。リード 2 2 は挿入実装用のものである。図 7 5 に示すように、リード 2 2 が孔 8 1 1 に挿入される。これにより、電子装置 A 3 0 が実装基板 8 1 に実装される。リード 2 2 を実装基板 8 1 に固定するために、孔 8 1 1 にはハンダ 8 4 が充填されている。図 7 9～図 8 1 に示すように、リード 2 2 は、連結部 2 2 1 と、端子部 2 2 2 とを有する。本実施形態においては、連結部 2

21と端子部222とは一体成型されている。連結部221は、ダイボンディングパッド21につながる。連結部221は、ダイボンディングパッド21から、配置面211と交差する方向に延びる形状である。端子部222は、連結部221につながる。端子部222は、連結部221から方向x1に向かって延びる。端子部222は、後述の樹脂パッケージ7から突出する部位を有する。

[0222] 図80、図81に示す電極3は、ワイヤボンディングパッド31と、リード32とを含む。電極3は、x y平面視において、ダイボンディングパッド21の方向x1側、且つ、リード22の方向y1側、に位置する。ワイヤボンディングパッド31およびリード32は、一体成型されている。ワイヤボンディングパッド31およびリード32は、たとえば銅などの導電性材料よりなる。ワイヤボンディングパッド31は、ダイボンディングパッド21より小さい略矩形の平板状である。リード32は、ワイヤボンディングパッド31とつながる。リード32は、ワイヤボンディングパッド31から方向x1に向かって線状に延びる形状である。リード32は、リード22に並列されている。リード32は、後述の樹脂パッケージ7から突出する部位を有する。リード32は挿入実装用のものである。図75に示すように、リード32は孔811に挿入される。これにより、電子装置A30が実装基板81に実装される。リード32を実装基板81に固定するために、孔811にハンダ84が充填されている。

[0223] 図80、図81に示す電極4は、ワイヤボンディングパッド41と、リード42とを含む。電極4は、x y平面視において、ダイボンディングパッド21の方向x1側、且つ、リード22の方向y2側、に位置する。ワイヤボンディングパッド41およびリード42は、一体成型されている。ワイヤボンディングパッド41およびリード42は、たとえば銅などの導電性材料よりなる。ワイヤボンディングパッド41は、ダイボンディングパッド21より小さい略矩形の平板状である。リード42は、ワイヤボンディングパッド41とつながる。リード42は、ワイヤボンディングパッド41から方向x

1 に向かって線状に延びる形状である。リード 4 2 を実装基板 8 1 に固定するために、孔 8 1 1 にハンダ 8 4 が充填されている。リード 4 2 は、リード 2 2 に並列されている。リード 4 2 とリード 3 2 との間に、リード 2 2 が位置する。リード 4 2 は、後述の樹脂パッケージ 7 から突出する部位を有する。リード 4 2 は挿入実装用のものである。図 7 5 に示すように、リード 4 2 が孔 8 1 1 に挿入される。これにより、電子装置 A 3 0 が実装基板 8 1 に実装される。

[0224] 図 8 2 に示す接着層 6 1 は、電子素子 1 とダイボンディングパッド 2 1 との間に介在する。接着層 6 1 は、電子素子 1 をダイボンディングパッド 2 1 に接着するためのものである。本実施形態においては、接着層 6 1 を介して、電子素子 1 がダイボンディングパッド 2 1 と導通している。接着層 6 1 は、たとえば、銀ペーストもしくはハンダペーストである。

[0225] 図 7 9 に示すように、樹脂パッケージ 7 は、電子素子 1、および、電極 2 ~ 4 を覆っている。樹脂パッケージ 7 は、たとえば、黒色のエポキシ樹脂よりなる。図 7 6 に示すように、樹脂パッケージ 7 は、第 1 面 7 1 と、第 2 面 7 2 とを有する。第 1 面 7 1 は、平坦面 7 1 5 とテーパ面 7 1 6 とを有する。図 7 5 に示すように、平坦面 7 1 5 は、電子装置 A 3 0 を実装基板 8 1 に実装するための実装面である。図 8 2 に示すように、平坦面 7 1 5 からは、ダイボンディングパッド 2 1 の裏面 2 1 2 が露出している。本実施形態においては、平坦面 7 1 5 は、裏面 2 1 2 と面一となっている。なお、平坦面 7 1 5 は、裏面 2 1 2 と面一でなくてもよい。図 7 6 に示すように、テーパ面 7 1 6 は、平坦面 7 1 5 につながる。テーパ面 7 1 6 は、方向 z 1 に向かうにつれ、x y 平面における外側に向かう形状である。

[0226] 図 7 6 に示すように、第 2 面 7 2 は、複数の平坦面 7 2 5 と、複数のテーパ面 7 2 6 とを有する。各テーパ面 7 2 6 は、複数の平坦面 7 2 5 のいずれかにつながる。各テーパ面 7 2 6 は、方向 z 2 に向かうにつれ、x y 平面における外側に向かう形状である。各テーパ面 7 2 6 は、境界 7 3 において、テーパ面 7 1 6 とつながる。樹脂パッケージ 7 には、図 7 7 に示すように、

複数の平坦面 7 2 5 の一つから凹むピン跡 7 2 1 が形成されている。また、図 7 7、図 7 8 に示すように、樹脂パッケージ 7 には、ネジ穴 7 8 が形成されている。図 7 5 に示すように、ネジ穴 7 8 には、電子装置 A 3 0 を放熱板 8 2 に固定するためのネジ 8 3 が挿通される。

[0227] 図 7 9、図 8 2 によく表れているように、絶縁膜 8 は、ダイボンディングパッド 2 1 の裏面 2 1 2 と、樹脂パッケージ 7 における平坦面 7 1 5 とを覆っている。絶縁膜 8 は、裏面 2 1 2 と平坦面 7 1 5 とを直接覆っている。すなわち、絶縁膜 8 は、裏面 2 1 2 および平坦面 7 1 5 に接している。電子装置 A 3 0 を使用する際にダイボンディングパッド 2 1 に電流が流れるのであるならば、絶縁膜 8 は、厚さ方向に約 6 k V の電圧が印加されても、絶縁破壊しないことが好ましい。絶縁膜 8 の厚さ（方向 z における寸法）は、ダイボンディングパッド 2 1 の厚さ（方向 z における寸法）より小さい。ダイボンディングパッド 2 1 の厚さは、たとえば、200～800 μ m である。一方、絶縁膜 8 の厚さは、たとえば、10～200 μ m である。絶縁膜 8 を構成する材料の絶縁耐圧は、たとえば、3～4.6 k V/mm である。絶縁膜 8 を構成する材料は、たとえば、ポリアミドイミドもしくはポリイミドが挙げられる。絶縁膜 8 は、面 8 a を有する。面 8 a は、方向 z 2 を向く。

[0228] 図 7 5 に示すように、面 8 a は、放熱板 8 2 に正対している。面 8 a と放熱板 8 2 との間には、放熱用のグリース 8 9 が介在していてもよい。もしくは、図示しないが、面 8 a と放熱板 8 2 とが接していてもよい。これらは、電子装置 A 3 0 の放熱性向上の観点から好ましい。

[0229] 図 8 0 に示す 2 本のワイヤ 6 9 は、たとえば、アルミニウムなどの金属よりなる。2 本のワイヤ 6 9 のうちの一つは、電子素子 1 とワイヤボンディングパッド 3 1 とに接合されている。これにより、電子素子 1 とワイヤボンディングパッド 3 1 とが導通している。2 本のワイヤ 6 9 のうちの一つは、電子素子 1 とワイヤボンディングパッド 4 1 とに接合されている。これにより、電子素子 1 とワイヤボンディングパッド 4 1 とが導通している。電子素子 1 がトランジスタでなくダイオードである場合には、ワイヤボンディングパ

ッド31, 41のいずれにもワイヤ69がボンディングされている必要はない。この場合、ワイヤボンディングパッド31, 41のいずれか一方に、ワイヤ69がボンディングされていればよい。

[0230] 図75、図79に示すメッキ層62は、各リード22, 32, 42の樹脂パッケージ7から突出している部位を覆っている。メッキ層62は、たとえば、スズと銀と銅との合金よりなる。

[0231] 次に、図83～図86を用いて、電子装置A30の製造方法の一例について説明する。

[0232] まず、図83に示すように、電極2', 3', 4'を形成する。次に、図84に示すように、ダイボンディングパッド21の配置面211に、図82に示した接着層61を介して電子素子1を配置する。電子素子1の配置は、還元雰囲気中の、たとえば300～350℃の環境にて行う。

[0233] 次に、電子素子1とワイヤボンディングパッド31とに、ワイヤ69を接合する。同様に、電子素子1とワイヤボンディングパッド41とに、ワイヤ69を接合する。ワイヤ69の接合は、第1実施形態で示したように行う。

[0234] 次に、図85に示すように、金型85および金型86によって、リード22', 32', 42'を挟み込む(図85では、リード42'のみ示す)。金型85, 86がリード22', 32', 42'を挟み込んでいる状態で、金型85, 86をリード22', 32', 42'に固定する。ピン88を用いて、金型85, 86に対しダイボンディングパッド21を固定する。金型85は、ダイボンディングパッド21の裏面212に当接している。金型85, 86によってリード22', 32', 42'を挟み込んだ際、金型85および金型86に囲まれた空間891が形成される。空間891は、ダイボンディングパッド21や、電子素子1などを収容している。

[0235] 次に、空間891に樹脂を注入する。次に、ダイボンディングパッド21からピン88をわずかに離間させる。すると、ダイボンディングパッド21およびピン88の間に樹脂が入り込む。その後、樹脂が完全に硬化したのち、樹脂パッケージ7から金型85, 86を取り外す。このようにして、図8

6に示す樹脂パッケージ7が形成される。樹脂パッケージ7のうち金型85によって形成された面が、第1面71となる。一方、樹脂パッケージ7のうち金型86によって形成された面が、第2面72となる。樹脂パッケージ7のうちピン88が挿入されていた部位は、ピン跡721となる。

[0236] 次に、ダイボンディングパッド21の裏面212と、樹脂パッケージ7の平坦面715とに、絶縁膜8を形成する。絶縁膜8の形成は、ダイボンディングパッド21の裏面212などを表面処理することにより行う。このような表面処理としては、たとえば、スプレーコーティングが挙げられる。なお、この際、ネジ穴78の一部に絶縁膜8が形成されることもある。その後、図84に示した線899に沿ってリード22'、32'、42'を切断するなどして、電子装置A30が製造される。

[0237] 次に、本実施形態の作用効果について説明する。

[0238] 電子装置A30においては、ダイボンディングパッド21の裏面212が樹脂パッケージ7から露出している。そのため、裏面212を覆う絶縁膜8も樹脂パッケージ7に覆われていない部分を有する。これにより、ダイボンディングパッド21から絶縁膜8に伝わった熱は、樹脂パッケージ7を介さずに、放熱板82へ伝導しうる。その結果、絶縁膜8から放熱板82へ速やかに熱が伝わる。したがって、電子装置A30は、電子素子1が過度に高温となることを抑制するのに適する。すなわち、電子装置A30は、放熱性に特に優れている。

[0239] 上述のように、ダイボンディングパッド21への電子素子1の配置は、約300～350℃の環境においてなされる。また、本実施形態にかかる電子装置の製造方法においては、電子素子1をダイボンディングパッド21に配置した後に、絶縁膜8を形成している。そのため、絶縁膜8を構成する材料として、ダイボンディングパッド21が配置される際の温度（300～350℃）よりも耐熱温度が低いものを、用いることができる。その結果、絶縁膜8を構成する材料の選択の幅が広がる。

[0240] 以下に、本実施形態の変形例を示す。以下の変形例では、上記実施形態と

同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付している。

[0241] <第1変形例>

次に、図87～図91を用いて、本実施形態にかかる電子装置の第1変形例について説明する。

[0242] 図87は、本実施形態の第1変形例にかかる電子装置の断面図である。図88は、本実施形態の第1変形例にかかる電子装置の底面図である。図89は、図87に示した電子装置の部分拡大断面図である。

[0243] これらの図に示す電子装置A31は、電子素子1と、電極2～4と、接着層61（図89参照、本変形例では図示略）と、メッキ層62と、2本のワイヤ69と、樹脂パッケージ7と、絶縁膜8と、を備える。電子素子1、電極2～4、接着層61、メッキ層62、およびワイヤ69の各構成は、上述の電子装置A30と同様であるから、説明を省略する。

[0244] 図87、図89に示すように、絶縁膜8は、ダイボンディングパッド21の裏面212を覆っている。絶縁膜8は、裏面212を直接覆っている。すなわち、絶縁膜8は、裏面212に接している。電子装置A30を使用する際にダイボンディングパッド21に電流が流れるのであるならば、絶縁膜8は、厚さ方向に約6kVの電圧が印加されても、絶縁破壊しないことが好ましい。絶縁膜8の厚さ（方向zにおける寸法）は、ダイボンディングパッド21の厚さ（方向zにおける寸法）より小さい。ダイボンディングパッド21の厚さは、たとえば、200～800μmである。一方、絶縁膜8の厚さは、たとえば、10～200μmである。絶縁膜8を構成する材料の絶縁耐圧は、たとえば、3～4.6kV/mmである。本変形例においては、絶縁膜8を構成する材料の耐熱温度は、たとえば、400℃程度であることが好ましい。絶縁膜8を構成する材料は、たとえば、ポリアミドイミド系の材料が挙げられる。絶縁膜8は、面8aを有する。面8aは、方向z2を向く。面8aは、樹脂パッケージ7から露出する露出面となっている。

[0245] 面8aと放熱板82とは接しているか、もしくは、面8aと放熱板82との間に放熱用のグリース（図示略）が介在しているとよい。これは、電子装

置 A 3 1 の放熱性向上の観点から好ましい。

[0246] 図 8 7、図 8 9 に示すように、本変形例においては、平坦面 7 1 5 は、絶縁膜 8 の面 8 a と面一となっている。なお、平坦面 7 1 5 と面 8 a とが面一であることは必ずしも必要ではない。図示しないが、たとえば、樹脂パッケージ 7 が面 8 a の一部を覆っていてもよい。

[0247] 次に、図 9 0、図 9 1 を用いて、電子装置 A 3 1 の製造方法の一例について説明する。

[0248] まず、図 9 0 に示すように、電極 2' , 3' , 4' を形成する。次に、ダイボンディングパッド 2 1 の裏面 2 1 2 に、絶縁膜 8 を形成する。絶縁膜 8 の形成は、ダイボンディングパッド 2 1 の裏面 2 1 2 を表面処理することにより行う。このような表面処理としては、たとえば、スプレーコーティングが挙げられる。次に、図 9 1 に示すように、ダイボンディングパッド 2 1 の配置面 2 1 1 に、接着層 6 1 を介して電子素子 1 を配置する。電子素子 1 の配置は、還元雰囲気中の、たとえば 3 0 0 ~ 3 5 0 °C の環境にて行う。

[0249] その後、電子装置 A 3 0 を製造するのと同様に、ワイヤ 6 9 をボンディングし、樹脂パッケージ 7 を形成するなどして、電子装置 A 3 1 を製造する。

[0250] 電子装置 A 3 1 においては、ダイボンディングパッド 2 1 の裏面 2 1 2 が樹脂パッケージ 7 から露出している。そのため、裏面 2 1 2 を覆う絶縁膜 8 も樹脂パッケージ 7 に覆われていない部分を有する。これにより、ダイボンディングパッド 2 1 から絶縁膜 8 に伝わった熱は、樹脂パッケージ 7 を介さずに、放熱板 8 2 へ伝導しうる。その結果、絶縁膜 8 から放熱板 8 2 へ速やかに熱が伝わる。したがって、電子装置 A 3 1 は、電子素子 1 が過度に高温となることを抑制するのに適する。すなわち、電子装置 A 3 1 は、放熱性に特に優れている。

[0251] 次に、図 9 2 を用いて、本実施形態の電子装置の実装構造の変形例について示す。

[0252] 図 9 2 は、本変形例にかかる電子装置の実装構造の要部断面図である。同図に示す電子装置の実装構造 B 6 は、電子装置 A 3 0 と、実装基板 8 1 と、

放熱板 8 2 とを備える。電子装置の実装構造 B 6 は、電子装置の実装構造 B 5 と異なり、実装基板 8 1 と平行に放熱板 8 2 が形成されている。そして、リード 2 2, 3 2, 4 2 のいずれもが屈曲した状態で、電子装置 A 3 0 が実装基板 8 1 に実装されている。なお、電子装置 A 3 0 に代えて、電子装置 A 3 1 が実装基板 8 1 に実装されていてもよい。

[0253] 本発明の範囲は、上述した実施形態に限定されるものではない。本発明の各部の具体的な構成は、種々に設計変更自在である。

[0254] 以上のまとめとして、これらの実施形態にかかる構成およびそのバリエーションを以下に付記として列挙する。

〔付記 1〕

電子素子と、

放熱部材と、

上記電子素子が配置された配置面を有し、且つ、上記電子素子および上記放熱部材の間に位置するダイボンディングパッドと、

上記電子素子、上記放熱部材、および、上記ダイボンディングパッドを覆う樹脂パッケージと、

上記ダイボンディングパッドとつながり、且つ、上記樹脂パッケージから突出する挿入実装用の第 1 リードと、を備える、挿入実装型の電子装置。

〔付記 2〕

上記ダイボンディングパッドおよび上記第 1 リードは、一体成型されたものであり、

上記ダイボンディングパッドの厚さは、上記第 1 リードの厚さと同一である、付記 1 に記載の電子装置。

〔付記 3〕

上記第 1 リードは、上記配置面と交差する方向に延び且つ上記ダイボンディングパッドにつながる連結部と、上記連結部につながり且つ上記樹脂パッケージから突出する部位を有する端子部と、を含む、付記 2 に記載の電子装置。

〔付記 4〕

上記放熱部材は、超音波接合によって上記ダイボンディングパッドに接合されている、付記 2 または 3 に記載の電子装置。

〔付記 5〕

上記放熱部材は、上記樹脂パッケージを構成する材料よりも熱伝導率の大きい材料よりなる、付記 2 ないし 4 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 6〕

上記放熱部材は、上記ダイボンディングパッドを構成する材料よりも熱伝導率の大きい材料よりなる、付記 2 ないし 4 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 7〕

上記放熱部材は、アルミニウム、銅、もしくは、鉄よりなる、付記 2 ないし 4 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 8〕

上記放熱部材は、上記ダイボンディングパッドに接合された第 1 面と、上記第 1 面と反対側を向く第 2 面とを有し、

上記第 2 面は、上記樹脂パッケージから露出している、付記 1 に記載の電子装置。

〔付記 9〕

上記第 1 リードは、上記ダイボンディングパッドに接合されている、付記 8 に記載の電子装置。

〔付記 10〕

上記第 1 リードは、上記配置面と交差する方向に延び且つ上記ダイボンディングパッドに接合された接合部と、上記接合部につながり且つ上記樹脂パッケージから突出する部位を有する端子部と、を含み、

上記接合部および上記端子部は、一体成型されている、付記 9 に記載の電子装置。

〔付記 11〕

上記ダイボンディングパッドは、上記電子素子が配置された板状部と、上

記板状部から上記配置面と交差する方向に延び且つ上記第 1 リードに接合された延出部と、を含み、

上記板状部および上記延出部は、一体成型されている、付記 9 に記載の電子装置。

〔付記 1 2〕

上記延出部は、上記板状部から、上記第 2 面側から上記第 1 面側に向かう方向に延びる、付記 1 1 に記載の電子装置。

〔付記 1 3〕

上記放熱部材は、絶縁材料よりなる、付記 8 ないし 1 2 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 1 4〕

上記絶縁材料は、セラミックである、付記 1 3 に記載の電子装置。

〔付記 1 5〕

上記セラミックは、アルミナ、ジルコニア、または、チッ化アルミニウムである、付記 1 4 に記載の電子装置。

〔付記 1 6〕

上記放熱部材は、金属よりなる基材と、上記基材を包む絶縁膜とを含む、付記 8 ないし 1 2 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 1 7〕

上記絶縁膜は、上記金属の酸化物よりなる、付記 1 6 に記載の電子装置。

〔付記 1 8〕

上記放熱部材は、上記配置面と垂直である方向視において、上記第 2 面からはみ出る脱落防止部を含み、

上記脱落防止部は、上記樹脂パッケージよりも、上記第 2 面から上記第 1 面に向かう側に位置する、付記 8 ないし 1 7 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 1 9〕

上記放熱部材は、上記配置面と垂直である方向視において、上記樹脂パッケージからはみ出る部位を有する、付記 8 ないし 1 8 のいずれかに記載の電

子装置。

〔付記 20〕

上記放熱部材は、上記第 1 面を構成する第 1 基板と、上記第 1 基板に積層され且つ上記第 2 面を構成する第 2 基板と、を含み、

上記第 1 基板は、上記配置面と垂直である方向視において上記第 2 基板からはみ出ており、且つ、上記樹脂パッケージよりも、上記第 2 面から上記第 1 面に向かう側に位置する脱落防止部を有する、付記 13 ないし 15 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 21〕

上記第 2 基板は、上記配置面と垂直である方向視において、全体にわたって上記第 1 基板と重なる、付記 20 に記載の電子装置。

〔付記 22〕

上記第 1 面および上記ダイボンディングパッドの間に介在し且つ上記第 1 面および上記ダイボンディングパッドを接合する接合層を更に備える、付記 8 ないし 21 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 23〕

上記接合層は、銀ペーストである、付記 22 に記載の電子装置。

〔付記 24〕

上記接合層は、上記第 1 面および上記ダイボンディングパッドの間に介在し且つ樹脂よりなる樹脂層と、上記樹脂層に混入されたフィラーと、を含む、付記 22 に記載の電子装置。

〔付記 25〕

上記放熱部材は、上記配置面と垂直である方向視において上記ダイボンディングパッドと重なる平板部と、上記第 1 リードと重なり且つ上記第 1 リードが突出する方向に向かって上記平板部から突出する突出部と、を更に含む、付記 1 ないし 24 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 26〕

第 1 ワイヤボンディングパッドと、

上記第 1 リードに並列され、且つ、上記第 1 ワイヤボンディングパッドにつながる挿入実装用の第 2 リードと、を更に備え、

上記配置面と垂直である方向視において、上記第 1 ワイヤボンディングパッドと上記突出部との間には隙間が形成されている、付記 25 に記載の電子装置。

〔付記 27〕

第 2 ワイヤボンディングパッドと、

上記第 1 リードに並列され、且つ、上記第 2 ワイヤボンディングパッドにつながる挿入実装用の第 3 リードと、を更に備え、

上記第 1 リードは、上記第 2 リードおよび上記第 3 リードの間に位置し、
上記配置面と垂直である方向視において、上記第 2 ワイヤボンディングパッドと上記突出部との間には隙間が形成されている、付記 26 に記載の電子装置。

〔付記 28〕

上記ダイボンディングパッドには、孔が形成されており、

上記放熱部材は、矩形状であり、且つ、上記孔より上記第 1 リードが突出する方向の側に位置する、付記 1 ないし 24 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 29〕

上記ダイボンディングパッドには、孔が形成されており、

上記放熱部材には、上記孔と重なるネジ穴が形成されている、付記 1 ないし 24 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 30〕

上記ダイボンディングパッドには、孔が形成されており、

上記放熱部材は、上記第 1 リードが突出する方向と反対側に開口し且つ上記孔と重なる凹部を有する、付記 1 ないし 24 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 31〕

上記電子素子および上記ダイボンディングパッドの間に介在する接着層を

更に備える、付記 1 ないし 30 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 32〕

第 1 面と上記第 1 面とは反対側の第 2 面とを有する放熱部材を準備し、

上記第 1 面にダイボンディングパッドを接合し、

上記ダイボンディングパッドを接合する工程の後に、上記ダイボンディングパッドにリードを接合し、

上記ダイボンディングパッドを挟んで上記放熱部材とは反対側に、電子素子を配置し、

上記第 2 面を露出させ且つ上記リードの一部と上記ダイボンディングパッドと上記電子素子とを覆う樹脂パッケージを形成する、各工程を備える、挿入実装型の電子装置の製造方法。

〔付記 33〕

上記放熱部材を準備する工程は、

セラミックよりなるシートに、セラミックよりなる複数の基板を配置し、

上記シートと上記複数の基板とを一括して焼成し、

上記シートを、各々が上記複数の基板のいずれかが接合された複数の個片に切断する、各工程を含む、付記 32 に記載の挿入実装型の電子装置の製造方法。

〔付記 34〕

電子素子と、

上記電子素子を覆う樹脂パッケージと、

上記電子素子が配置され且つ上記樹脂パッケージに覆われた配置面、および、上記配置面と反対側を向き且つ上記樹脂パッケージから露出する裏面を有するダイボンディングパッドと、

上記裏面を覆う絶縁膜と、

上記ダイボンディングパッドとつながり、且つ、上記樹脂パッケージから突出する挿入実装用の第 1 リードと、を備える、挿入実装型の電子装置。

〔付記 3 5〕

上記絶縁膜は、上記樹脂パッケージを覆う、付記 3 4 に記載の電子装置。

〔付記 3 6〕

上記樹脂パッケージは、上記裏面と面一であり且つ上記絶縁膜に覆われた実装面を有する、付記 3 5 に記載の電子装置。

〔付記 3 7〕

上記絶縁膜は、上記樹脂パッケージから露出する露出面を有し、

上記樹脂パッケージは、上記露出面と面一である実装面を有する、付記 3 4 に記載の電子装置。

〔付記 3 8〕

上記第 1 リードは、上記配置面と交差する方向に延び且つ上記ダイボンディングパッドにつながる連結部と、上記連結部につながり且つ上記樹脂パッケージから突出する部位を有する端子部と、を含む、付記 3 4 ないし 3 7 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 3 9〕

第 1 ワイヤボンディングパッドと、

第 2 ワイヤボンディングパッドと、

上記第 1 リードに並列され、且つ、上記第 1 ワイヤボンディングパッドにつながる挿入実装用の第 2 リードと、

上記第 1 リードに並列され、且つ、上記第 2 ワイヤボンディングパッドにつながる挿入実装用の第 3 リードと、を更に備え、

上記第 1 リードは、上記第 2 リードおよび上記第 3 リードの間に位置する、付記 3 4 ないし 3 8 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 4 0〕

上記絶縁膜は、ポリアミドイミドもしくはポリイミドよりなる、付記 3 4 ないし 3 9 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 4 1〕

上記電子素子と上記ダイボンディングパッドとの間に介在する接着層を更

に備える、付記 3 4 ないし 4 0 のいずれかに記載の電子装置。

〔付記 4 2〕

配置面と上記配置面の反対側を向く裏面とを有するダイボンディングパッドを用い、

上記配置面に電子素子を配置する工程と、

上記電子素子を配置する工程の後に、上記裏面が臨む開口を有し、且つ、上記配置面および上記電子素子を覆う樹脂パッケージを形成する工程と、

上記裏面に絶縁膜を形成する工程と、を備える、挿入実装型の電子装置の製造方法。

〔付記 4 3〕

上記絶縁膜を形成する工程は、上記樹脂パッケージを形成する工程の後に、付記 4 2 に記載の電子装置の製造方法。

〔付記 4 4〕

上記絶縁膜を形成する工程においては、上記絶縁膜により上記樹脂パッケージの一部を覆う、付記 4 3 に記載の電子装置の製造方法。

〔付記 4 5〕

上記絶縁膜を形成する工程は、上記電子素子を配置する工程の前に行う、付記 4 2 に記載の電子装置の製造方法。

〔付記 4 6〕

上記絶縁膜を形成する工程は、スプレーコーティングにより行う、付記 4 2 ないし 4 5 のいずれかに記載の電子装置の製造方法。

請求の範囲

- [請求項1] Cuよりなるワイヤを用意する工程と、
前記ワイヤを、電子素子に形成された第1接合対象に接合する工程と、を備え、
前記接合する工程の前には、前記ワイヤは、外周面および退避面を有しており、
前記退避面は、前記外周面から前記ワイヤの中心軸側に退避した面であり、
前記接合する工程においては、前記退避面を前記第1接合対象に対して押し付けた状態で、前記ワイヤに超音波振動を付加する、ワイヤボンディング構造の製造方法。
- [請求項2] 前記接合する工程を開始する時点において、前記退避面は平坦である、請求項1に記載のワイヤボンディング構造の製造方法。
- [請求項3] 前記接合する工程の前に、前記ワイヤを押し付け対象に対して押し付けることにより、前記退避面を形成する工程を更に備える、請求項1または請求項2に記載のワイヤボンディング構造の製造方法。
- [請求項4] 前記押し付け対象は、セラミックあるいは金属よりなる、請求項3に記載のワイヤボンディング構造の製造方法。
- [請求項5] 前記ワイヤを押し付けるためのウエッジを用意する工程を更に備え、
前記退避面を形成する工程においては、前記ウエッジによって前記ワイヤを前記押し付け対象に対して押し付け、
前記第1接合対象に接合する工程においては、前記ウエッジによって前記ワイヤを前記第1接合対象に対して押し付ける、請求項3または請求項4に記載のワイヤボンディング構造の製造方法。
- [請求項6] 前記ウエッジには、前記ワイヤをガイドするガイド溝が形成されており、
前記退避面を形成する工程と前記第1接合対象に接合する工程との

間に、前記ガイド溝に前記ワイヤがはまった状態を維持しつつ、前記ガイド溝が前記押付対象に正対する位置から、前記ガイド溝が前記第1接合対象に正対する位置まで、前記ウエッジを移動する工程を更に備え、

前記退避面を形成する工程においては、前記ガイド溝の内面によって前記ワイヤを前記押付対象に対して押し付け、

前記第1接合対象に接合する工程においては、前記ガイド溝の前記内面によって前記ワイヤを前記第1接合対象に対して押し付ける、請求項5に記載のワイヤボンディング構造の製造方法。

[請求項7] 前記ワイヤは、直径が $150 \sim 1000 \mu\text{m}$ の円形状である、請求項1ないし請求項6のいずれかに記載のワイヤボンディング構造の製造方法。

[請求項8] 前記ワイヤは、直径が $300 \sim 1000 \mu\text{m}$ の円形状である、請求項1ないし請求項6のいずれかに記載のワイヤボンディング構造の製造方法。

[請求項9] 前記ワイヤは、全体がCuよりなる、請求項1ないし請求項8のいずれかに記載のワイヤボンディング構造の製造方法。

[請求項10] 前記ワイヤを第2接合対象に押し付けた状態で超音波振動を付加することにより、前記ワイヤを前記第2接合対象に接合する工程を更に備える、請求項1ないし請求項9のいずれかに記載のワイヤボンディング構造の製造方法。

[請求項11] 前記電子素子は、半導体素子である、請求項1ないし請求項10のいずれかに記載のワイヤボンディング構造の製造方法。

[請求項12] 前記半導体素子は、MOSFET、あるいは、IGBTである、請求項11に記載のワイヤボンディング構造の製造方法。

[請求項13] 第1面を有する第1接合対象と、
第2接合対象と、
前記第1接合対象および前記第2接合対象のいずれにも接合された

ワイヤと、を備え、

前記ワイヤは、Cuよりなり、且つ、直径が150～1000 μm の円形状である、ワイヤボンディング構造。

[請求項14] 前記ワイヤは、直径が300～1000 μm の円形状である、請求項13に記載のワイヤボンディング構造。

[請求項15] 前記ワイヤは、全体がCuよりなる、請求項13または請求項14に記載のワイヤボンディング構造。

[請求項16] 前記ワイヤは、前記第1接合対象に接合されたボンディング部を含み、

前記ボンディング部は、外周面と、前記第1接合対象に接合された接合面と、を有し、

前記接合面は、前記外周面から前記ワイヤの中心軸側に退避した面である、請求項13ないし請求項15のいずれかに記載のワイヤボンディング構造。

[請求項17] 第1方向に直交する断面による断面形状における、前記接合面の寸法は、前記ワイヤの直径の60～80%であり、

前記第1方向は、前記ワイヤの中心軸の延びる方向であって、前記第1面の向く方向に直交する方向である、請求項16に記載のワイヤボンディング構造。

[請求項18] 前記第1方向に直交する断面形状における、前記接合面の寸法は、90～800 μm である、請求項17に記載のワイヤボンディング構造。

[請求項19] 前記第1方向における前記接合面の寸法は、前記ワイヤの直径の3～10倍である、請求項17に記載のワイヤボンディング構造。

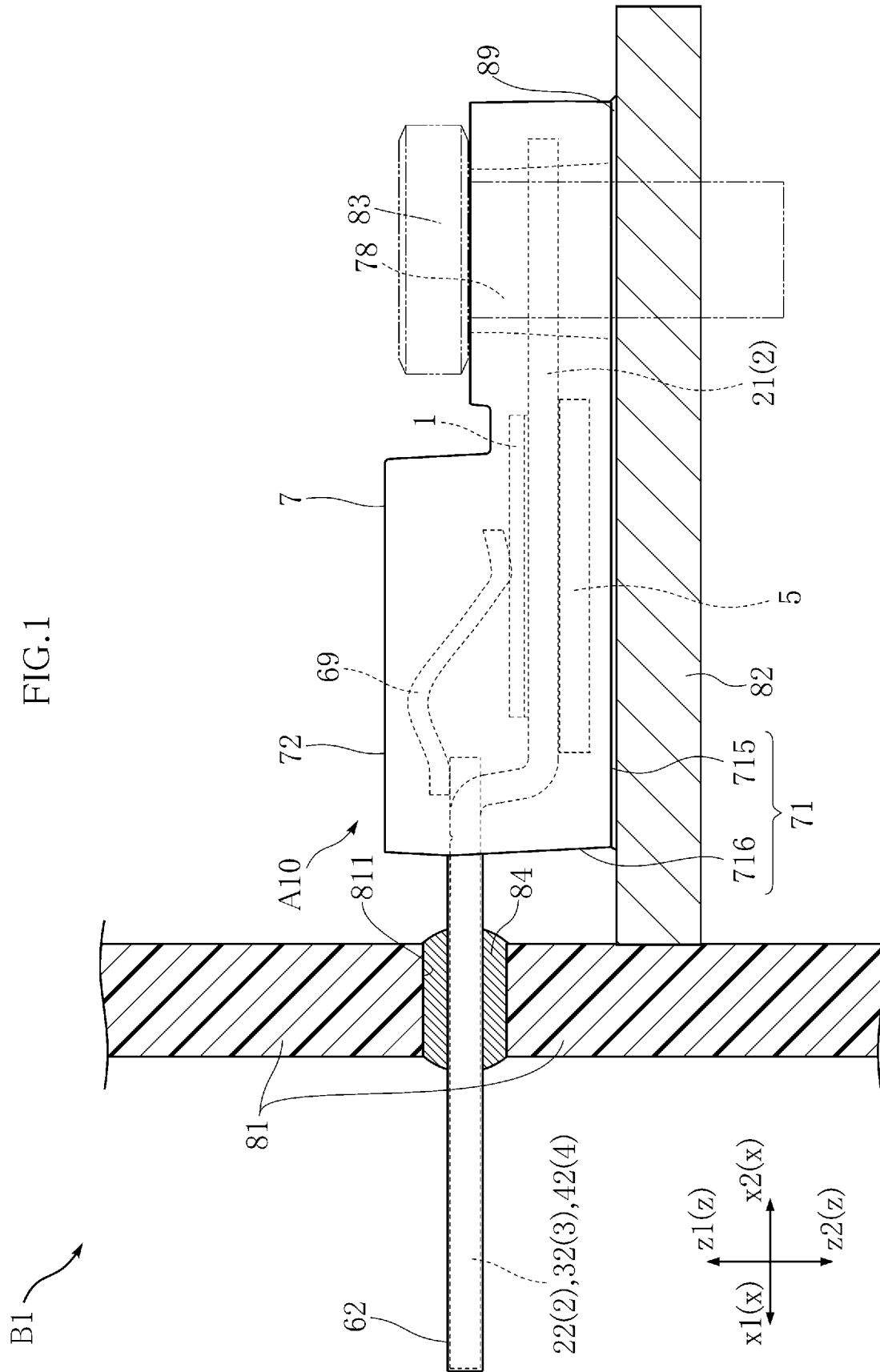
[請求項20] 前記第1方向における前記接合面の寸法は、1200～4000 μm である、請求項17に記載のワイヤボンディング構造。

[請求項21] 前記接合面は、長径が前記ワイヤの中心軸の延びる方向に一致する楕円形状である、請求項16に記載のワイヤボンディング構造。

- [請求項22] 前記接合面には、楕円形状の楕円痕が形成されており、前記楕円痕は、前記接合面の縁の内側に位置する、請求項 2 1 に記載のワイヤボンディング構造。
- [請求項23] 前記ボンディング部は、第 1 被押圧面および第 2 被押圧面を有し、
前記第 1 被押圧面および前記第 2 被押圧面は、前記外周面から前記ワイヤの前記中心軸側に退避した面であり、
前記第 1 被押圧面および前記第 2 被押圧面は、前記第 1 面に直交する方向に見た場合、前記中心軸を通り且つ前記第 1 面に直交する仮想平面を挟んで互いに反対側に位置している、請求項 2 2 に記載のワイヤボンディング構造。
- [請求項24] 前記第 1 被押圧面および前記第 2 被押圧面は、前記仮想平面に対して、傾斜している、請求項 2 3 に記載のワイヤボンディング構造。
- [請求項25] 前記ボンディング部には、前記第 1 被押圧面の縁からずれた位置に形成された第 1 曲線痕、および、前記第 2 被押圧面の縁からずれた位置に形成された第 2 曲線痕が形成されている、請求項 2 3 または請求項 2 4 に記載のワイヤボンディング構造。
- [請求項26] 前記ボンディング部を第 1 ボンディング部とし、
前記ワイヤは、第 2 ボンディング部と、橋絡部と、を含み、
前記橋絡部は、前記第 1 ボンディング部および前記第 2 ボンディング部をつないでおり、
前記第 2 ボンディング部は、前記第 2 接合対象に接合されている、請求項 1 6 に記載のワイヤボンディング構造。
- [請求項27] 請求項 1 3 ないし請求項 2 6 のいずれかに記載のワイヤボンディング構造と、
前記第 1 接合対象が形成された電子素子と、を備え、
前記第 1 接合対象は、電極パッドである、電子装置。
- [請求項28] 前記電子素子は、半導体素子である、請求項 2 7 に記載の電子装置。

- [請求項29] 前記半導体素子は、MOSFET、あるいは、IGBTである、請求項28に記載の電子装置。
- [請求項30] 前記第1接合対象は、Alよりなる、請求項27ないし請求項29のいずれかに記載の電子装置。
- [請求項31] 前記第1接合対象の厚さは、1～10 μ mである、請求項27ないし請求項30のいずれかに記載の電子装置。
- [請求項32] 前記ワイヤに流れる最大電流値は、150～200Aである、請求項27ないし請求項31のいずれかに記載の電子装置。
- [請求項33] 前記第1接合対象は、金属層および電極パッドを含み、
前記金属層には、前記ワイヤが接合され、前記金属層は、前記ワイヤと前記電極パッドの間に介在しており、
前記金属層の厚さは、前記電極パッドの厚さよりも、厚い、請求項27に記載の電子装置。

