



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119998947 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 13

(21) 申请号 202380070372.9

(22) 申请日 2023.09.19

(30) 优先权数据

2022-159985 2022.10.04 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.04.01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/033925 2023.09.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/075514 JA 2024.04.11

(71) 申请人 罗姆股份有限公司

地址 日本

(72) 发明人 佐藤央至 安西智洋 志水哲也

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

专利代理师 金成哲 郑毅

(51) Int.Cl.

H01L 23/40 (2006.01)

B23K 20/00 (2006.01)

H01L 21/52 (2006.01)

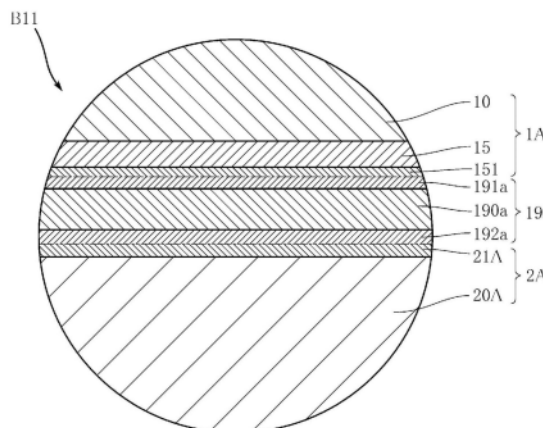
权利要求书2页 说明书20页 附图25页

(54) 发明名称

接合结构体以及半导体装置

(57) 摘要

接合结构体具备：第一接合对象物，其具有第一接合层；第二接合对象物，其具有第二接合层；以及中间接合材料，其介于所述第一接合对象物与所述第二接合对象物之间。所述中间接合材料具有：基材层；以及第一表面层以及第二表面层，其配置于所述基材层的两侧。所述第一接合层与所述第一表面层通过固相接合而接合。所述第二接合层与所述第二表面层通过固相接合而接合。所述基材层以Cu为主要成分。



1. 一种接合结构体,其特征在于,具备:
第一接合对象物,其具有第一接合层;
第二接合对象物,其具有第二接合层;以及
中间接合材料,其介于所述第一接合对象物与所述第二接合对象物之间,
所述中间接合材料具有:基材层;以及第一表面层及第二表面层,其配置于所述基材层的两侧,
所述第一接合层与所述第一表面层通过固相接合而接合,
所述第二接合层与所述第二表面层通过固相接合而接合,
所述基材层以Cu为主要成分。
2. 根据权利要求1所述的接合结构体,其特征在于,
所述第一接合层及所述第一表面层以Ag为主要成分。
3. 根据权利要求1或2所述的接合结构体,其特征在于,
所述第二接合层及所述第二表面层以Ag为主要成分。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的接合结构体,其特征在于,
所述基材层比所述第一表面层厚。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的接合结构体,其特征在于,
所述基材层比所述第二表面层厚。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的接合结构体,其特征在于,
所述第一接合对象物还具有以Cu为主要成分的第一主体部。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的接合结构体,其特征在于,
所述第二接合对象物还具有以Cu为主要成分的第二主体部。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的接合结构体,其特征在于,
所述中间接合材料还具有第一中间层,该第一中间层介于所述基材层与所述第一表面层之间。
9. 根据权利要求8所述的接合结构体,其特征在于,
所述中间接合材料还具有第二中间层,该第二中间层介于所述基材层与所述第二表面层之间。
10. 根据权利要求9所述的接合结构体,其特征在于,
所述中间接合材料还具有第三中间层,该第三中间层介于所述第一表面层与所述第一中间层之间。
11. 根据权利要求10所述的接合结构体,其特征在于,
所述中间接合材料还具有第四中间层,该第四中间层介于所述第二表面层与所述第二中间层之间。
12. 根据权利要求11所述的接合结构体,其特征在于,
所述第一中间层及所述第二中间层以Ni为主要成分。
13. 根据权利要求12所述的接合结构体,其特征在于,
所述第三中间层及所述第四中间层以Cu为主要成分。
14. 一种半导体装置,其特征在于,具备:
半导体元件;

导电部;以及

支撑基板,

具有权利要求1至13中任一项所述的接合结构体。

15.根据权利要求14所述的半导体装置,其特征在于,

具有所述半导体元件构成所述第一接合对象物且所述导电部构成所述第二接合对象物的所述接合结构体。

16.根据权利要求14或15所述的半导体装置,其特征在于,

具有所述导电部构成所述第一接合对象物且所述支撑基板构成所述第二接合对象物的所述接合结构体。

17.根据权利要求14至16中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

还具备散热器,

具有所述支撑基板构成所述第一接合对象物且所述散热器构成所述第二接合对象物的所述接合结构体。

接合结构体以及半导体装置

技术领域

[0001] 本公开涉及一种接合结构体以及半导体装置。

背景技术

[0002] 以往,已知一种半导体装置,其具备MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor,金属氧化物半导体场效应晶体管)或IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor,绝缘栅双极晶体管)等电力用开关元件。从工业设备到家电、信息终端、汽车用设备,这样的半导体装置搭载于各种电子设备。在专利文献1中公开了一种以往的半导体装置(功率模块)。专利文献1所记载的功率模块具备多个晶体管、主基板、信号基板以及信号端子。多个晶体管搭载于主基板。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2015-126342号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 在专利文献1那样的功率模块中,采用使两个接合对象物接合的接合结构体。接合结构体优选在实现可靠的接合的同时容易传递热。

[0008] 本公开的一个课题在于,提供一种与以往相比实施了改良的接合结构体、以及包括这样的接合结构体的半导体装置。特别是本公开鉴于上述情况,其一个课题在于提供一种更容易传递热的接合结构体(进而半导体装置)。

[0009] 用于解决课题的方案

[0010] 由本公开的第一方案提供的接合结构体具备:第一接合对象物,其具有第一接合层;第二接合对象物,其具有第二接合层;以及中间接合材料,其介于所述第一接合对象物与所述第二接合对象物之间。所述中间接合材料具有:基材层;以及第一表面层以及第二表面层,其配置于所述基材层的两侧。所述第一接合层与所述第一表面层通过固相接合而接合。所述第二接合层与所述第二表面层通过固相接合而接合。所述基材层以Cu为主要成分。

[0011] 发明效果

[0012] 根据上述结构,可提供一种更容易传导热的接合结构体,进而提供一种包括这种接合结构体的半导体装置。

附图说明

[0013] 图1是表示本公开的第一实施方式的半导体装置的立体图。

[0014] 图2是表示本公开的第一实施方式的半导体装置的局部立体图。

[0015] 图3是表示本公开的第一实施方式的半导体装置的局部立体图。

[0016] 图4是表示本公开的第一实施方式的半导体装置的俯视图。

- [0017] 图5是表示本公开的第一实施方式的半导体装置的局部俯视图。
- [0018] 图6是表示本公开的第一实施方式的半导体装置的局部右侧视图。
- [0019] 图7是表示本公开的第一实施方式的半导体装置的部分左侧视图。
- [0020] 图8是表示本公开的第一实施方式的半导体装置的局部俯视图。
- [0021] 图9是表示本公开的第一实施方式的半导体装置的右侧视图。
- [0022] 图10是表示本公开的第一实施方式的半导体装置的仰视图。
- [0023] 图11是沿着图5的XI-XI线的剖视图。
- [0024] 图12是沿着图5的XII-XII线的剖视图。
- [0025] 图13是将图12的一部分放大后的局部放大剖视图。
- [0026] 图14是表示本公开的第一实施方式的安装结构体的一个例子的局部放大剖视图。
- [0027] 图15是表示本公开的第一实施方式的安装结构体的其他例子的局部放大剖视图。
- [0028] 图16是将图12的一部分放大后的局部放大剖视图。
- [0029] 图17是表示本公开的第一实施方式的安装结构体的其他例子的局部放大剖视图。
- [0030] 图18是表示本公开的第一实施方式的安装结构体的其他例子的局部放大剖视图。
- [0031] 图19是沿着图5的XIX-XIX线的剖视图。
- [0032] 图20是沿着图5的XX-XX线的剖视图。
- [0033] 图21是沿着图5的XXI-XXI线的剖视图。
- [0034] 图22是沿着图5的XXII-XXII线的剖视图。
- [0035] 图23是表示本公开的第一实施方式的半导体装置的第一变形例的局部右侧视图。
- [0036] 图24是表示本公开的第一实施方式的安装结构体的其他例子的局部放大剖视图。
- [0037] 图25是表示本公开的第二实施方式的安装结构体的局部放大剖视图。

具体实施方式

[0038] 以下,参照附图对本公开的半导体装置的优选的实施方式进行说明。以下,对相同或类似的构成要素标注相同的附图标记,并省略重复的说明。本公开中的“第一”、“第二”、“第三”等术语仅是为了识别而使用的术语,未必意图对这些对象物附加序列。

[0039] 在本公开中,除非另有说明,否则“某物A形成在某物B上”以及“某物A形成在某物B(之)上”包括“某物A直接形成在某物B上”以及“其他物介于某物A以及某物B之间的同时某物A形成在某物B上”。同样地,只要没有特别说明,“某物A配置于某物B”以及“某物A配置于某物B(之)上”包括“某物A直接配置于某物B”以及“其他物介于某物A与某物B之间,并且某物A配置于某物B”。同样地,“某物A位于某物B(之)上”,只要无特别说明,包括“某物A与某物B相接,某物A位于某物B(之)上”以及“其他物介于某物A与某物B之间且某物A位于某物B(之)上”。另外,除非另有说明,“在某个方向上观察到的物体A与某个物体B重叠”包括“某物A与某物B的全部重叠”以及“某物A与某物B的一部分重叠”。

[0040] 半导体装置A1:

[0041] 图1~图22示出了本公开的一个实施方式的半导体装置A1。半导体装置A1具备多个半导体元件1、支撑导体2、支撑基板3、多个电力端子41~43、多个控制端子44、信号基板5、粘结界6、第一导通部件71、第二导通部件72、多根导线73~76、树脂部件8以及树脂填充部88。另外,半导体装置A1具有接合结构体B1~B4。

[0042] 支撑导体2包括第一导电部2A以及第二导电部2B。多个控制端子44包括多个第一控制端子45以及多个第二控制端子46。信号基板5包括第一信号基板5A以及第二信号基板5B。粘结层6包括第一粘结体6A以及第二粘结体6B。

[0043] 为了便于说明,将彼此正交的三个方向设为x方向、y方向、z方向。作为一例,z方向是半导体装置A1的厚度方向。x方向是半导体装置A1的俯视图(参照图4)中的左右方向。y方向是半导体装置A1的俯视图(参照图4)中的上下方向。在以下的说明中,“俯视”是指在z方向上观察。此外,“上”、“下”、“上方”、“下方”、“上表面”以及“下表面”等的记载表示z方向上的各部件等的相对位置关系,不一定是规定与重力方向的关系的术语。x方向是本公开的“第一方向”的一个例子。

[0044] 多个半导体元件1:

[0045] 多个半导体元件1分别是成为半导体装置A1的功能中枢的电子零件。多个半导体元件1的各构成材料例如是以SiC(碳化硅)为主的半导体材料。该半导体材料不限于SiC,也可以是Si(硅)、GaN(氮化镓)或C(金刚石)等。各半导体元件1例如是MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor,金属氧化物半导体场效应晶体管)等具有开关功能的功率半导体芯片。在本实施方式中,表示各半导体元件1是MOSFET的情况,但并不限定于此,也可以是IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor;绝缘栅双极晶体管)等其他晶体管。各半导体元件1均为同一元件。各半导体元件1例如是n沟道型的MOSFET,但也可以是p沟道型的MOSFET。

[0046] 多个半导体元件1包括多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B。如图8所示,半导体装置A1具备四个第一开关元件1A以及四个第二开关元件1B,但第一开关元件1A的数量以及第二开关元件1B的数量并不限定于本结构。第一开关元件1A的数量以及第二开关元件1B的数量根据半导体装置A1所要求的性能而适当改变。第一开关元件1A的数量以及第二开关元件1B的数量可以相等,也可以不同。第一开关元件1A的数量以及第二开关元件1B的数量由半导体装置A1处理的电流容量决定。

[0047] 半导体装置A1例如构成为半桥型的开关电路。在该情况下,多个第一开关元件1A构成半导体装置A1的上臂电路,多个第二开关元件1B构成半导体装置A1的下臂电路。在上臂电路中,多个第一开关元件1A彼此并联连接,在下臂电路中,多个第二开关元件1B彼此并联连接。另外,各第一开关元件1A与各第二开关元件1B串联连接。

[0048] 如图13以及图16所示,多个半导体元件1(多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B)分别具有元件主面10a以及元件背面10b。在各半导体元件1中,元件主面10a以及元件背面10b在z方向上分离。元件主面10a朝向z2侧,元件背面10b朝向z1侧。

[0049] 如图8、图12、图13以及图21等所示,多个第一开关元件1A分别搭载于支撑导体2(第一导电部2A)。在图8所示的例子中,多个第一开关元件1A例如在y方向上排列,彼此分离。多个第一开关元件1A分别经由中间接合材料19a与支撑导体2(第一导电部2A)导通接合。各第一开关元件1A在与第一导电部2A接合时,元件背面10b与支撑导体2(第一导电部2A)对置。

[0050] 如图8、图12、图16以及图20等所示,多个第二开关元件1B分别搭载于支撑导体2(第二导电部2B)。在图8所示的例子中,多个第二开关元件1B例如在y方向上排列,彼此分离。多个第二开关元件1B分别经由中间接合材料19b与支撑导体2(第二导电部2B)导通接

合。各第二开关元件1B在与第二导电部2B接合时,元件背面10b与支撑导体2(第二导电部2B)对置。从图8可知,在x方向上观察,多个第一开关元件1A与多个第二开关元件1B重叠。与该结构不同,多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B也可以在x方向上观察不重叠。

[0051] 如图8、图13以及图16所示,多个半导体元件1(多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B)分别具有第一主面电极11、第二主面电极12、第三主面电极13以及背面电极15。以下说明的第一主面电极11、第二主面电极12、第三主面电极13以及背面电极15的各结构在各半导体元件1中是共通的。第一主面电极11、第二主面电极12以及第三主面电极13设置于元件主面10a。第一主面电极11、第二主面电极12以及第三主面电极13通过未图示的绝缘膜而被绝缘。背面电极15设置于元件背面10b。背面电极15覆盖元件背面10b的整个区域(或者大致整个区域)。背面电极15例如由Ag(银)镀层构成。

[0052] 在各半导体元件1由MOSFET构成的例子中,第一主面电极11例如是栅极电极,且被输入用于驱动各半导体元件1的驱动信号(例如栅极电压)。第二主面电极12例如是源极电极,且流过源极电流。第三主面电极13例如是源极感测电极,且与第二主面电极12同电位。第三主面电极13流过与第二主面电极12相同的源极电流。背面电极15例如是漏极电极,且流过漏极电流。

[0053] 各半导体元件1若对第一主面电极11(栅极电极)输入驱动信号(栅极电压),则根据该驱动信号,切换导通状态和切断状态。将切换该导通状态和切断状态的动作称为开关动作。在导通状态下,正向电流从背面电极15(漏极电极)流向第二主面电极12(源极电极),在切断状态下,该正向电流不流动。半导体装置A1通过各半导体元件1的功能,将第一电源电压(例如直流电压)变换为第二电源电压(例如交流电压)。第一电源电压被输入(施加)到电力端子41与两个电力端子42之间,第二电源电压被输入(施加)到两个电力端子43。

[0054] 如图5以及图8等所示,半导体装置A1具备两个热敏电阻17。各热敏电阻17被用作温度检测用的传感器。

[0055] 支撑导体2:

[0056] 支撑导体2支撑多个半导体元件1(多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B)。支撑导体2接合在支撑基板3上。支撑导体2例如在俯视时为矩形。支撑导体2与第一导通部件71以及第二导通部件72一起构成由多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B进行开关的主电路电流的路径。

[0057] 支撑导体2包括第一导电部2A以及第二导电部2B。如图14以及图15所示,第一导电部2A具有主体层20A、接合层21A以及接合层22A。如图17以及图18所示,第二导电部2B具有主体层20B、接合层21B以及接合层22B。主体层20A以及主体层20B分别是金属制的板状部件。该金属为Cu(铜)或Cu合金。接合层21A、接合层22A、接合层21B以及接合层22B的具体结构在后面叙述。第一导电部2A以及第二导电部2B与多个电力端子41~43一起构成向多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B的导电路径。第一导电部2A以及第二导电部2B例如分别为俯视矩形状。第一导电部2A以及第二导电部2B分别例如x方向的尺寸为15mm以上且25mm以下,例如y方向的尺寸为30mm以上且40mm以下,z方向的尺寸为1.0mm以上且5.0mm以下(优选为2.0mm左右)。第一导电部2A以及第二导电部2B的这些尺寸并不限定于所述数值例,可根据半导体装置A1的规格而适当改变。

[0058] 如图11~图22所示,第一导电部2A经由中间接合材料29a与支撑基板3接合,第二

导电部2B经由中间接合材料29b与支撑基板3接合。在第一导电部2A经由中间接合材料19a分别接合有多个第一开关元件1A。在第二导电部2B经由中间接合材料19b分别接合有多个第二开关元件1B。如图3、图8、图11、图12以及图19所示,第一导电部2A以及第二导电部2B在x方向上分离。在这些图所示的例子中,第一导电部2A位于比第二导电部2B靠x1侧的位置。第一导电部2A与第二导电部2B在x方向上观察时重叠。

[0059] 支撑导体2(第一导电部2A以及第二导电部2B各自)具有主面201以及背面202。如图11~图22所示,主面201以及背面202在z方向上分离。主面201朝向z2侧,背面202朝向z1侧。背面202与支撑基板3对置。

[0060] 接合结构体B11、B12:

[0061] 如图14所示,半导体装置A1具有接合结构体B11。接合结构体B11是作为第一接合对象物的第一开关元件1A与作为第二接合对象物的第一导电部2A经由中间接合材料19a接合而成的结构体。

[0062] 中间接合材料19a具有基材层190a、第一表面层191a以及第二表面层192a。

[0063] 基材层190a以Cu(铜)为主要成分。作为基材层190a以Cu(铜)为主要成分的结构,包括仅由Cu(铜)构成的结构、在Cu(铜)中添加了添加金属等的结构、各种Cu(铜)合金等。在以后的说明中,关于“某部件以某金属为主要成分”的结构也是同样的。基材层190a的厚度没有任何限定,在本实施方式中,基材层190a比第一表面层191a以及第二表面层192a厚。基材层190a的厚度例如为50 μm 以上且300 μm 以下。

[0064] 第一表面层191a配置于基材层190a的z方向的z2侧。第一表面层191a与第一开关元件1A固相接合。固相接合是通过在以相同的金属为主要成分的两个层彼此直接接触的状态下施加预定的压力和温度而实现的接合方法,例如包括固相扩散接合、固相变形接合等。在本实施方式中,第一表面层191a以Ag(银)为主要成分。第一表面层191a的厚度没有任何限定,在本实施方式中,第一表面层191a比基材层190a薄。第一表面层191a的厚度例如为0.1 μm 以上且15 μm 以下。

[0065] 在本实施方式中,第一开关元件1A还具有接合层151。接合层151在接合结构体B11中相当于第一接合层。接合层151配置于背面电极15的z方向的z1侧。接合层151与第一表面层191a固相接合。在本实施方式中,接合层151以Ag(银)为主要成分。接合层151的厚度没有任何限定,例如为0.01 μm 以上且5 μm 以下。

[0066] 此外,第一表面层191a以及接合层151只要是能够彼此固相接合的结构,则作为主要成分的金属没有任何限定。

[0067] 彼此固相接合的第一表面层191a与接合层151的边界例如与作为异种金属的边界的基材层190a与第一表面层191a的边界相比不明确。第一表面层191a与接合层151的边界通常几乎无法识别,或者是由于固相接合时产生的微小的空隙等的存在而能够识别的程度。这些方式在本公开中的其他固相接合的部位相同。

[0068] 第二表面层192a配置于基材层190a的z方向的z1侧。第二表面层192a与第一导电部2A固相接合。在本实施方式中,第二表面层192a以Ag(银)为主要成分。第二表面层192a的厚度没有任何限定,在本实施方式中,第二表面层192a比基材层190a薄。第二表面层192a的厚度例如为0.1 μm 以上且15 μm 以下。

[0069] 第一导电部2A的接合层21A在接合结构体B11中相当于第二接合层。接合层21A配

置于主体层20A的z方向的z2侧。接合层21A与第二表面层192a固相接合。在本实施方式中，接合层21A以Ag (银) 为主要成分。接合层21A的厚度没有任何限定，例如为0.1 μm 以上且15 μm 以下。

[0070] 此外，第二表面层192a以及接合层21A只要是能够彼此固相接合的结构，则作为主要成分的金属没有任何限定。

[0071] 如图17所示，半导体装置A1具有接合结构体B12。接合结构体B12是作为第一接合对象物的第二开关元件1B与作为第二接合对象物的第二导电部2B经由中间接合材料19b接合而成的结构体。

[0072] 中间接合材料19b具有基材层190b、第一表面层191b以及第二表面层192b。

[0073] 基材层190b以Cu (铜) 为主要成分。基材层190b的厚度没有任何限定，在本实施方式中，基材层190b比第一表面层191b以及第二表面层192b厚。基材层190b的厚度例如为50 μm 以上且300 μm 以下。

[0074] 第一表面层191b配置于基材层190b的z方向的z2侧。第一表面层191b与第二开关元件1B固相接合。在本实施方式中，第一表面层191b以Ag (银) 为主要成分。第一表面层191b的厚度没有任何限定，在本实施方式中，第一表面层191b比基材层190b薄。第一表面层191b的厚度例如为0.1 μm 以上且15 μm 以下。

[0075] 在本实施方式中，第二开关元件1B还具有与第一开关元件1A同样的接合层151。第二开关元件1B的接合层151与第一表面层191b固相接合。

[0076] 此外，第一表面层191b以及接合层151只要是能够彼此固相接合的结构，则作为主要成分的金属没有任何限定。

[0077] 第二表面层192b配置于基材层190b的z方向的z1侧。第二表面层192b与第二导电部2B固相接合。在本实施方式中，第二表面层192b以Ag (银) 为主要成分。第二表面层192b的厚度没有任何限定，在本实施方式中，第二表面层192b比基材层190b薄。第二表面层192b的厚度例如为0.1 μm 以上且15 μm 以下。

[0078] 第二导电部2B的接合层21B在接合结构体B12中相当于第二接合层。接合层21B配置于主体层20B的z方向的z2侧。接合层21B与第二表面层192b固相接合。在本实施方式中，接合层21B以Ag (银) 为主要成分。接合层21B的厚度没有任何限定，例如为0.1 μm 以上且15 μm 以下。

[0079] 此外，第二表面层192b以及接合层21B只要是能够彼此固相接合的结构，则作为主要成分的金属没有任何限定。

[0080] 支撑基板3：

[0081] 支撑基板3支撑支撑导体2。支撑基板3例如由DBC (Direct Bonded Copper, 直接敷铜) 基板构成。与该结构不同，支撑基板3例如也可以由DBA (Direct Bonded Aluminum, 直接敷铝) 基板构成。支撑基板3包括绝缘层31、第一金属层32以及第二金属层33。

[0082] 绝缘层31例如由导热性优异的陶瓷构成。作为这样的陶瓷，例如有AlN (氮化铝)、SiN (氮化硅)、Al₂O₃ (氧化铝) 或ZTA (氧化锆强化氧化铝) 等。绝缘层31也可以不是由陶瓷构成，而是由绝缘树脂构成。绝缘层31例如为俯视矩形形状。

[0083] 第一金属层32形成于绝缘层31的上表面 (朝向z2侧的面)。第一金属层32的构成材料例如包括Cu。该构成材料也可以不包括Cu而包括Al (铝)。第一金属层32包括第一部分32A

以及第二部分32B。第一部分32A以及第二部分32B在x方向上分离。第一部分32A位于第二部分32B的x1侧。第一部分32A与第一导电部2A接合,支撑第一导电部2A。第二部分32B与第二导电部2B接合,支撑第二导电部2B。第一部分32A以及第二部分32B例如分别为俯视矩形状。

[0084] 第二金属层33形成于绝缘层31的下表面(朝向z1侧的面)。第二金属层33的构成材料与第一金属层32的构成材料相同。如图10~图22所示,第二金属层33的下表面(朝向z1侧的面)从树脂部件8露出。与该结构不同,第二金属层33的下表面也可以被树脂部件8覆盖。在第二金属层33的下表面从树脂部件8露出的结构中,在该下表面能够安装未图示的散热部件(例如散热器)等。第二金属层33在俯视时与第一部分32A以及第二部分32B双方重叠。

[0085] 接合结构体B13、B14:

[0086] 如图15所示,半导体装置A1具有接合结构体B13。接合结构体B13是作为第一接合对象物的第一导电部2A与作为第二接合对象物的支撑基板3经由中间接合材料29a接合而成的结构体。

[0087] 中间接合材料29a具有基材层290a、第一表面层291a以及第二表面层292a。

[0088] 基材层290a以Cu(铜)为主要成分。基材层290a的厚度没有任何限定,在本实施方式中,基材层290a比第一表面层291a以及第二表面层292a厚。基材层290a的厚度例如为50 μ m以上且300 μ m以下。

[0089] 第一表面层291a配置于基材层290a的z方向的z2侧。在第一表面层291a与第一导电部2A固相接合的本实施方式中,第一表面层291a以Ag(银)为主要成分。第一表面层291a的厚度没有任何限定,在本实施方式中,第一表面层291a比基材层290a薄。第一表面层291a的厚度例如为0.1 μ m以上且15 μ m以下。

[0090] 第一导电部2A的接合层22A在接合结构体B13中相当于第一接合层。接合层22A配置于主体层20A的z方向的z1侧。接合层22A与第一表面层291a固相接合。在本实施方式中,接合层22A以Ag(银)为主要成分。接合层22A的厚度没有任何限定,例如为0.1 μ m以上且15 μ m以下。

[0091] 此外,第一表面层291a以及接合层22A只要是能够彼此固相接合的结构,则作为主要成分的金属没有任何限定。

[0092] 第二表面层292a配置于基材层290a的z方向的z1侧。第二表面层292a与支撑基板3固相接合。在本实施方式中,第二表面层292a以Ag(银)为主要成分。第二表面层292a的厚度没有任何限定,在本实施方式中,第二表面层292a比基材层290a薄。第二表面层292a的厚度例如为0.1 μ m以上且15 μ m以下。

[0093] 本实施方式的支撑基板3还具有接合层321A。接合层321A在接合结构体B13中相当于第二接合层。接合层321A配置于第一部分32A的z方向的z2侧。接合层321A与第二表面层292a固相接合。在本实施方式中,接合层321A以Ag(银)为主要成分。接合层321A的厚度没有任何限定,例如为0.1 μ m以上且15 μ m以下。

[0094] 此外,第二表面层292a以及接合层321A只要是能够彼此固相接合的结构,则作为主要成分的金属没有任何限定。

[0095] 如图18所示,半导体装置A1具有接合结构体B14。接合结构体B14是作为第一接合对象物的第二导电部2B与作为第二接合对象物的支撑基板3经由中间接合材料29b接合而成的结构体。

[0096] 中间接合材料29b具有基材层290b、第一表面层291b以及第二表面层292b。

[0097] 基材层290b以Cu(铜)为主要成分。基材层290b的厚度没有任何限定,在本实施方式中,基材层290b比第一表面层291b以及第二表面层292b厚。基材层290b的厚度例如为50 μ m以上且300 μ m以下。

[0098] 第一表面层291b配置于基材层290b的z方向的z2侧。第一表面层291b与第二开关元件1B固相接合。在本实施方式中,第一表面层291b以Ag(银)为主要成分。第一表面层291b的厚度没有任何限定,在本实施方式中,第一表面层291b比基材层290b薄。第一表面层291b的厚度例如为0.1 μ m以上且15 μ m以下。

[0099] 第二导电部2B的接合层22B在接合结构体B14中相当于第一接合层。接合层22B配置于主体层20B的z方向的z1侧。接合层22B与第一表面层291b固相接合。在本实施方式中,接合层22B以Ag(银)为主要成分。接合层22B的厚度没有任何限定,例如为0.1 μ m以上且15 μ m以下。

[0100] 此外,第一表面层291b以及接合层22B只要是能够彼此固相接合的结构,则作为主要成分的金属没有任何限定。

[0101] 第二表面层292b配置于基材层290b的z方向的z1侧。第二表面层292b与支撑基板3固相接合。在本实施方式中,第二表面层292b以Ag(银)为主要成分。第二表面层292b的厚度没有任何限定,在本实施方式中,第二表面层292b比基材层290b薄。第二表面层292b的厚度例如为0.1 μ m以上且15 μ m以下。

[0102] 本实施方式的支撑基板3还具有接合层321B。接合层321B在接合结构体B14中相当于第二接合层。接合层321B配置于第二部分32B的z方向的z2侧。接合层321B与第二表面层292b固相接合。在本实施方式中,接合层321B以Ag(银)为主要成分。接合层321B的厚度没有任何限定,例如为0.1 μ m以上且15 μ m以下。

[0103] 此外,第二表面层292b以及接合层321B只要是能够彼此固相接合的结构,则作为主要成分的金属没有任何限定。

[0104] 多个电力端子41~43:

[0105] 多个电力端子41~43分别由板状的金属板构成。该金属板的构成材料例如为Cu或Cu合金。在图1~图5、图8以及图10所示的例子中,半导体装置A1具备一个电力端子41、两个电力端子42以及两个电力端子43。

[0106] 在电力端子41与两个电力端子42之间施加上述第一电源电压。电力端子41例如是与直流电源的正极连接的端子(P端子),两个电力端子42例如分别是与直流电源的负极连接的端子(N端子)。也可以与该结构不同,电力端子41是N端子,两个电力端子42分别是P端子。在该情况下,只要与改变端子的极性相应地适当改变封装内部的布线即可。对两个电力端子43分别施加上述第二电源电压。两个电力端子43分别是输出通过多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B的各开关动作进行电压变换后的电压(上述第二电源电压)的输出端子。多个电力端子41~43分别包括由树脂部件8覆盖的部分以及从树脂部件8露出的部分。

[0107] 如图8、图12以及图19所示,电力端子41与第一导电部2A一体地形成。与该结构不同,电力端子41也可以与第一导电部2A分离,与第一导电部2A导通接合。如图8等所示,电力端子41位于比多个半导体元件1以及第一导电部2A(支撑导体2)靠x2侧的位置。绝缘层31与