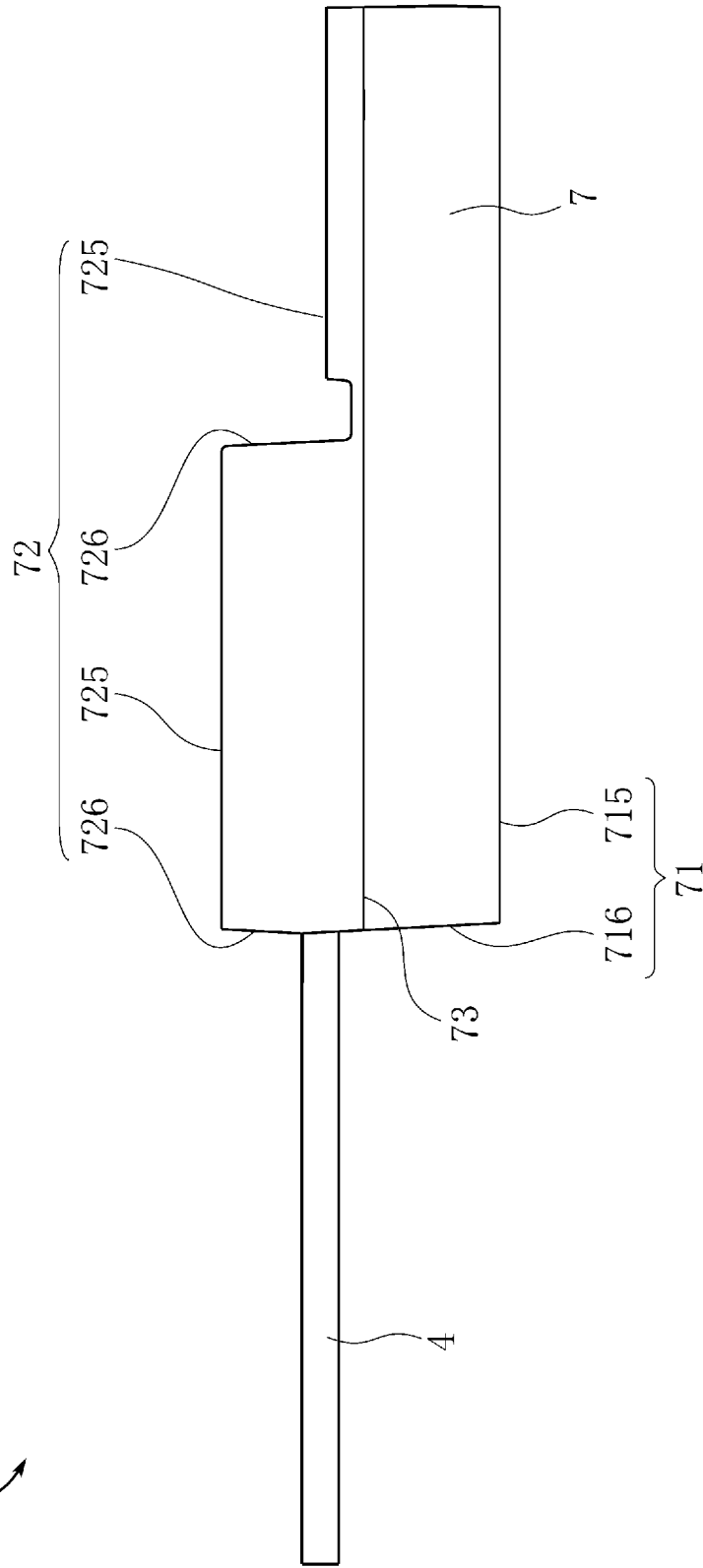
[図1]



[図2]

FIG.2

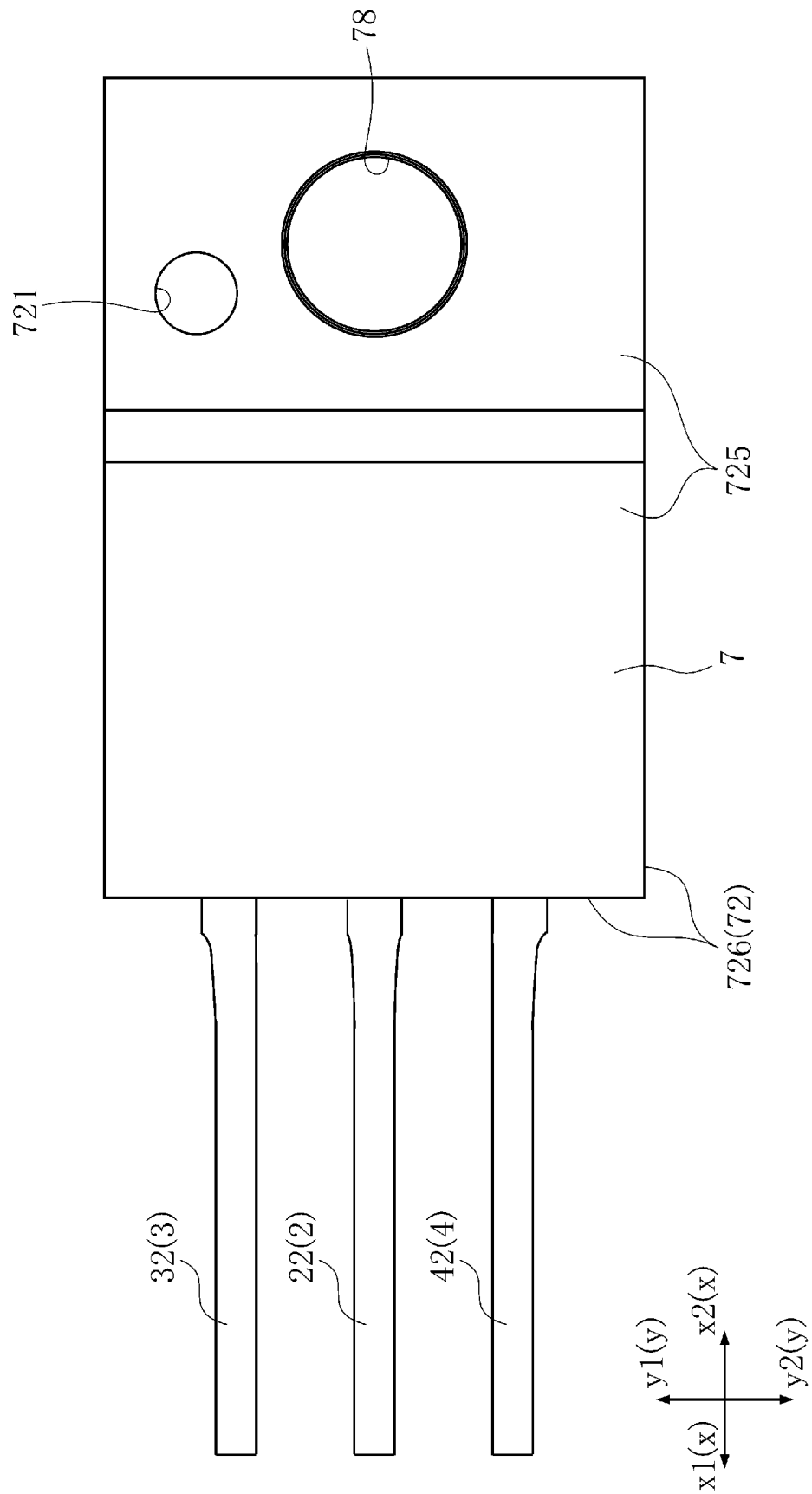
A10



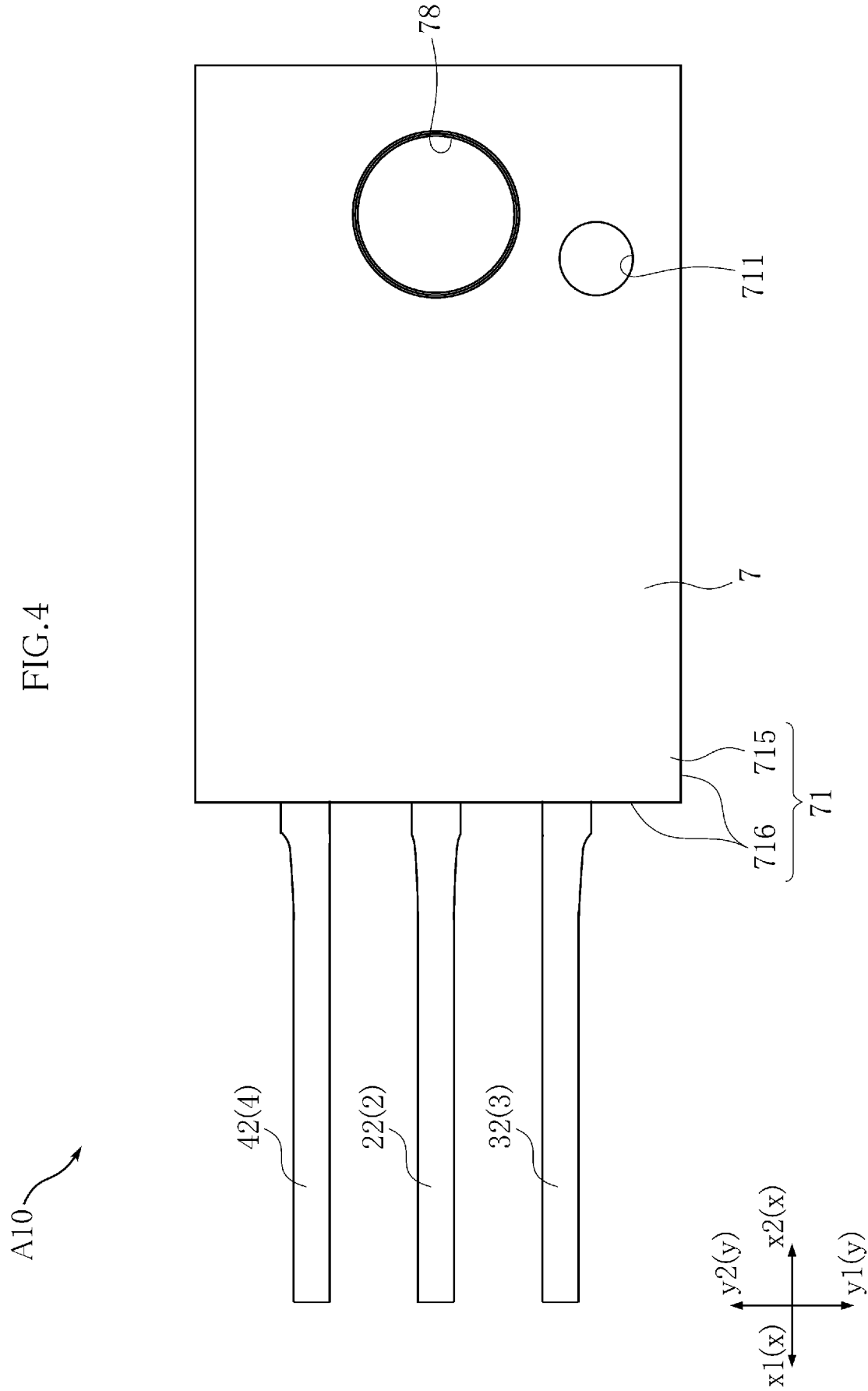
[図3]

FIG.3

A10



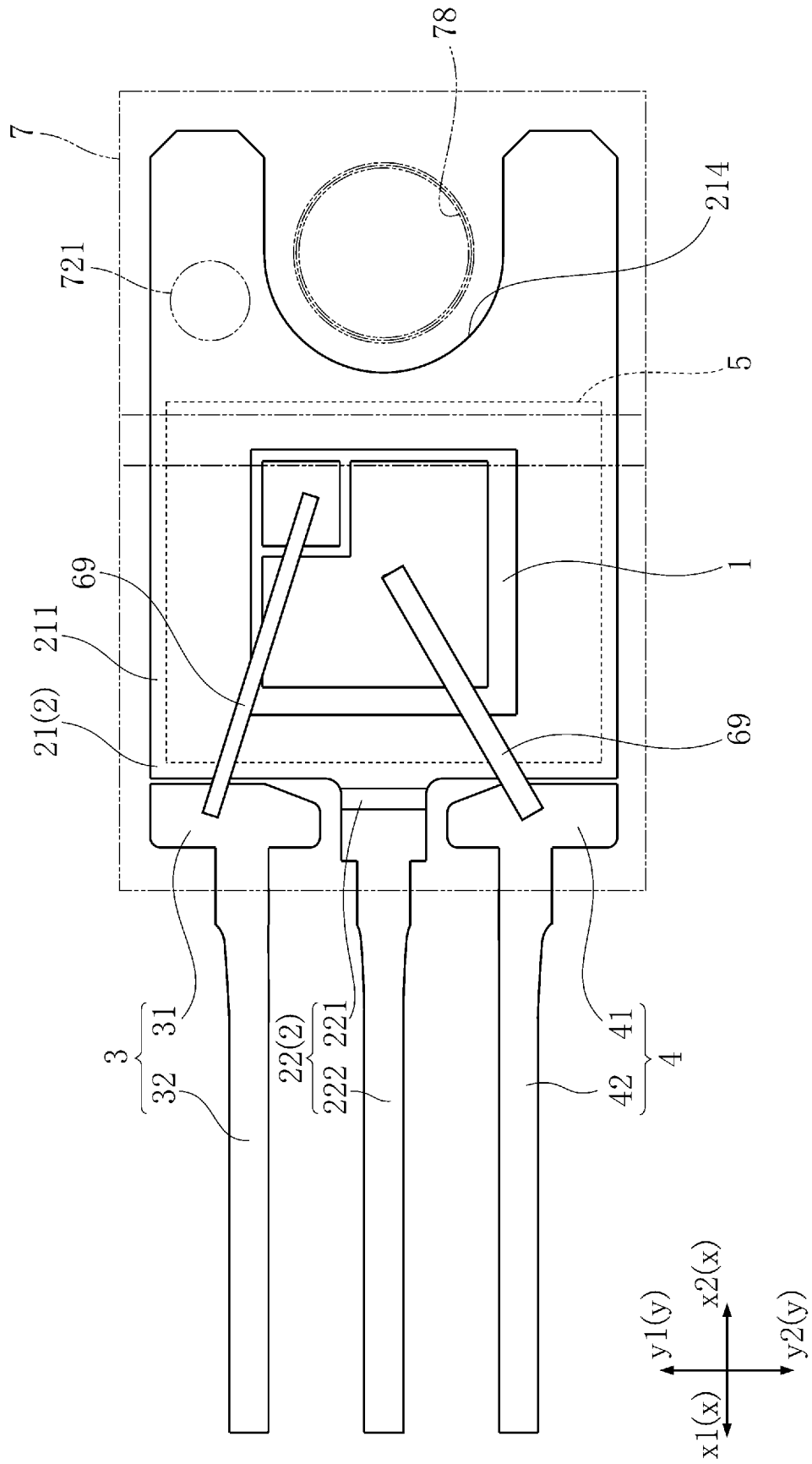
[図4]



[図6]

FIG.6

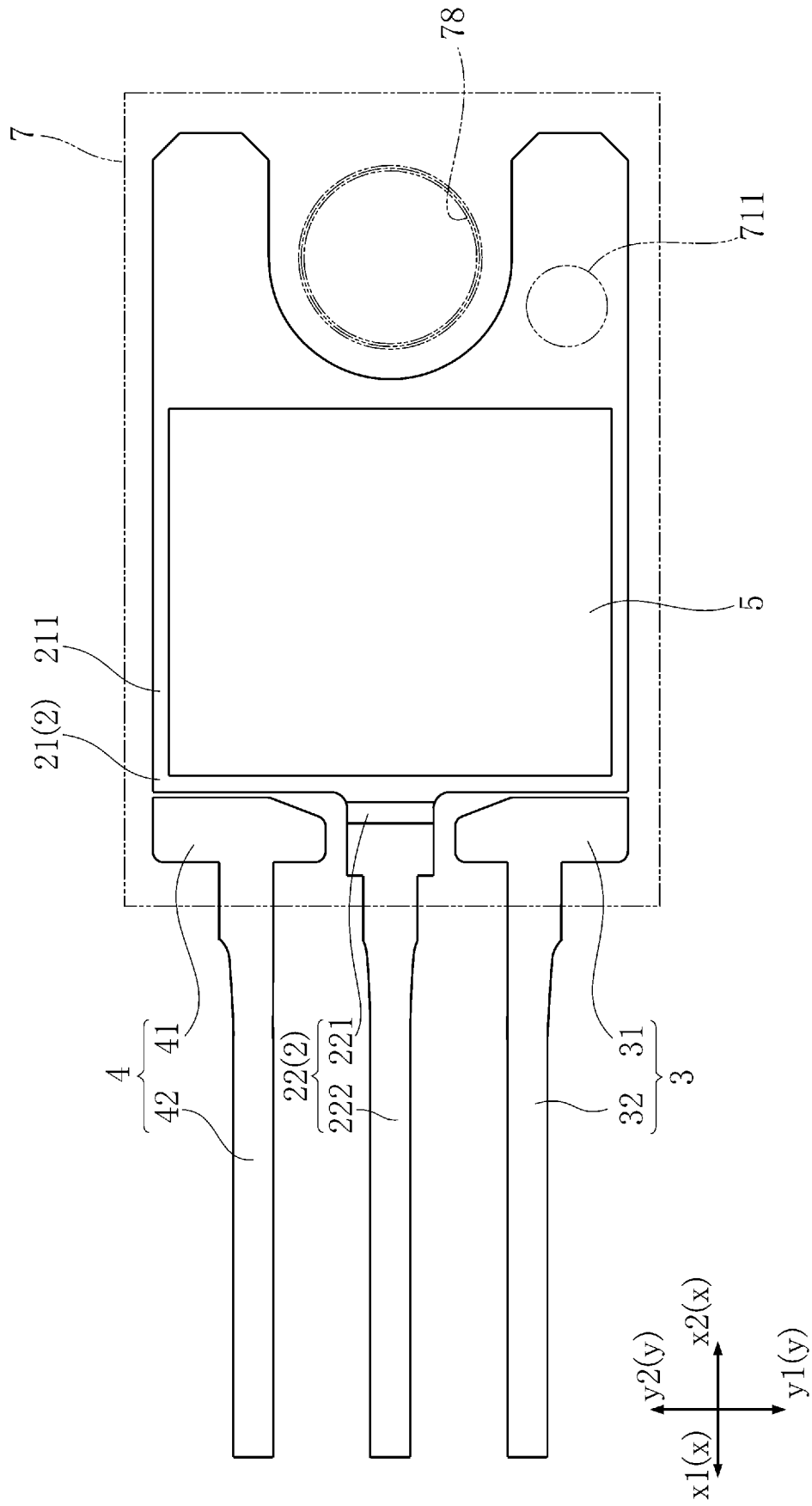
A10



[図7]

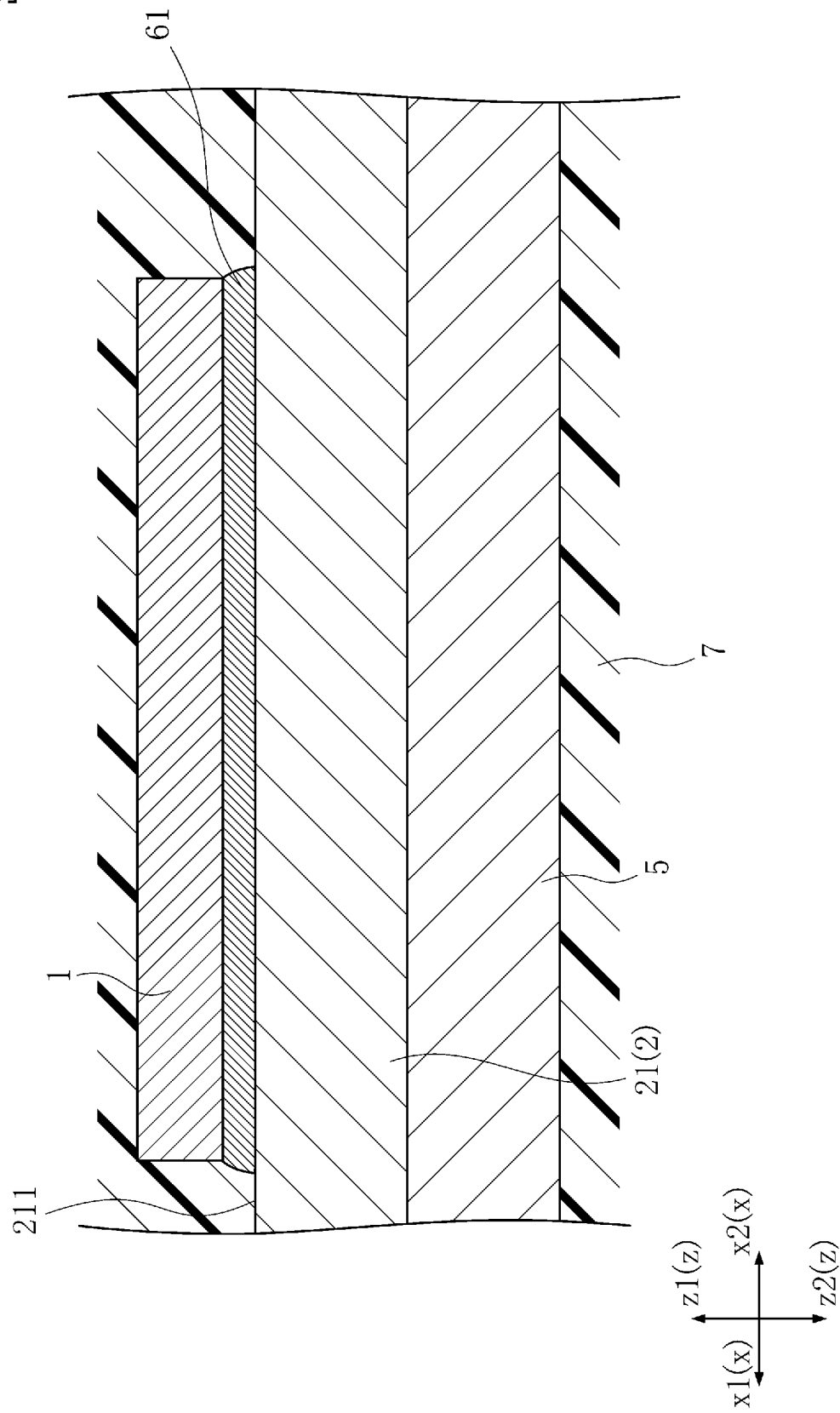
FIG. 7

A10



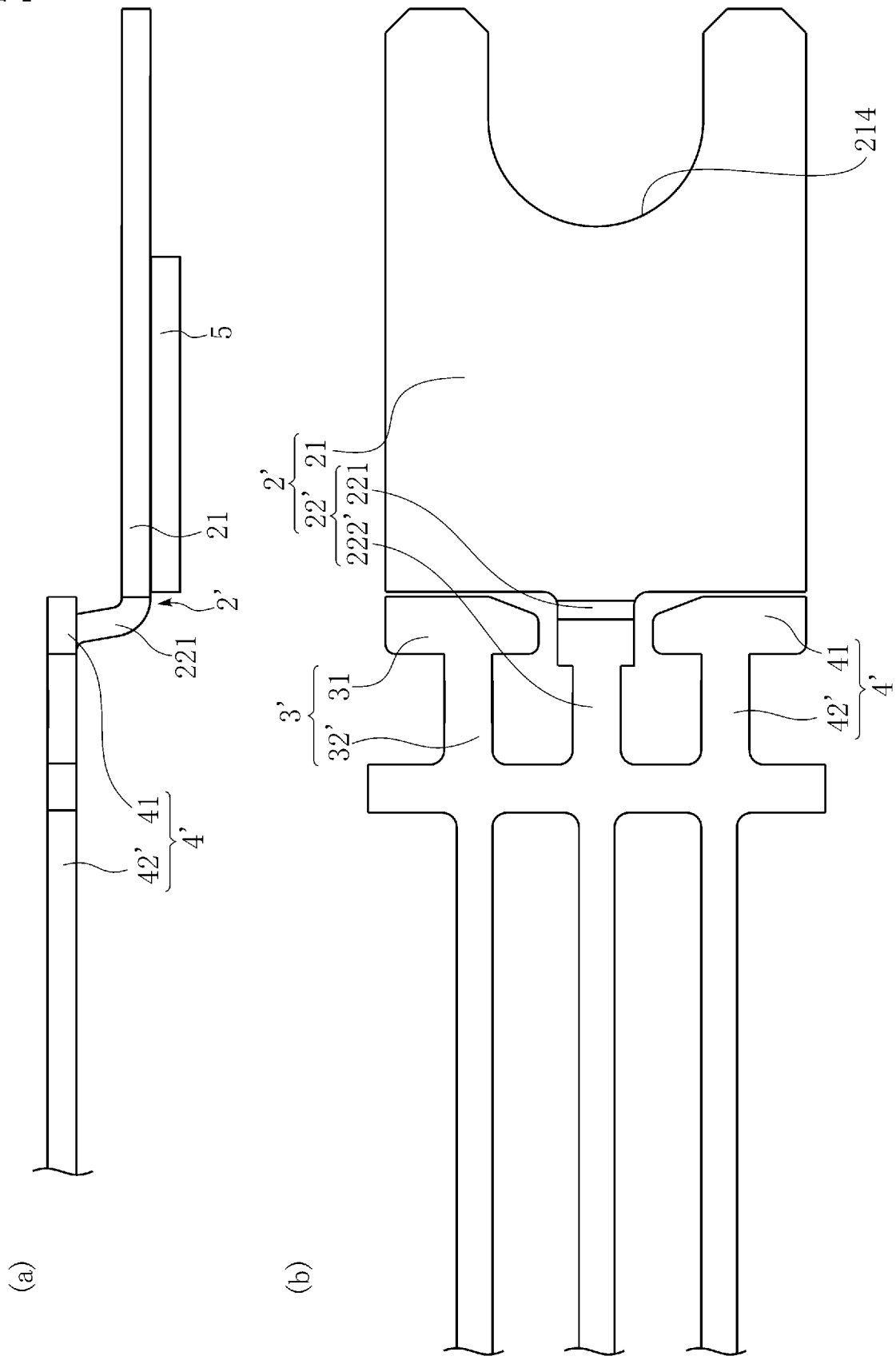
[図8]

FIG.8



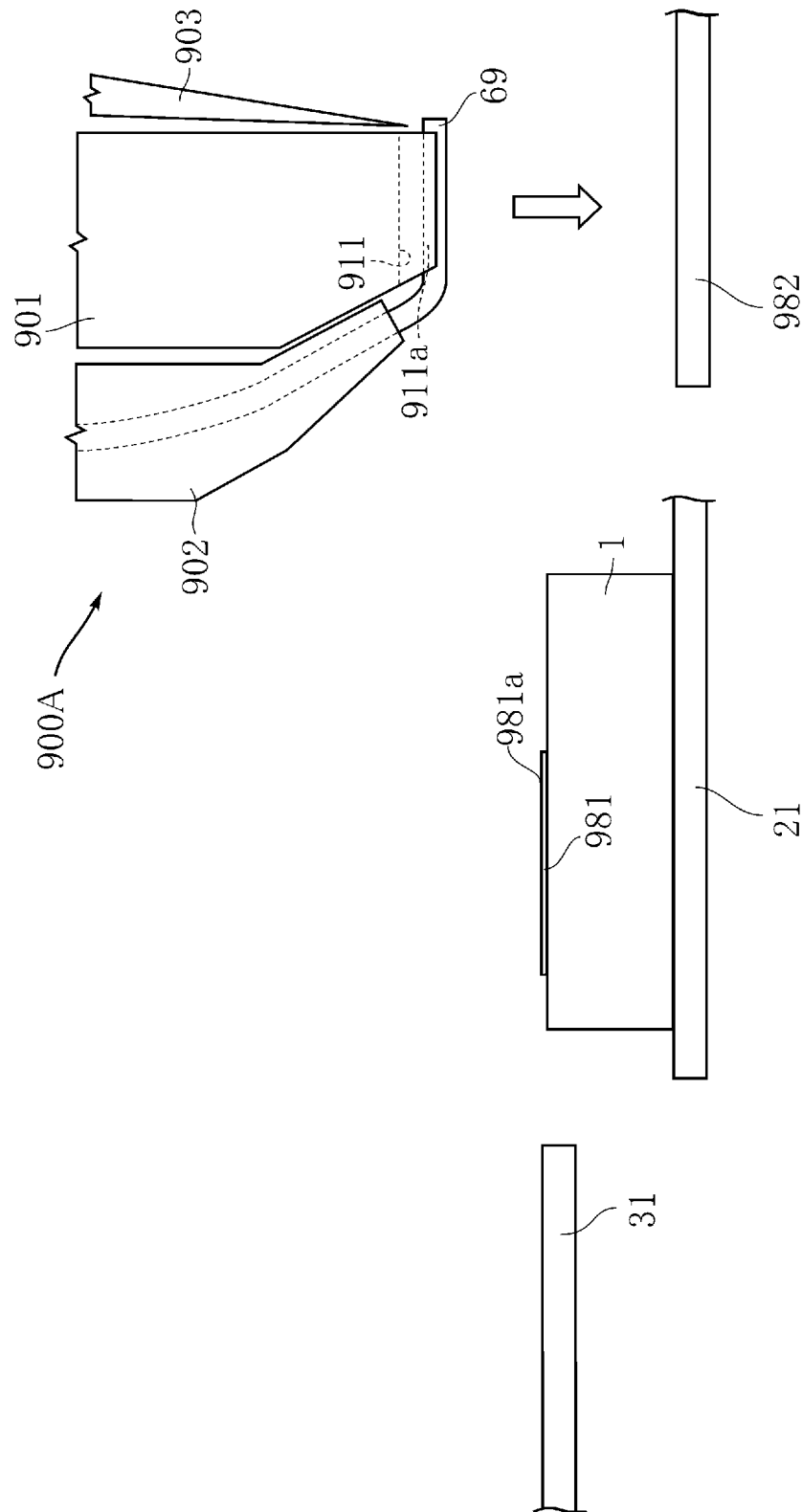
[図9]

FIG.9



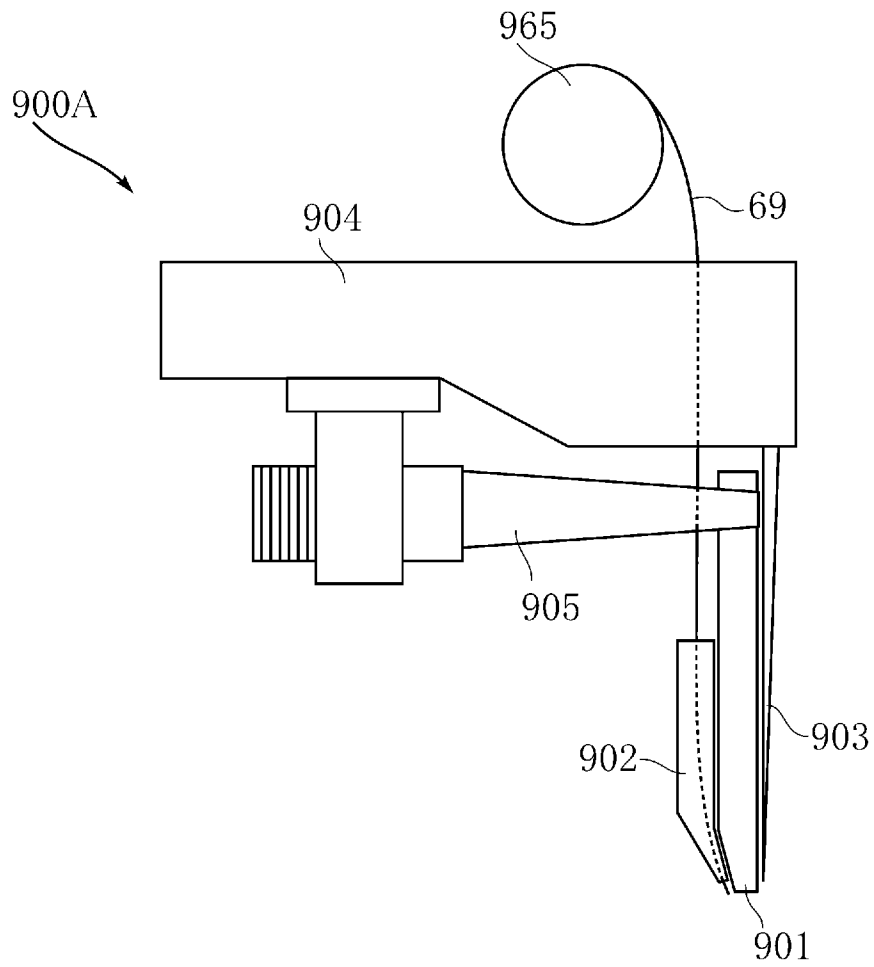
[図10]

FIG.10



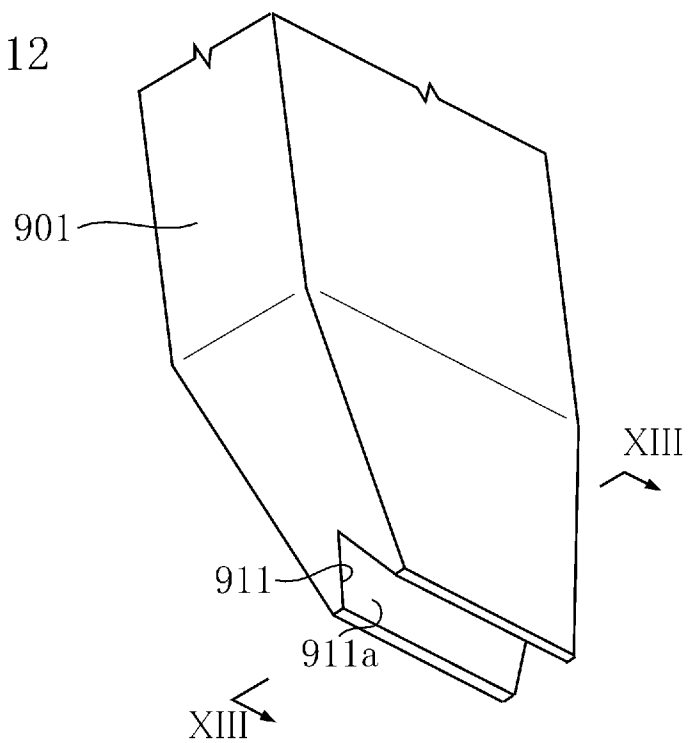
[図11]

FIG.11

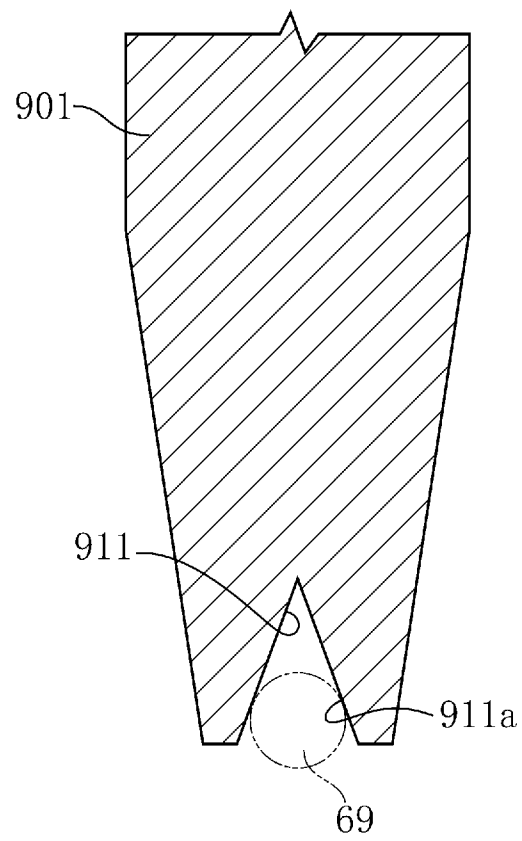


[図12]

FIG.12

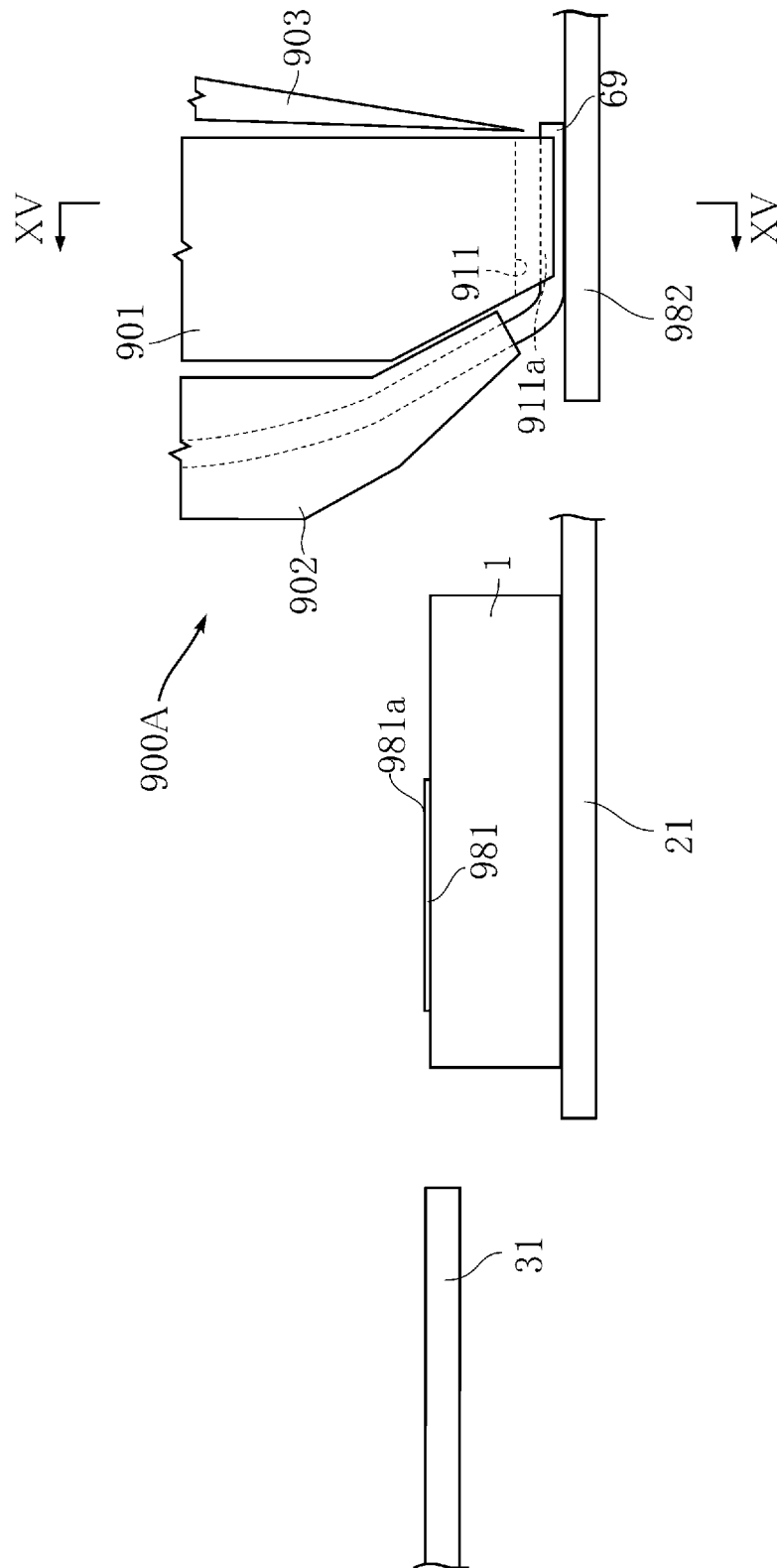


[図13]
FIG.13



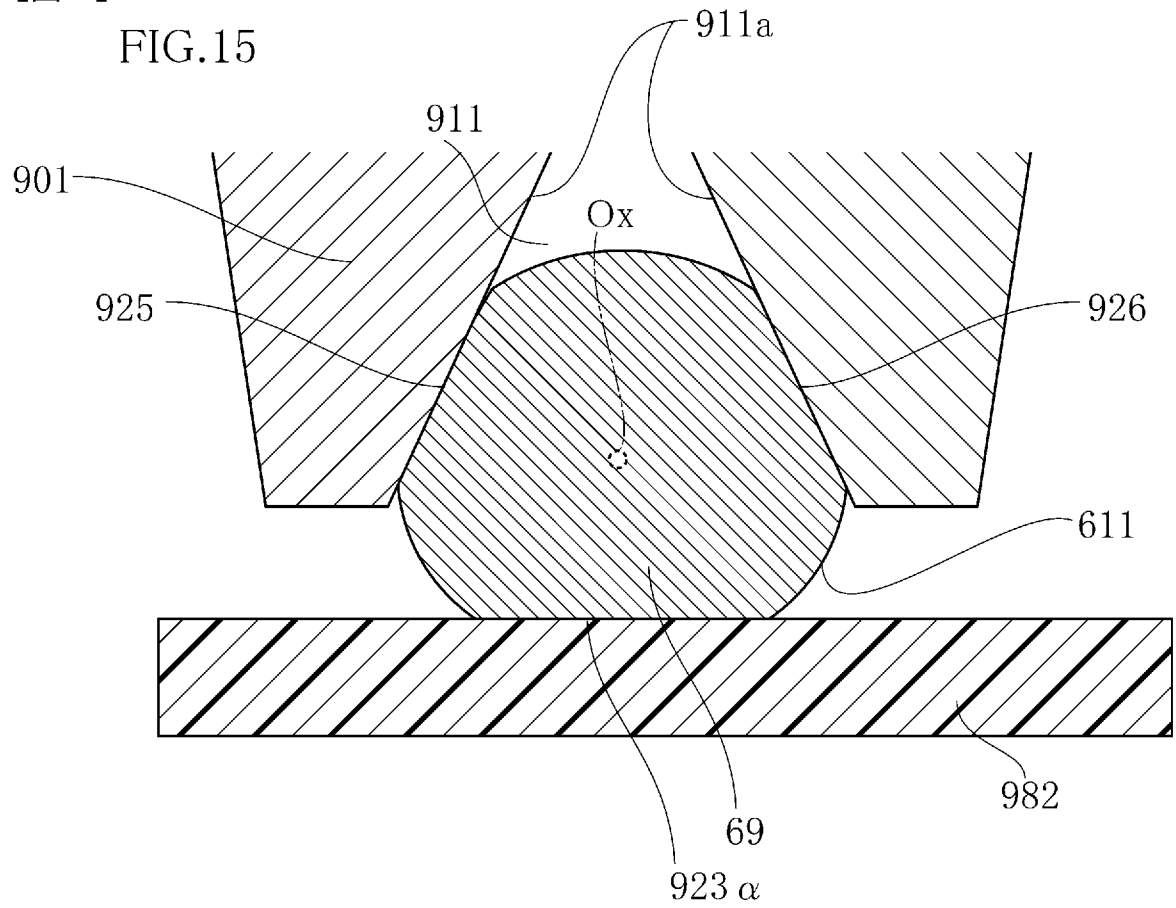
[図14]

FIG.14



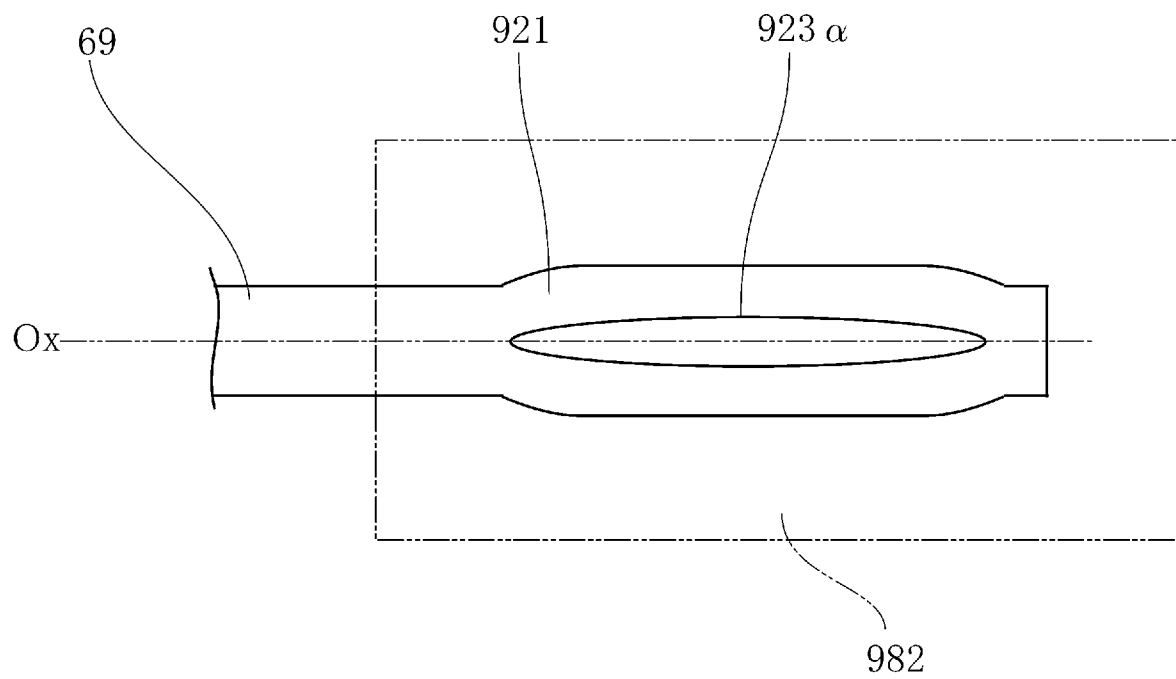
[図15]

FIG.15

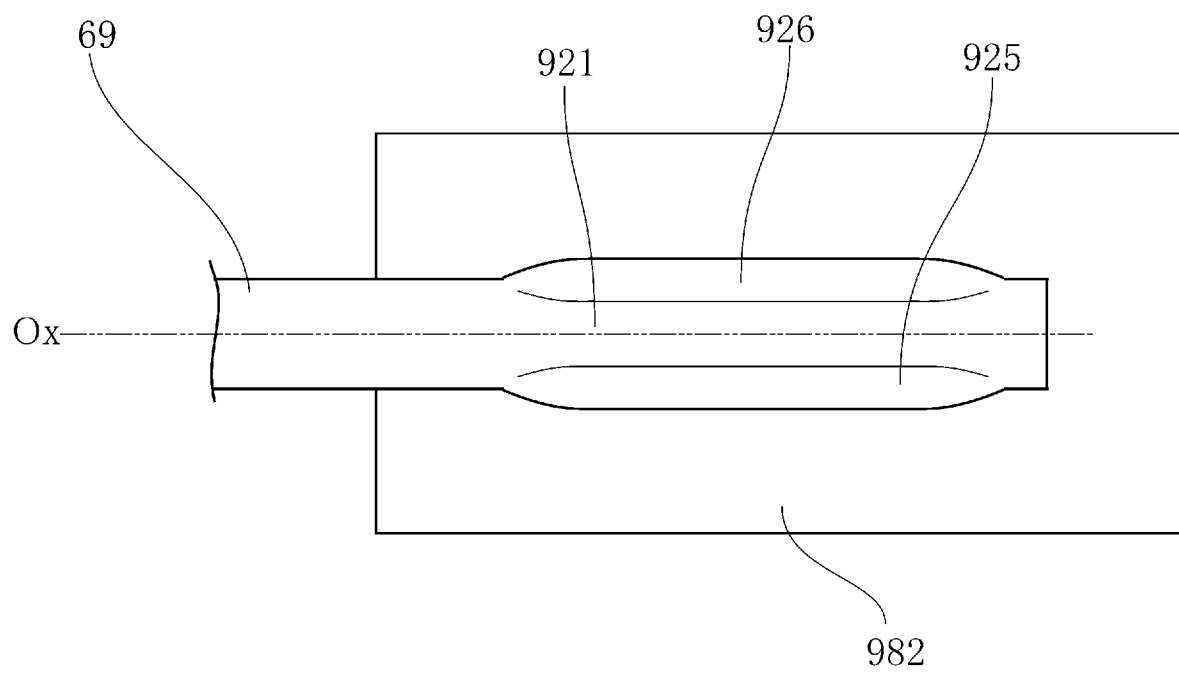


[図16]

FIG.16



[図17]
FIG.17



[図18]

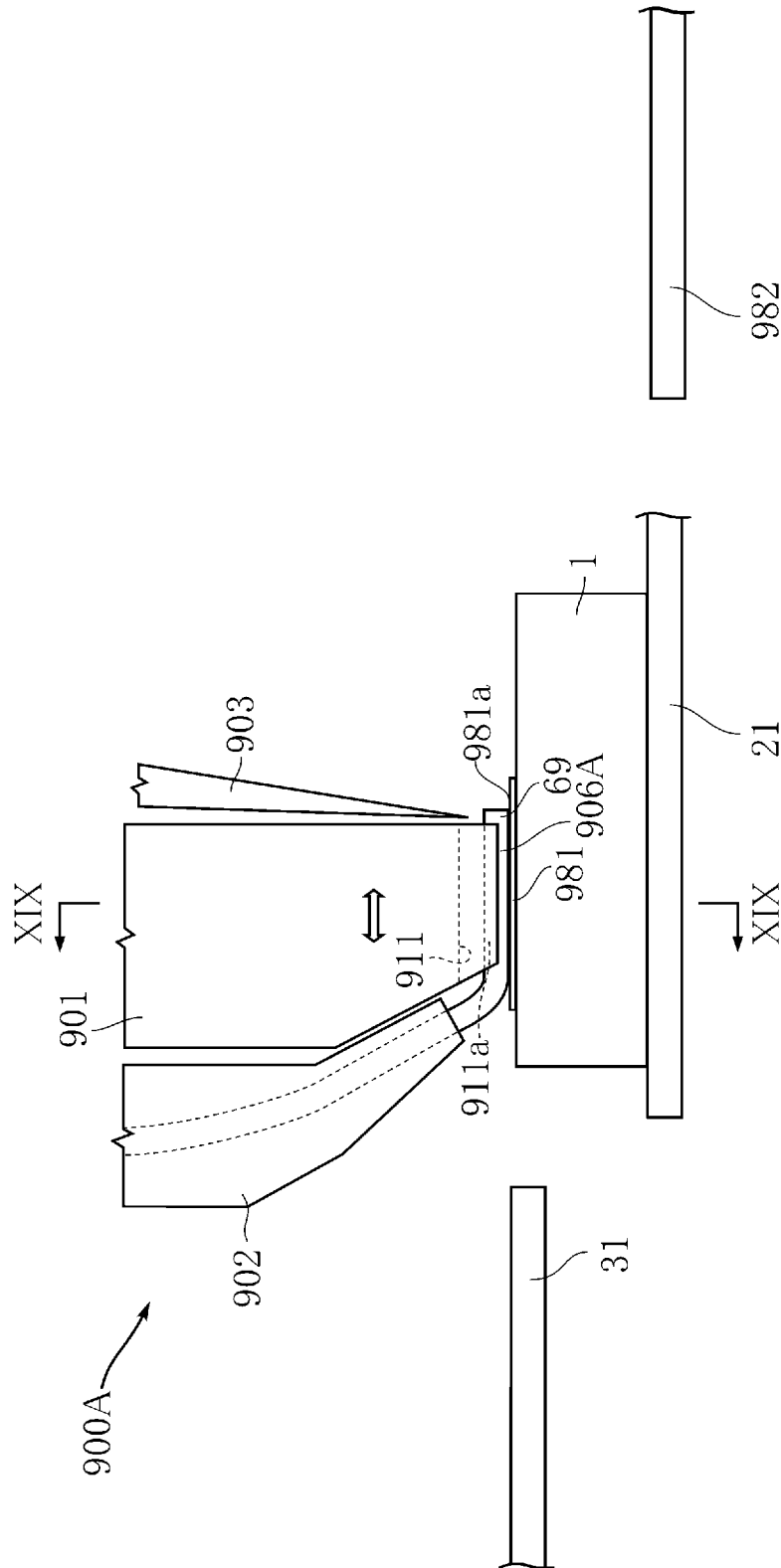
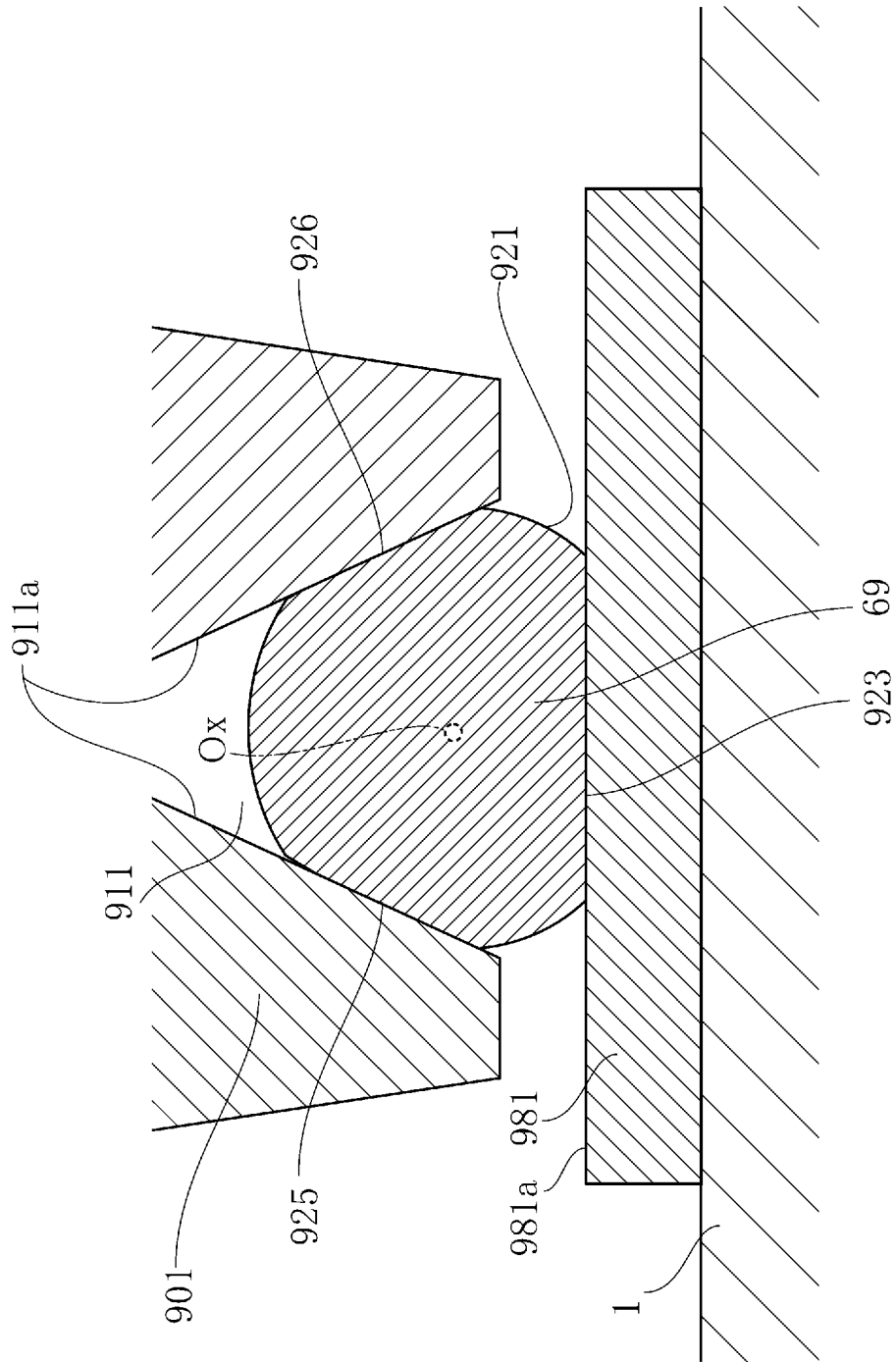
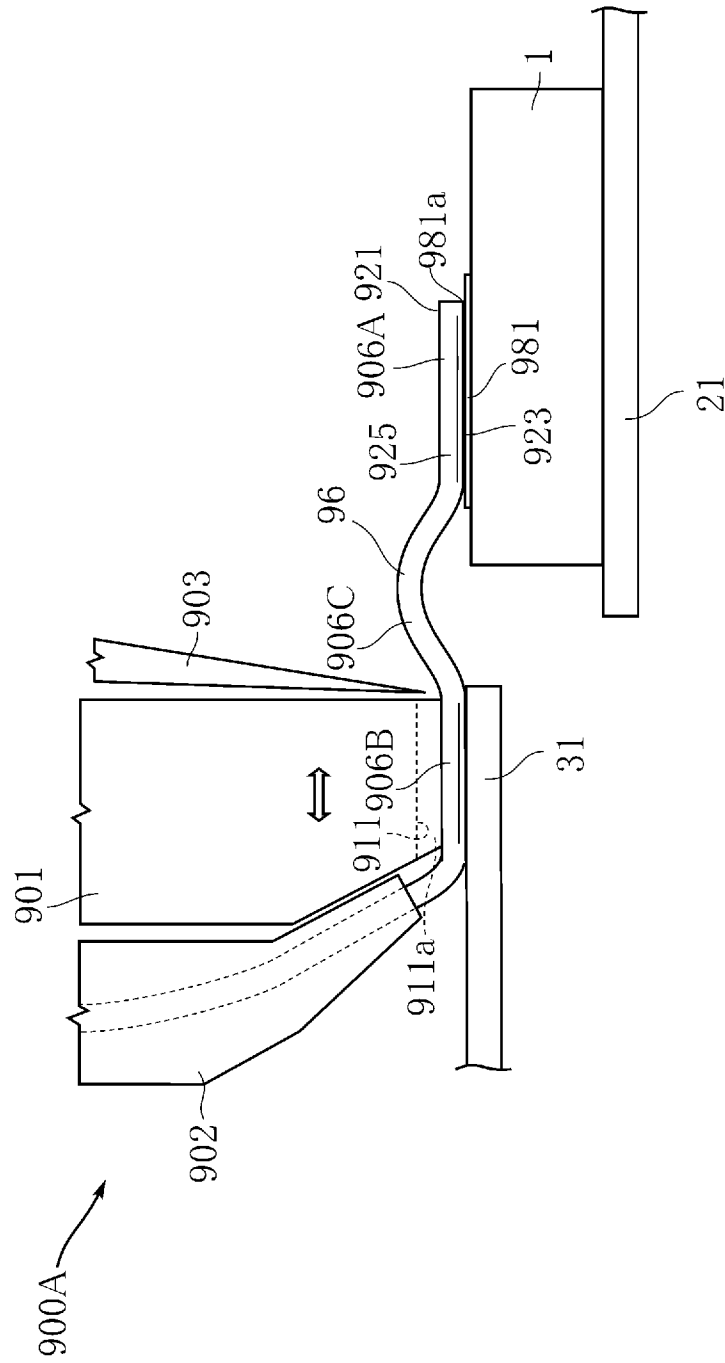


FIG. 19



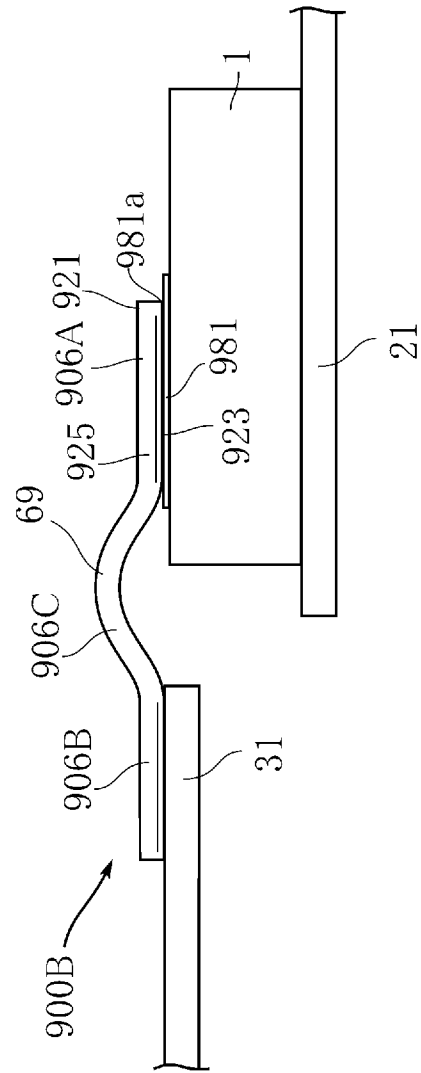
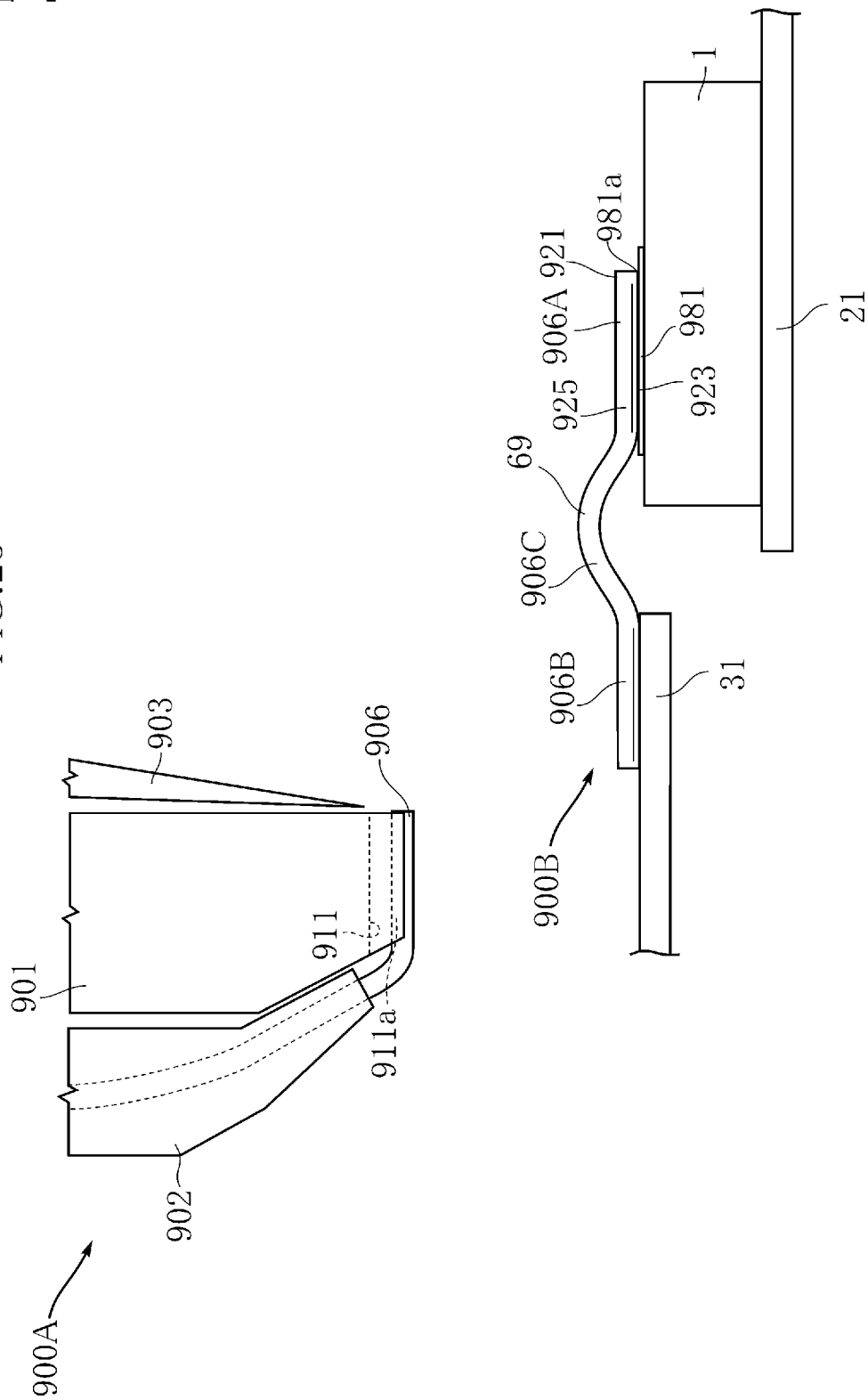
[図20]

FIG.20

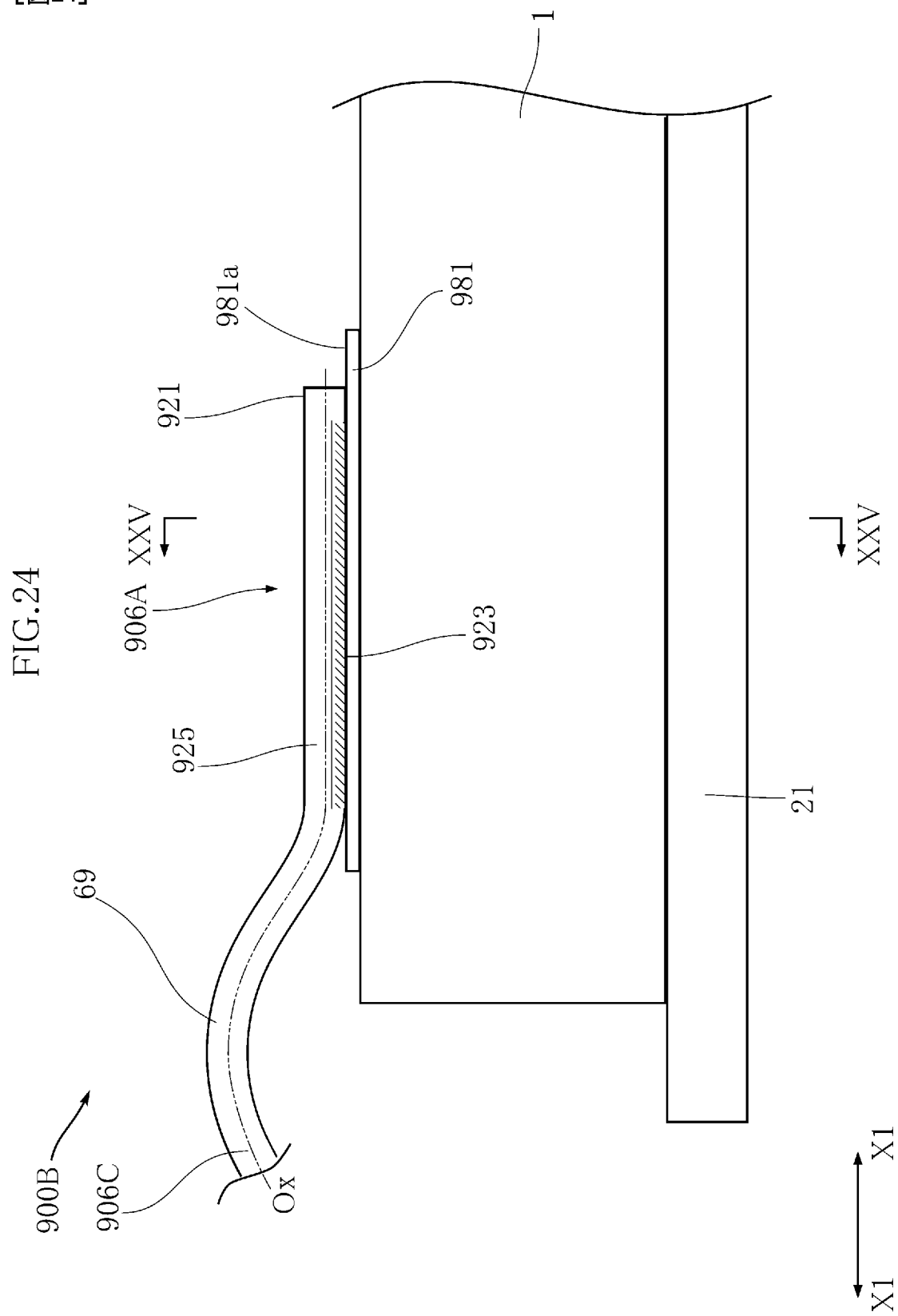


[図23]

FIG.23

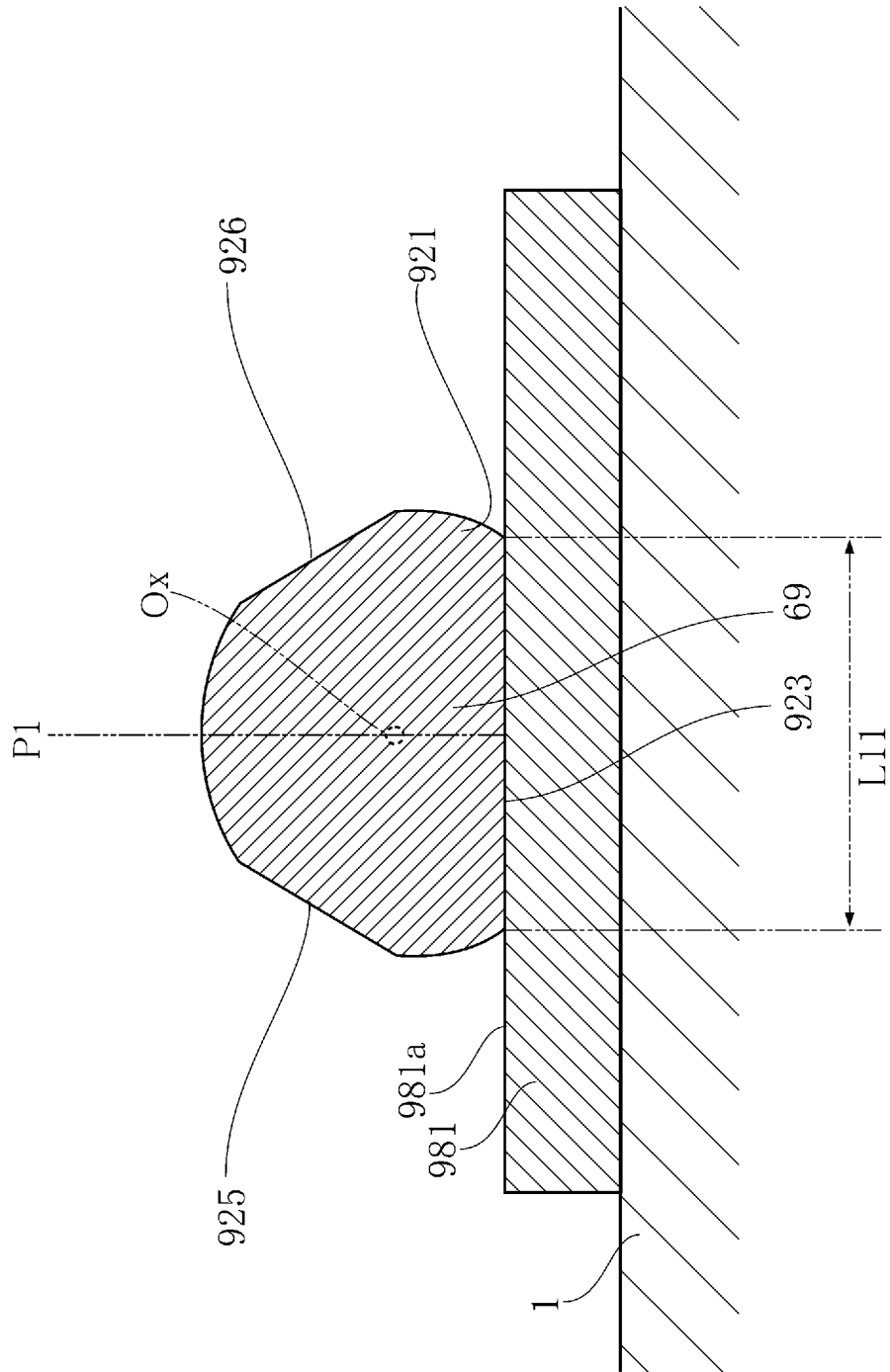


[図24]



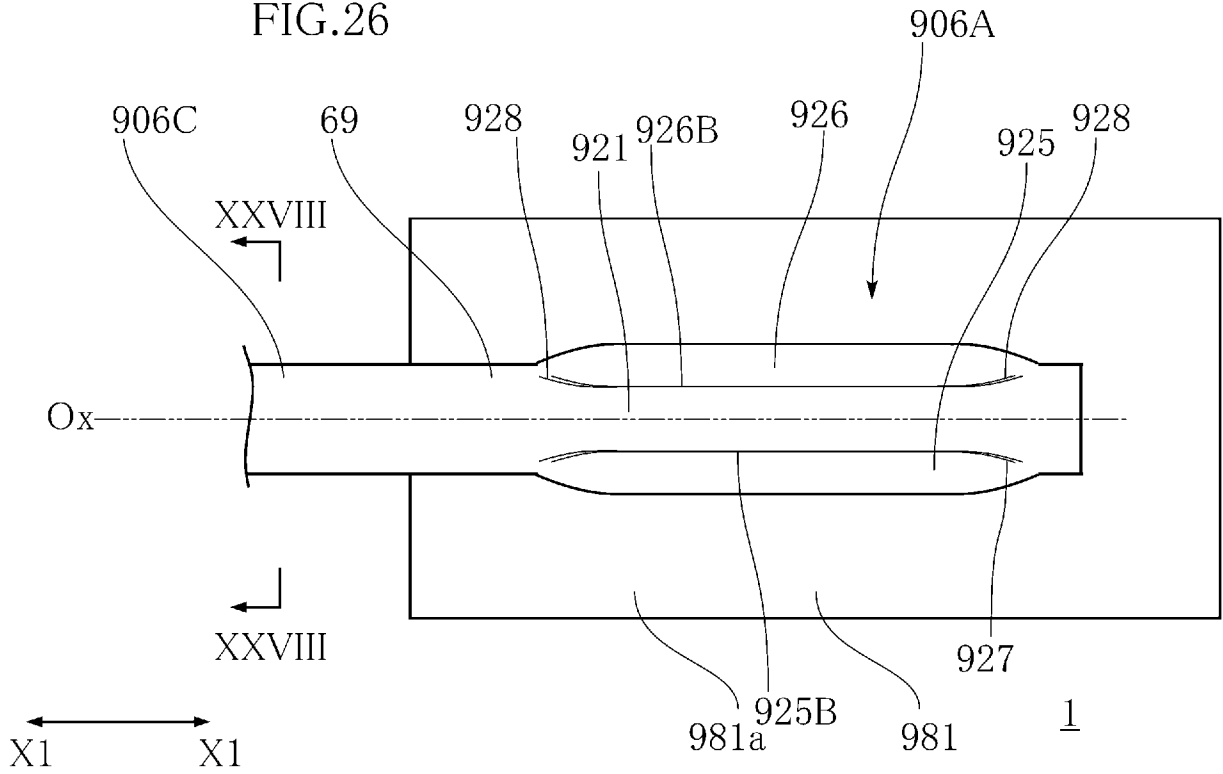
[図25]

FIG. 25



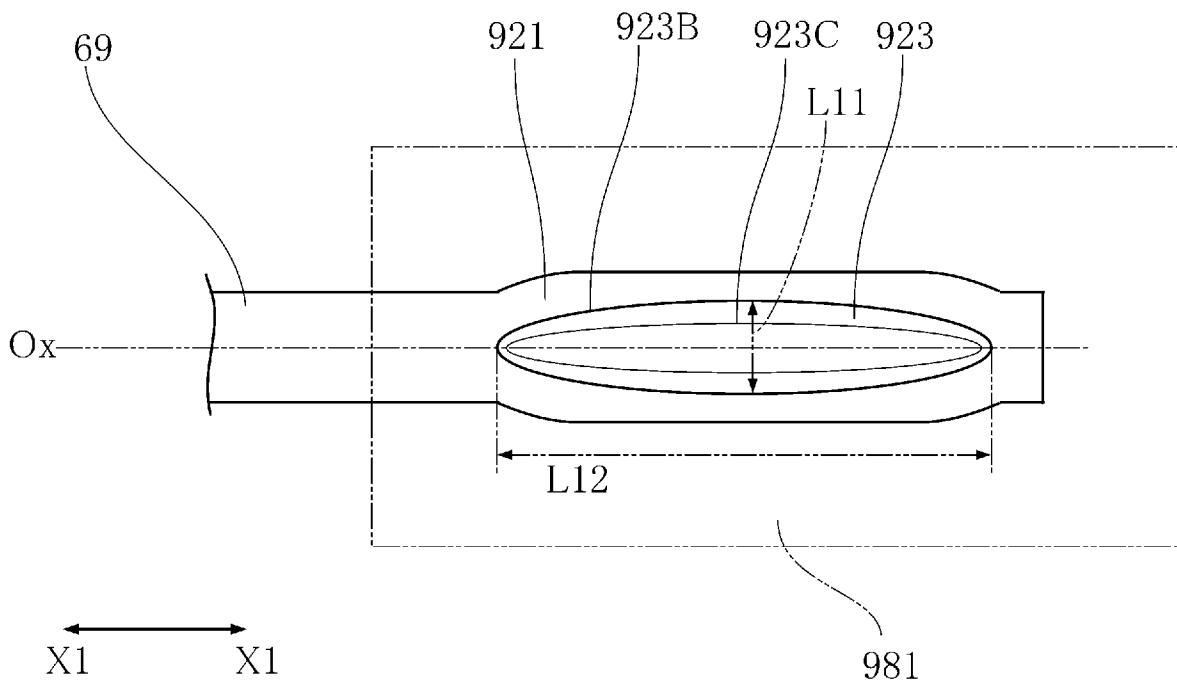
[図26]

FIG.26

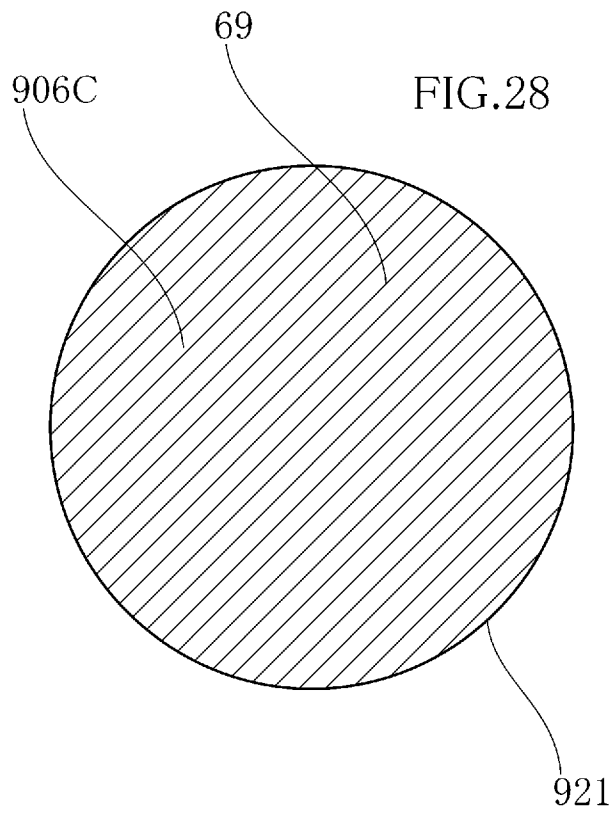


[図27]

FIG.27



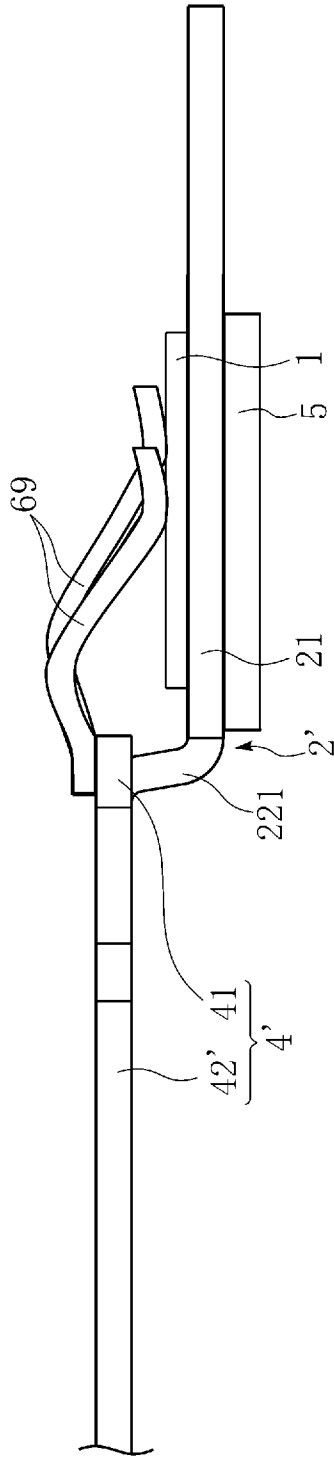
[図28]