第一导电部2A导通,并且经由第一导电部2A与多个第一开关元件1A的背面电极15(漏极电极)导通。电力端子41是“第一电力端子”的一例。

[0108] 如图8以及图11等所示,两个电力端子42分别与第一导电部2A分离。在两个电力端子42分别接合有第二导通部件72。如图8所示,两个电力端子42分别位于比多个半导体元件1以及第一导电部2A(支撑导体2)靠x2侧的位置。两个电力端子42分别与第二导通部件72导通,经由第二导通部件72与多个第二开关元件1B的第二主面电极12(源极电极)导通。各电力端子42是“第二电力端子”的一例。

[0109] 电力端子41以及两个电力端子42分别从树脂部件8向x2侧突出。电力端子41以及两个电力端子42彼此分离。两个电力端子42在y方向上隔着电力端子41彼此位于相反侧。如从图6、图7以及图9理解的那样,电力端子41以及两个电力端子42在y方向上观察彼此重叠。

[0110] 如图8以及图11所示,两个电力端子43分别与例如第二导电部2B一体地形成。与该结构不同,也可以是两个电力端子43分别与第二导电部2B分离并与第二导电部2B导通接合的结构。如图8所示,两个电力端子43分别位于比多个半导体元件1以及第二导电部2B(支撑导体2)靠x1侧的位置。各电力端子43与第一导电部2A导通,并且经由第一导电部2A与各第二开关元件1B的背面电极15(漏极)导通。此外,电力端子43的数量不限定于两个,例如可以是一个,也可以是三个以上。例如,在电力端子43为一个的情况下,优选与第二导电部2B的y方向上的中央部分相连。各电力端子43是“第三电力端子”的一例。

[0111] 多个控制端子44:

[0112] 多个控制端子44分别是用于控制多个半导体元件1(多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B)的驱动的销状的端子。多个控制端子44分别例如为压配合端子。多个控制端子44的各z方向的尺寸例如为10mm以上且30mm以下(在一例中为15.8mm)。控制端子44的z方向的尺寸是从后述的支架441的下端(z1侧的端部)到后述的金属销442的上端(z2侧的端部)的长度。如图1以及图4所示,多个控制端子44包括多个第一控制端子45以及多个第二控制端子46。多个第一控制端子45用于多个第一开关元件1A的控制。多个第二控制端子46用于多个第二开关元件1B的控制。

[0113] 多个第一控制端子45:

[0114] 如图4所示,多个第一控制端子45在y方向上隔开间隔地配置。多个第一控制端子45固定于信号基板5(第一信号基板5A)。如图5~图7以及图12所示,多个第一控制端子45在x方向上位于多个第一开关元件1A与多个电力端子41、42之间。如图1以及图4所示,多个第一控制端子45包括第一驱动端子45A以及多个第一检测端子45B~45E。

[0115] 第一驱动端子45A是多个第一开关元件1A的驱动信号输入用的端子(栅极端子)。向第一驱动端子45A输入用于驱动多个第一开关元件1A的第一驱动信号(例如施加栅极电压)。

[0116] 第一检测端子45B是多个第一开关元件1A的源极信号检测用的端子(源极感测端子)。第一检测端子45B输出用于检测多个第一开关元件1A的导通状态的第一检测信号。例如,从第一检测端子45B检测施加于第一开关元件1A的第二主面电极12(源极电极)的电压(与源极电流对应的电压)作为第一检测信号。

[0117] 第一检测端子45C以及第一检测端子45D是与两个热敏电阻17的一个分别导通的端子。该一个热敏电阻17搭载于后述的第一信号基板5A。

[0118] 第一检测端子45E是多个第一开关元件1A的漏极信号检测用的端子(漏极感测端子)。从第一检测端子45E检测对多个第一开关元件1A的各背面电极15(漏极电极)施加的电压(与漏极电流对应的电压)。

[0119] 多个第二控制端子46:

[0120] 如图4所示,多个第二控制端子46在y方向上隔开间隔地配置。多个第二控制端子46固定于信号基板5(第二信号基板5B)。如图5~图7以及图12所示,多个第二控制端子46在x方向上位于多个第二开关元件1B与多个电力端子43之间。如图1以及图4所示,多个第二控制端子46包括第二驱动端子46A以及多个第二检测端子46B~46E。

[0121] 第二驱动端子46A是多个第二开关元件1B的驱动信号输入用的端子(栅极端子)。向第二驱动端子46A输入用于驱动多个第二开关元件1B的第二驱动信号(例如施加栅极电压)。

[0122] 第二检测端子46B是多个第二开关元件1B的源极信号检测用的端子(源极感测端子)。多个第二检测端子46B输出用于检测多个第二开关元件1B的导通状态的第二检测信号。例如,从第二检测端子46B检测施加于第二开关元件1B的第二主面电极12(源极电极)的电压(与源极电流对应的电压)作为第二检测信号。

[0123] 第二检测端子46C以及第二检测端子46D是与两个热敏电阻17的另一个分别导通的端子。该另一个热敏电阻17搭载于后述的第二信号基板5B。

[0124] 第二检测端子46E是多个第二开关元件1B的漏极信号检测用的端子(漏极感测端子)。从第二检测端子46E检测对多个第二开关元件1B的各背面电极15(漏极电极)施加的电压(与漏极电流对应的电压)。

[0125] 多个控制端子44:

[0126] 多个控制端子44(多个第一控制端子45以及多个第二控制端子46)分别包括支架441以及金属销442。

[0127] 支架441由导电性材料构成。如图13以及图16所示,支架441经由导电性接合材料449与信号基板5(后述的第一金属层52)接合。支架441包括筒状部、上端凸缘部以及下端凸缘部。上端凸缘部与筒状的z方向上方(z2侧)的端部相连,下端凸缘部与筒状部的z方向下方(z1侧)的端部相连。在支架441中的至少上端凸缘部以及筒状部插通有金属销442。支架441由树脂部件8覆盖。

[0128] 金属销442是沿z方向延伸的棒状部件。金属销442通过被压入于支架441而被支撑。金属销442至少经由支架441与信号基板5(后述的第一金属层52)导通。如图13以及图16所示,在金属销442的下端(z1侧的端部)在支架441的插通孔内与导电性接合材料449接触的情况下,金属销442也经由导电性接合材料449与信号基板5导通。

[0129] 信号基板5:

[0130] 信号基板5支撑多个控制端子44。信号基板5在z方向上介于支撑导体2与各控制端子44之间。信号基板5的厚度(厚度方向z的尺寸)例如为0.5mm以上且1.0mm以下。各控制端子44的厚度方向z的尺寸相对于该信号基板5的厚度(厚度方向z的尺寸)为20倍以上且30倍以下。信号基板5包括第一信号基板5A以及第二信号基板5B。

[0131] 如图5、图12以及图13所示,第一信号基板5A配置在第一导电部2A上,支撑多个第一控制端子45。如图12、图13以及图19所示,第一信号基板5A经由粘结层6(第一粘结体6A)

粘结于第一导电部2A。

[0132] 如图5、图12以及图16所示,第二信号基板5B配置在第二导电部2B上,支撑多个第二控制端子46。如图12、图16以及图19所示,第二信号基板5B经由粘结层6(第二粘结体6B)粘结于第二导电部2B。

[0133] 信号基板5(第一信号基板5A以及第二信号基板5B各自)由例如DBC基板构成。信号基板5具有彼此层叠的绝缘基板51、第一金属层52以及第二金属层53。以下说明的绝缘基板51、第一金属层52以及第二金属层53只要没有特别说明,则在第一信号基板5A以及第二信号基板5B中共通。

[0134] 绝缘基板51例如由陶瓷构成。作为这样的陶瓷,例如采用AlN、SiN或Al₂O₃等。绝缘基板51例如为俯视矩形状。如图13以及图16所示,绝缘基板51具有主面51a以及背面51b。主面51a以及背面51b在z方向上分离。主面51a朝向z₂侧,背面51b朝向z₁侧。背面51b与支撑导体2对置。

[0135] 如图13以及图16所示,第二金属层53形成于绝缘基板51的背面51b。第二金属层53经由粘结层6粘结于支撑导体2。第一信号基板5A的第二金属层53经由后述的第一粘结体6A粘结于第一导电部2A,第二信号基板5B的第二金属层53经由第二粘结体6B粘结于第二导电部2B。第二金属层53例如由Cu或Cu合金构成。第二金属层53是“金属层”的一例。

[0136] 如图13以及图16所示,第一金属层52形成于绝缘基板51的主面51a。多个控制端子44分别竖立设置于第一金属层52。在第一信号基板5A的第一金属层52竖立设置有多个第一控制端子45,在第二信号基板5B的第一金属层52竖立设置有多个第二控制端子46。第一金属层52例如由Cu或Cu合金构成。如图8所示,第一金属层52包括多个布线层521~526。多个布线层521~526彼此分离且绝缘。

[0137] 如图8所示,布线层521接合有多根导线73,经由各导线73与各半导体元件1的第一主面电极11(栅极电极)导通。第一信号基板5A的布线层521经由各导线73与各第一开关元件1A的第一主面电极11导通。第二信号基板5B的布线层521经由各导线73与各第二开关元件1B的第一主面电极11导通。

[0138] 如图8所示,布线层526接合有多根导线75,经由各导线75与布线层521导通。第一信号基板5A的布线层526经由各导线75、第一信号基板5A的布线层521以及各导线73与各第一开关元件1A的第一主面电极11(栅极电极)导通。第二信号基板5B的布线层526经由各导线75、第二信号基板5B的布线层521以及各导线73与各第二开关元件1B的第一主面电极11(栅极电极)导通。在第一信号基板5A的布线层526接合有第一驱动端子45A,在第二信号基板5B的布线层526接合有第二驱动端子46A。

[0139] 如图8所示,布线层522接合有多根导线74,经由各导线74与各半导体元件1的第三主面电极13(源极感测电极)导通。第一信号基板5A的布线层522经由各导线74与各第一开关元件1A的第三主面电极13(源极感测电极)导通。第二信号基板5B的布线层522经由各导线74与各第二开关元件1B的第三主面电极13(源极感测电极)导通。在第一信号基板5A的布线层522接合有第一检测端子45B,在第二信号基板5B的布线层522接合有第二检测端子46B。

[0140] 如图8所示,布线层523以及布线层524接合有热敏电阻17。如图8所示,在第一信号基板5A的布线层523以及布线层524分别接合有第一检测端子45C以及第一检测端子45D。在

第二信号基板5B的布线层523以及布线层524分别接合有第二检测端子46C以及第二检测端子46D。

[0141] 布线层525接合有各导线76,经由各导线76与支撑导体2导通。如图8所示,第一信号基板5A的布线层525经由导线76与第一导电部2A导通。第二信号基板5B的布线层525经由导线76与第二导电部2B导通。在第一信号基板5A的布线层525接合有第一检测端子45E。在第二信号基板5B的布线层525接合有第二检测端子46E。

[0142] 此外,信号基板5也可以不是DBC基板,而是玻璃环氧基板等印刷基板。在该印刷基板至少形成有上述布线层521~526。

[0143] 粘结层6:

[0144] 粘结层6将信号基板5与支撑导体2粘结。粘结层6在z方向上介于信号基板5与支撑导体2之间。粘结层6在俯视时与信号基板5重叠。粘结层6的厚度(z方向的尺寸)例如为20 μm 以上且200 μm 以下(一例中为85 μm)。

[0145] 如图12~图16所示,粘结层6包括第一粘结体6A以及第二粘结体6B。第一粘结体6A将第一信号基板5A与第一导电部2A粘结。第一粘结体6A介于第一信号基板5A与第一导电部2A之间,在俯视时与第一信号基板5A重叠。第二粘结体6B将第二信号基板5B与第二导电部2B粘结。夹设在第二信号基板5B与第二导电部2B之间,在俯视时与第二信号基板5B重叠。

[0146] 如图13以及图16所示,粘结层6(第一粘结体6A以及第二粘结体6B各自)包括绝缘层61以及一对粘合层62、63。以下说明的绝缘层61以及一对粘合层62、63只要无特别说明,则在第一粘结体6A以及第二粘结体6B中分别共通。

[0147] 绝缘层61由树脂材料构成。若考虑耐热性以及绝缘性,则该树脂材料例如优选聚酰亚胺。第一粘结体6A的绝缘层61将第一信号基板5A与第一导电部2A电绝缘,第二粘结体6B的绝缘层61将第二信号基板5B与第二导电部2B电绝缘。绝缘层61例如为膜状。绝缘层61也可以不是膜状,而是片状或板状。在本公开中,片材与膜同样柔软,但比膜厚。板状是指比膜以及片硬、不易弯曲、比片厚的形状。此外,膜、片、板状的定义不限于于此,可以按照惯用的分类适当改变。绝缘层61的厚度(厚度方向z的尺寸)相对于各控制端子44的厚度方向z的尺寸为0.1%以上且1.0%以下。另外,绝缘层61的厚度(厚度方向z的尺寸)相对于粘结层6的厚度(厚度方向z的尺寸)为20%以上且75%以下。绝缘层61的厚度(z方向的尺寸)例如为10 μm 以上且150 μm 以下(在一例中为25 μm)。

[0148] 如图13以及图16所示,绝缘层61包括主面61a以及背面61b。主面61a以及背面61b在z方向上分离。主面61a朝向z2侧(z方向上方),背面61b朝向z1侧(z方向下方)。

[0149] 一对粘合层62、63形成于绝缘层61的z方向的两面。一对粘合层62、63分别由例如硅酮系粘合剂或丙烯酸系粘合剂等中的任一种构成。一对粘合层62、63各自的厚度(厚度方向z的尺寸)相对于绝缘层61的厚度(厚度方向z的尺寸)为10%以上且150%以下。一对粘合层62、63的各厚度(z方向的尺寸)例如为5 μm 以上且50 μm 以下(在一例中为30 μm)。

[0150] 如图13以及图16所示,粘合层62形成于主面61a。粘合层62在z方向上介于绝缘层61与信号基板5之间。第一粘结体6A的粘合层62在z方向上介于第一粘结体6A的绝缘层61与第一信号基板5A之间,第二粘结体6B的粘合层62在z方向上介于第二粘结体6B的绝缘层61与第二信号基板5B之间。

[0151] 如图13以及图16所示,粘合层63形成于背面61b。粘合层63在z方向上介于绝缘层

61与支撑导体2之间。第一粘结体6A的粘合层63在z方向上介于第一粘结体6A的绝缘层61与第一导电部2A之间,第二粘结体6B的粘合层63介于第二粘结体6B的绝缘层61与第二导电部2B之间。

[0152] 由上述构成可知,本公开的粘结层6例如为双面粘合带那样的粘结层。在半导体装置A1的制造工序中,粘结层6例如在粘贴于接合有多个控制端子44的信号基板5之后,粘贴于支撑导体2。此外,粘结层6也可以不是双面粘合带,在将两个部件粘结时,不包括如焊料那样暂时成为熔融状态的情况。换言之,粘结层6只要在将两个部件粘结时能够不成为熔融状态地粘结即可。

[0153] 第一导通部件71以及第二导通部件72:

[0154] 第一导通部件71以及第二导通部件72与支撑导体2一起构成由多个半导体元件1(多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B)进行开关的主电路电流的路径。第一导通部件71以及第二导通部件72从第一导电部2A以及第二导电部2B的各主面201向z2侧分离,且在俯视下与各主面201重叠。第一导通部件71以及第二导通部件72分别由例如金属制的板材构成。该金属例如为Cu或Cu合金。对第一导通部件71以及第二导通部件72适当实施弯折加工。

[0155] 第一导通部件71使多个第一开关元件1A以及第二导电部2B导通。如图5以及图8所示,第一导通部件71与各第一开关元件1A的第二主面电极12(源极电极)和第二导电部2B连接,使各第一开关元件1A的第二主面电极12与第二导电部2B导通。第一导通部件71构成由多个第一开关元件1A进行开关的主电路电流的路径。如图5、图8以及图12所示,第一导通部件71包括主要部分711、多个第一连接端部712以及多个第二连接端部713。

[0156] 主要部分711在x方向上位于多个第一开关元件1A与第二导电部2B之间。主要部分711是沿y方向延伸的带状的部位。如图12所示,主要部分711位于比多个第一连接端部712以及多个第二连接端部713靠z2侧的位置。在本实施方式中,如图5、图8以及图12所示,在主要部分711形成有多个开口711a。多个开口711a分别是在z方向上贯通第一导通部件71(主要部分711)的贯通孔。多个开口711a在y方向上隔开间隔地排列。多个开口711a在俯视时不与第二导通部件72重叠。多个开口711a是为了在为了形成树脂部件8而注入流动性的树脂材料时,在主要部分711(第一导通部件71)的附近使树脂材料容易在上侧(z2侧)与下侧(z1侧)之间流动而形成的。主要部分711的形状并不限定于本结构,例如也可以不形成开口711a。

[0157] 多个第一连接端部712以及多个第二连接端部713分别与主要部分711相连,与多个第一开关元件1A对置地配置。如图12所示,多个第一连接端部712分别经由导电性接合材料719与多个第一开关元件1A的各第二主面电极12接合。多个第二连接端部713分别经由导电性接合材料719与第二导电部2B接合。导电性接合材料719例如是焊料、金属膏材料或烧结金属等。在图8、图12、图13以及图21所示的例子中,在各第一连接端部712形成有开口712a。各开口712a优选在俯视时与各第一开关元件1A的中央部重叠地形成。如图12、图13以及图21所示,各开口712a例如是在z方向上贯通各第一连接端部712的贯通孔。开口712a例如在将第一导通部件71相对于支撑导体2定位时使用。

[0158] 在图示的例子中,多个第一连接端部712以及多个第二连接端部713分别通过主要部分711彼此连接,但与该结构不同,也可以是主要部分711被分割为多个部位,该被分割的

部位将多个第一连接端部712各自与多个第二连接端部713各自连接的结构。即,也可以是相对于多个第一开关元件1A的每一个分别具备一个第一导通部件71的结构。

[0159] 如图5所示,第二导通部件72与各第二开关元件1B的第二主面电极12(源极电极)以及多个电力端子42连接,使各第二开关元件1B的第二主面电极12以及各电力端子42导通。第二导通部件72构成由多个第二开关元件1B进行开关的主电路电流的路径。第二导通部件72的x方向的最大尺寸例如为25mm以上且40mm以下,y方向的最大尺寸例如为30mm以上且45mm以下。如图5等所示,第二导通部件72包括一对第一布线部721、第二布线部722、第三布线部723以及第四布线部724。

[0160] 一对第一布线部721的一方与一对电力端子42的一方连接,一对第一布线部721的另一方与一对电力端子42的另一方连接。如图5所示,一对第一布线部721分别在俯视时为沿x方向延伸的带状。一对第一布线部721在y方向上分离且平行(或大致平行)地配置。如图5以及图11所示,一对第一布线部721分别包括第一端部721a。各第一端部721a是各第一布线部721中的x2侧的端部。如图11所示,各第一端部721a位于比各第一布线部721的其他部分靠z1侧的位置。如图11所示,各第一端部721a经由导电性接合材料729分别与一对电力端子42接合。导电性接合材料729例如是焊料、金属膏或烧结金属等。在图5所示的例子中,在各第一布线部721形成有多个切口。形成于各第一布线部721的多个切口在俯视时例如为半圆状,在俯视时与支撑导体2重叠。

[0161] 如图5所示,第二布线部722与一对第一布线部721双方相连。第二布线部722在y方向上由一对第一布线部721夹着。第二布线部722在俯视时为沿y方向延伸的带状。如图5所示,第二布线部722与多个第二开关元件1B重叠。第二布线部722与各第二开关元件1B连接。第二布线部722具有多个凹状区域722a。如图20所示,多个凹状区域722a分别比第二布线部722的其他部位向z方向下方(z1侧)突出。如图20所示,第二布线部722的各凹状区域722a与多个第二开关元件1B的各第二主面电极12(源极电极)经由导电性接合材料729接合。在图5以及图20所示的例子中,在各凹状区域722a形成有狭缝。狭缝位于各凹状区域722a的y方向上的中央,沿x方向延伸。各凹状区域722a由隔着狭缝在y方向上分离的两个部位构成。此外,也可以不在各凹状区域722a形成狭缝。

[0162] 如图5所示,第三布线部723与一对第一布线部721双方相连。第一布线部721在y方向上由一对第一布线部721夹着。第三布线部723在俯视时为沿y方向延伸的带状。第三布线部723在x方向上与第二布线部722分离。第三布线部723与第二布线部722平行(或者大致平行)地配置。如图5所示,第三布线部723在俯视时与多个第一开关元件1A重叠。第三布线部723在z方向上位于比第一导通部件71的各第一连接端部712靠上方(z2侧)。第三布线部723在俯视时与第一连接端部712重叠。

[0163] 如图5所示,多个第四布线部724分别与第二布线部722以及第三布线部723双方相连。各第四布线部724在x方向上由第二布线部722以及第三布线部723夹着。各第四布线部724在俯视时为沿x方向延伸的带状。多个第四布线部724在y方向上分离,在俯视时平行(或者大致平行)地配置。另外,多个第四布线部724与一对第一布线部721平行(或者大致平行)地配置。多个第四布线部724各自的x方向上的一端与第三布线部723中的在俯视时与在y方向上相邻的两个第一开关元件1A之间重叠的部分相连。另外,多个第四布线部724各自的x方向上的另一端与第二布线部722中的在俯视时与在y方向上相邻的两个第二开关元件1B

之间重叠的部分相连。多个第四布线部724分别与例如第一导通部件71(主要部分711)重叠。

[0164] 多根导线73~76:

[0165] 多根导线73~76分别例如为键合线,使彼此分离的两个部位导通。各导线73~76的构成材料例如包括Au(金)、Al或Cu中的任一种。

[0166] 多根导线73与布线层521以及各半导体元件1的第一主面电极11(栅极电极)接合,使它们导通。如图8所示,多根导线73包括与第一信号基板5A的布线层521以及各第一开关元件1A的第一主面电极11接合的导线、以及与第二信号基板5B的布线层521以及各第二开关元件1B的第一主面电极11接合的导线。

[0167] 多根导线74与布线层522以及各半导体元件1的第三主面电极13(源极感测电极)接合,并使它们导通。如图8所示,多根导线74包括与第一信号基板5A的布线层522以及各第一开关元件1A的第三主面电极13接合的导线、以及与第二信号基板5B的布线层522以及各第二开关元件1B的第三主面电极13接合的导线。多根导线74在各半导体元件1中没有第三主面电极13的结构中,代替各第三主面电极13而与各第二主面电极12接合。

[0168] 多根导线75与布线层521以及布线层526接合,使它们导通。如图8所示,多根导线75包括与第一信号基板5A的布线层521以及第一信号基板5A的布线层526接合的导线、以及与第二信号基板5B的布线层521以及第二信号基板5B的布线层526接合的导线。

[0169] 多根导线76与布线层525以及支撑导体2接合,使它们导通。如图8所示,多根导线76包括与第一信号基板5A的布线层525以及第一导电部2A接合的导线、以及与第二信号基板5B的布线层525以及第二导电部2B接合的导线。

[0170] 树脂部件8:

[0171] 树脂部件8是保护多个半导体元件1(多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B)的密封材料。树脂部件8覆盖多个半导体元件1(多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B)、支撑导体2(第一导电部2A以及第二导电部2B)、支撑基板3(除了第二金属层33的下表面)、多个电力端子41~43的各一部分、多个控制端子44的各一部分、信号基板5(第一信号基板5A以及第二信号基板5B)、粘结层6(第一粘结体6A以及第二粘结体6B)、第一导通部件71、第二导通部件72以及多根导线73~76。树脂部件8例如由黑色的环氧树脂构成。树脂部件8例如通过模制成形而形成。树脂部件8例如x方向的尺寸为35mm以上且60mm以下程度,例如y方向的尺寸为35mm以上且50mm以下程度,例如z方向的尺寸为4mm以上且15mm以下程度。这些尺寸是沿着各方向的最大部分的大小。树脂部件8具有树脂主面81、树脂背面82以及多个树脂侧面831~834。

[0172] 如图6、图7、图9、图11、图12以及图19~图22所示,树脂主面81以及树脂背面82在z方向上分离。树脂主面81朝向z2侧,树脂背面82朝向z1侧。多个控制端子44(多个第一控制端子45以及多个第二控制端子46)从树脂主面81突出。如图10所示,树脂背面82在俯视时呈包围支撑基板3的第二金属层33的下表面的框状。该第二金属层33的下表面从树脂背面82露出,例如与树脂背面82表面一致。多个树脂侧面831~834分别与树脂主面81以及树脂背面82双方相连,且在z方向上被它们夹着。如图4等所示,树脂侧面831与树脂侧面832在x方向上分离。树脂侧面831朝向x1侧,树脂侧面832朝向x2侧。两个电力端子43从树脂侧面831突出,多个电力端子41、42从树脂侧面832突出。如图4等所示,树脂侧面833与树脂侧面834

在y方向上分离。树脂侧面833朝向y1侧,树脂侧面834朝向y2侧。

[0173] 如图4所示,在树脂侧面832形成有多个凹部832a。各凹部832a是在俯视时向x方向凹陷的部位。多个凹部832a在俯视时存在形成于电力端子41与两个电力端子42中的一方之间的凹部、和形成于电力端子41与两个电力端子42中的另一方之间的凹部。多个凹部832a是为了增大电力端子41与两个电力端子42中的一方的沿着树脂侧面832的沿面距离、以及电力端子41与两个电力端子42中的另一方的沿着树脂侧面832的沿面距离而设置的。

[0174] 如图11以及图12等所示,树脂部件8具有多个第一突出部851、多个第二突出部852以及树脂空隙部86。

[0175] 多个第一突出部851分别从树脂主面81向z方向突出。多个第一突出部851在俯视时配置于树脂部件8的四角附近。在各第一突出部851的前端(z2侧的端部)形成有第一突出端面851a。多个第一突出部851的各第一突出端面851a与树脂主面81平行(或大致平行)。多个第一突出端面851a配置在同一平面(x-y平面)上。各第一突出部851例如有底中空的圆锥台状。在将半导体装置A1搭载于控制用的电路基板等时,多个第一突出部851被用作间隔件。该控制用的电路基板具有利用由半导体装置A1生成的电源的设备。如图11所示,多个第一突出部851分别具有凹部851b以及形成于该凹部851b的内壁面851c。各第一突出部851的形状为柱状即可,优选为圆柱状。凹部851b的形状为圆柱状,且优选俯视时内壁面851c为单一的正圆状。

[0176] 半导体装置A1有时通过螺纹固定等方法固定于上述控制用的电路基板等。在该情况下,能够在各第一突出部851的凹部851b的内壁面851c形成内螺纹的螺纹牙。也可以在各第一突出部851的凹部851b埋入嵌入螺母等。

[0177] 如图12等所示,多个第二突出部852从树脂主面81向z方向突出。多个第二突出部852在俯视时与多个控制端子44重叠。多个控制端子44的各金属销442从各第二突出部852突出。各第二突出部852为圆锥台状。各第二突出部852在各控制端子44覆盖支架441以及金属销442的一部分。

[0178] 如图11所示,树脂空隙部86在z方向上从树脂主面81通向第一导电部2A以及第二导电部2B的各主面201。树脂空隙部86形成为锥状,随着从树脂主面81沿z方向朝向各主面201,与z方向正交的平面的截面积变小。树脂空隙部86是在树脂部件8的模制成形时形成且在该模制成形时未形成树脂部件8的部分。

[0179] 树脂空隙部86例如在树脂部件8的模制成形时由按压部件所占据,从而未填充流动性的树脂材料来形成。该按压部件在模制成形时,赋予对各主面201的按压力,且插通于在第二导通部件72的各第一布线部721形成的上述切口。由此,能够不与第二导通部件72干涉地利用上述按压部件按压支撑导体2(第一导电部2A以及第二导电部2B),能够抑制与支撑导体2接合的支撑基板3的翘曲。

[0180] 在本实施方式中,如图11所示,半导体装置A1具备树脂填充部88。树脂填充部88以填埋树脂空隙部86的方式填充于树脂空隙部86。树脂填充部88例如与树脂部件8同样地由环氧树脂构成,但也可以是与树脂部件8不同的树脂材料。

[0181] 接着,对接合结构体B11~B14以及半导体装置A1的作用进行说明。

[0182] 接合结构体B11~B14具有中间接合材料19a、19b、29a、20b。中间接合材料19a、19b、29a、20b具有基材层190a、190b、290a、290b。基材层190a、190b、290a、290b以Cu(铜)为

主要成分。因此,与基材层190a、190b、290a、290b相当的部件与例如以A1(铝)为主要成分的情况相比,能够更高效地进行电热。因此,能够提供更容易传热的接合结构体B11~B14以及半导体装置A1。

[0183] 第一表面层191a、191b、291a、291b以及相当于第一接合层的部件以Ag(银)为主要成分。另外,第二表面层192a、192b、292a、292b以及相当于第二接合层的部件以Ag(银)为主要成分。由此,能够更可靠地进行这些固相接合,能够提高接合结构体B11~B14。

[0184] 半导体装置A1是多个第一开关元件1A和多个第二开关元件1B、支撑导体2以及支撑基板3经由接合结构体B11~B14接合而成的结构。由此,能够将来自多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B的热经由接合结构体B11、B12、支撑导体2、接合结构体B13、B14以及支撑基板3高效地向半导体装置A1外散热。

[0185] 图23~图25示出了本公开的变形例以及其它实施方式。此外,在这些图中,对与上述实施方式相同或类似的要素标注与上述实施方式相同的附图标记。另外,各变形例以及各实施方式中的各部的结构能够在不产生技术上的矛盾的范围内彼此适当地组合。

[0186] 半导体装置A11:

[0187] 图23表示半导体装置A1的第一变形例。本变形例的半导体装置A11还具有散热器9。散热器9用于将来自多个第一开关元件1A以及第二开关元件1B的热更高效地散热。散热器9的具体结构没有任何限定。如图24所示,本实施方式的散热器9具有主体部90以及接合层91。

[0188] 主体部90例如由A1(铝)等金属构成。在图示的例子中,主体部90具有位于z方向的z2侧的部分、以及分别从该部分向z方向的z1侧延伸的多个翅片。

[0189] 如图23所示,散热器9经由中间接合材料39与支撑基板3接合。如图24所示,半导体装置A11具有接合结构体B15。接合结构体B15是作为第一接合对象物的支撑基板3与作为第二接合对象物的散热器9经由中间接合材料39接合而成的结构体。