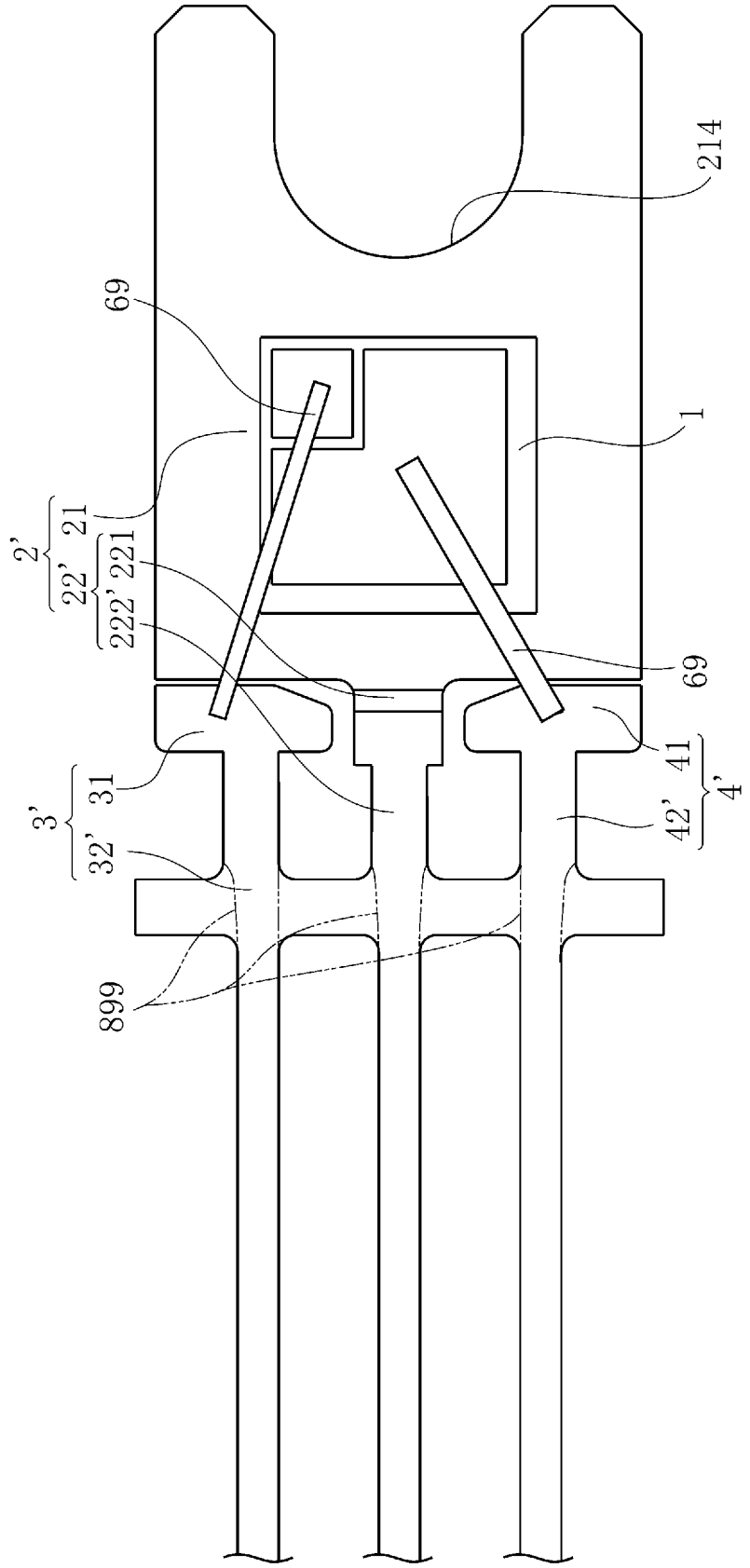
[図29]

FIG.29

(a)

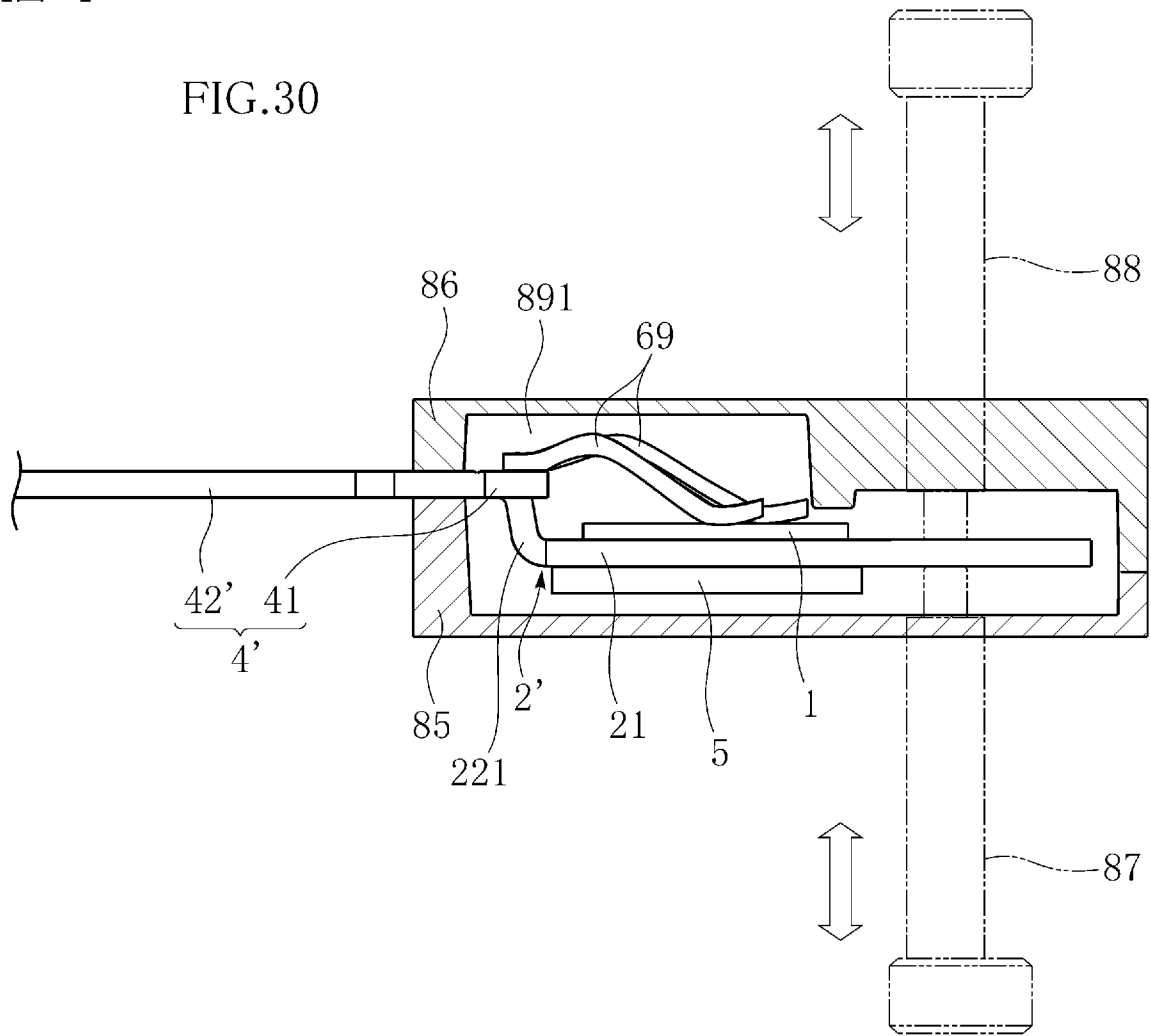


(b)

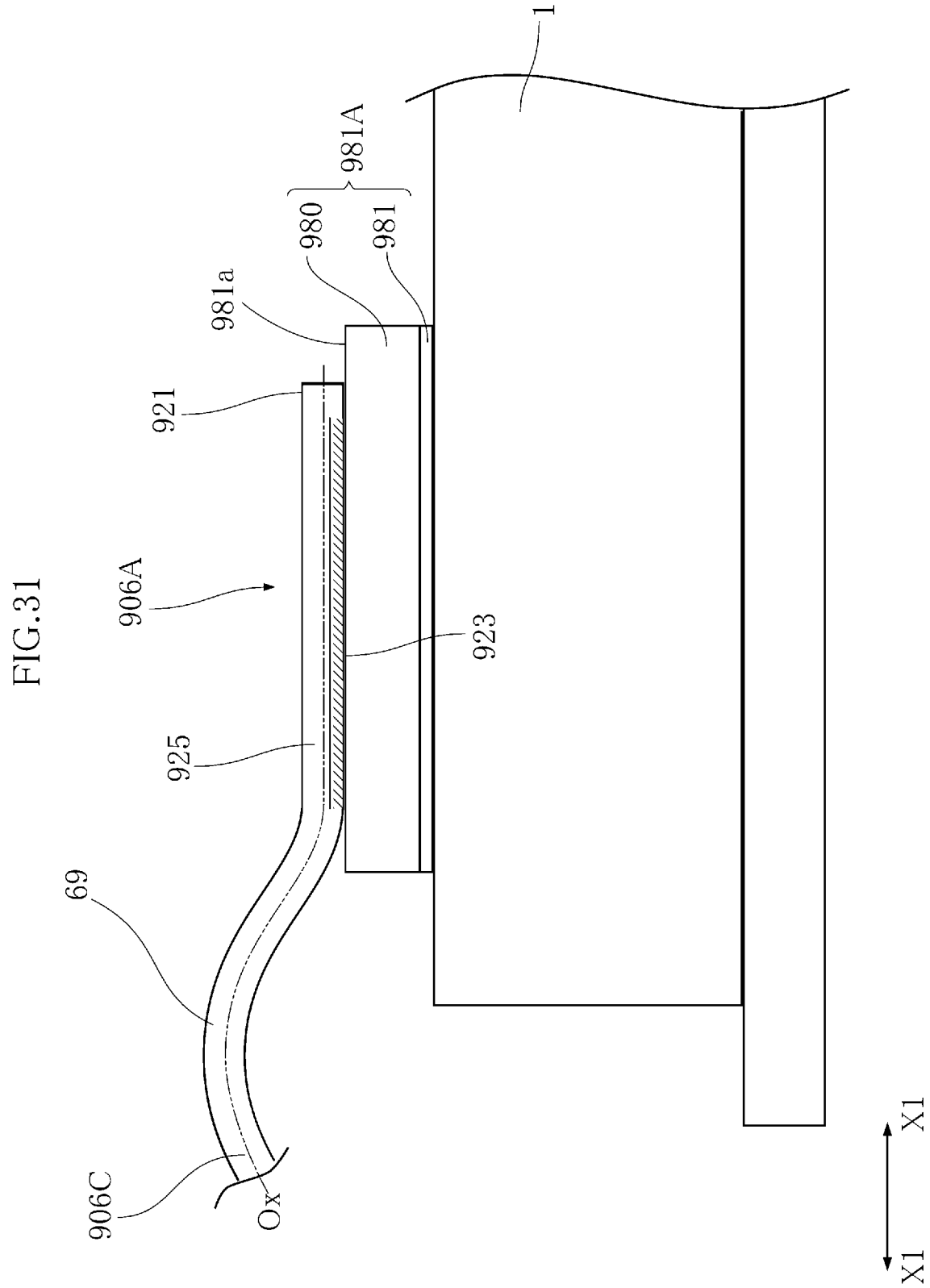


[図30]

FIG.30



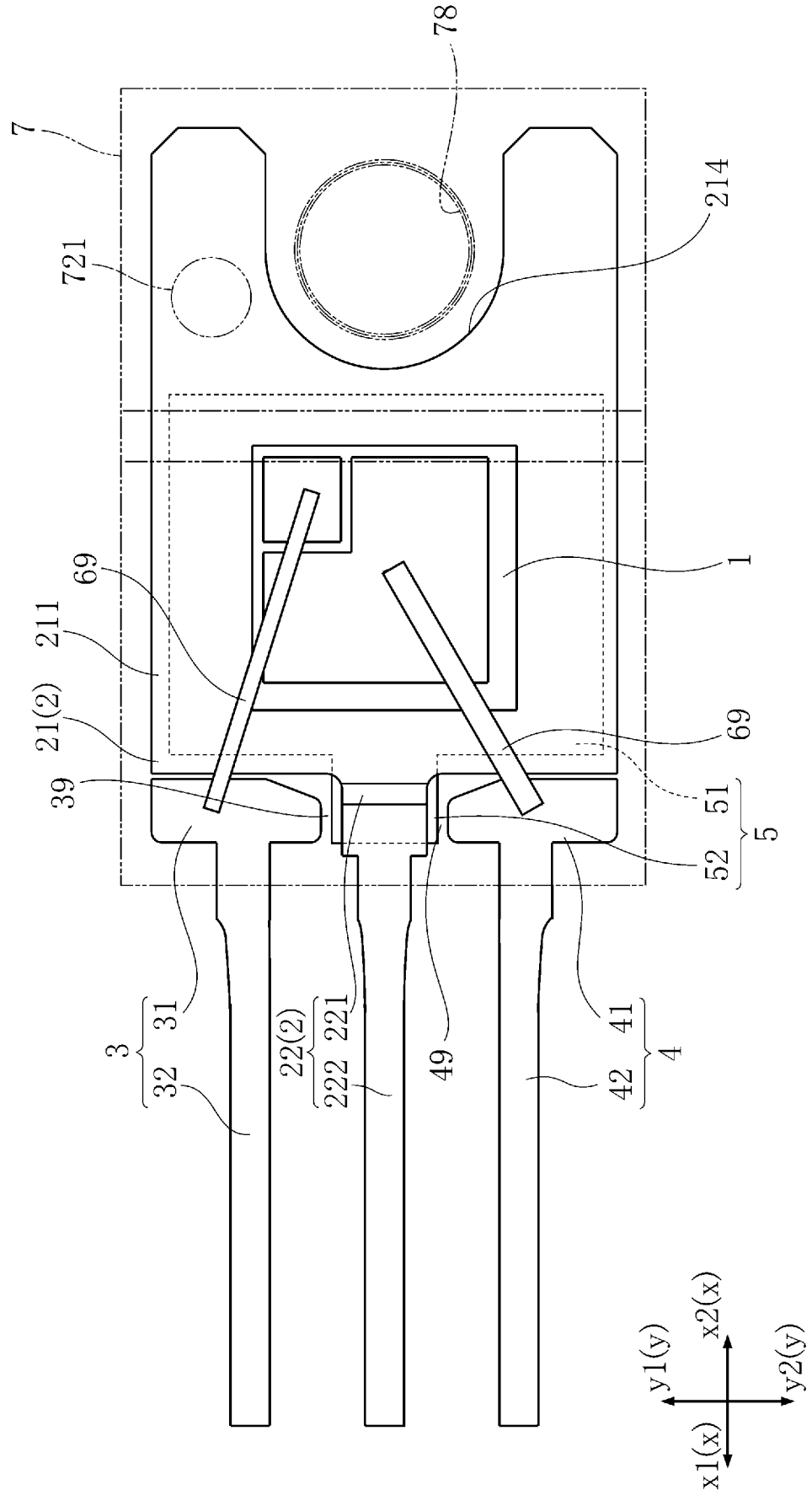
[図31]



[図33]

FIG.33

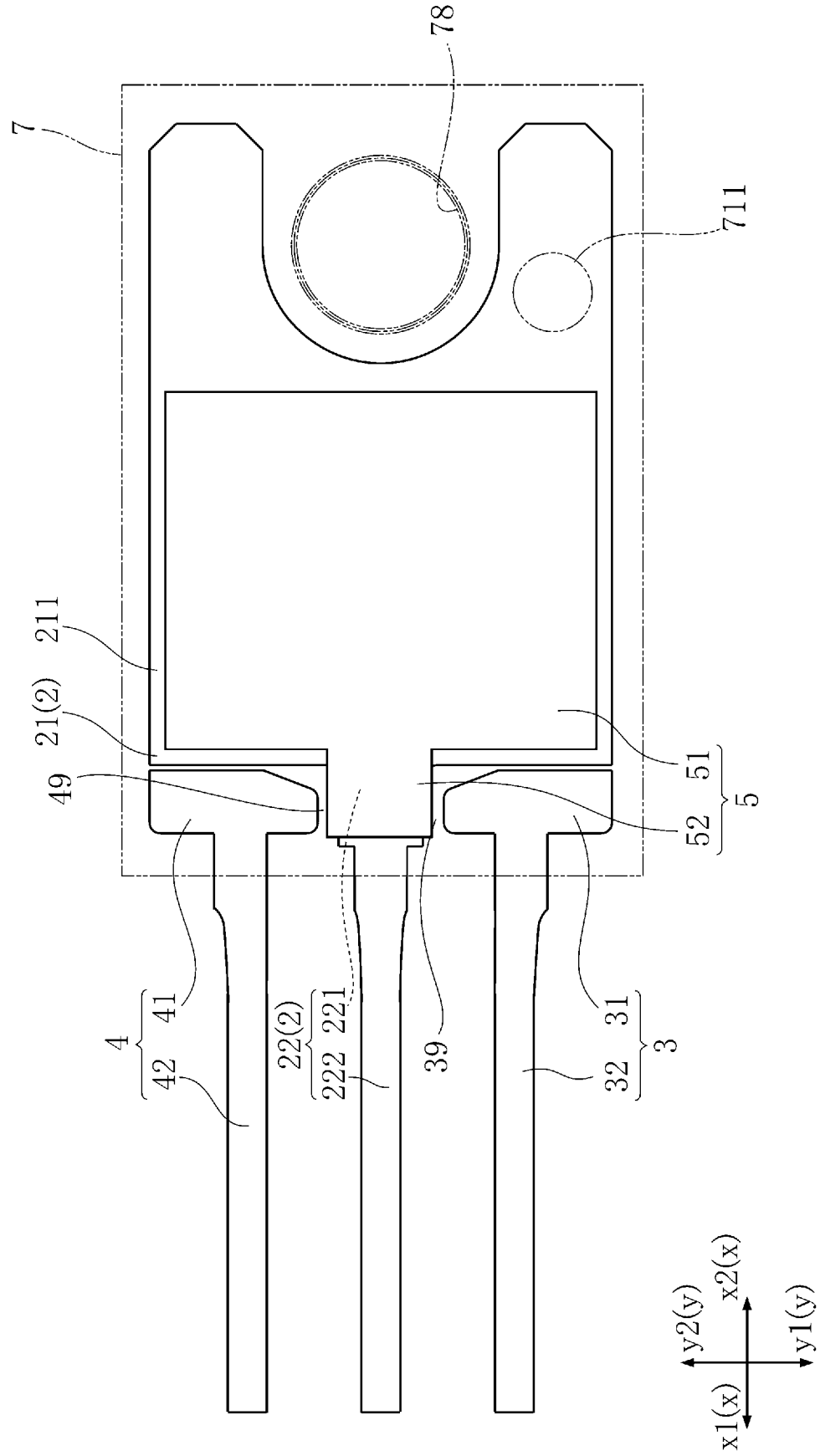
A11



[図34]

FIG.34

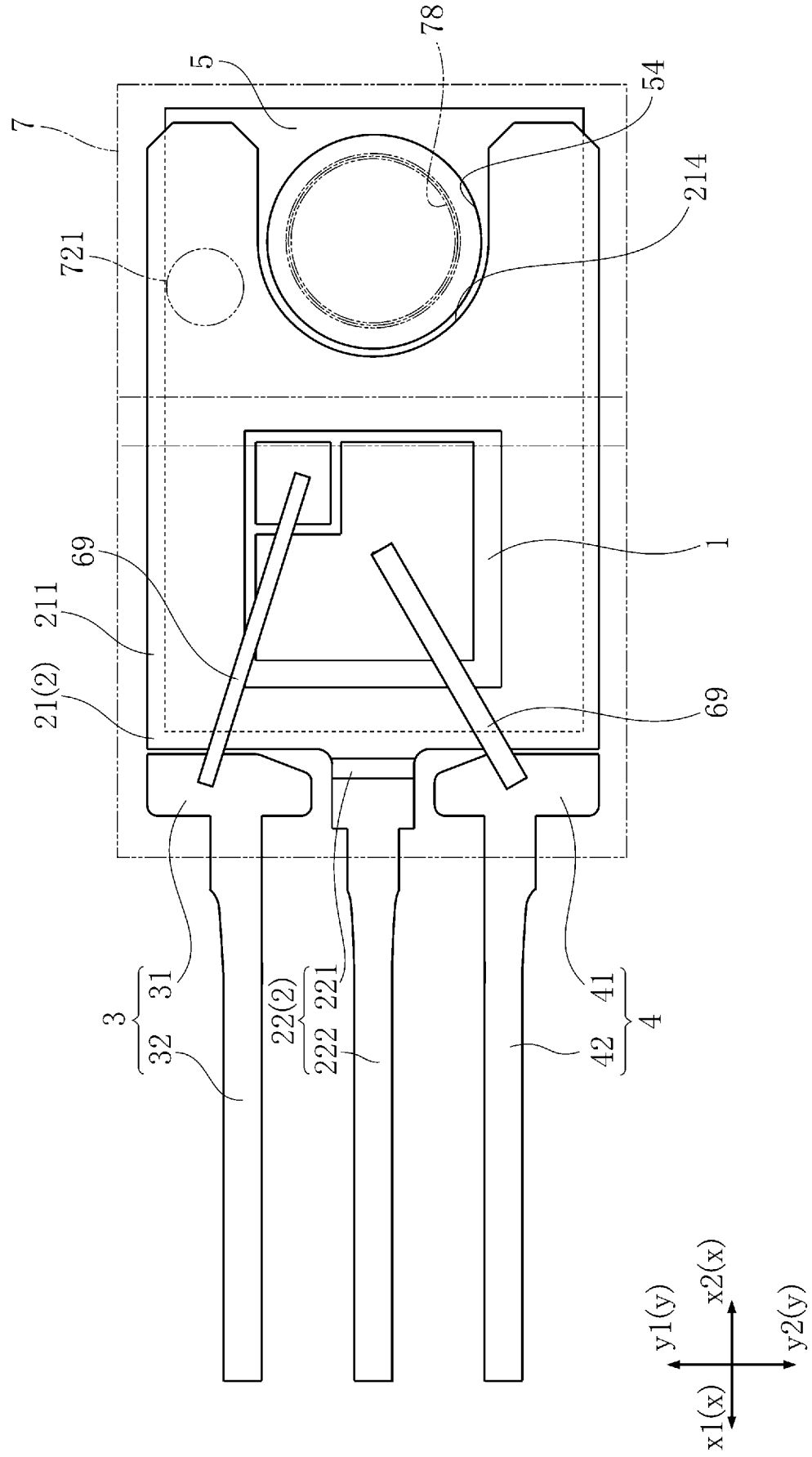
A11



[図36]

FIG.36

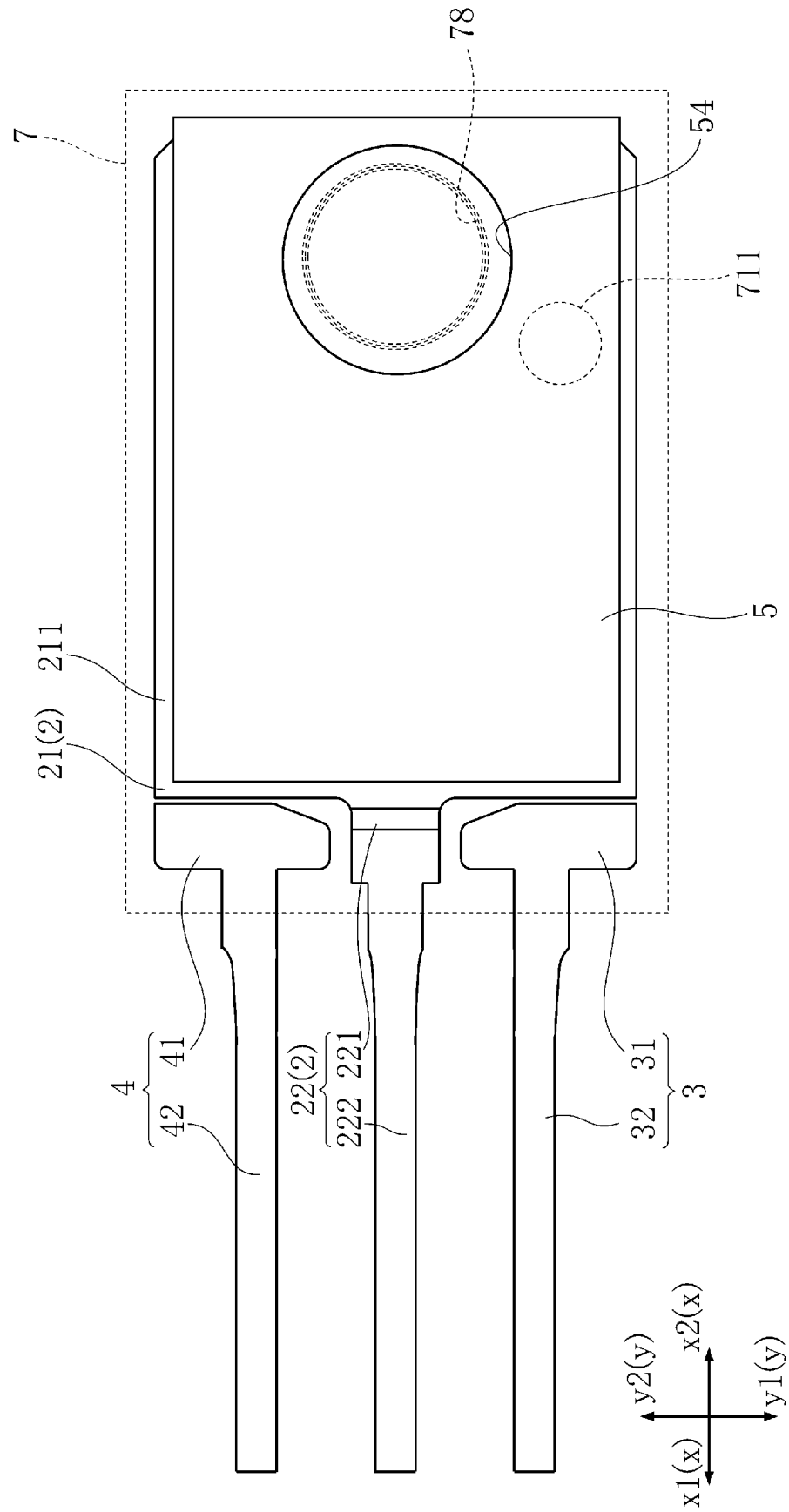
A12



[図37]

FIG.37

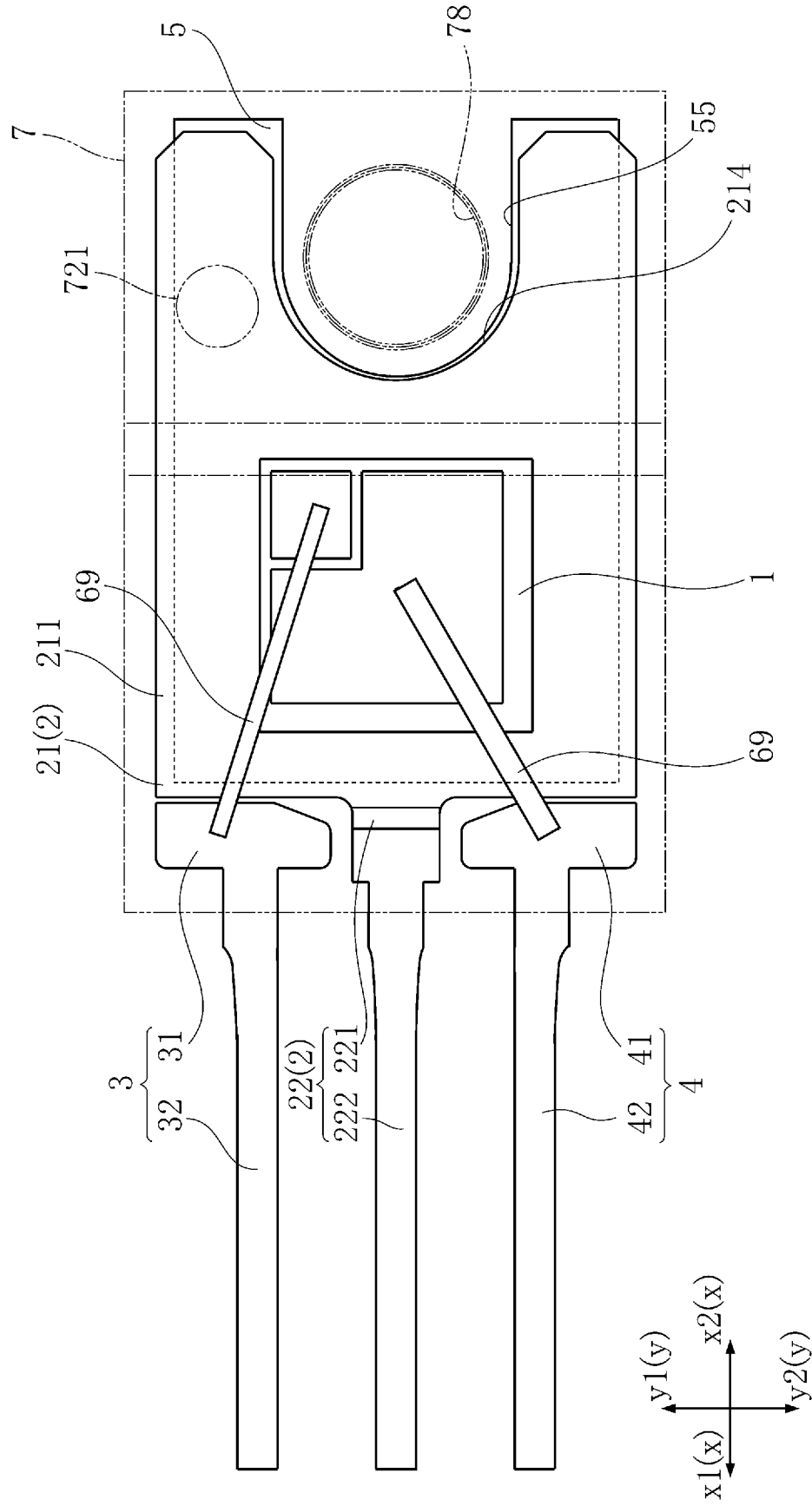
A12



[図39]

FIG.39

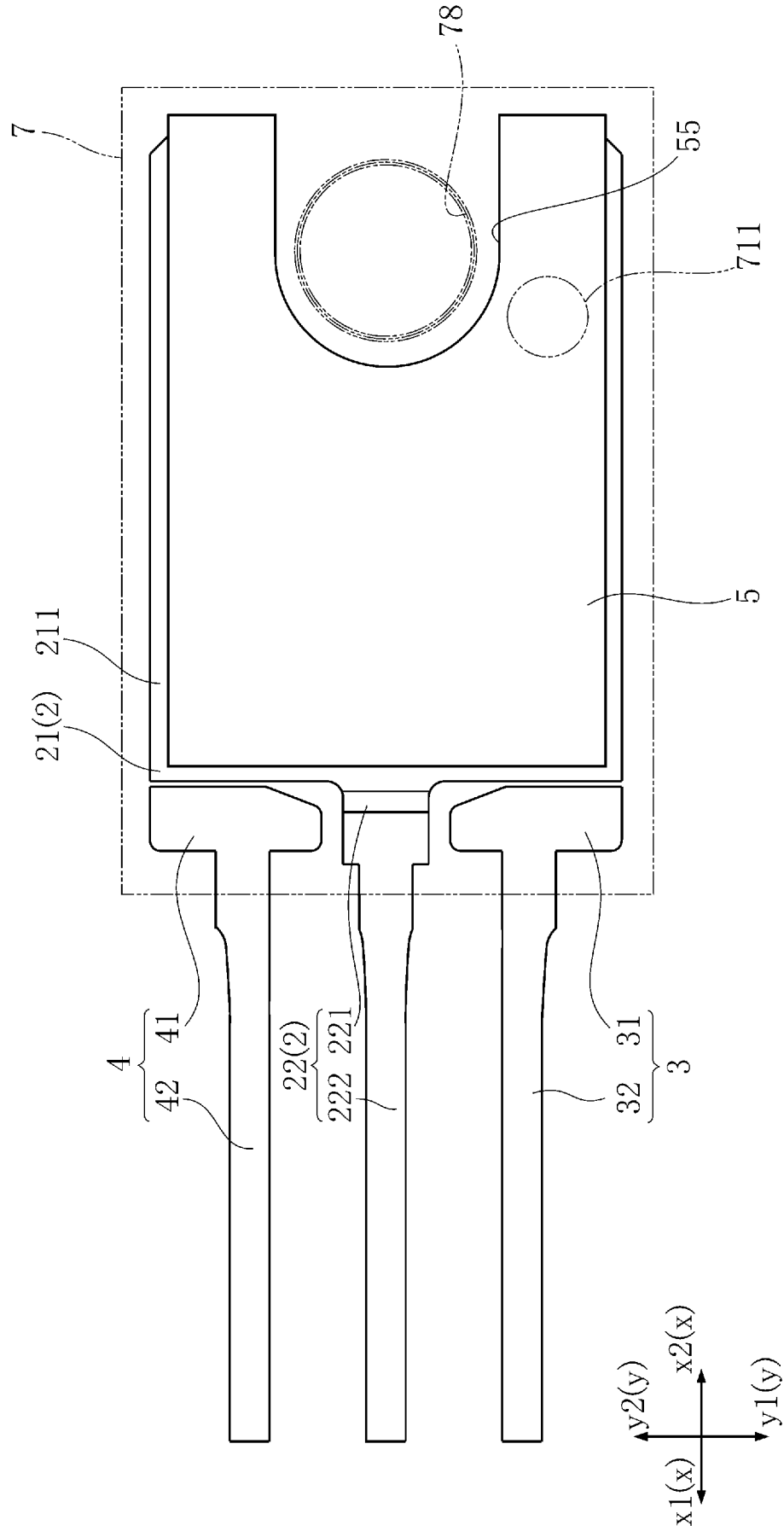
A13



[図40]

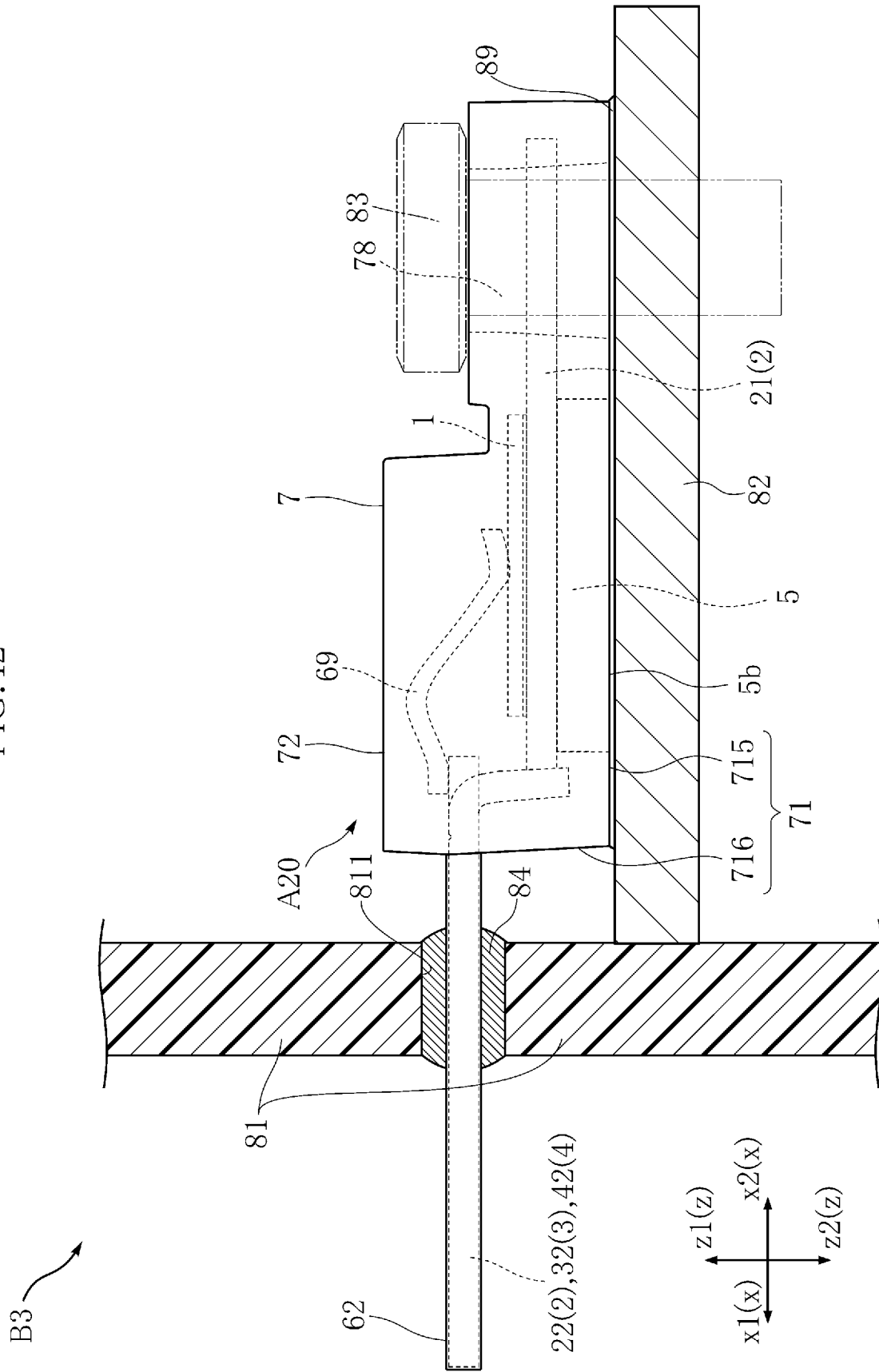
FIG. 40

A13



[図42]