[0190] 中间接合材料39具有基材层390、第一表面层391以及第二表面层392。

[0191] 基材层390以Cu(铜)为主要成分。基材层390的厚度没有任何限定,在本实施方式中,基材层390比第一表面层391以及第二表面层392厚。基材层390的厚度例如为50 μm 以上且300 μm 以下。

[0192] 第一表面层391配置于基材层390的z方向的z2侧。在第一表面层391与支撑基板3固相接合的本实施方式中,第一表面层391以Ag(银)为主要成分。第一表面层391的厚度没有任何限定,在本实施方式中,第一表面层391比基材层390薄。第一表面层391的厚度例如为0.1 μm 以上且15 μm 以下。

[0193] 支撑基板3还具有接合层331。接合层331在接合结构体B15中相当于第一接合层。接合层331配置在第二金属层33的z方向的z1侧。接合层331与第一表面层391固相接合。在本实施方式中,接合层331以Ag(银)为主要成分。接合层331的厚度没有任何限定,例如为0.1 μm 以上且15 μm 以下。

[0194] 此外,第一表面层391以及接合层331只要是能够彼此固相接合的结构,则作为主要成分的金属没有任何限定。

[0195] 第二表面层392配置于基材层390的z方向的z1侧。第二表面层392与散热器9固相接合。在本实施方式中,第二表面层392以Ag(银)为主要成分。第二表面层392的厚度没有任

何限定,在本实施方式中,第二表面层392比基材层390薄。第二表面层392的厚度例如为0.1 μm 以上且15 μm 以下。

[0196] 散热器9的接合层91在接合结构体B15中相当于第二接合层。接合层91配置于主体部90的z方向的z2侧。接合层91与第二表面层392固相接合。在本实施方式中,接合层91以Ag(银)为主要成分。接合层91的厚度没有任何限定,例如为0.1 μm 以上且15 μm 以下。

[0197] 此外,第二表面层392以及接合层91只要是能够彼此固相接合的结构即可,作为主要成分的金属没有任何限定。

[0198] 根据本变形例,也可提供一种更容易传导热的接合结构体B11~B15以及半导体装置A11。另外,支撑基板3与散热器9经由中间接合材料39通过固相接合而接合。由此,能够将来自多个第一开关元件1A以及多个第二开关元件1B的热更高效地向散热器9散热。

[0199] 接合结构体B2:

[0200] 图25表示本公开的第二实施方式的接合结构体。本实施方式的接合结构体B2具有作为第一接合对象物的第一开关元件1A、作为第二接合对象物的第一导电部2A以及中间接合材料19a。

[0201] 本实施方式的中间接合材料19a具有基材层190a、第一表面层191a、第二表面层192a、第一中间层193a、第二中间层194a、第三中间层195a以及第四中间层196a。

[0202] 第一中间层193a介于基材层190a与第一表面层191a之间。第二中间层194a介于基材层190a与第二表面层192a之间。第一中间层193a以及第二中间层194a例如以Ni(镍)为主要成分。第一中间层193a以及第二中间层194a的厚度例如为0.1 μm 以上且15 μm 以下。

[0203] 第三中间层195a介于第一表面层191a与第一中间层193a之间。第四中间层196a介于第二表面层192a与第二中间层194a之间。第三中间层195a以及第四中间层196a例如以Cu(铜)为主要成分。第三中间层195a以及第四中间层196a的厚度例如为0.01 μm 以上且10 μm 以下。

[0204] 此外,接合结构体B2中的中间接合材料19a的结构也可以应用于上述的中间接合材料19b、中间接合材料29a、中间接合材料29b以及中间接合材料39。

[0205] 根据本实施方式,也能够提供一种更容易传递热的接合结构体B2。另外,如根据本实施方式所理解的那样,本公开的接合结构体的具体结构没有任何限定。

[0206] 根据本公开的接合结构体以及半导体装置并不限定于上述的实施方式。本公开的接合结构体以及半导体装置的各部分的具体构成可自由地进行各种设计改变。本公开包括以下的附记所记载的实施方式。

[0207] 附记1.一种接合结构体,其具备:

[0208] 第一接合对象物,其具有第一接合层;

[0209] 第二接合对象物,其具有第二接合层;以及

[0210] 中间接合材料,其介于所述第一接合对象物与所述第二接合对象物之间,

[0211] 所述中间接合材料具有:基材层;以及第一表面层及第二表面层,其配置于所述基材层的两侧,

[0212] 所述第一接合层与所述第一表面层通过固相接合而接合,

[0213] 所述第二接合层与所述第二表面层通过固相接合而接合,

[0214] 所述基材层以Cu为主要成分。

- [0215] 附记2.根据附记1所述的接合结构体,其中,
- [0216] 所述第一接合层及所述第一表面层以Ag为主要成分。
- [0217] 附记3.根据附记1或2所述的接合结构体,其中,
- [0218] 所述第二接合层及所述第二表面层以Ag为主要成分。
- [0219] 附记4.根据附记1至3中任一项所述的接合结构体,其中,
- [0220] 所述基材层比所述第一表面层厚。
- [0221] 附记5.根据附记1至4中任一项所述的接合结构体,其中,
- [0222] 所述基材层比所述第二表面层厚。
- [0223] 附记6.根据附记1至5中任一项所述的接合结构体,其中,
- [0224] 所述第一接合对象物还具有以Cu为主要成分的第一主体部。
- [0225] 附记7.根据附记1至6中任一项所述的接合结构体,其中,
- [0226] 所述第二接合对象物还具有以Cu为主要成分的第二主体部。
- [0227] 附记8.根据附记1至7中任一项所述的接合结构体,其中,
- [0228] 所述中间接合材料还具有第一中间层,该第一中间层介于所述基材层与所述第一表面层之间。
- [0229] 附记9.根据附记8所述的接合结构体,其中,
- [0230] 所述中间接合材料还具有第二中间层,该第二中间层介于所述基材层与所述第二表面层之间。
- [0231] 附记10.根据附记9所述的接合结构体,其中,
- [0232] 所述中间接合材料还具有第三中间层,该第三中间层介于所述第一表面层与所述第一中间层之间。
- [0233] 附记11.根据附记10所述的接合结构体,其中,
- [0234] 所述中间接合材料还具有第四中间层,该第四中间层介于所述第二表面层与所述第二中间层之间。
- [0235] 附记12.根据附记11所述的接合结构体,其中,
- [0236] 所述第一中间层及所述第二中间层以Ni为主要成分。
- [0237] 附记13.根据附记12所述的接合结构体,其中,
- [0238] 所述第三中间层及所述第四中间层以Cu为主要成分。
- [0239] 附记14.一种半导体装置,其具备:
- [0240] 半导体元件;
- [0241] 导电部;以及
- [0242] 支撑基板,
- [0243] 具有权利要求1至13中任一项所述的接合结构体。
- [0244] 附记15.根据附记14所述的半导体装置,其中,
- [0245] 具有所述半导体元件构成所述第一接合对象物且所述导电部构成所述第二接合对象物的所述接合结构体。
- [0246] 附记16.根据附记14或15所述的半导体装置,其中,
- [0247] 具有所述导电部构成所述第一接合对象物且所述支撑基板构成所述第二接合对象物的所述接合结构体。

[0248] 附记17.根据附记14至16中任一项所述的半导体装置,其中,

[0249] 还具备散热器,

[0250] 具有所述支撑基板构成所述第一接合对象物且所述散热器构成所述第二接合对象物的所述接合结构体。

[0251] 符号说明

[0252] A1、A11—半导体装置;B1、B11、B12、B13、B14、B15—接合结构体;B2、B3、B4—接合结构体;1—半导体元件;1A—第一开关元件;1B—第二开关元件;2—支撑导体;2A—第一导电部;2B—第二导电部;3—支撑基板;5—信号基板;5A—第一信号基板;5B—第二信号基板;6—粘结层;6A—第一粘结体;6B—第二粘结体;8—树脂部件;9—散热器;10a—元件主面;10b—元件背面;11—第一主面电极;12—第二主面电极;13—第三主面电极;15—背面电极;17—热敏电阻;19a—中间接合材料;19b—中间接合材料;20A、20B—主体层;20b—中间接合材料;21A、21B、22A、22B—接合层;29a、29b—中间接合材料;31—绝缘层;32—第一金属层;32A—第一部分;32B—第二部分;33—第二金属层;39—中间接合材料;41、42、43—电力端子;44—控制端子;45—第一控制端子;45A—第一驱动端子;45B、45C、45D、45E—第一检测端子;46—第二控制端子;46A—第二驱动端子;46B、46C、46D、46E—第二检测端子;51—绝缘基板;51a—主面;51b—背面;52—第一金属层;53—第二金属层;61—绝缘层;61a—主面;61b—背面;62、63—粘合层;71—第一导通部件;72—第二导通部件;73、74、75、76—导线;81—树脂主面;82—树脂背面;86—树脂空隙部;88—树脂填充部;90—主体部;91—接合层;151—接合层;190a、190b—基材层;191a、191b—第一表面层;192a、192b—第二表面层;193a—第一中间层;194a—第二中间层;195a—第三中间层;196a—第四中间层;201—主面;202—背面;290a、290b—基材层;291a、291b—第一表面层;292a、292b—第二表面层;321A、321B、331—接合层;390—基材层;391—第一表面层;392—第二表面层;441—支架;442—金属销;449—导电性接合材料;521~526—布线层;711—主要部分;711a—开口;712—第一连接端部;712a—开口;713—第二连接端部;719—导电性接合材料;721—第一布线部;721a—第一端部;722—第二布线部;722a—凹状区域;723—第三布线部;724—第四布线部;729—导电性接合材料;831—树脂侧面;832—树脂侧面;832a—凹部;833、834—树脂侧面;851—第一突出部;851a—第一突出端面;851b—凹部;851c—内壁面;852—第二突出部。