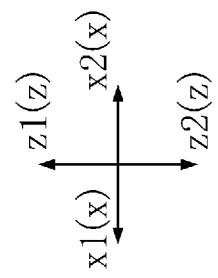
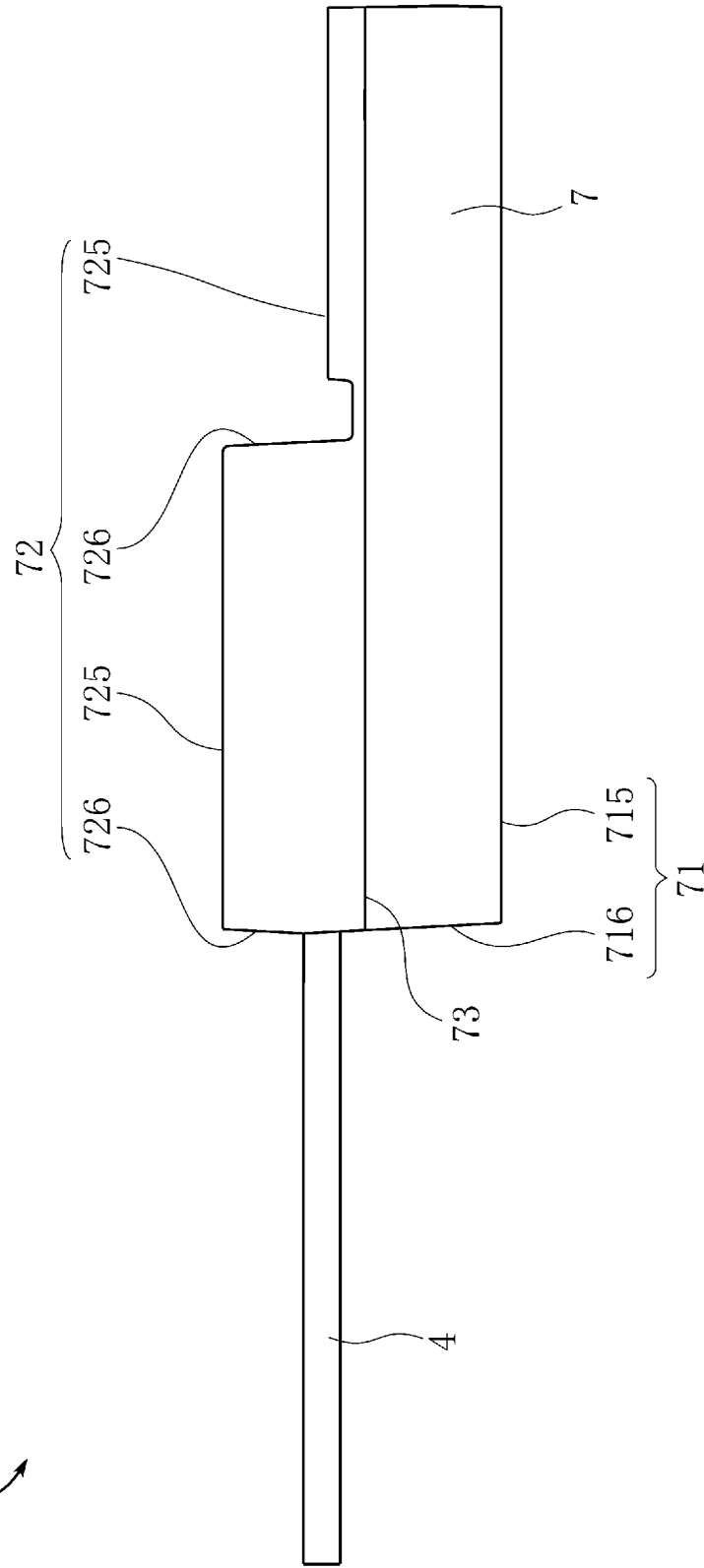
FIG.42



[図43]

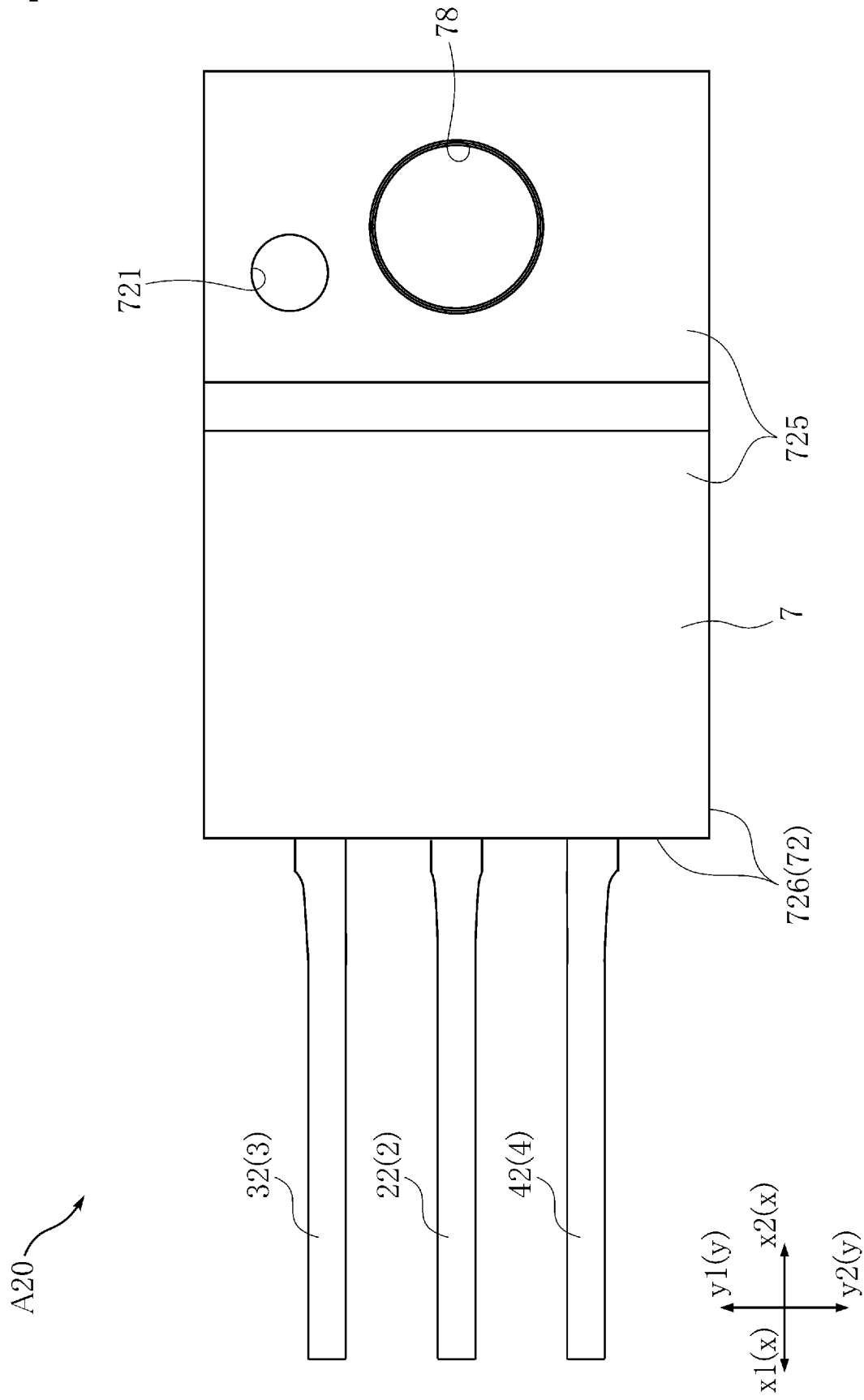
FIG. 43

A20



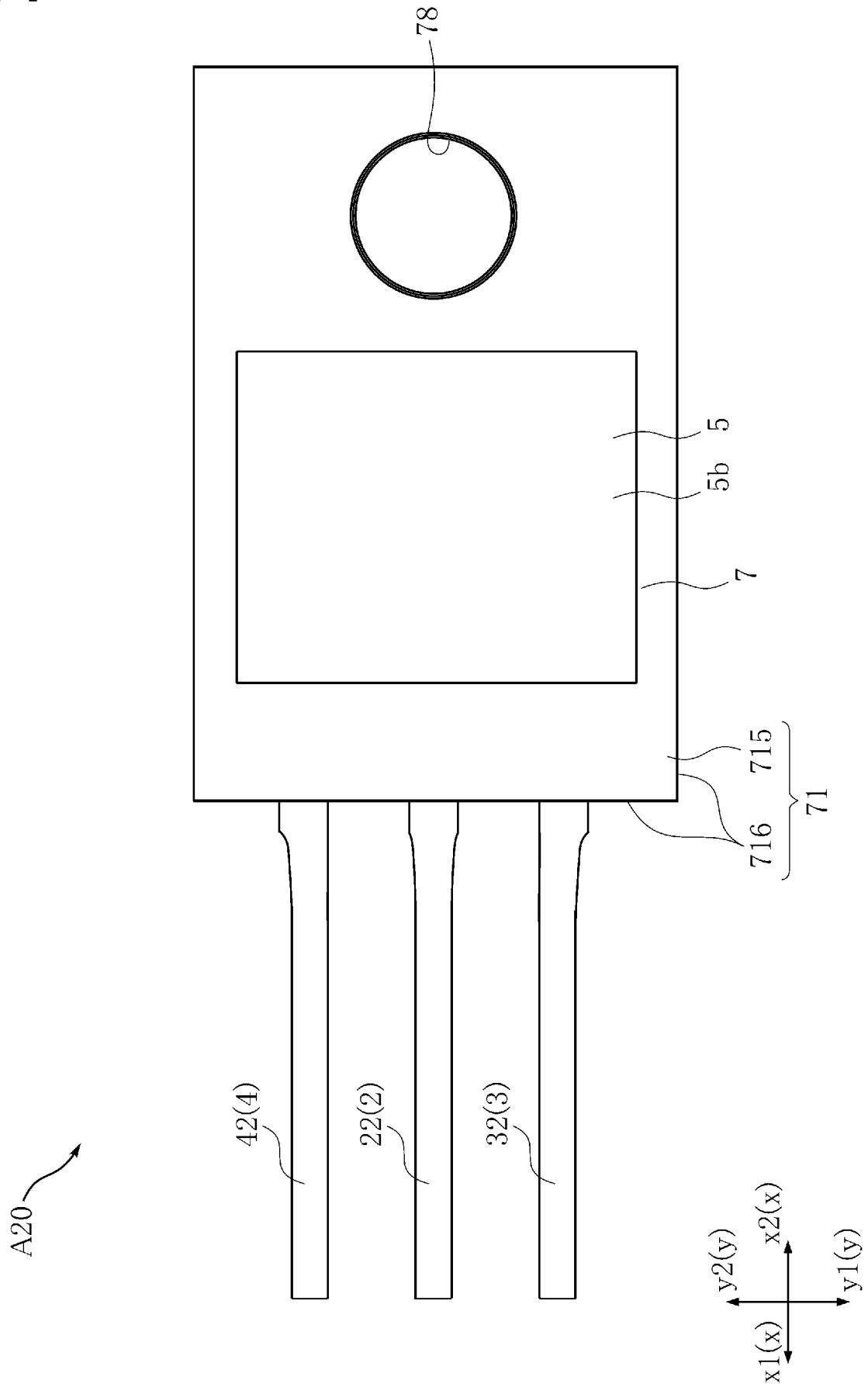
[図44]

FIG. 44



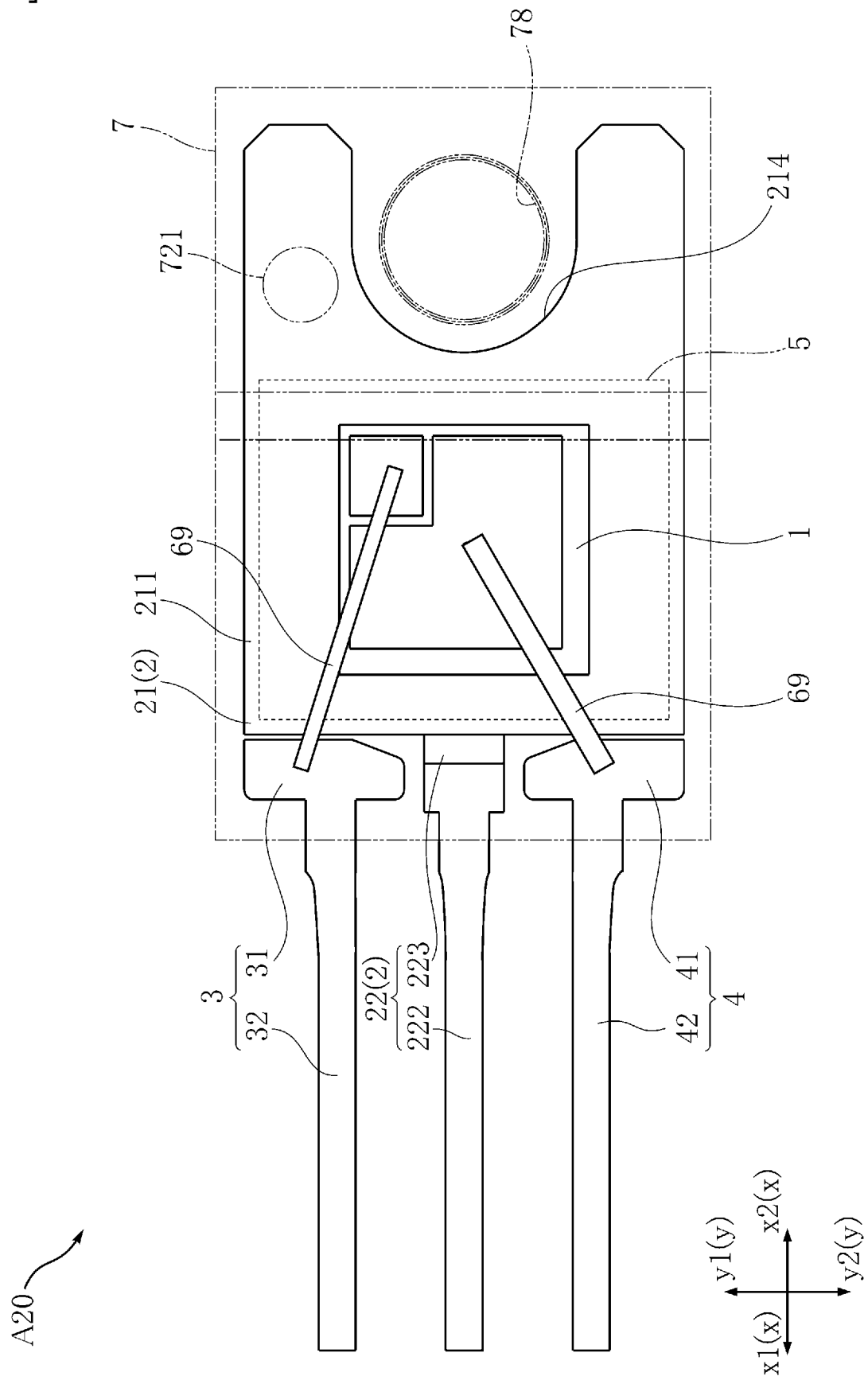
[図45]

FIG. 45



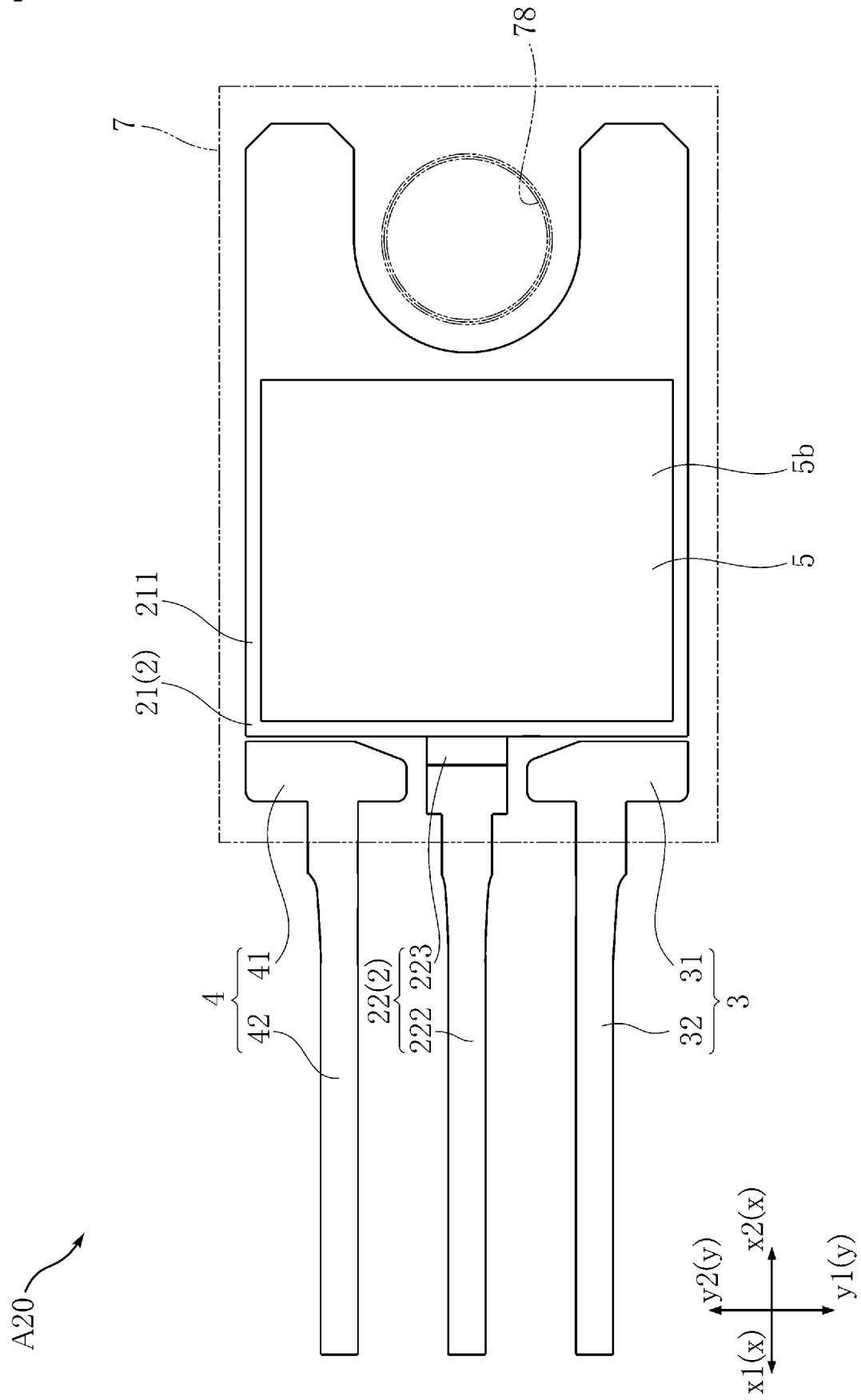
[図47]

FIG.47



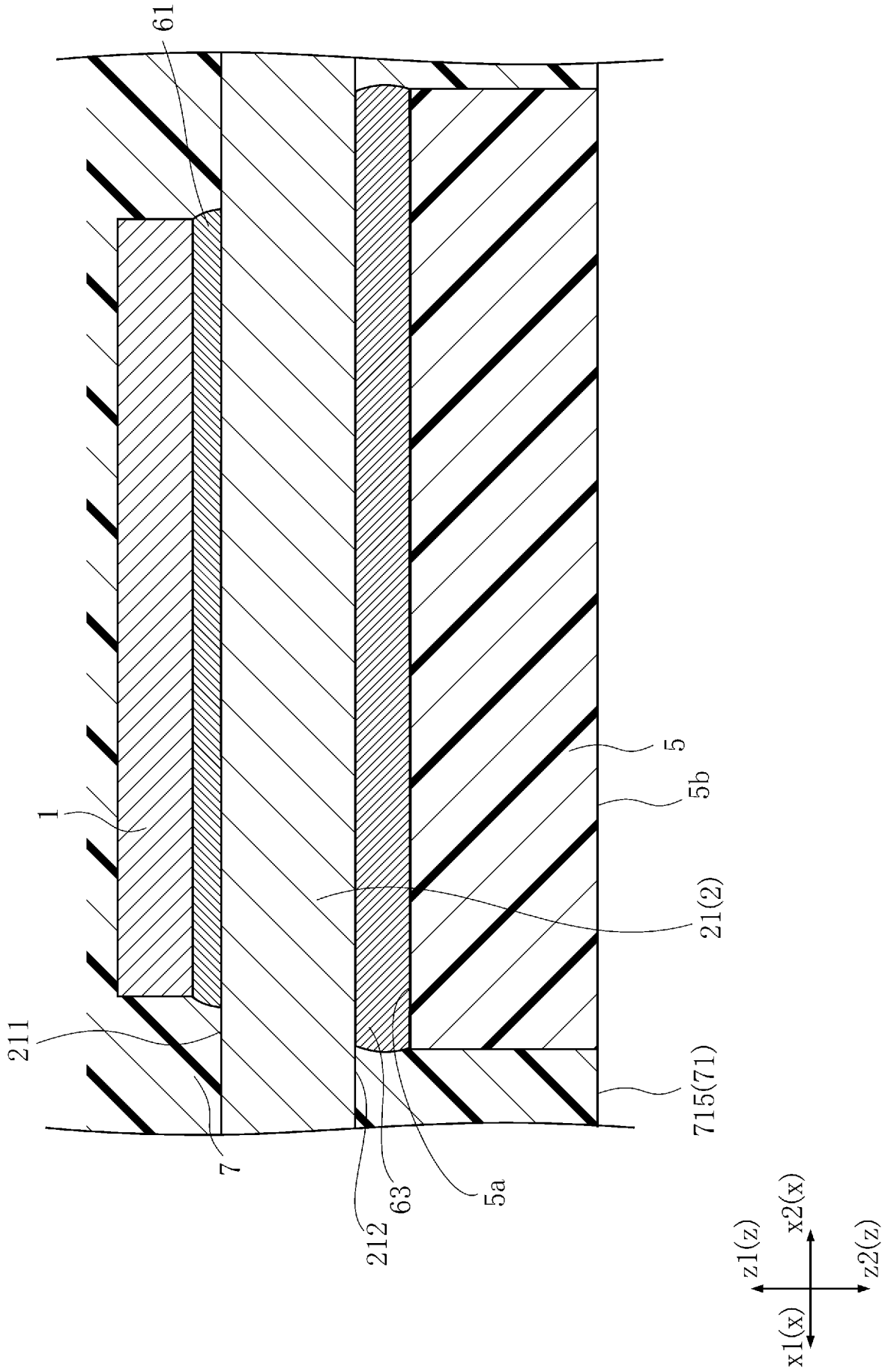
[図48]

FIG. 48



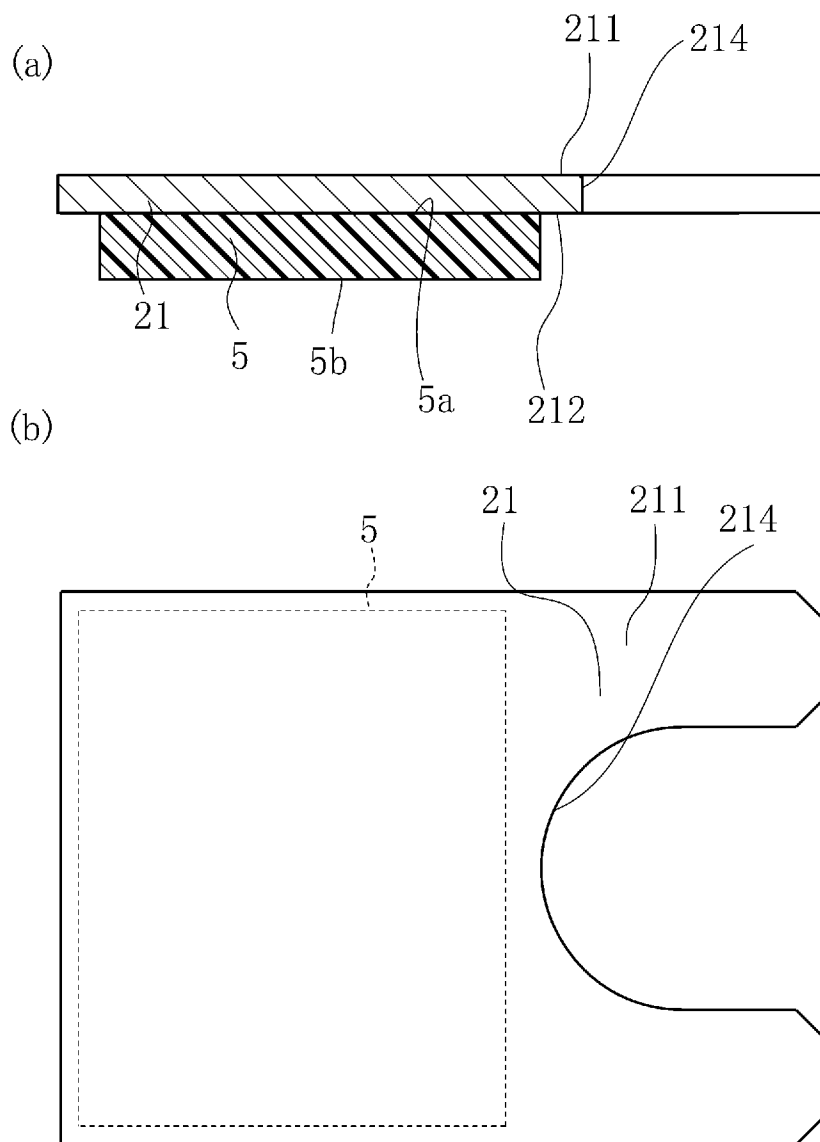
[図49]

FIG.49



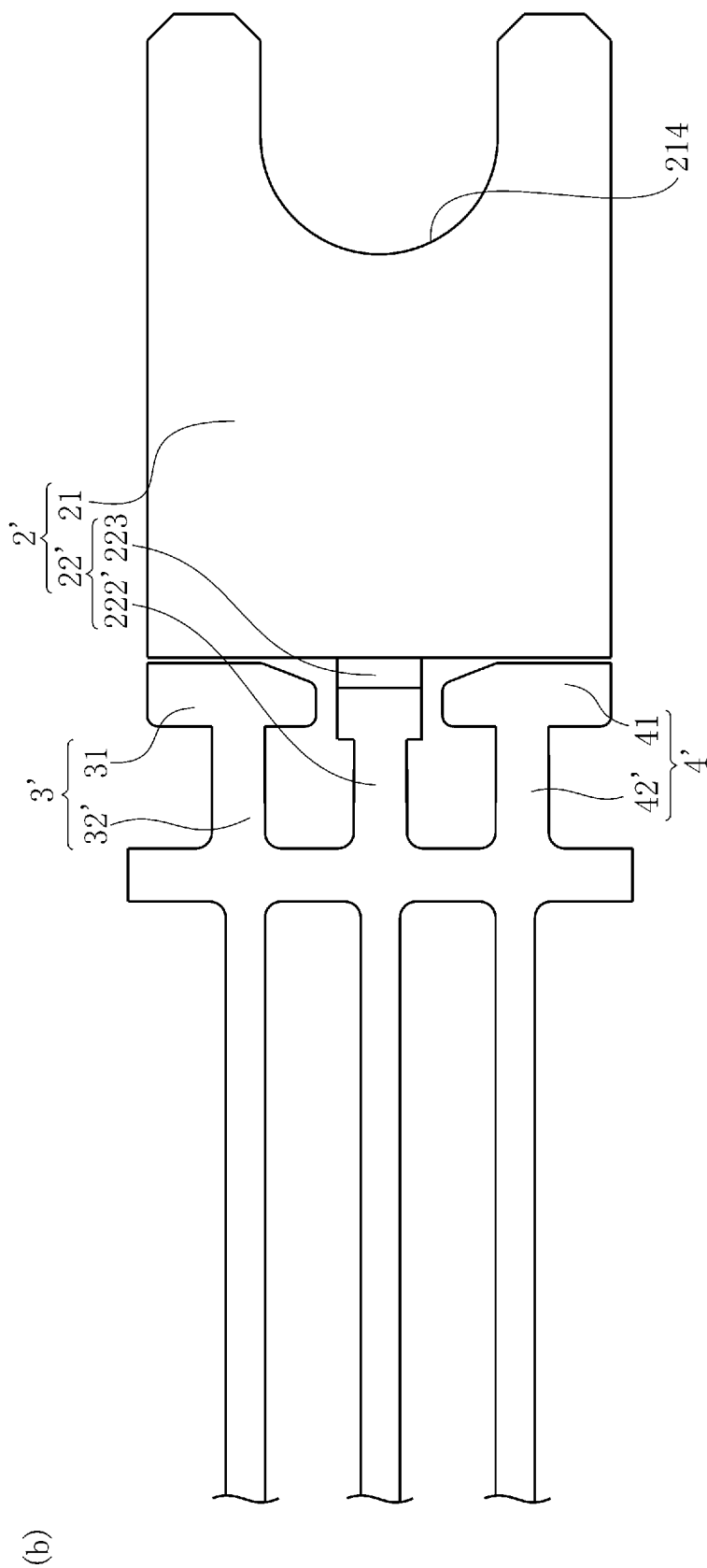
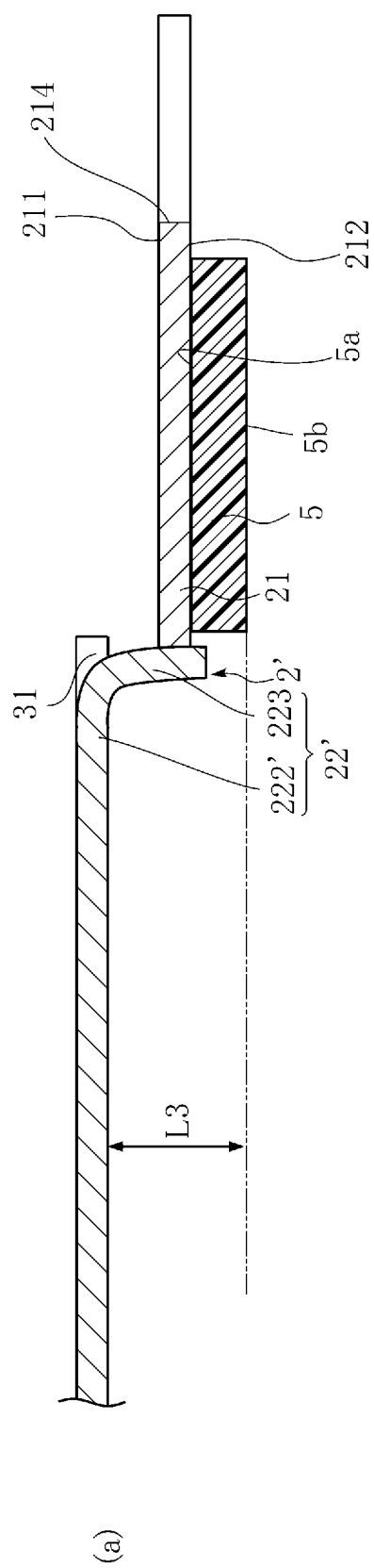
[図50]

FIG.50



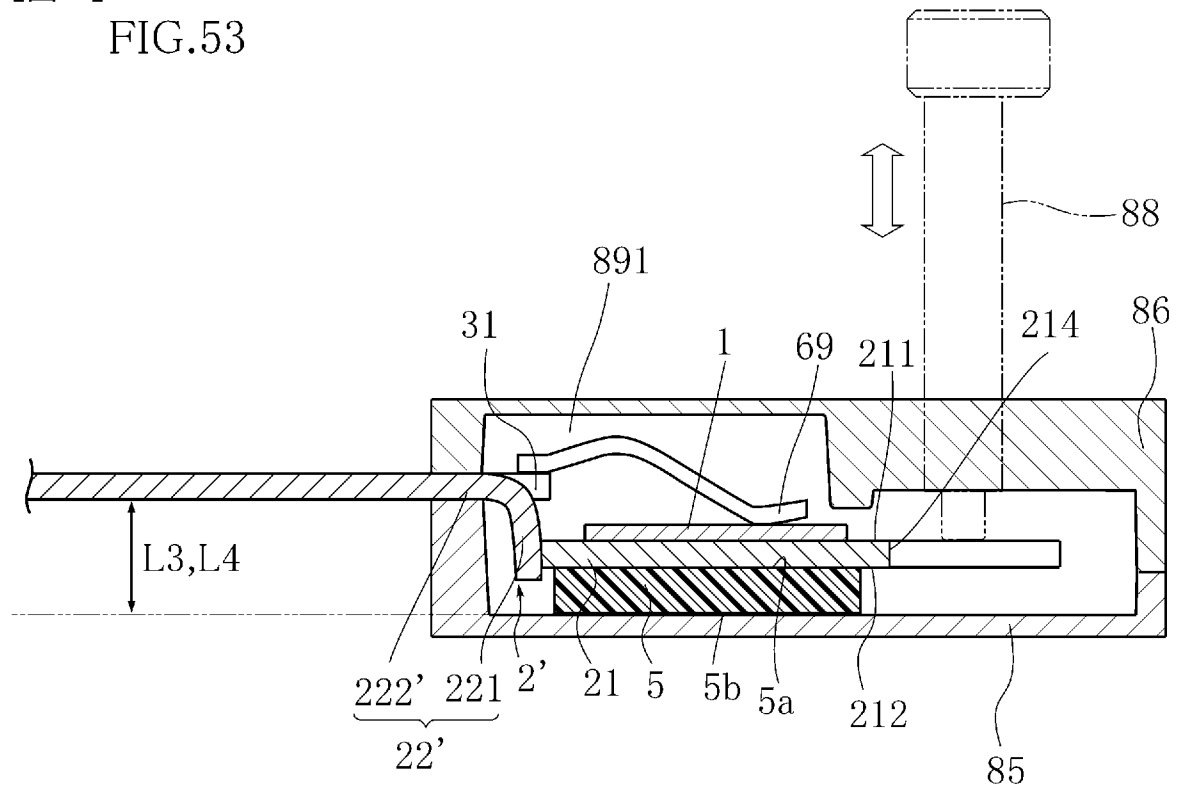
[図51]

FIG. 51



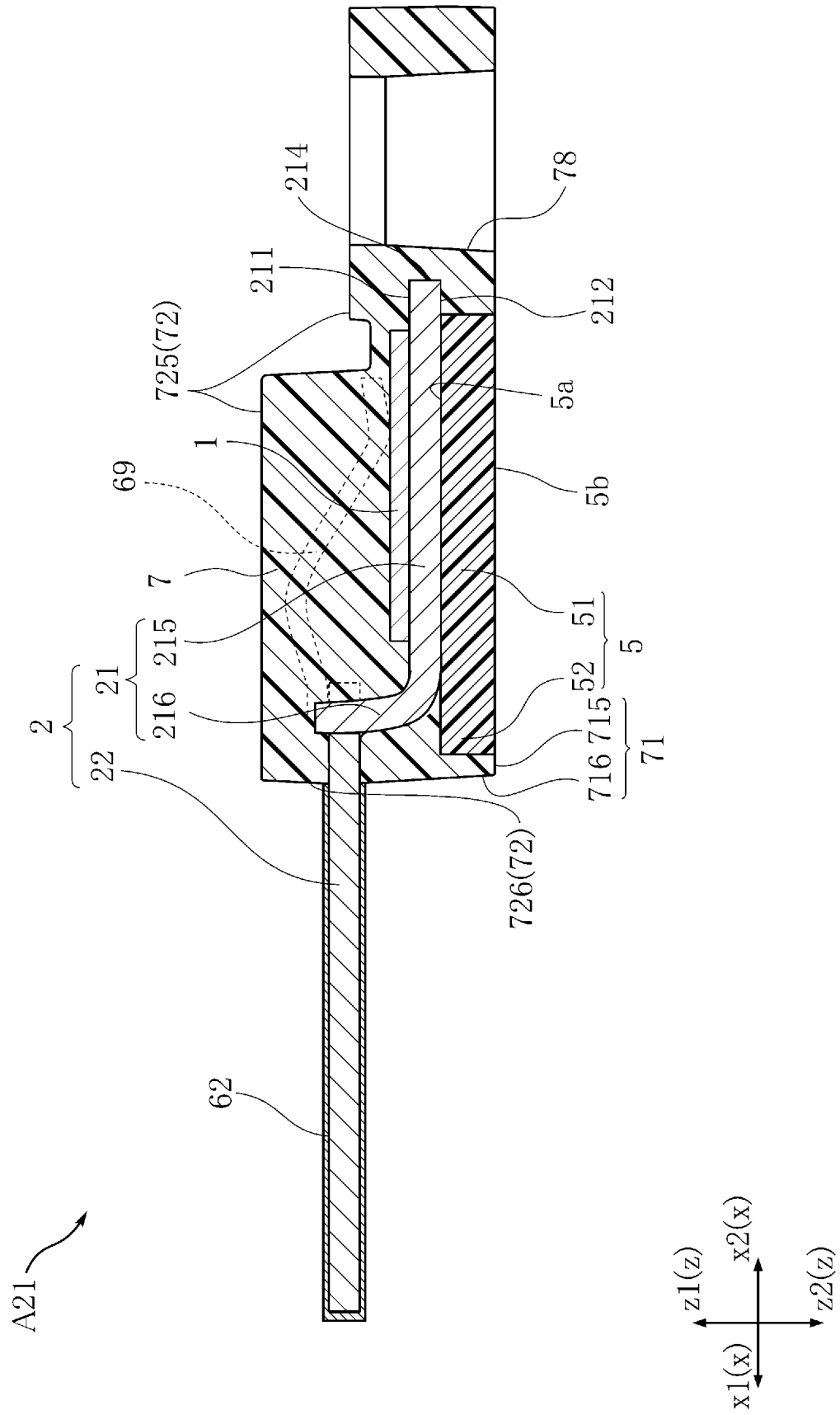
[図53]

FIG.53



[図54]

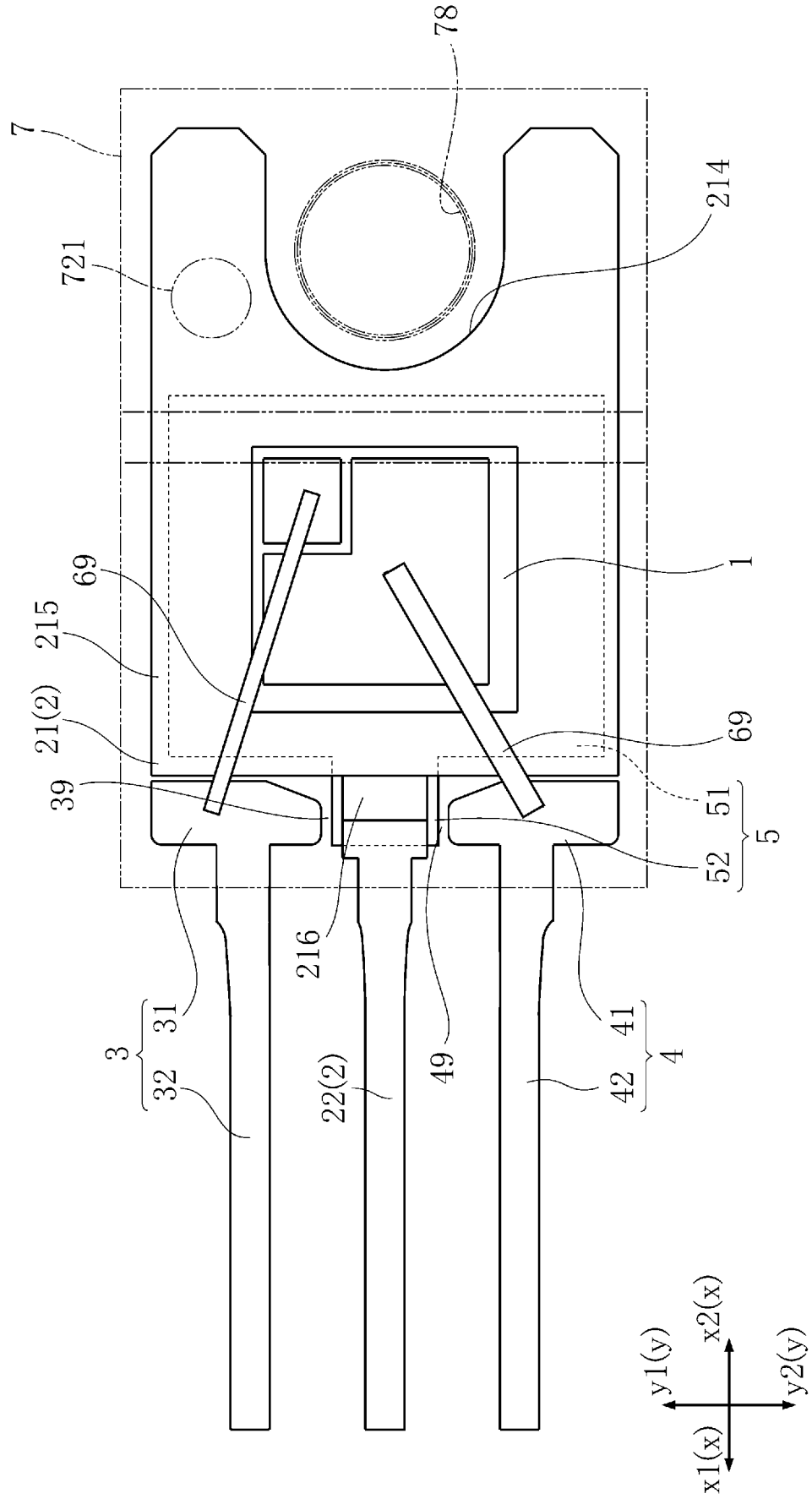
FIG.54



[図55]

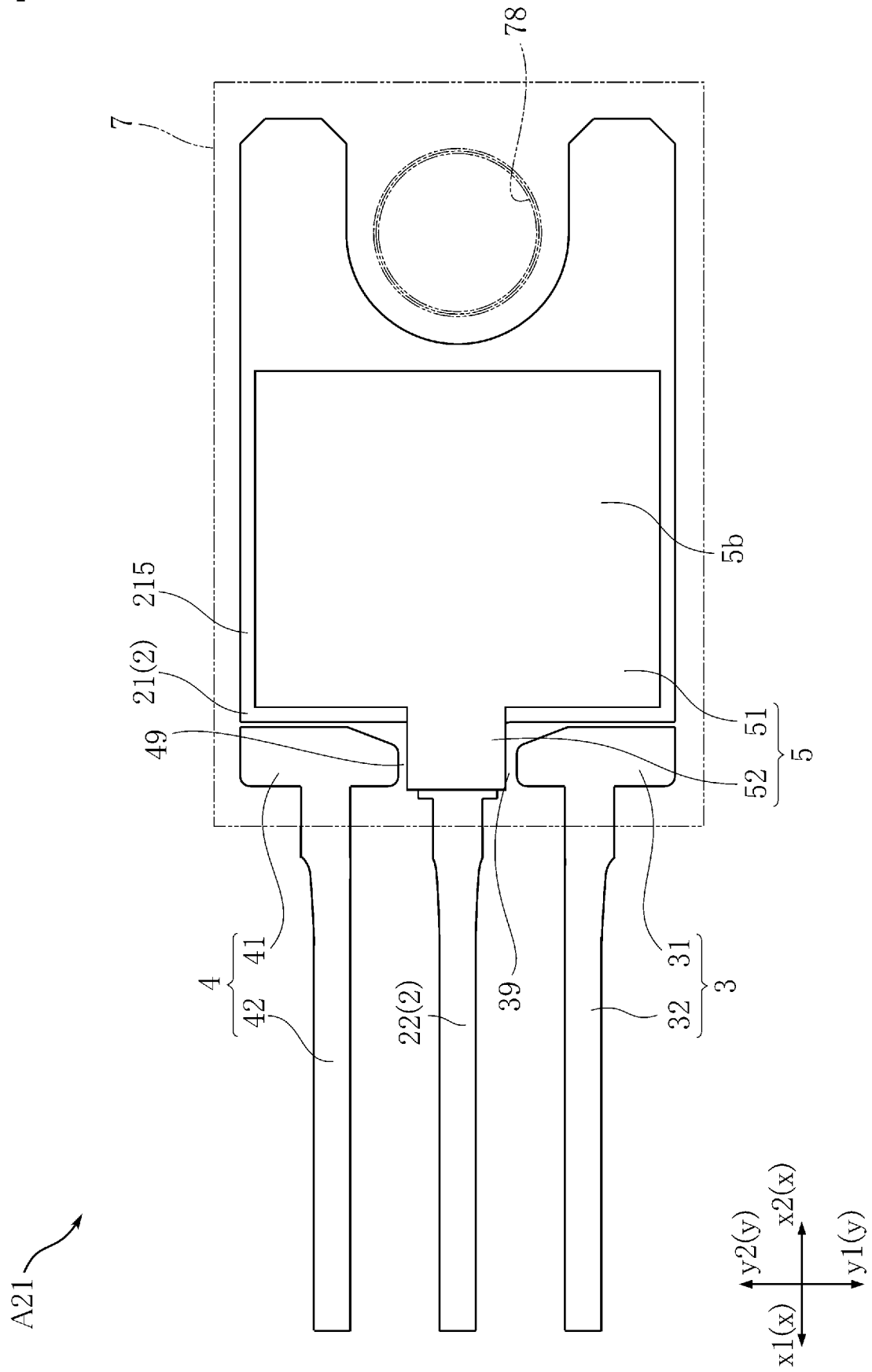
FIG.55

A21



[図56]

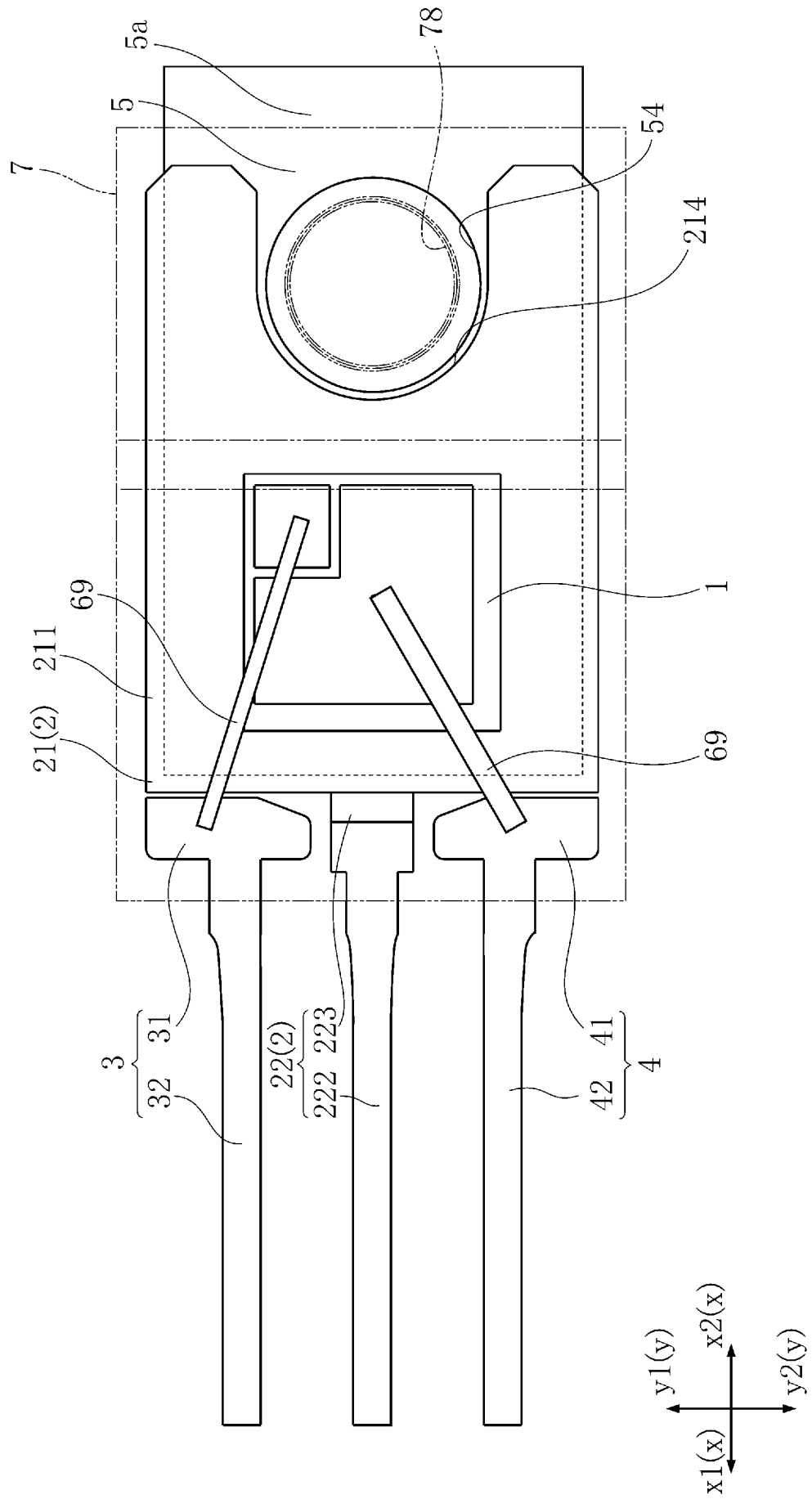
FIG. 56



[図58]

FIG.58

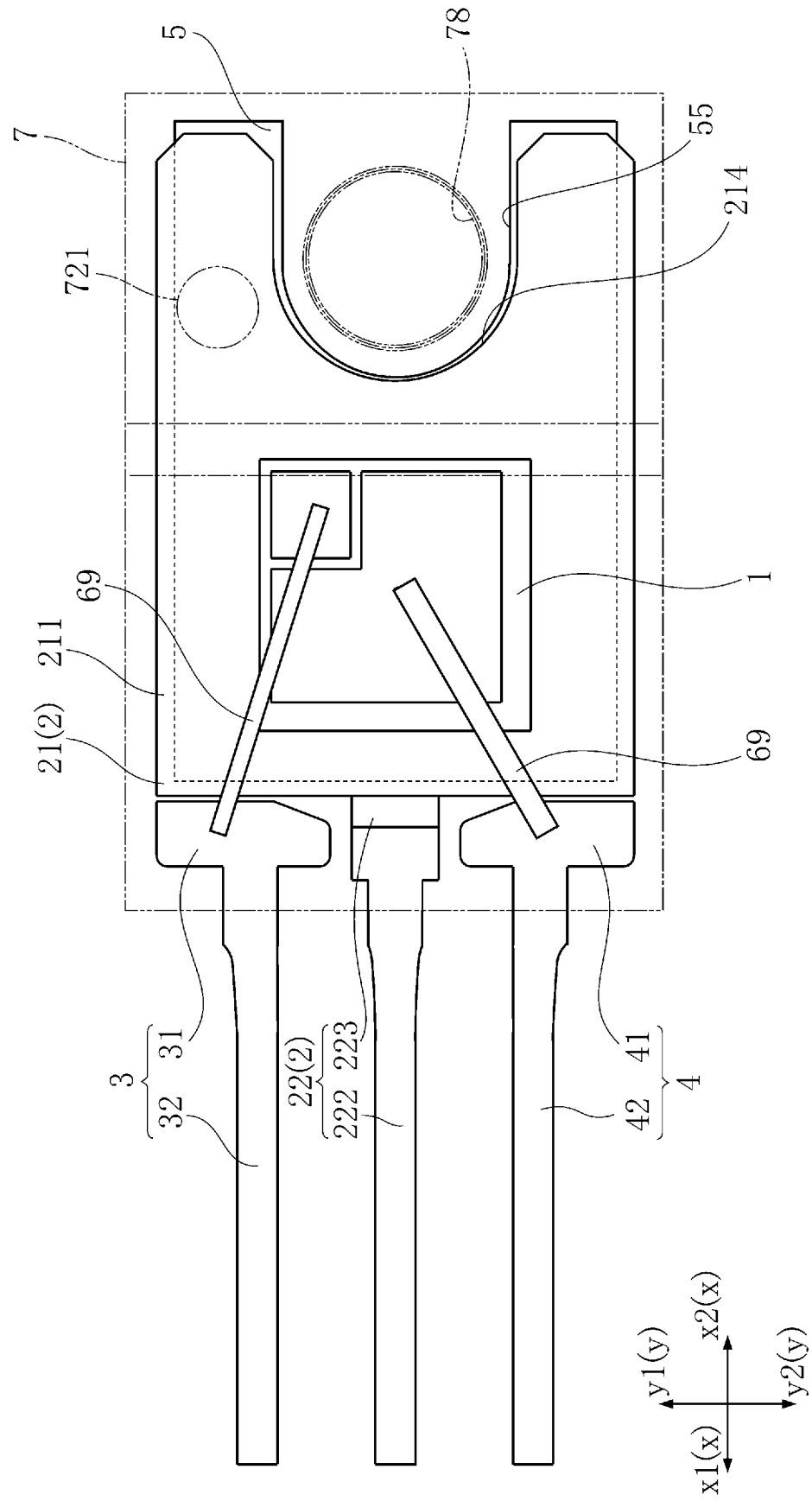
A22



[図62]

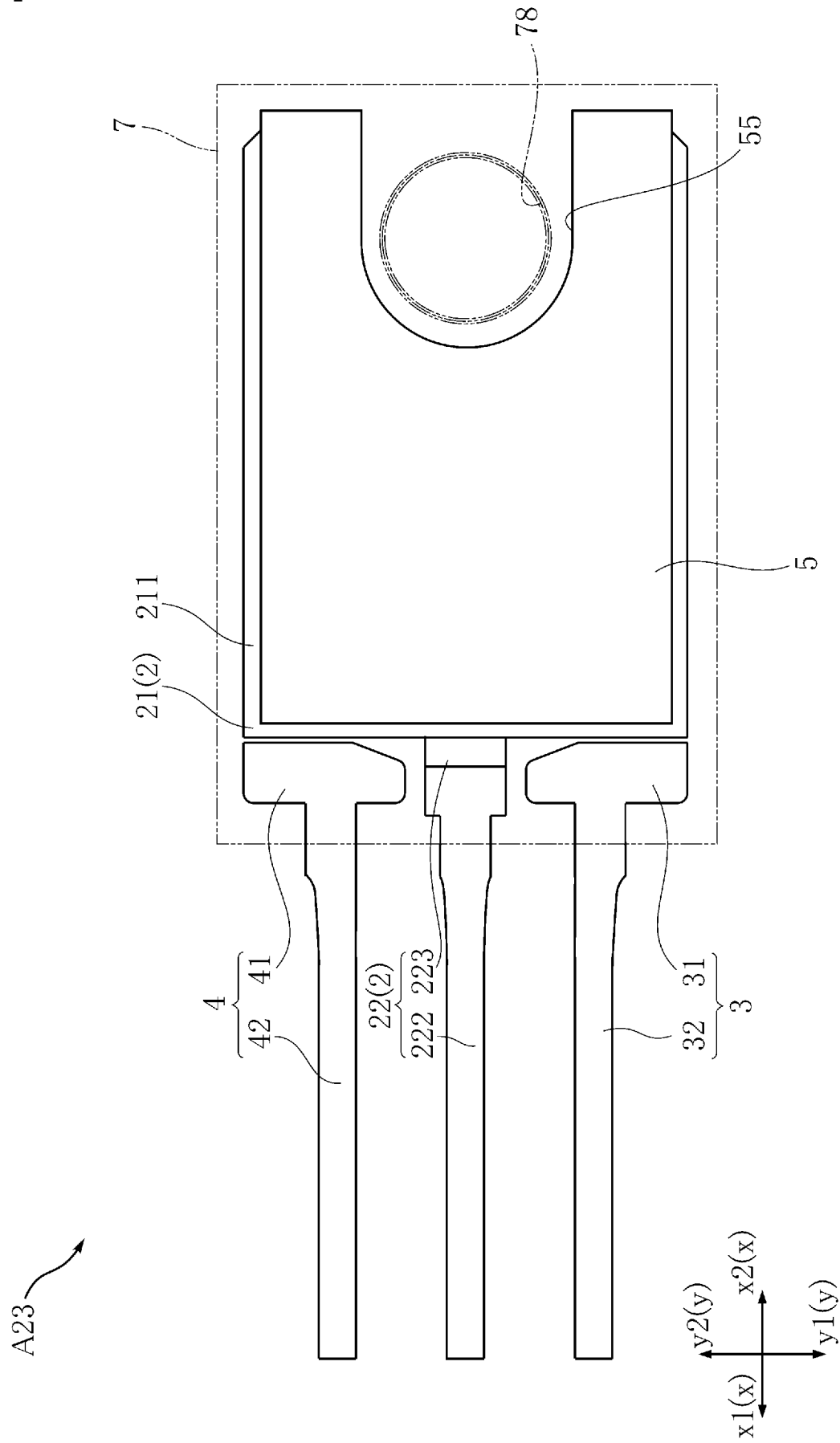
FIG. 62

A23



[図63]

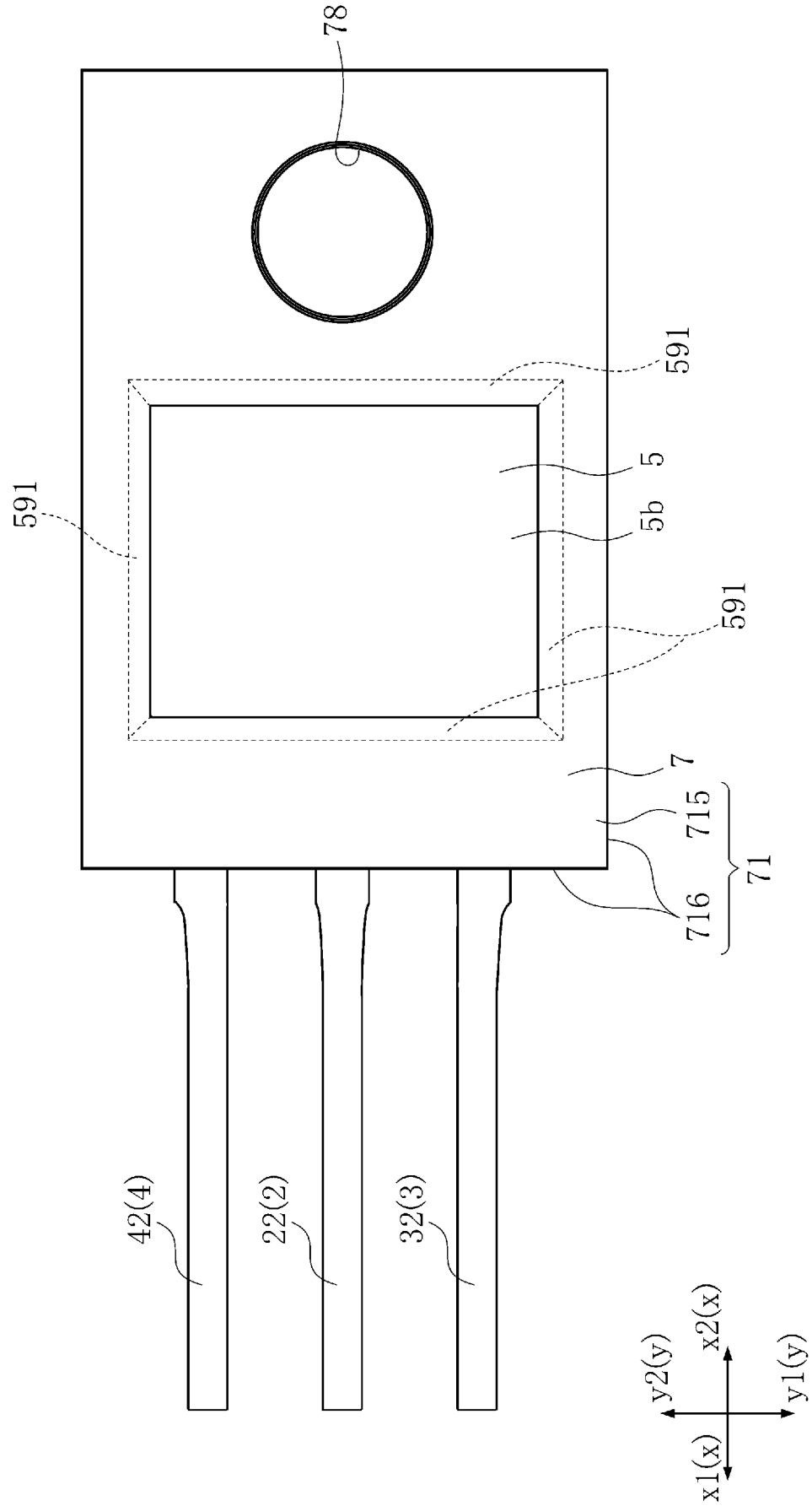
FIG. 63



[図65]

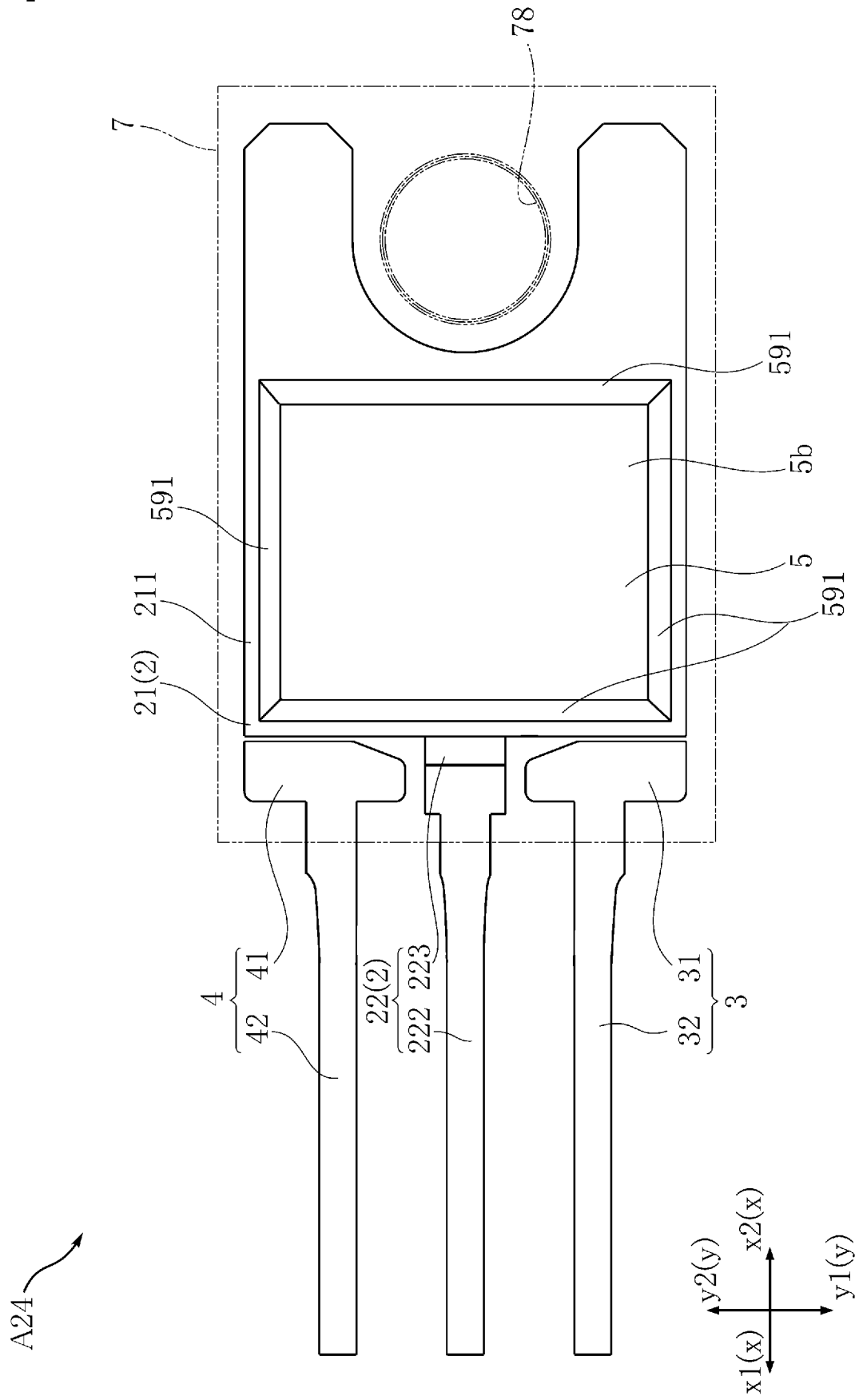
FIG.65

A24



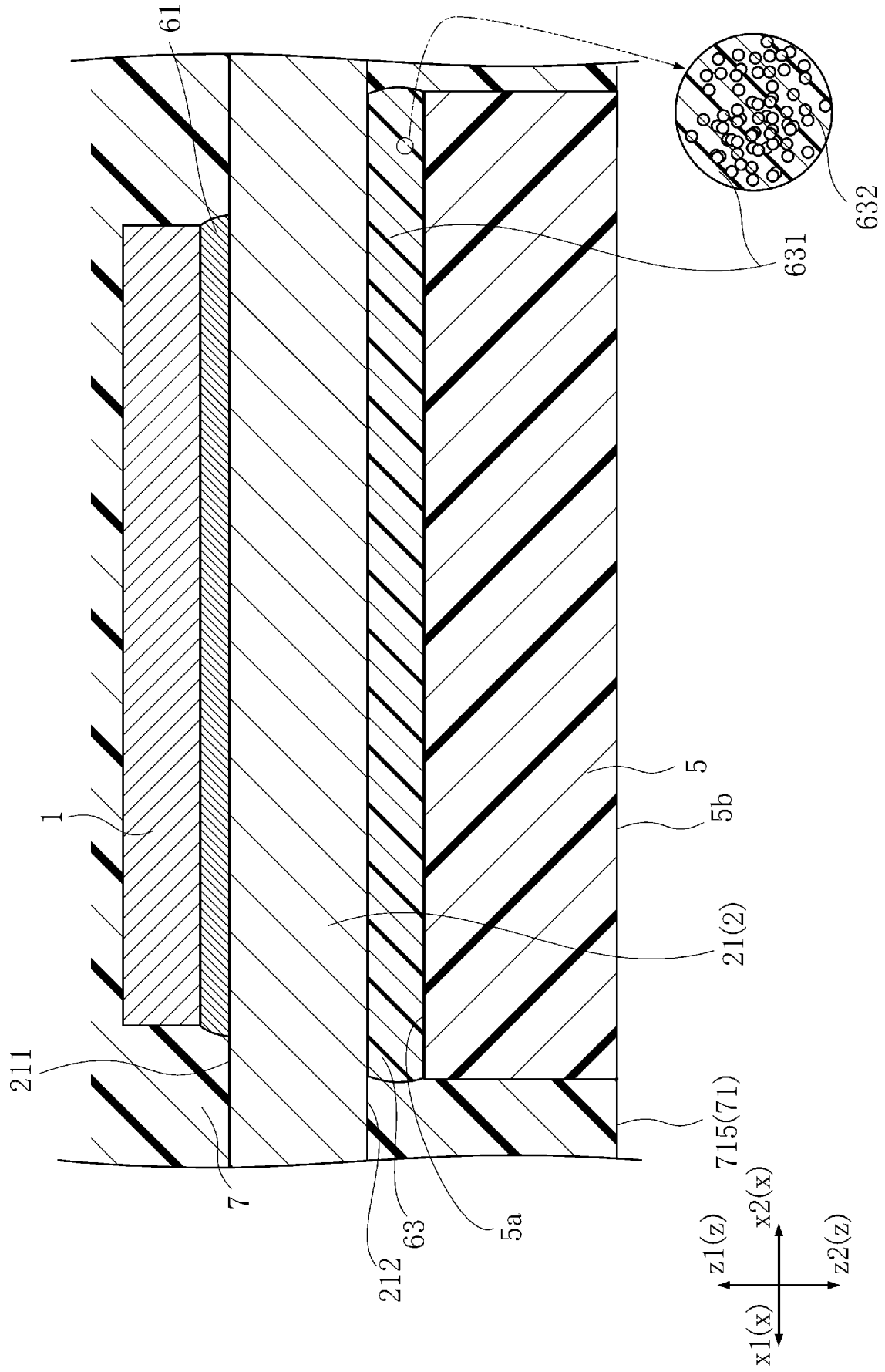
[図66]

FIG.66



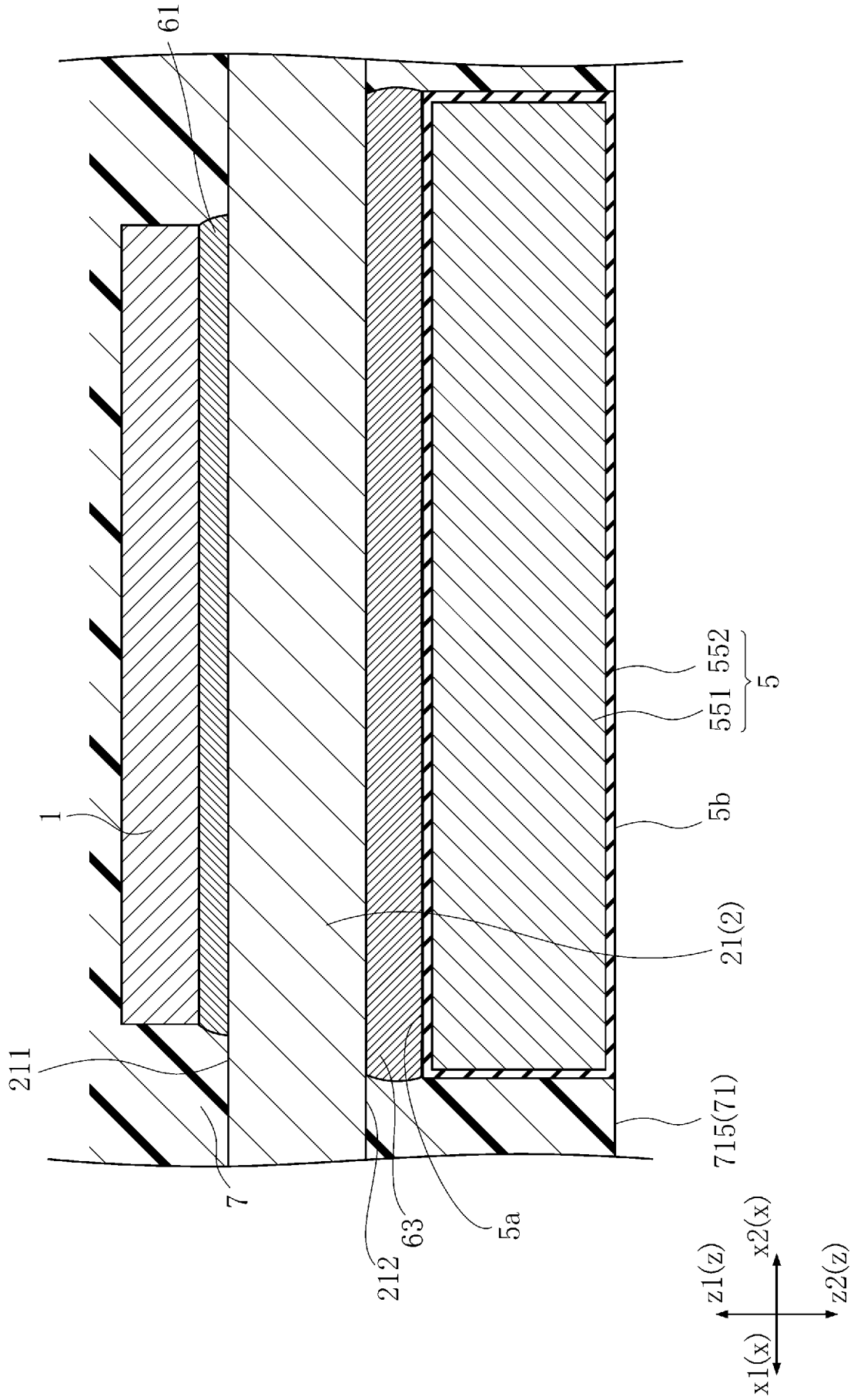
[図67]

FIG.67



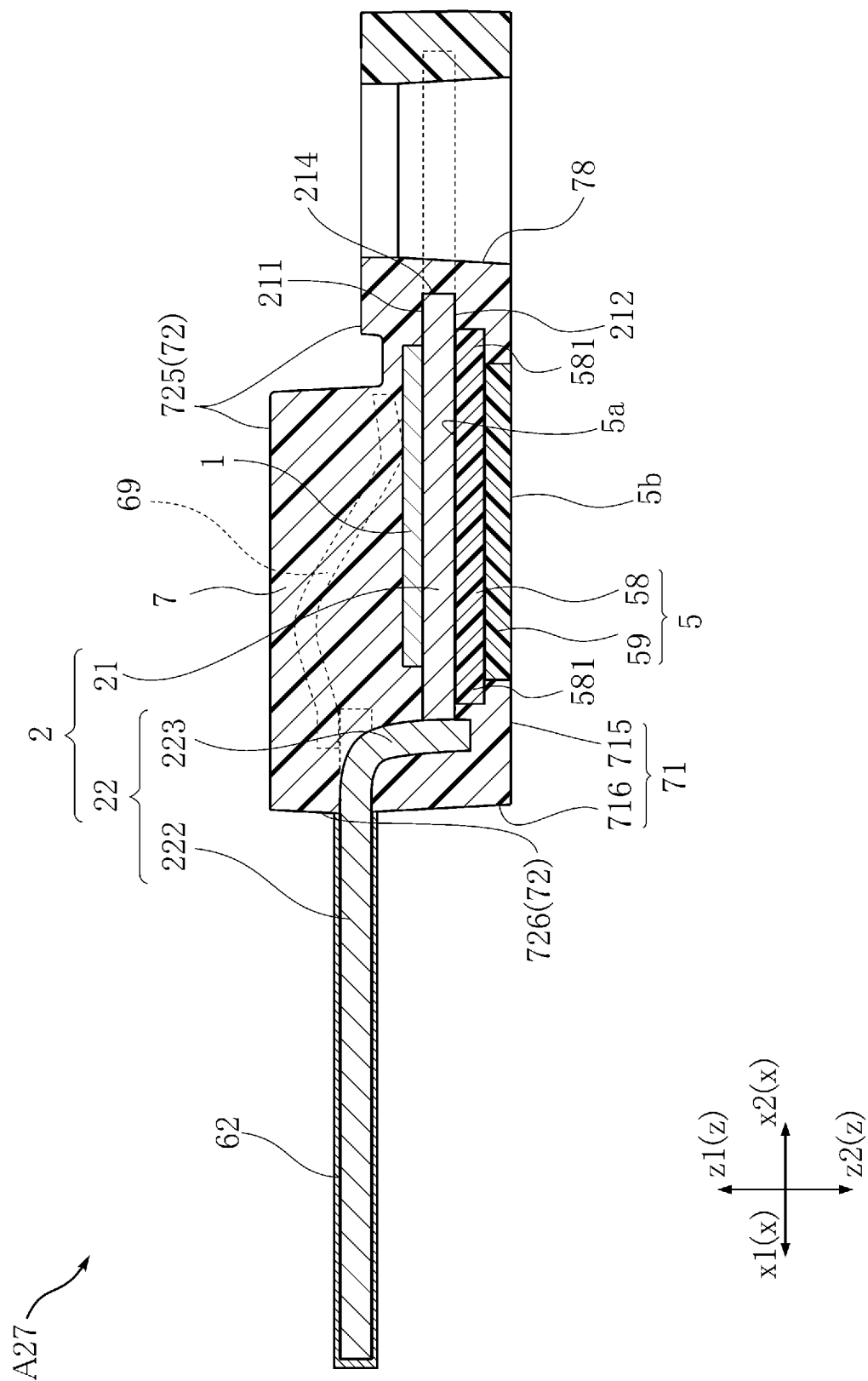
[図68]

FIG.68



[図69]

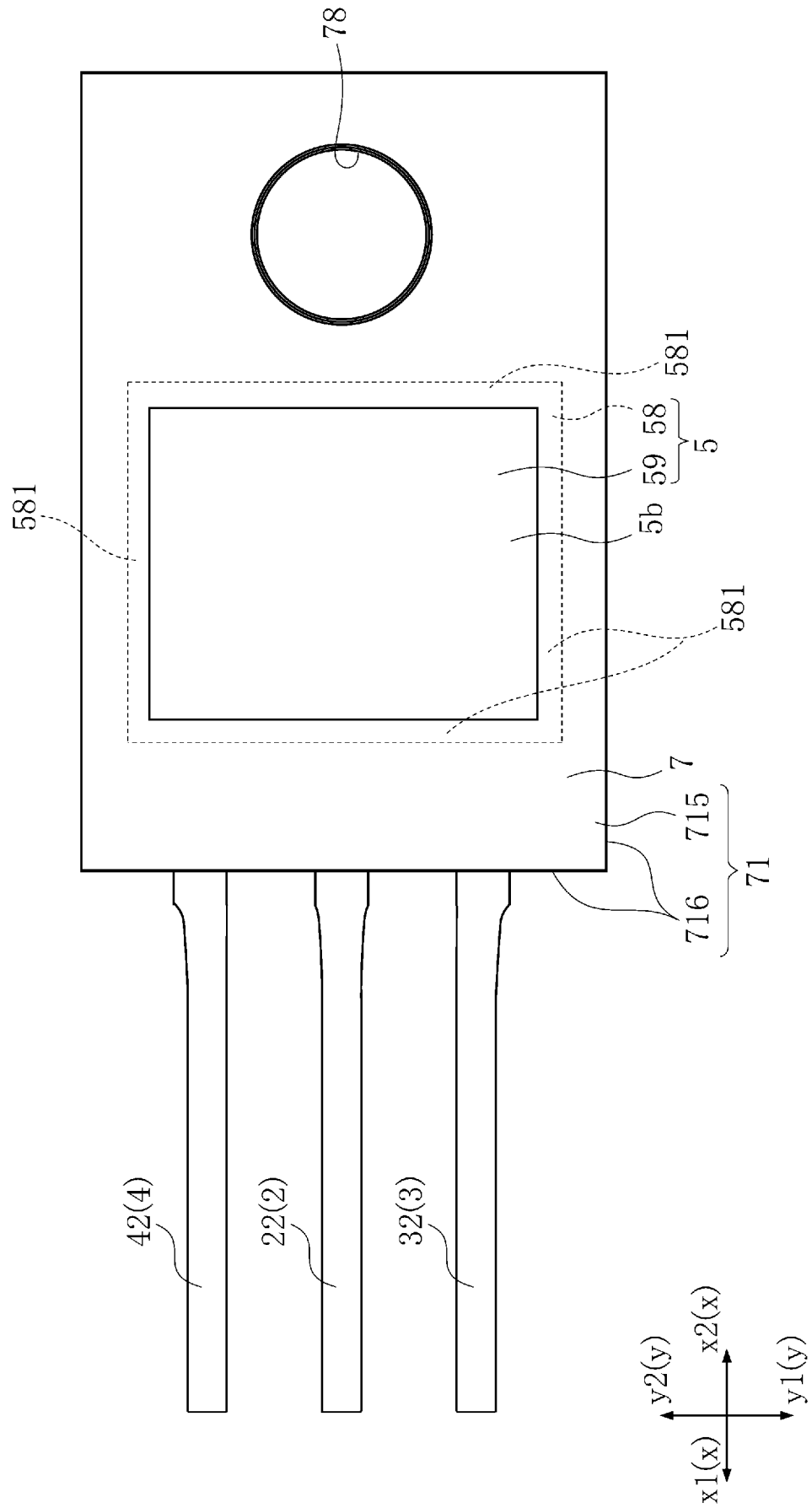
FIG. 69



[図70]