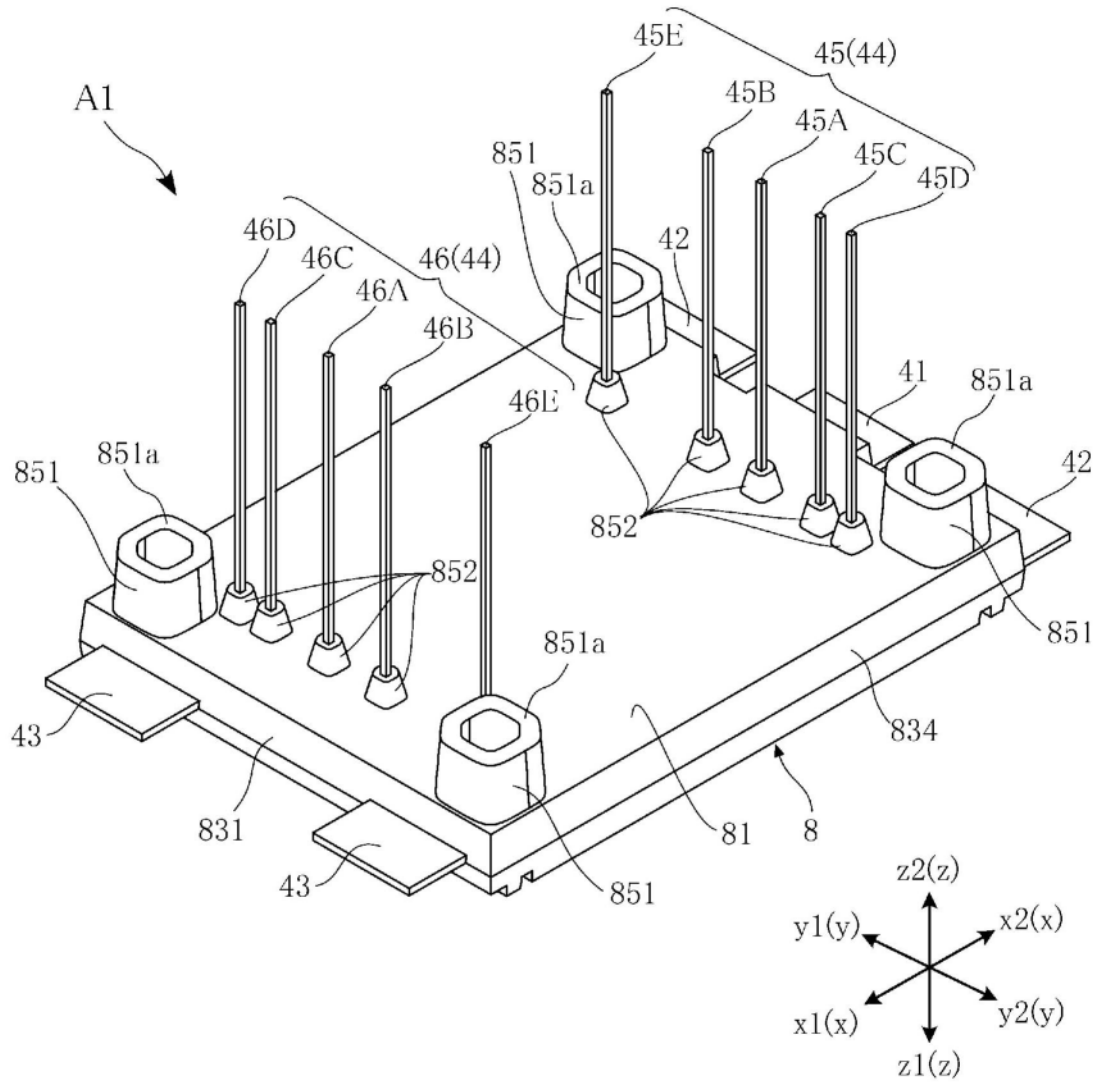


图1

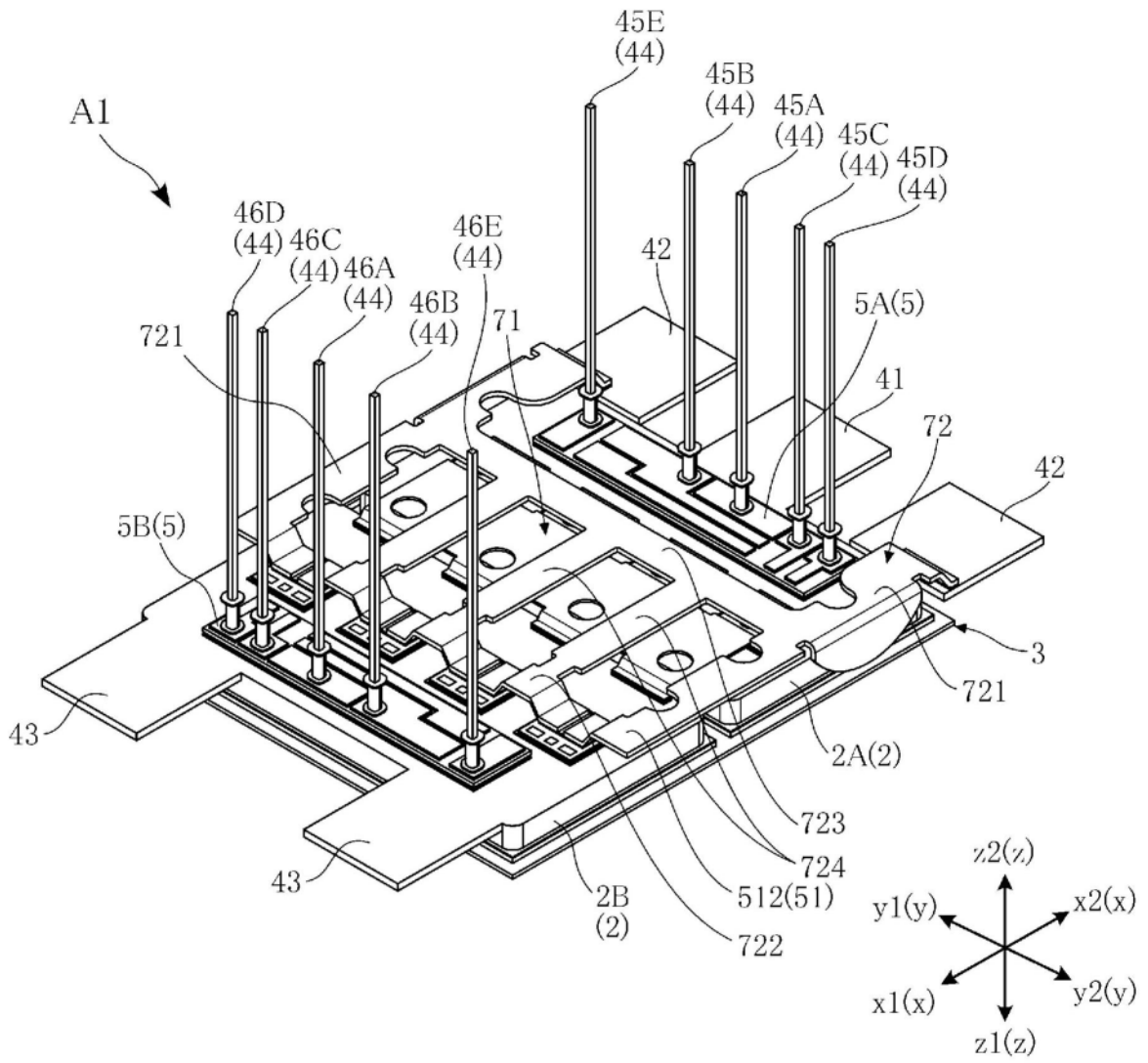


图2

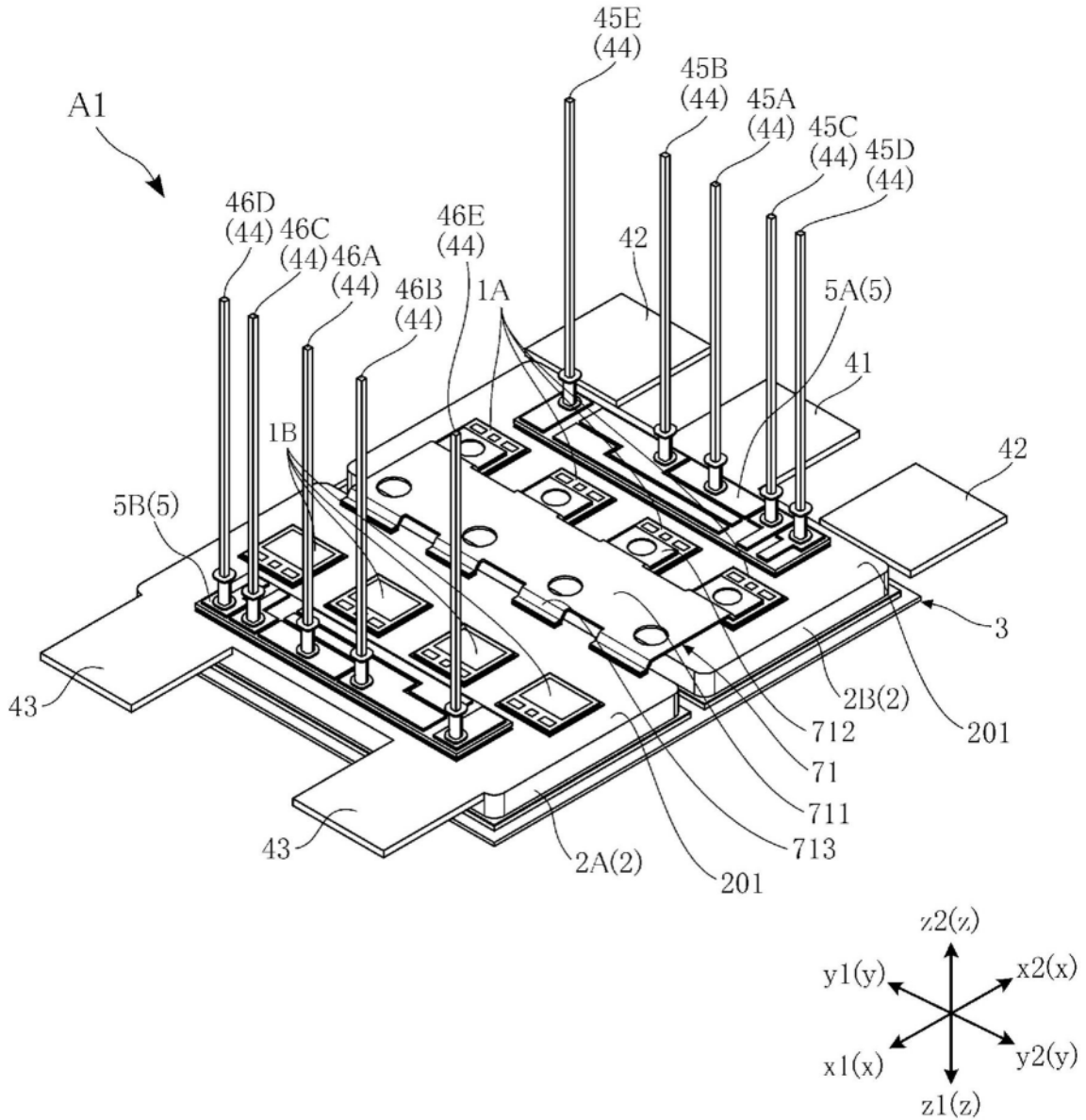


图3

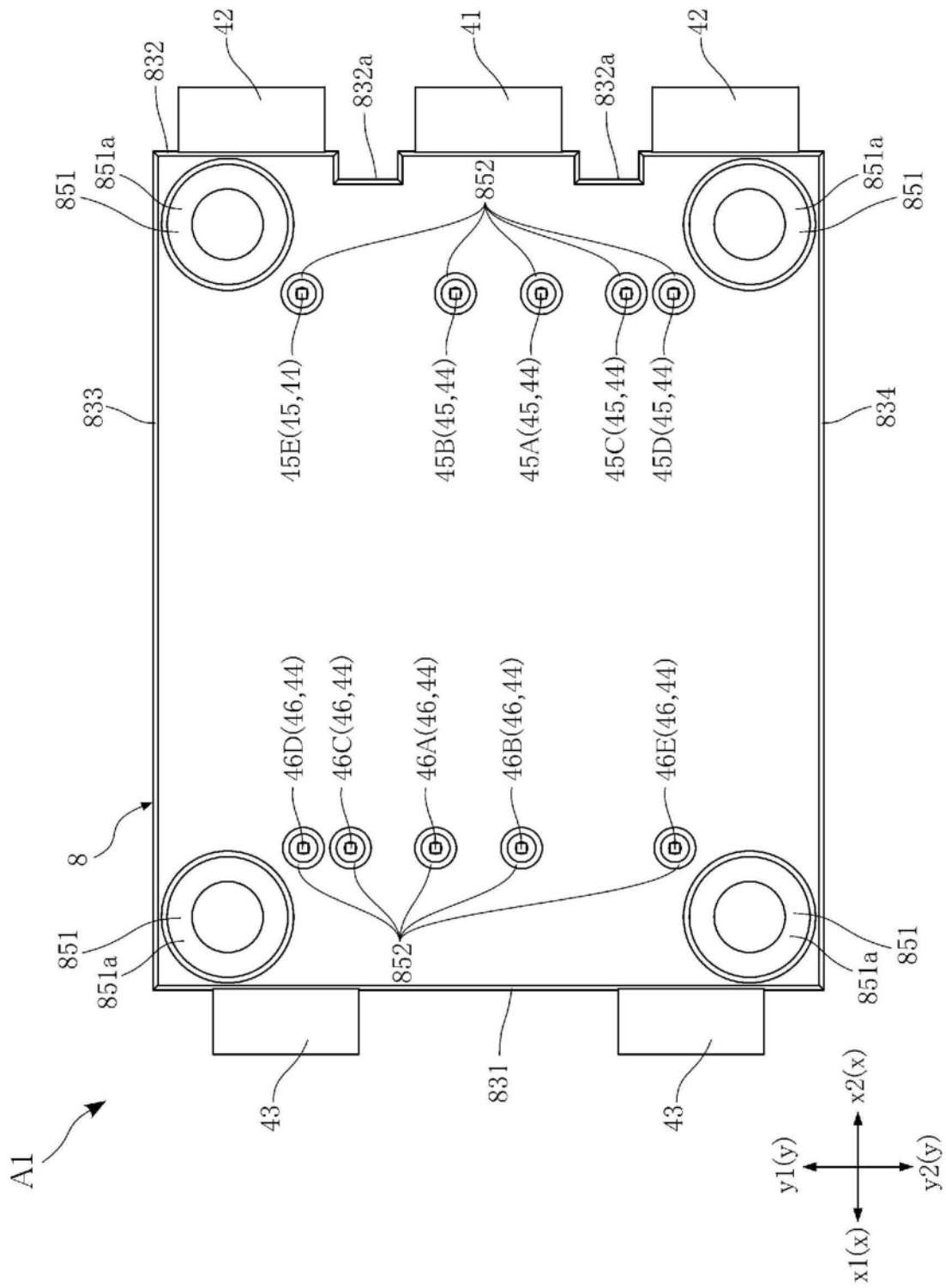


图4

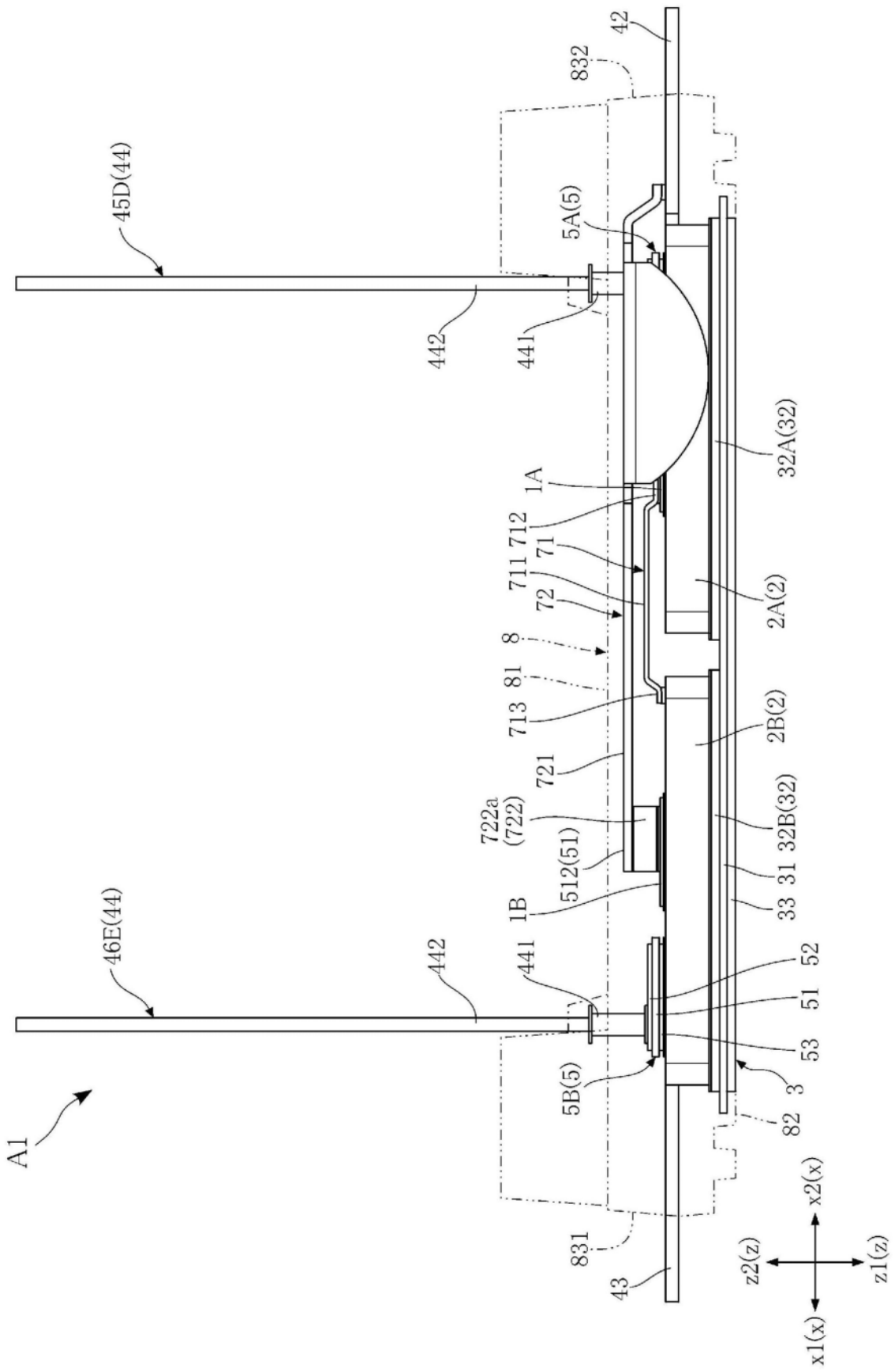