FIG. 70

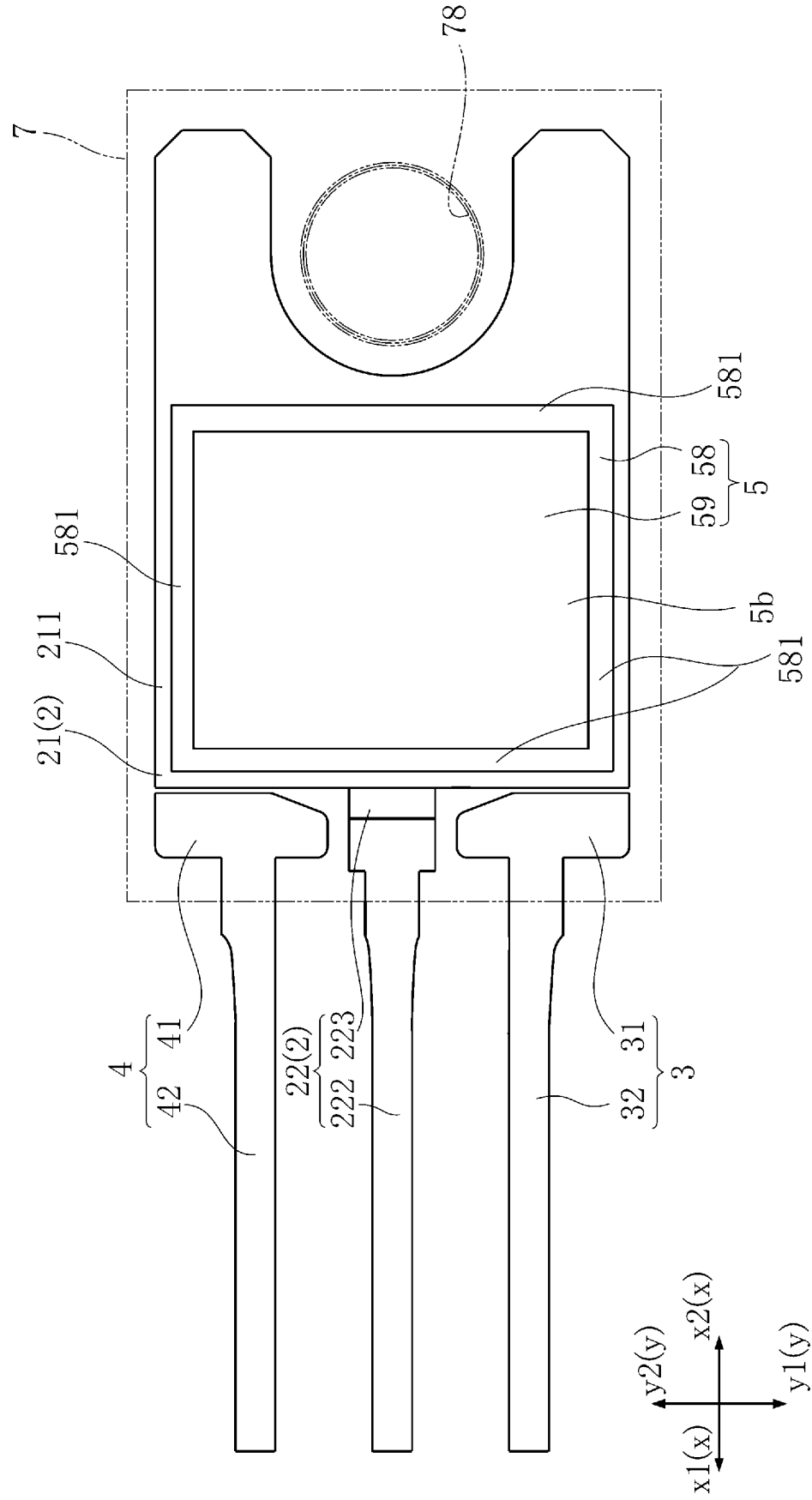
A27



[図71]

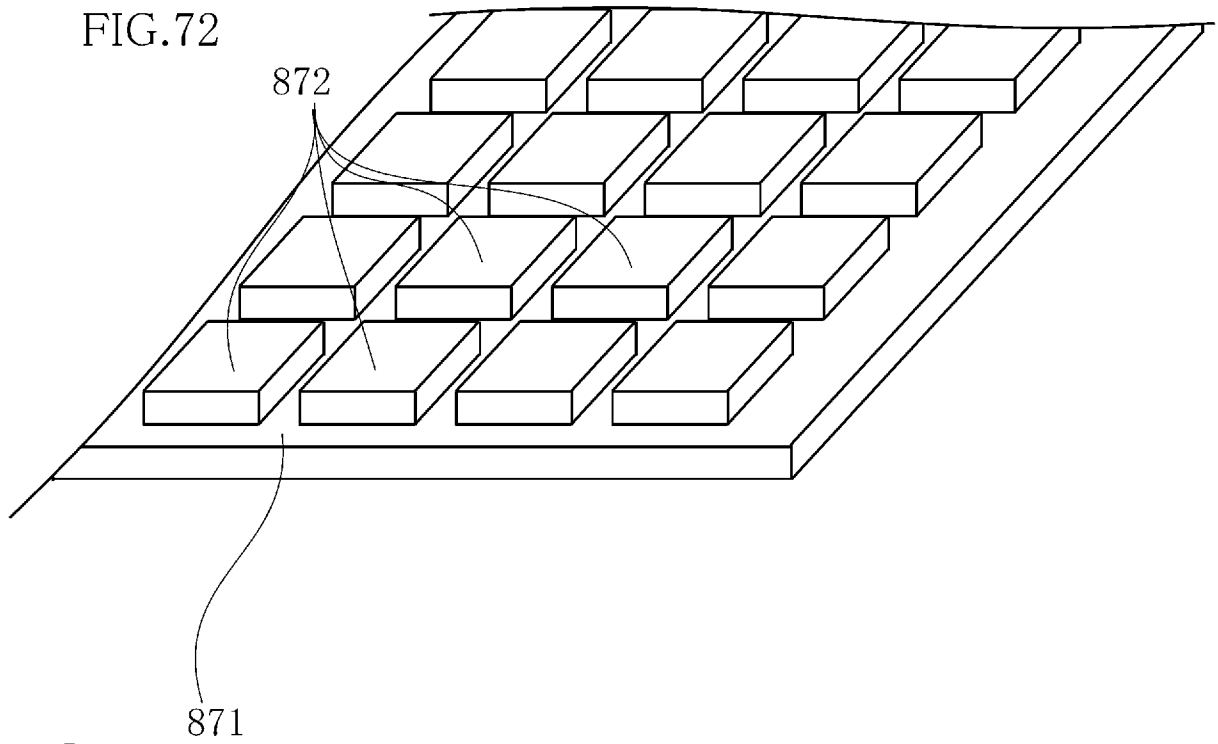
FIG.71

A27



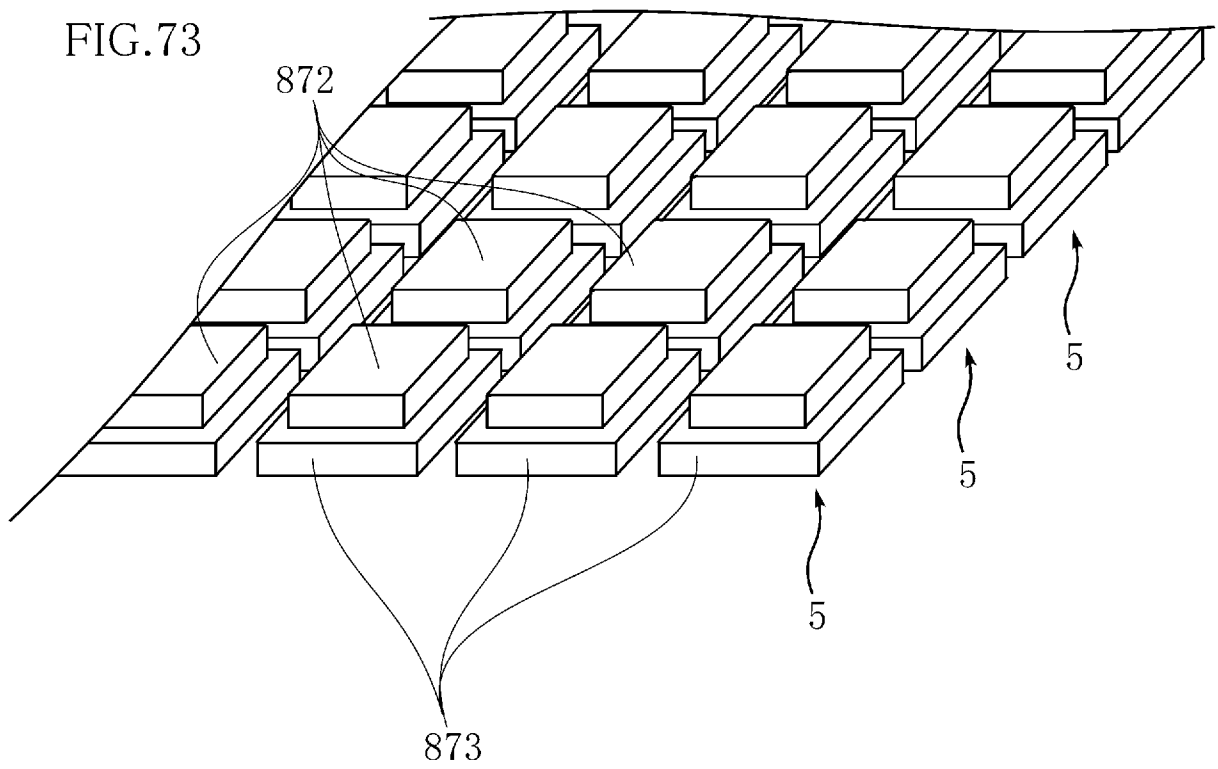
[図72]

FIG.72



[図73]

FIG.73



[図74]

FIG. 74

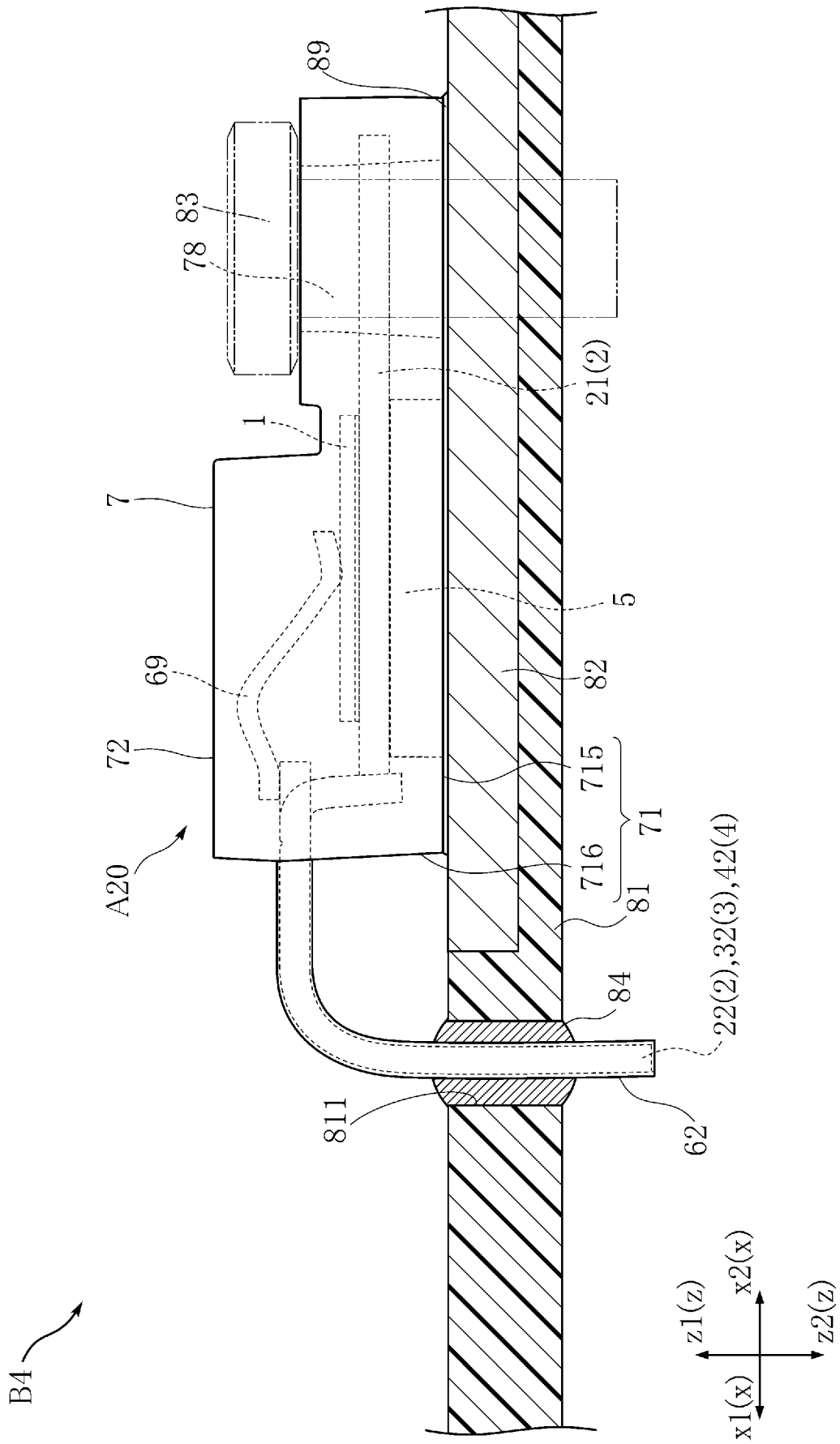
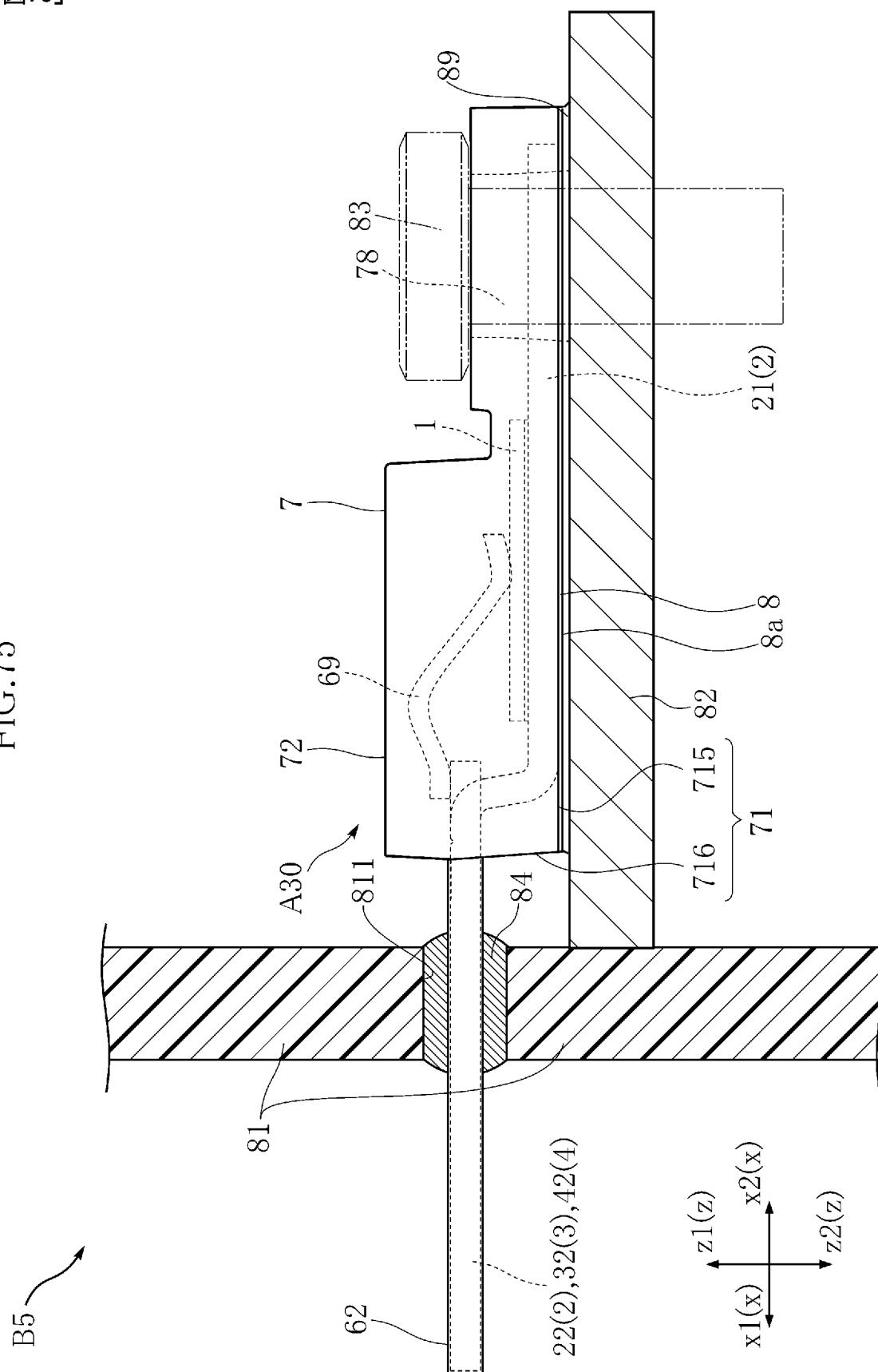
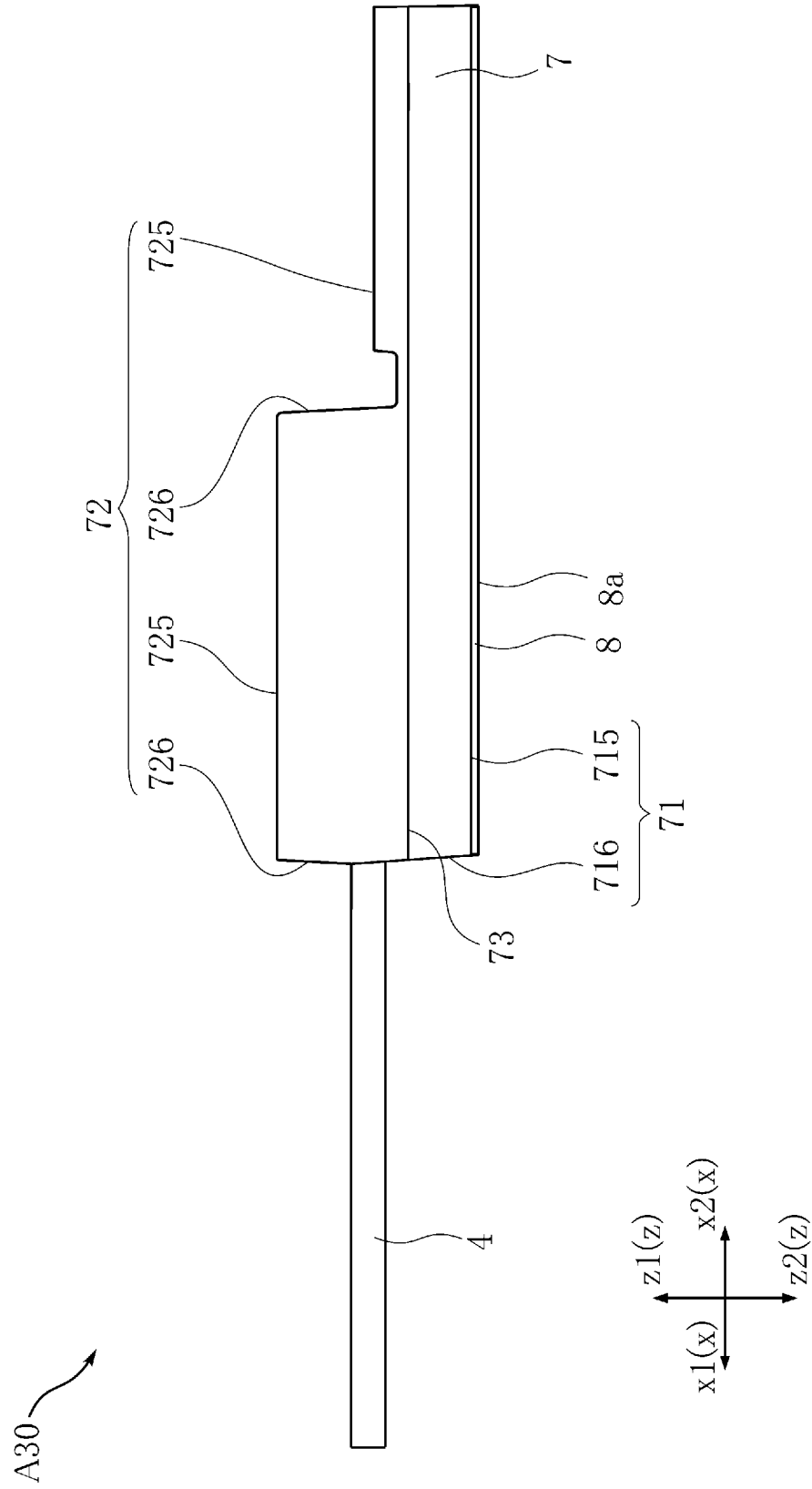


FIG. 75



[図76]

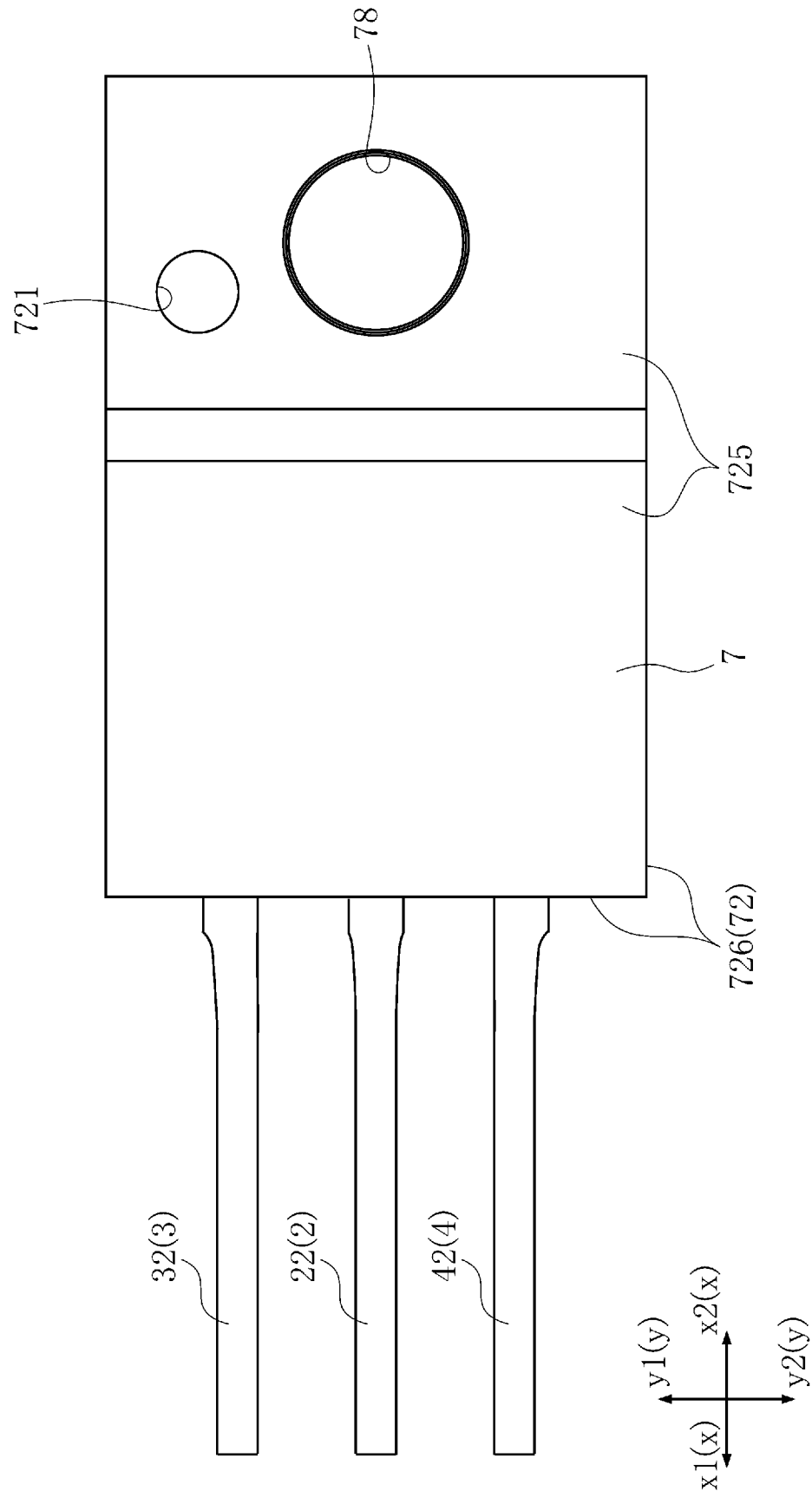
FIG. 76



[図77]

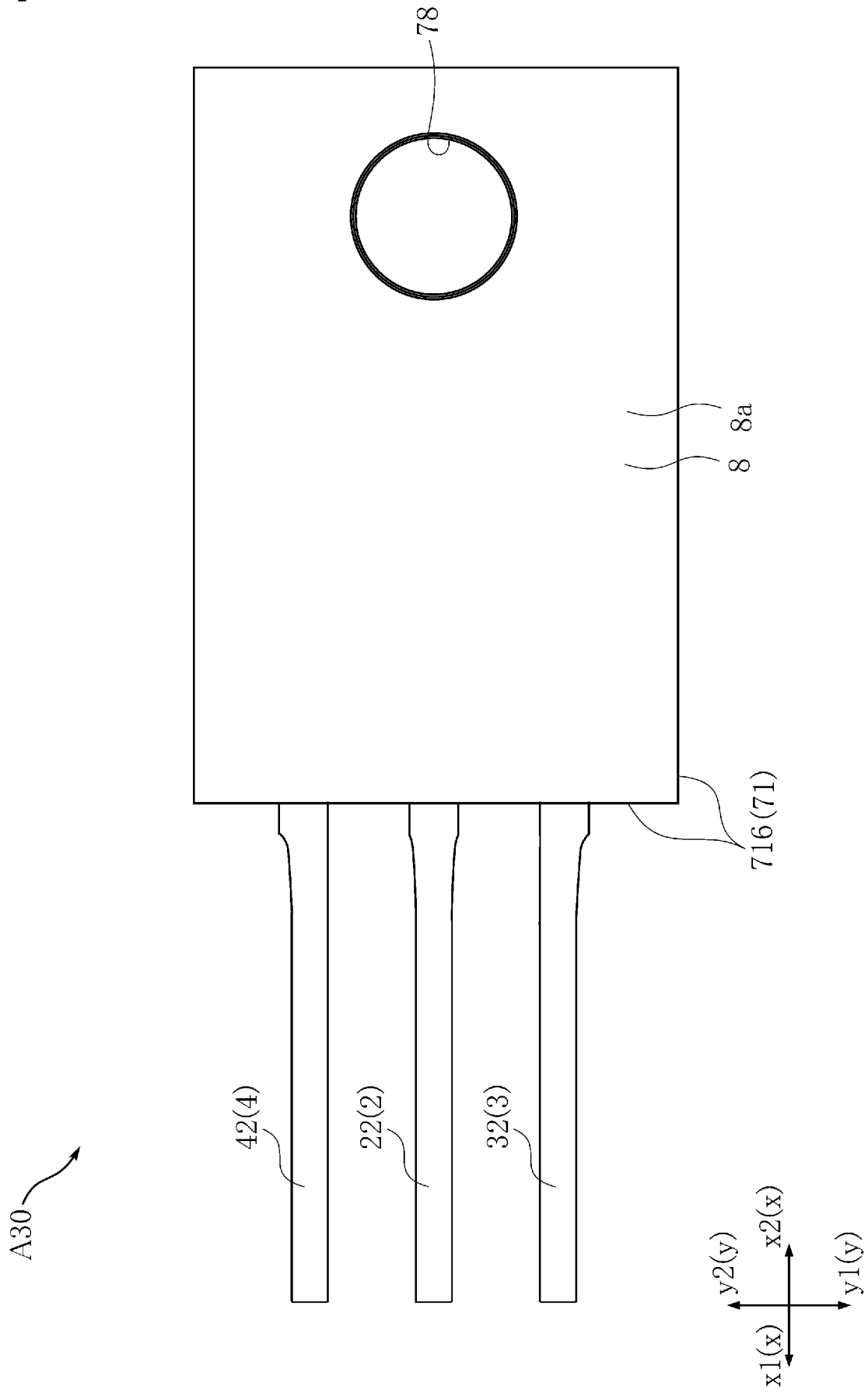
FIG.77

A30



[図78]

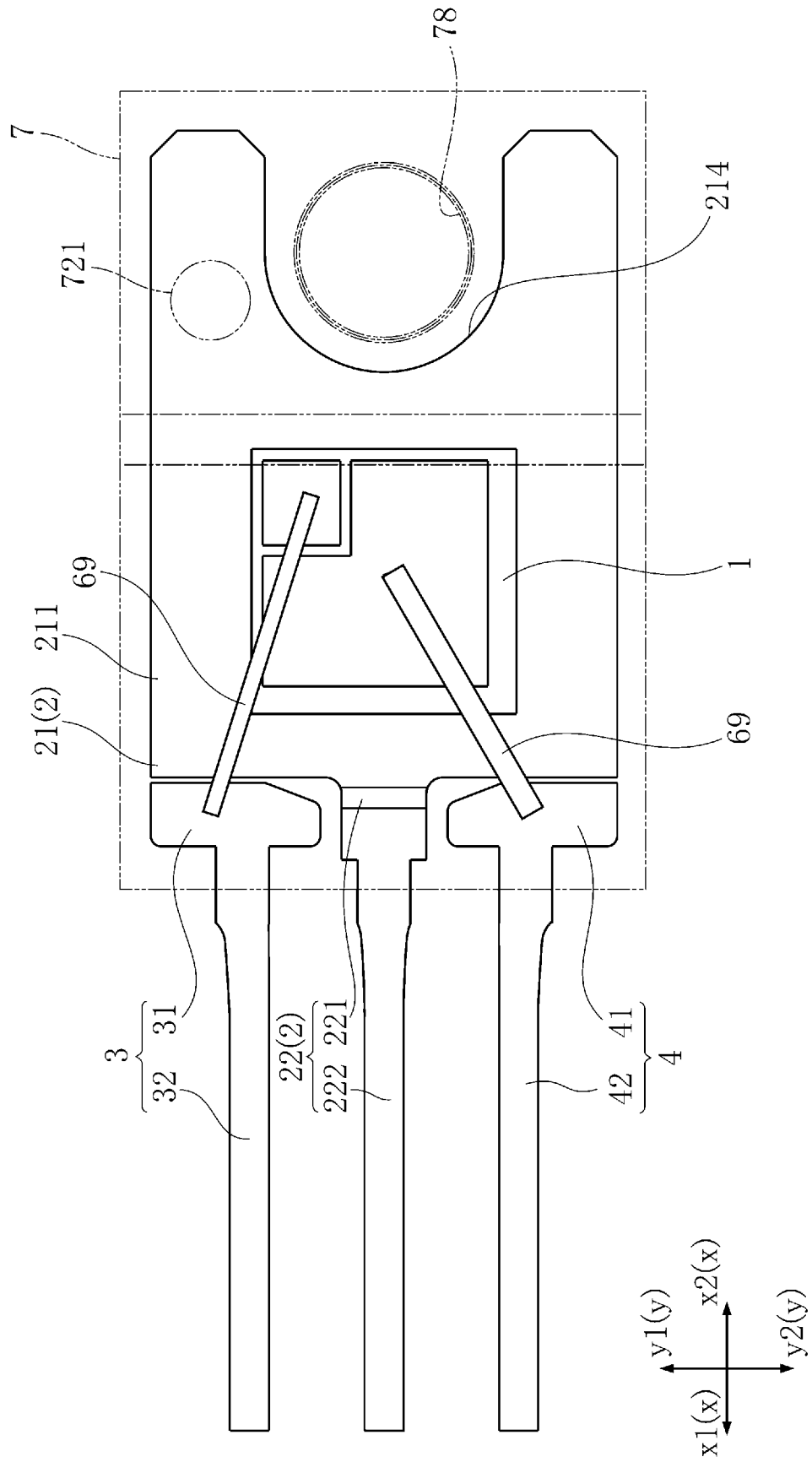
FIG.78



[図80]

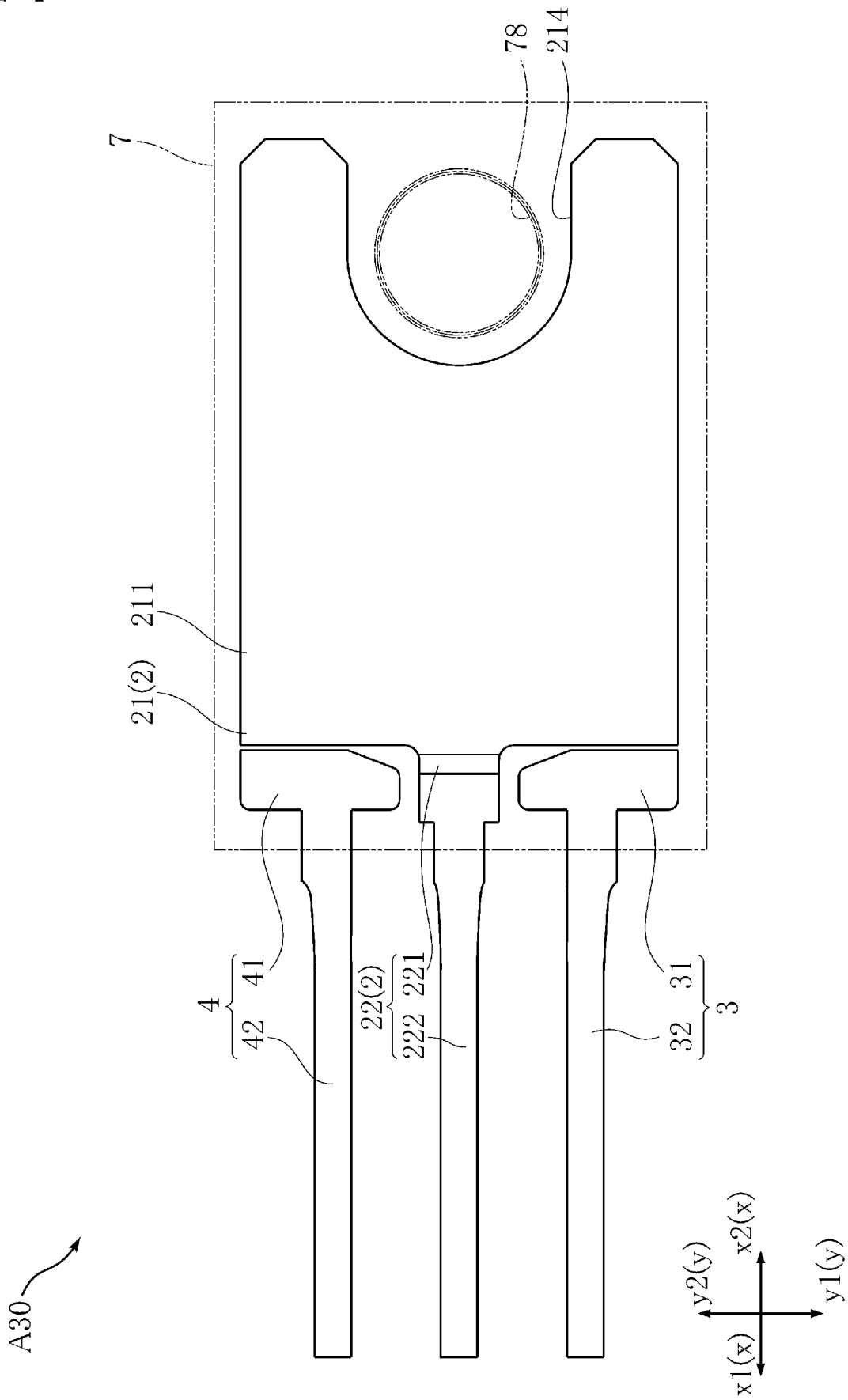
FIG.80

A30



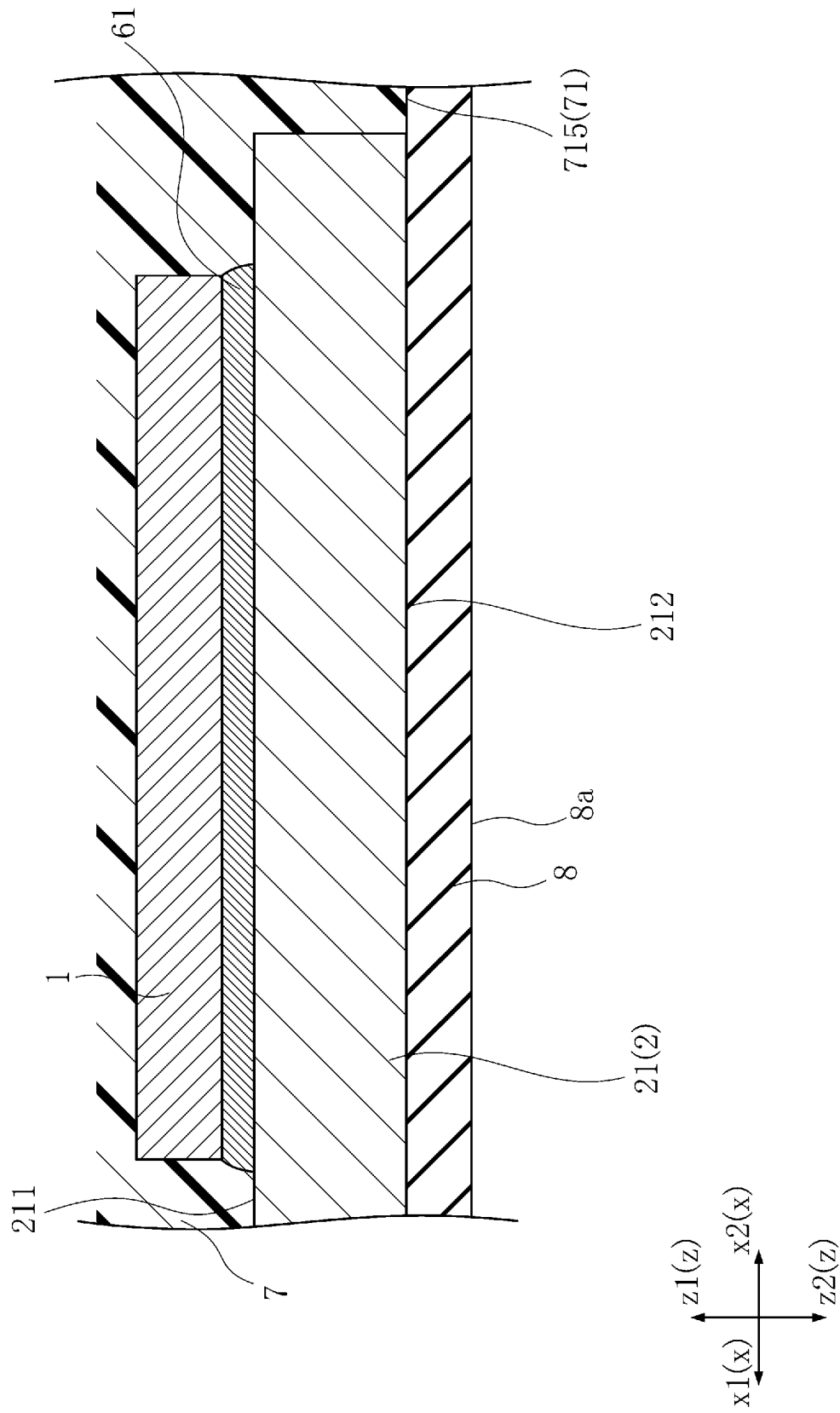
[図81]

FIG.81



[図82]

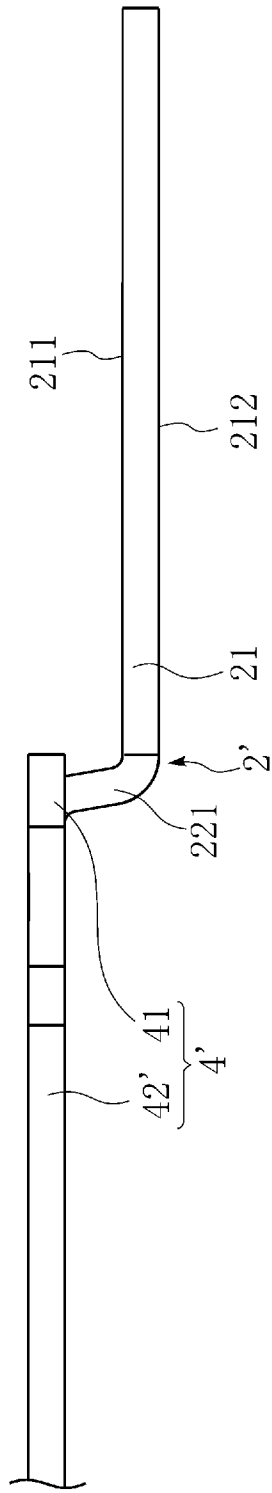
FIG.82



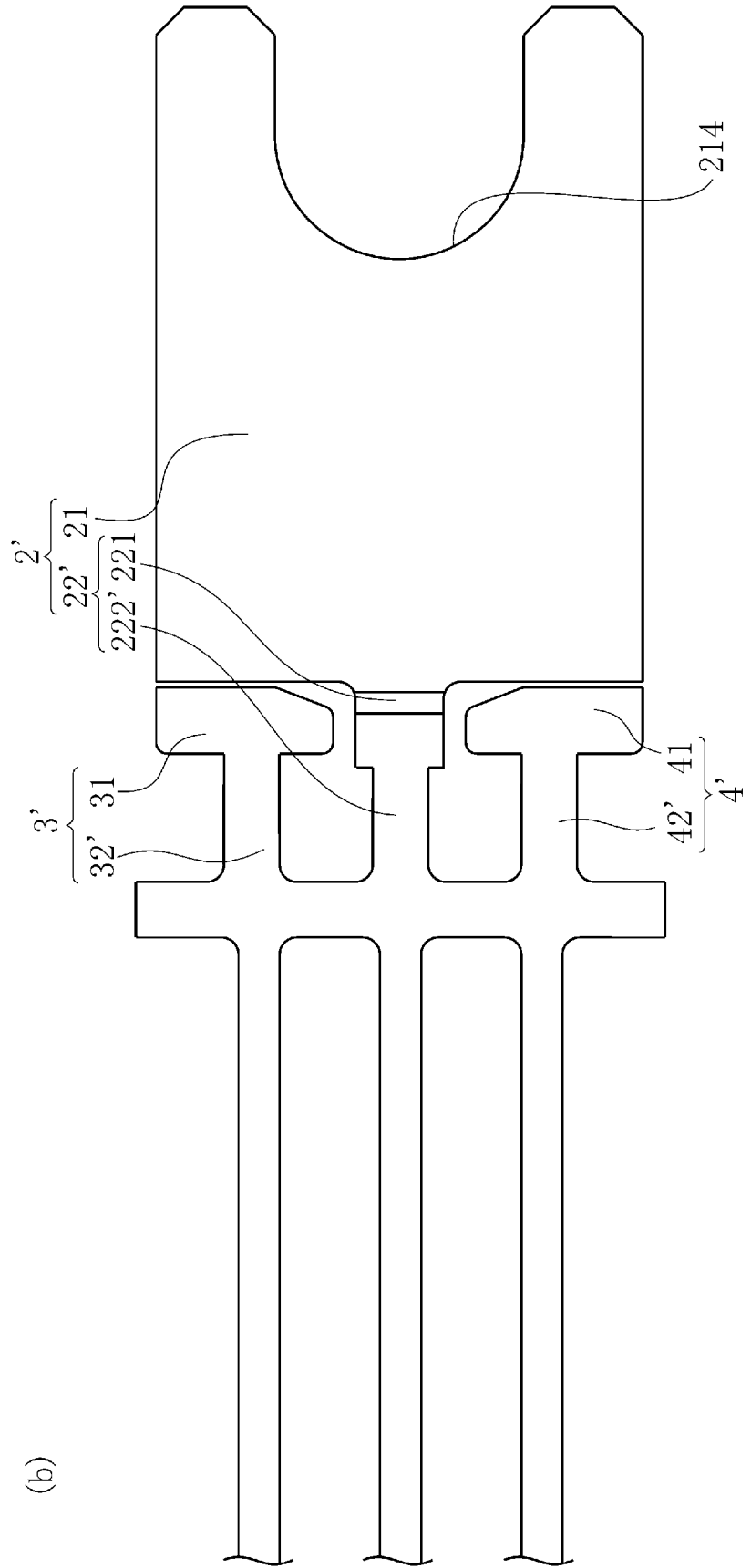
[図83]

FIG.83

(a)



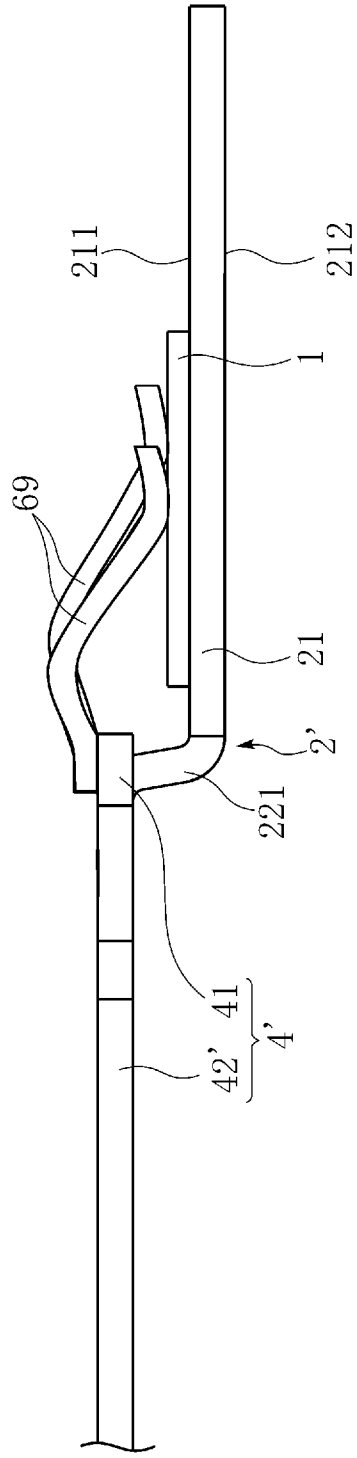
(b)



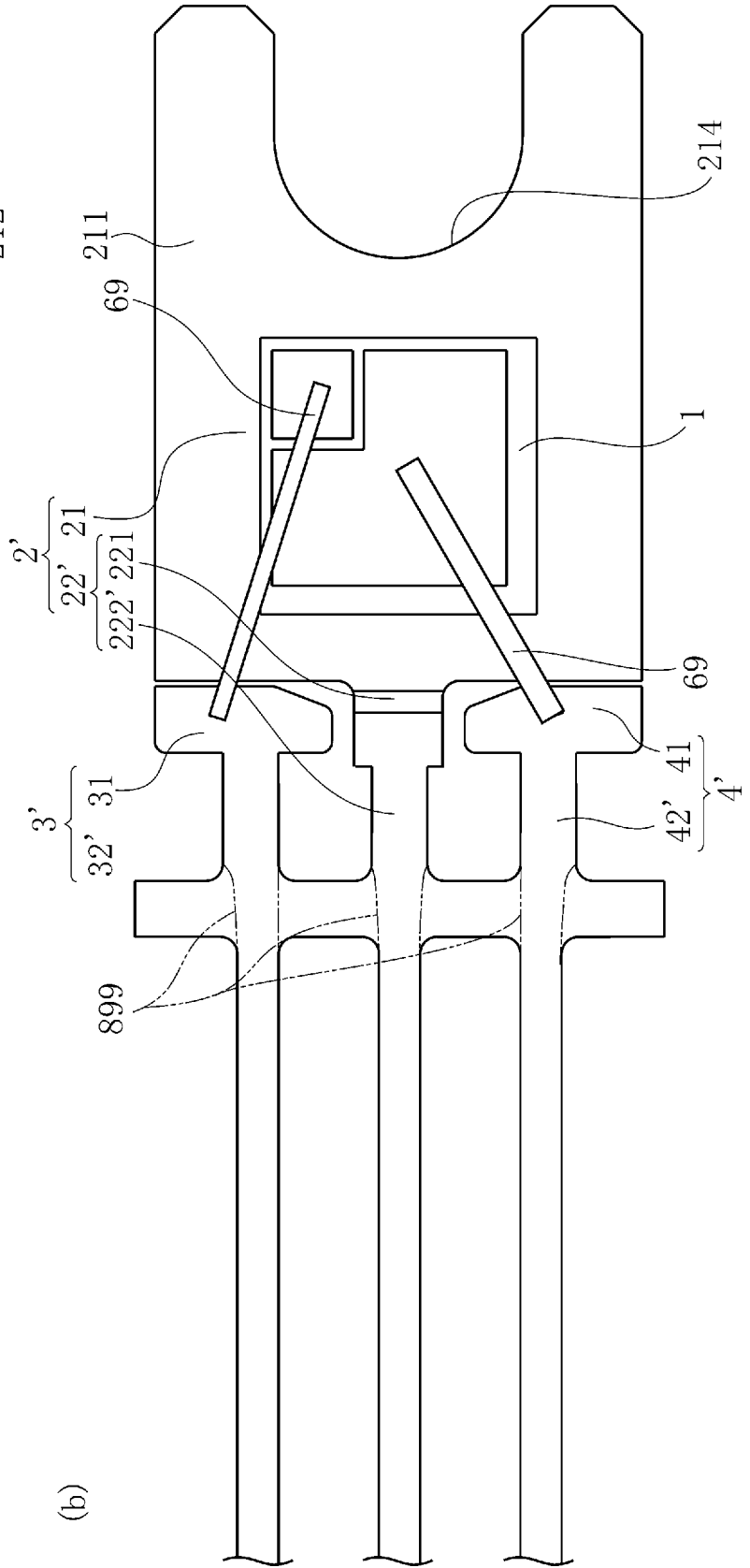
[図84]

FIG.84

(a)

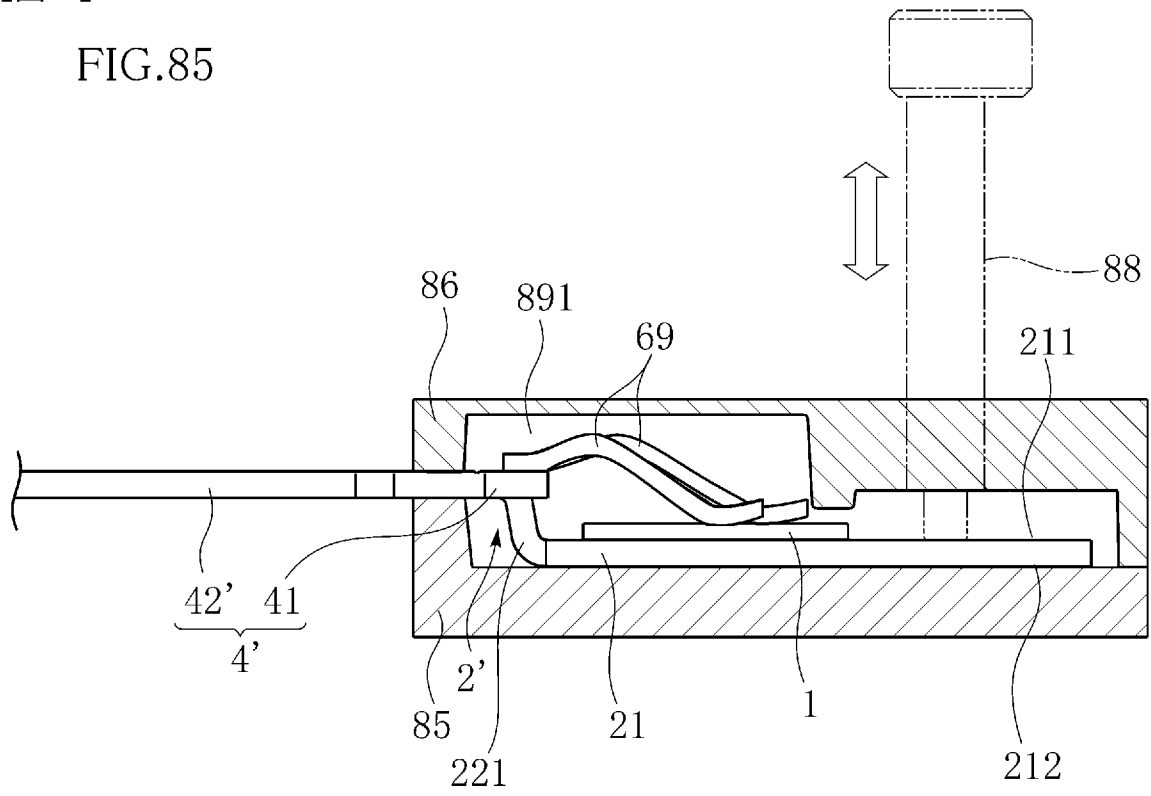


(b)



[図85]

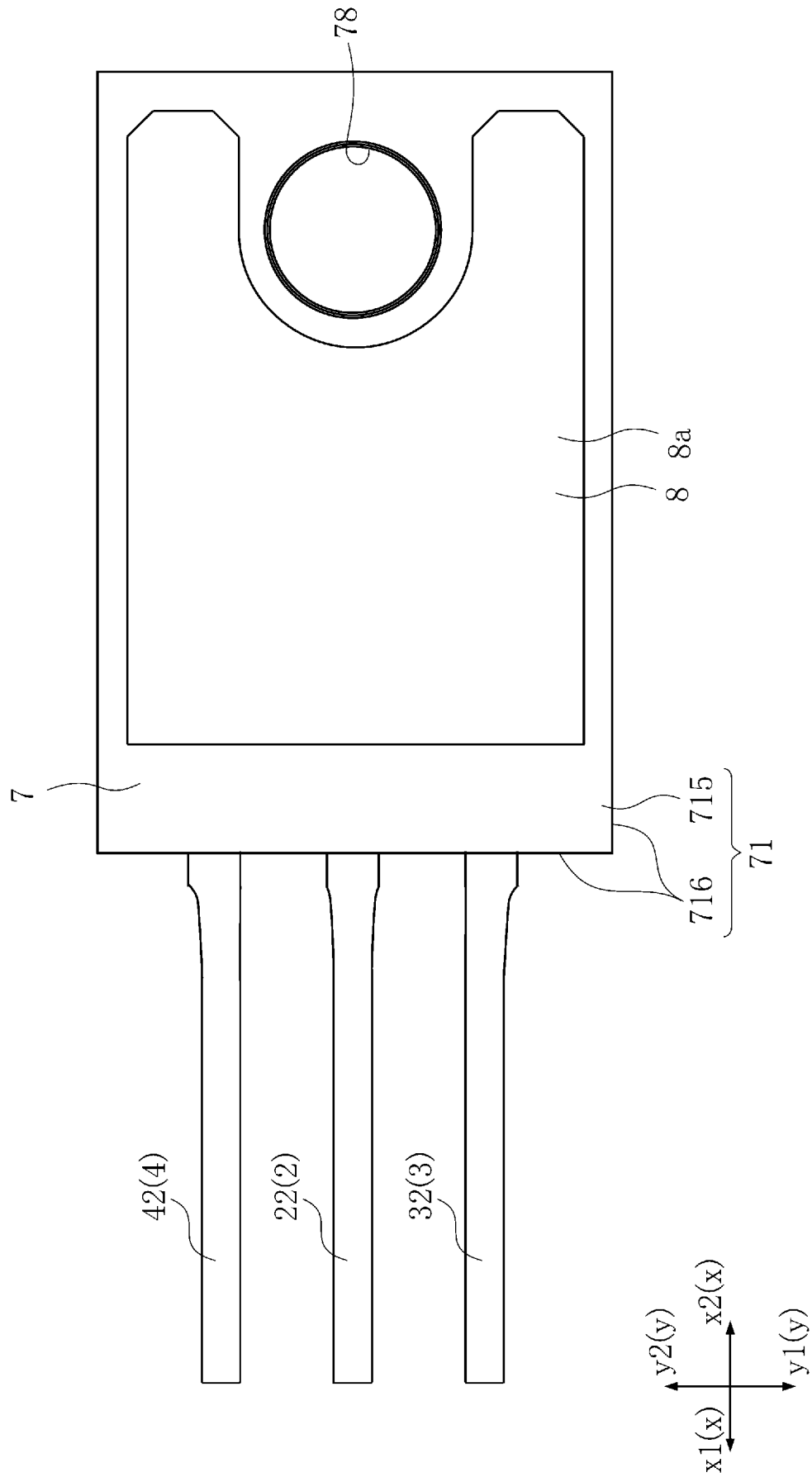
FIG.85



[図88]

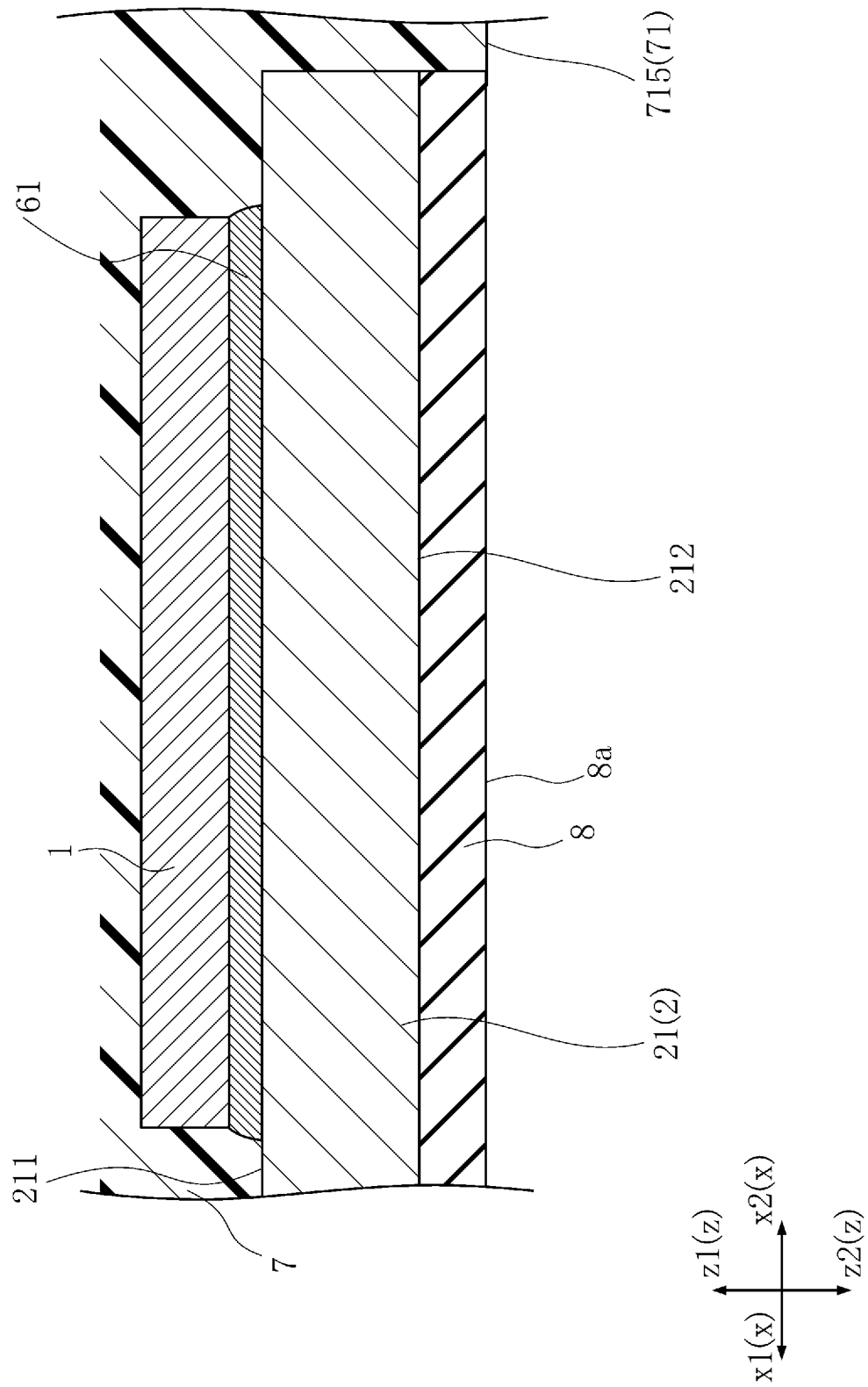
FIG.88

A31



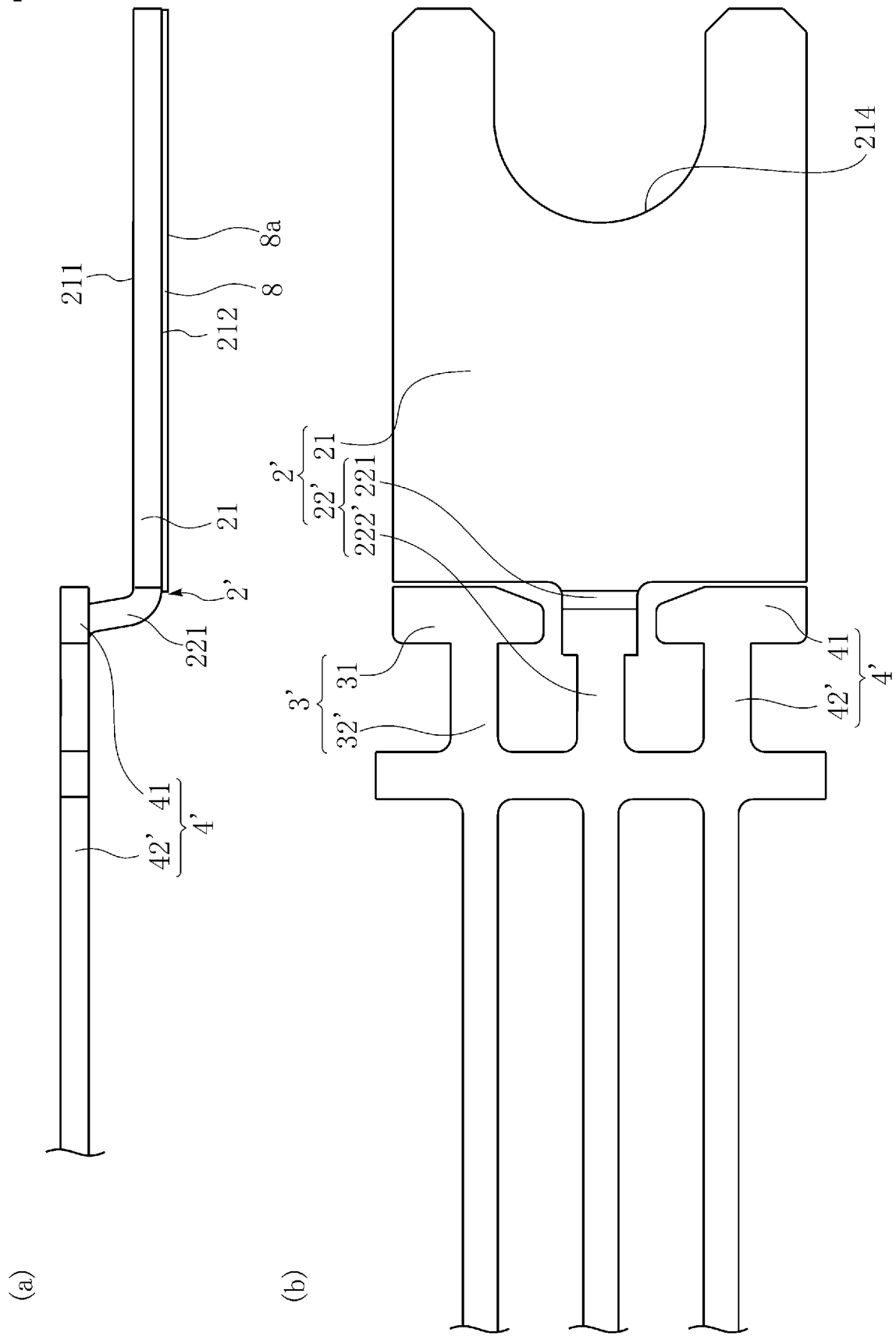
[図89]

FIG.89



[図90]

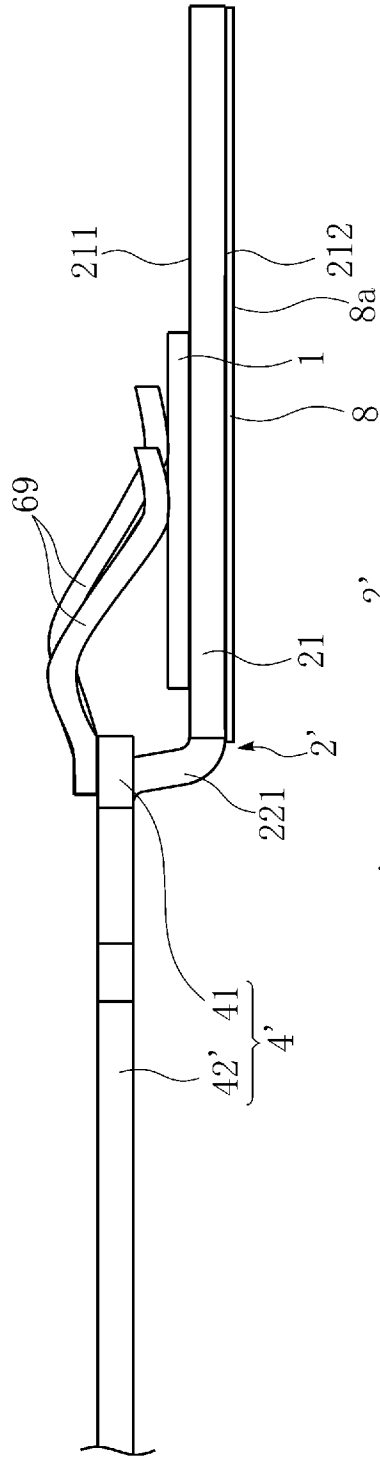
FIG. 90



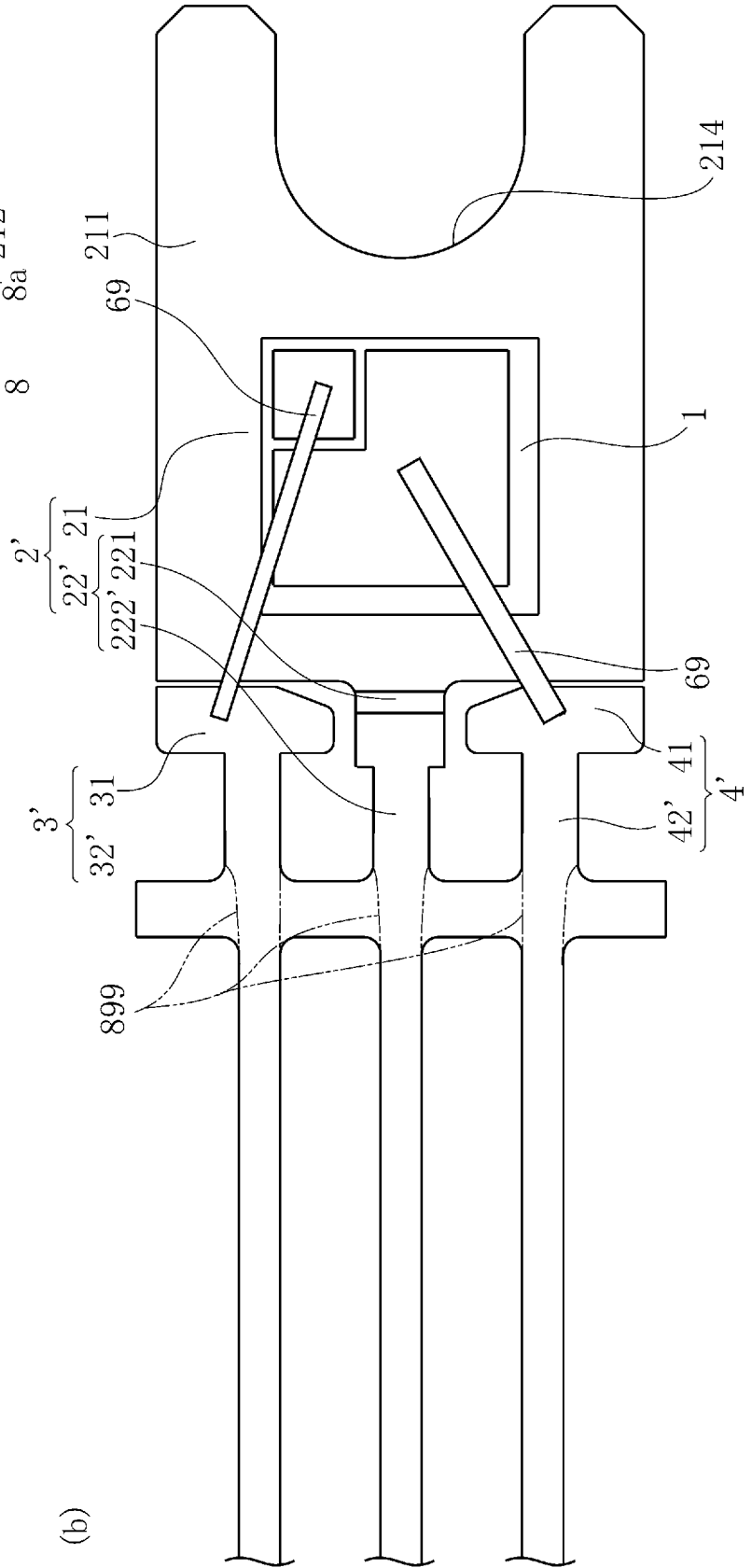
[図91]

FIG.91

(a)

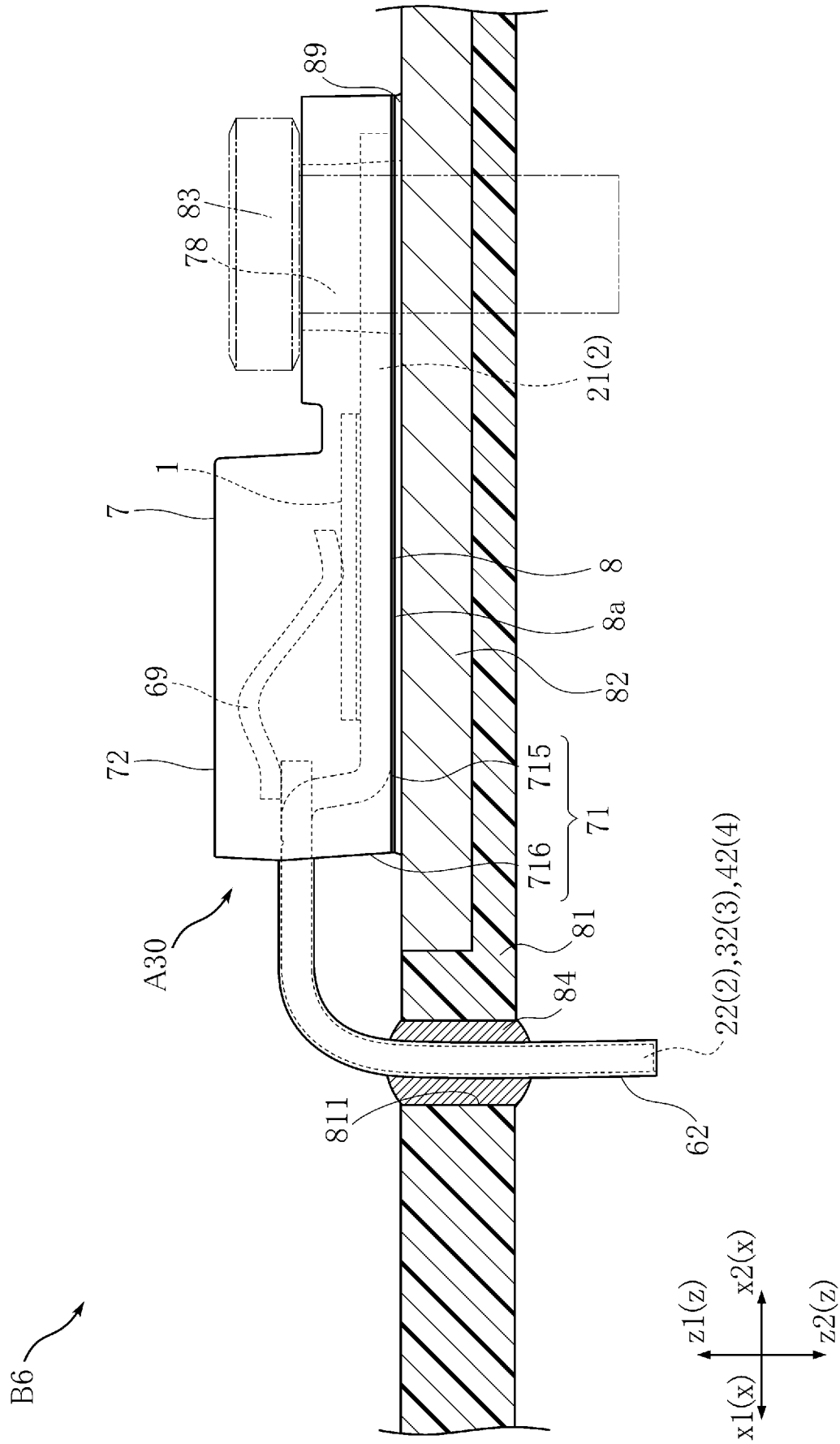


(b)

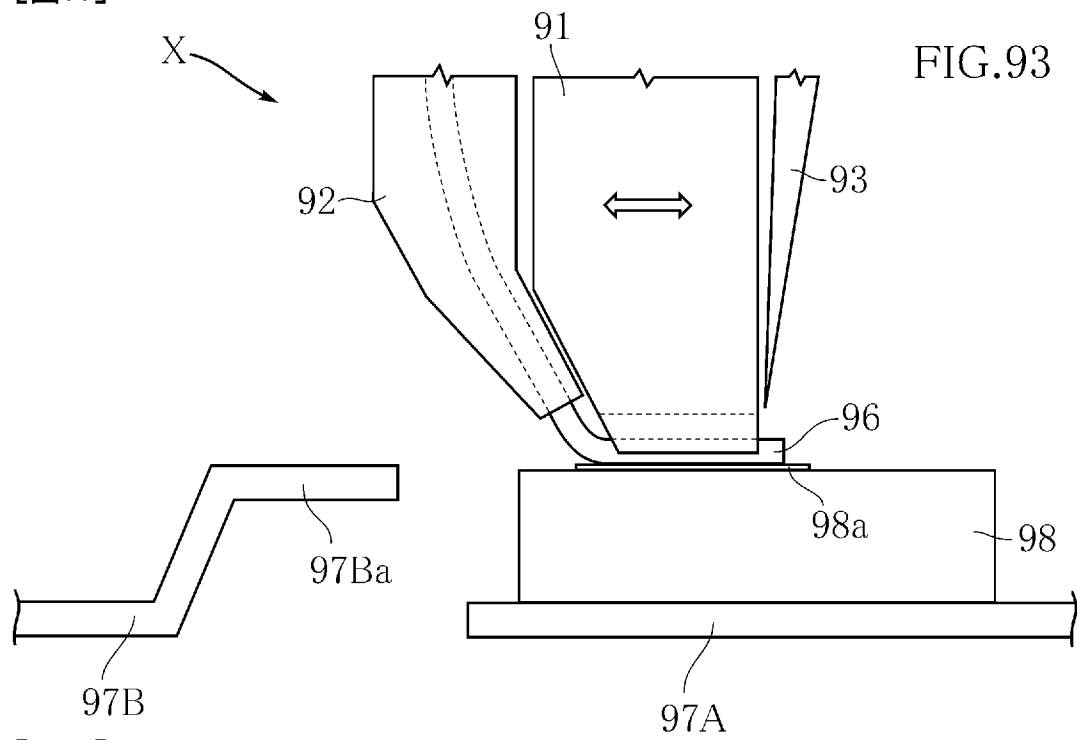


[図92]

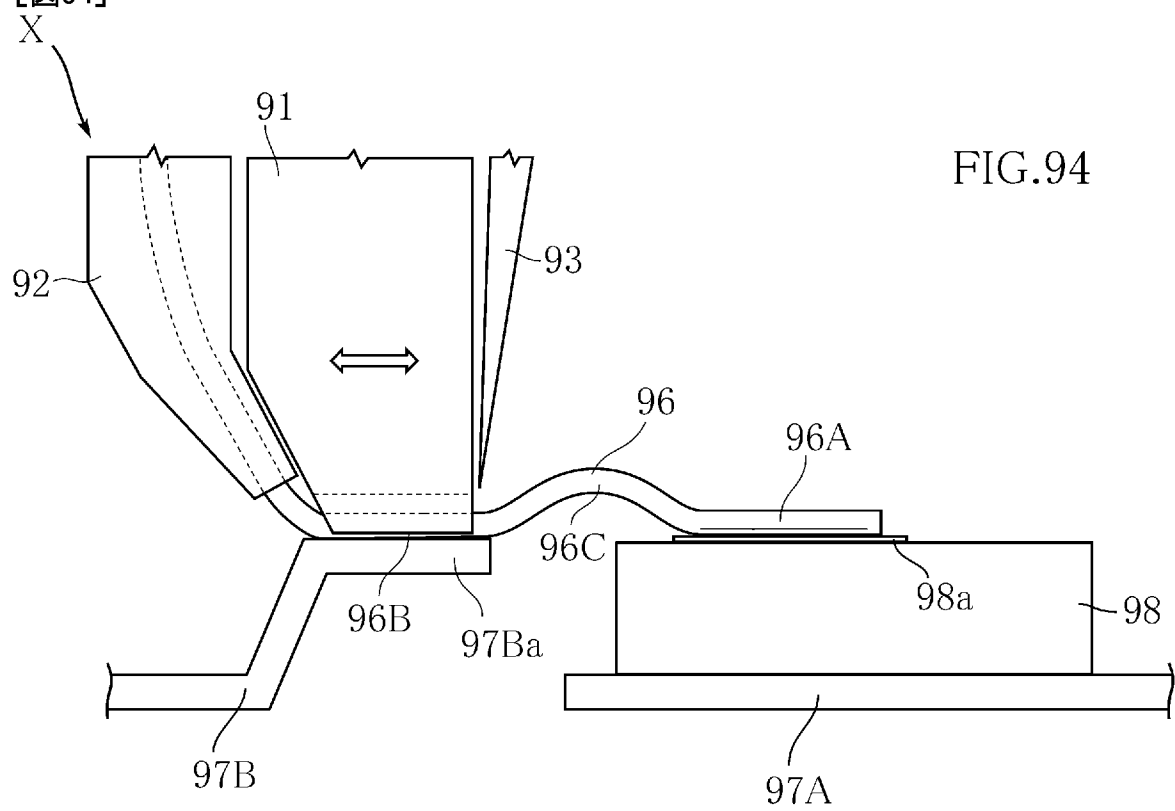
FIG.92



[図93]



[図94]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/063293

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/60(2006.01)i, H01L21/607(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)

H01L21/60, H01L21/607

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 Y	JP 10-199913 A (Sanken Electric Co., Ltd.), 31 July 1998 (31.07.1998), paragraphs [0003] to [0017] (Family: none)	1-4, 9-11 5-8, 12-33
Y	JP 2000-357705 A (Denso Corp.), 26 December 2000 (26.12.2000), paragraphs [0001] to [0043] (Family: none)	5-8, 12-33
Y	JP 2013-004779 A (Sanken Electric Co., Ltd.), 07 January 2013 (07.01.2013), paragraphs [0014] to [0017] (Family: none)	33

☐ 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
22 June 2015 (22.06.15)

Date of mailing of the international search report
30 June 2015 (30.06.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/60(2006.01)i, H01L21/607(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（I P C））

Int.Cl. H01L21/60, H01L21/607

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 10-199913 A（サンケン電気株式会社）1998.07.31, 第3-17段落（ファミリーなし）	1-4, 9-11 5-8, 12-33
Y	JP 2000-357705 A（株式会社デンソー）2000.12.26, 第1-43段落（ファミリーなし）	5-8, 12-33
Y	JP 2013-004779 A（サンケン電気株式会社）2013.01.07, 第14-17段落（ファミリーなし）	33

☐ 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

2 2 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

5 O

4 5 3 9

▲高▼須 甲斐

電話番号 03-3581-1101 内線 3559