图6

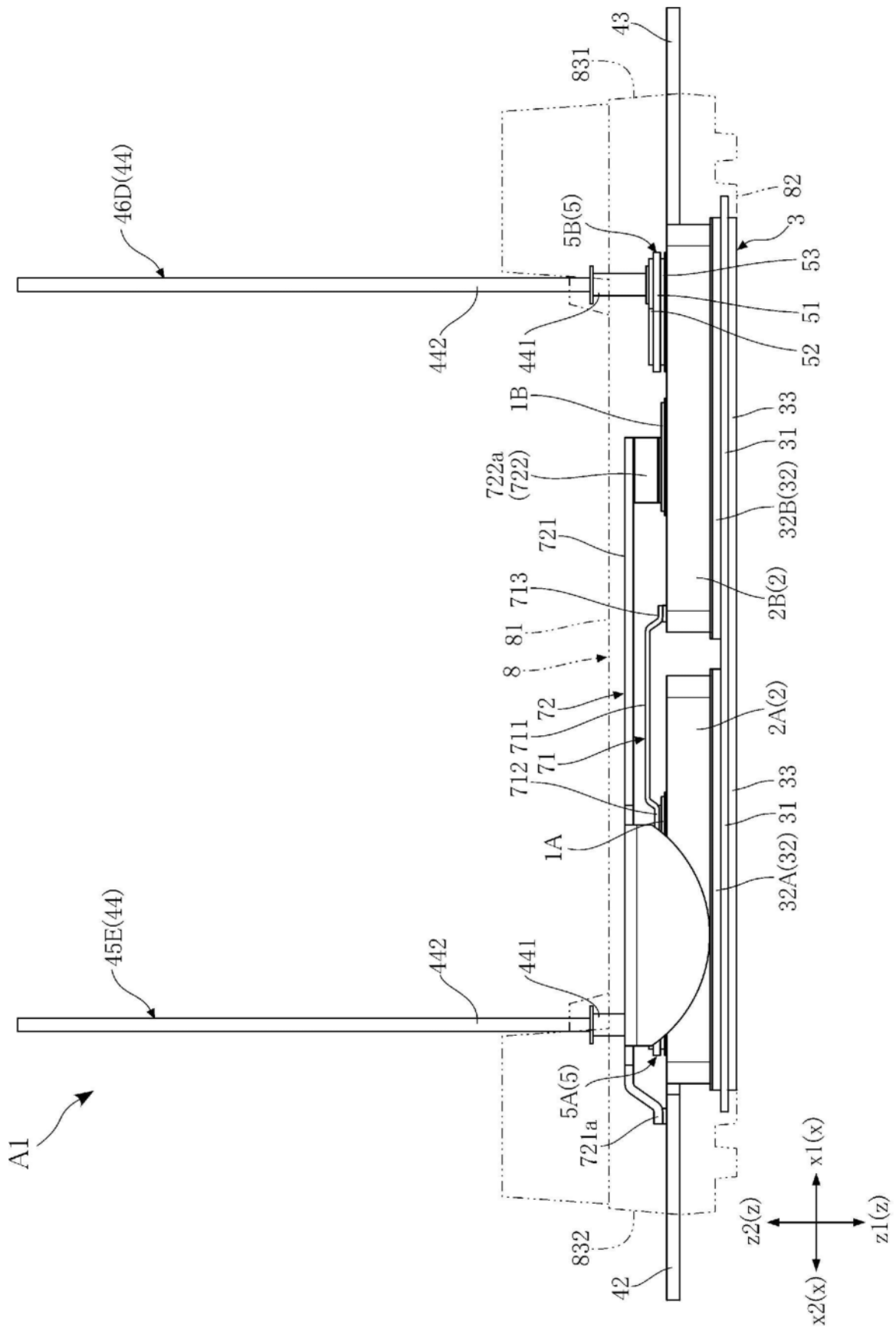


图7

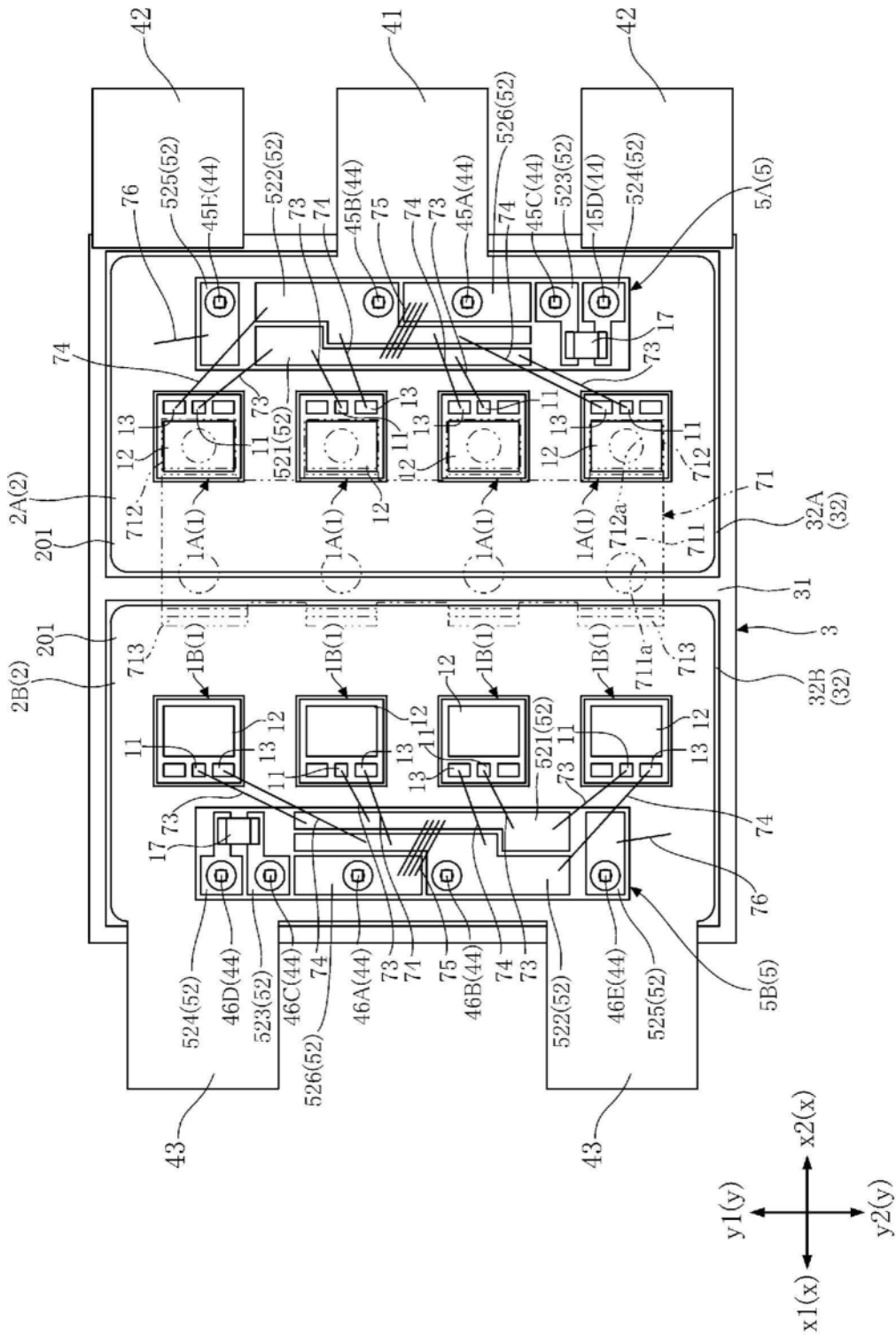


图8

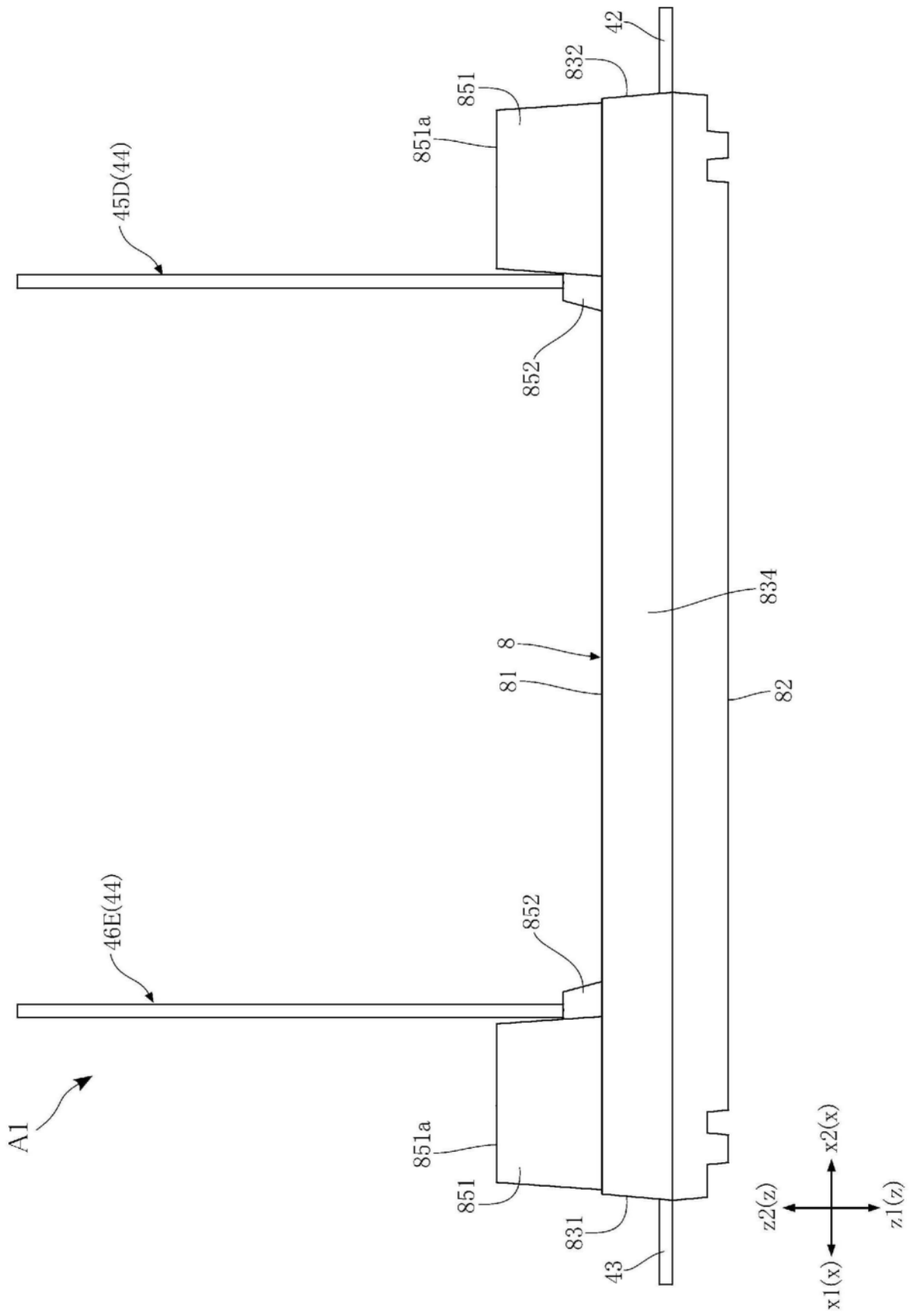


图9

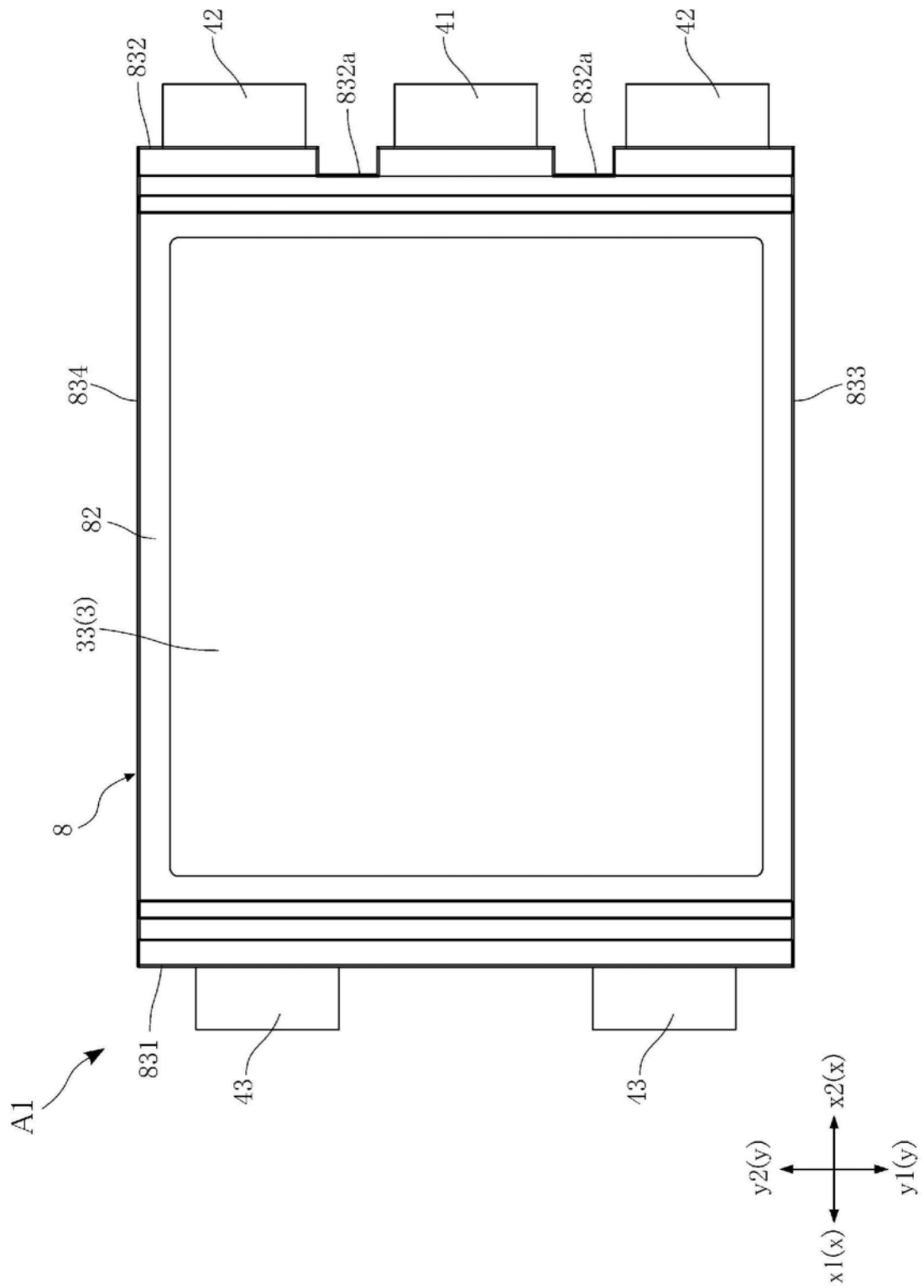


图10

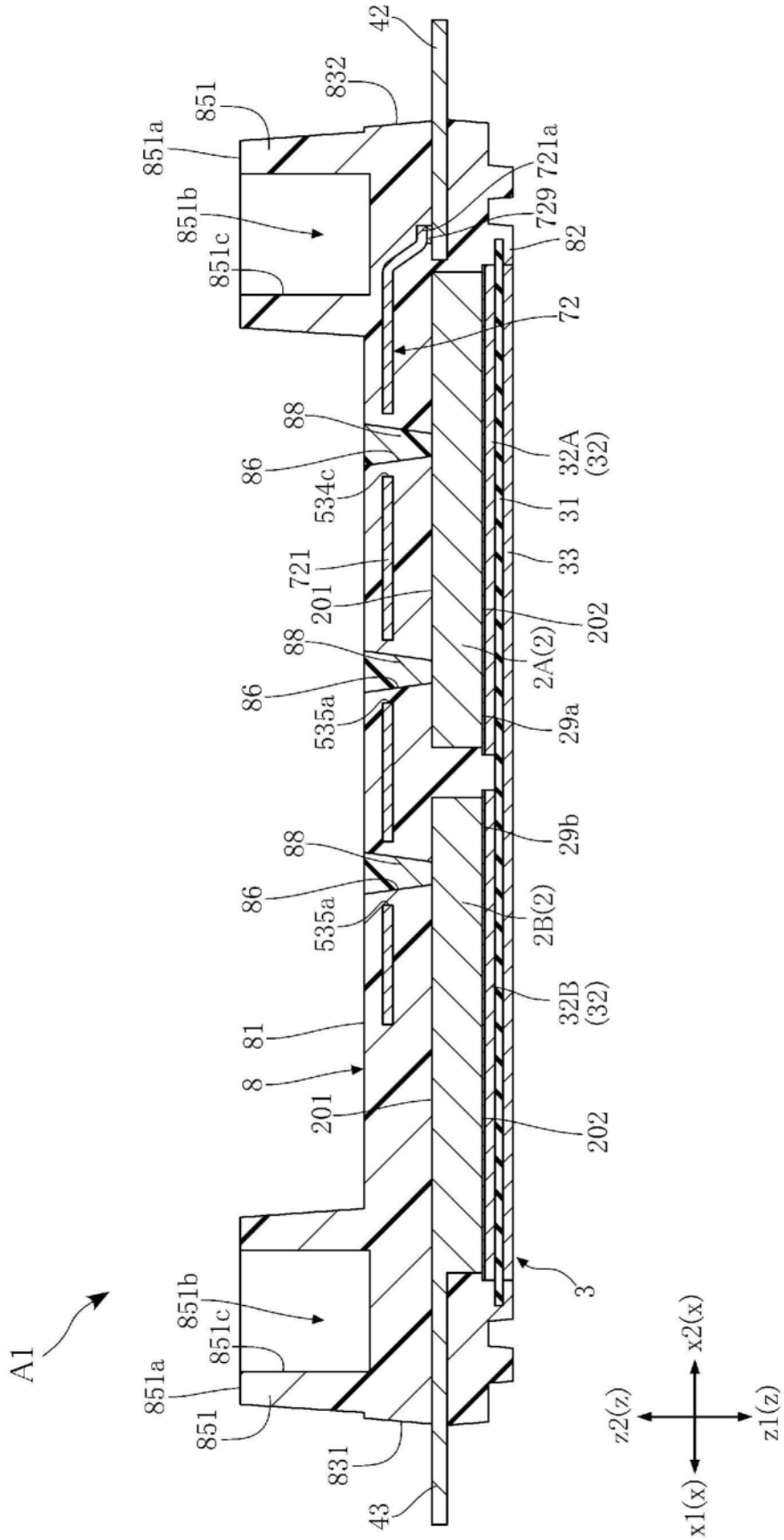


图11

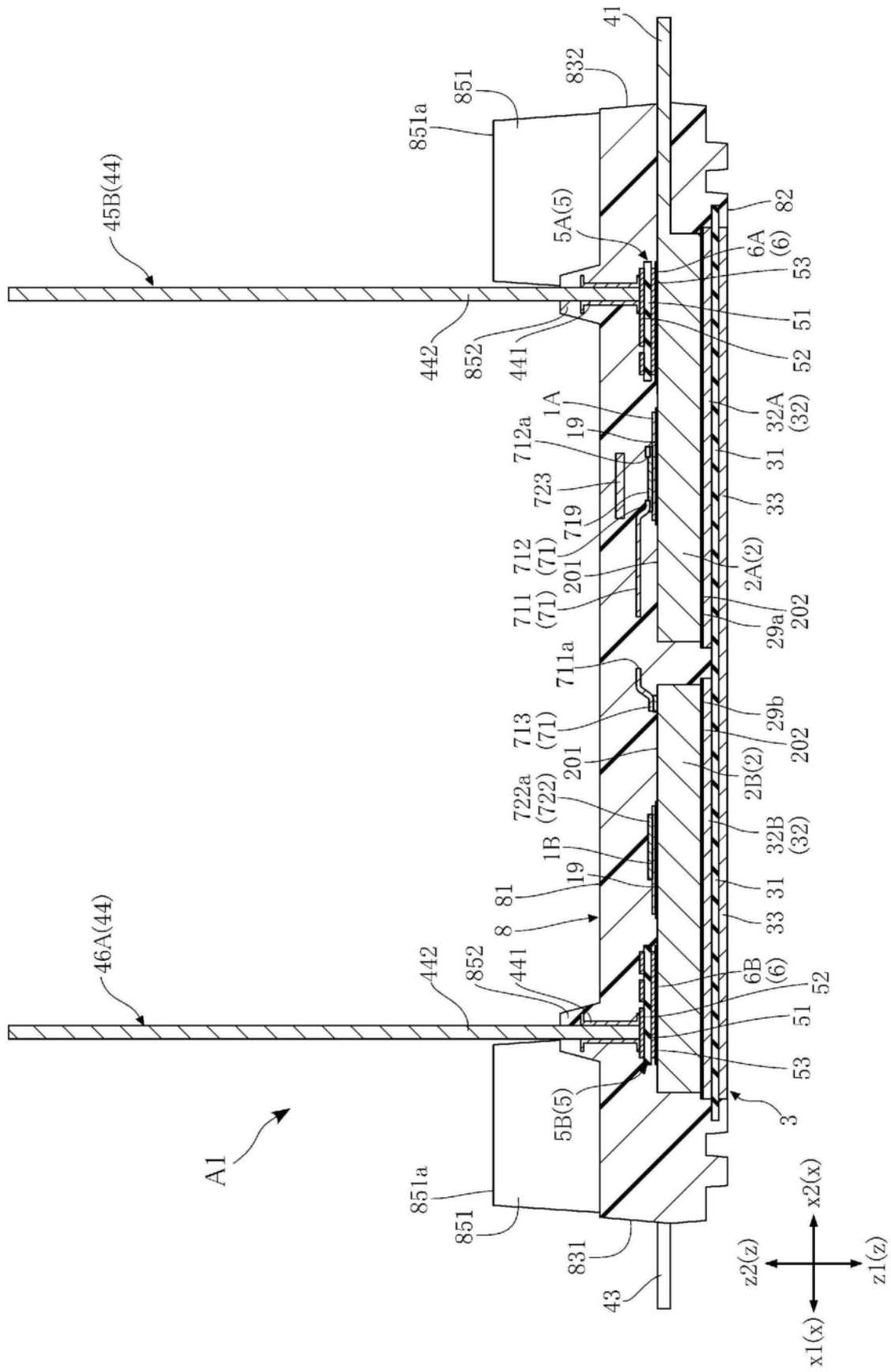


图12

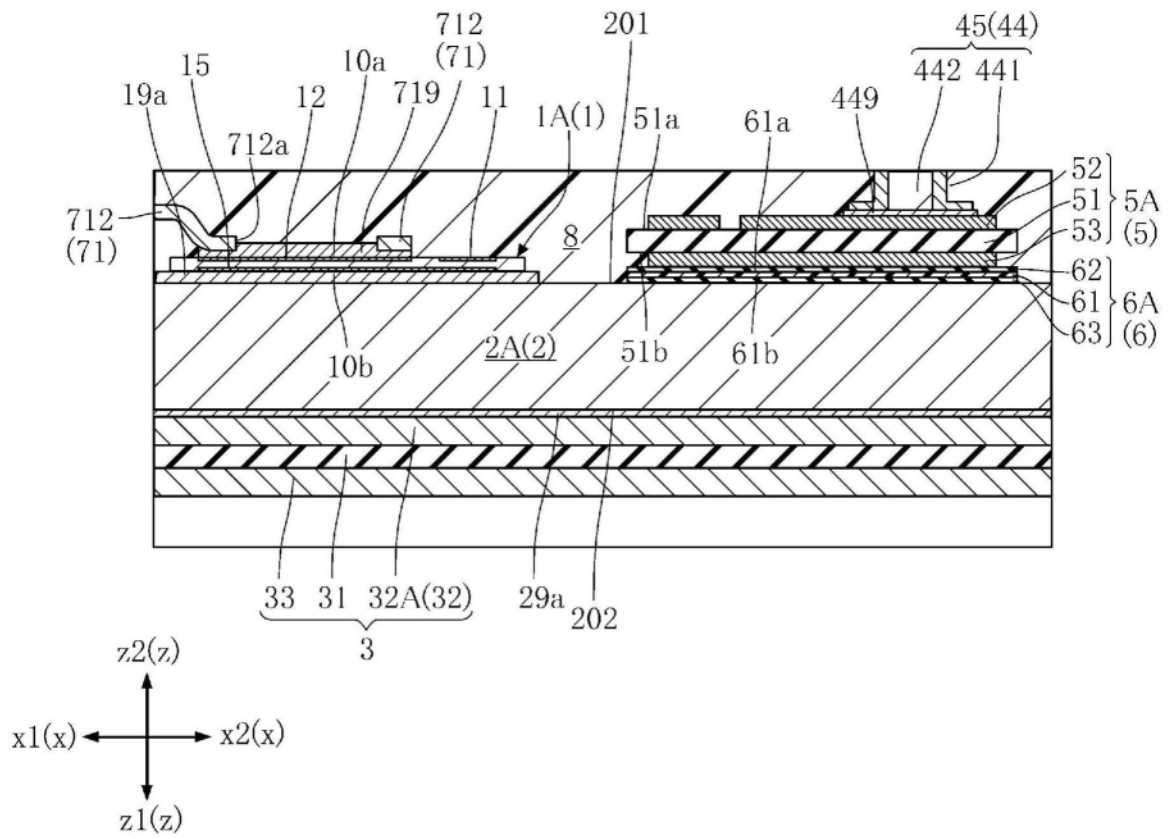


图13

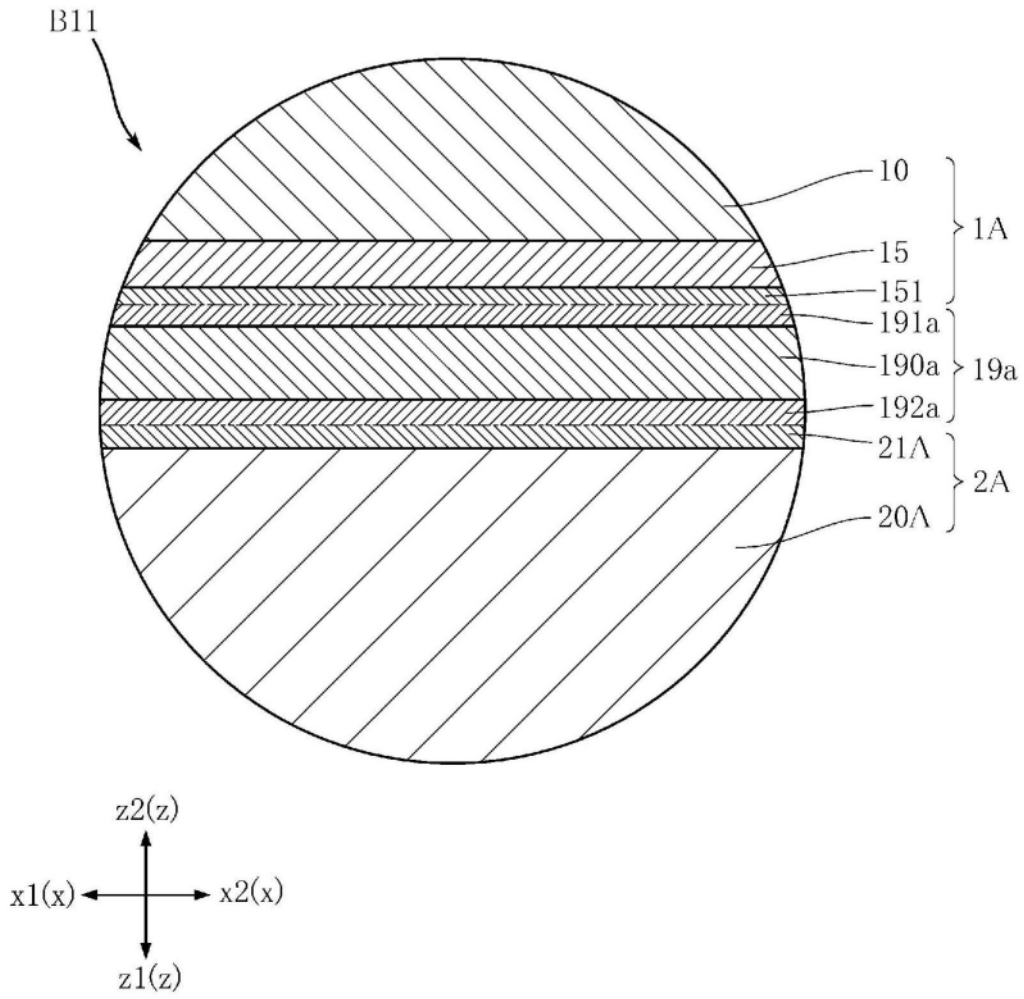


图14

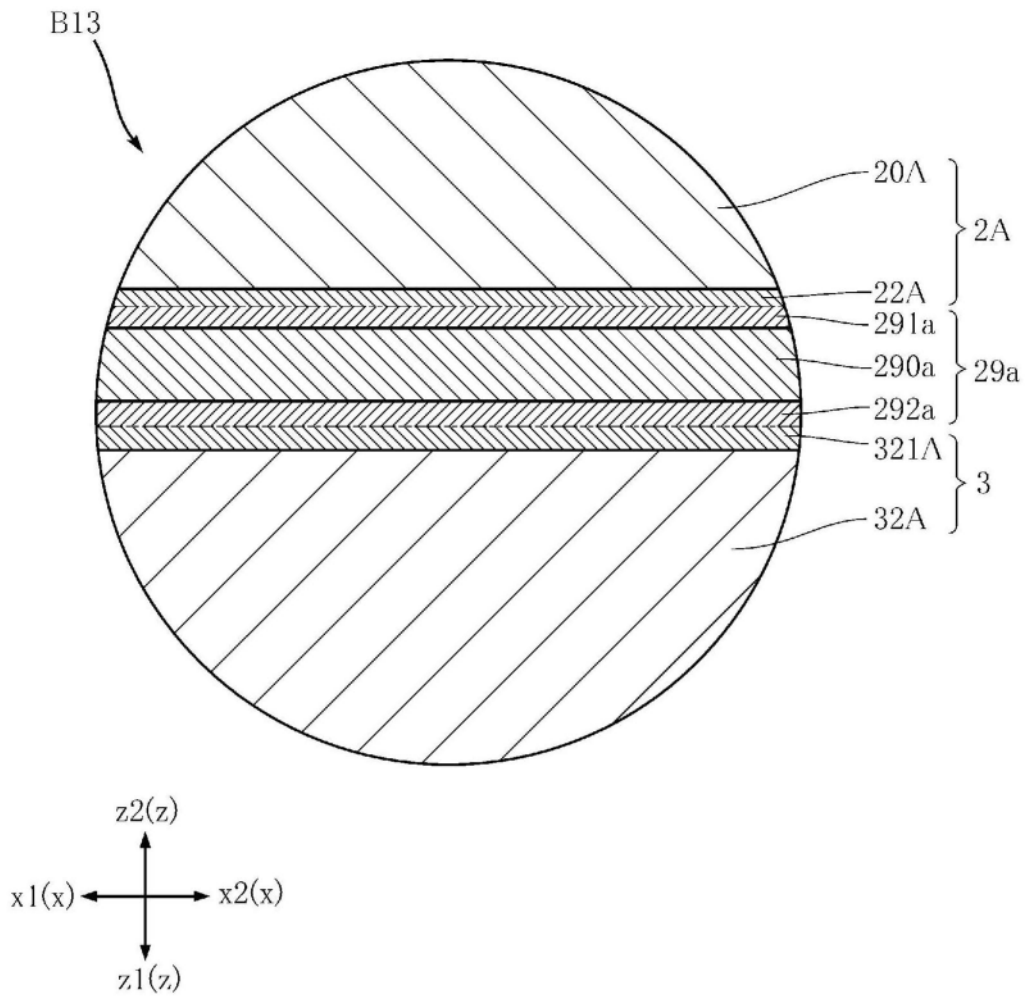


图15

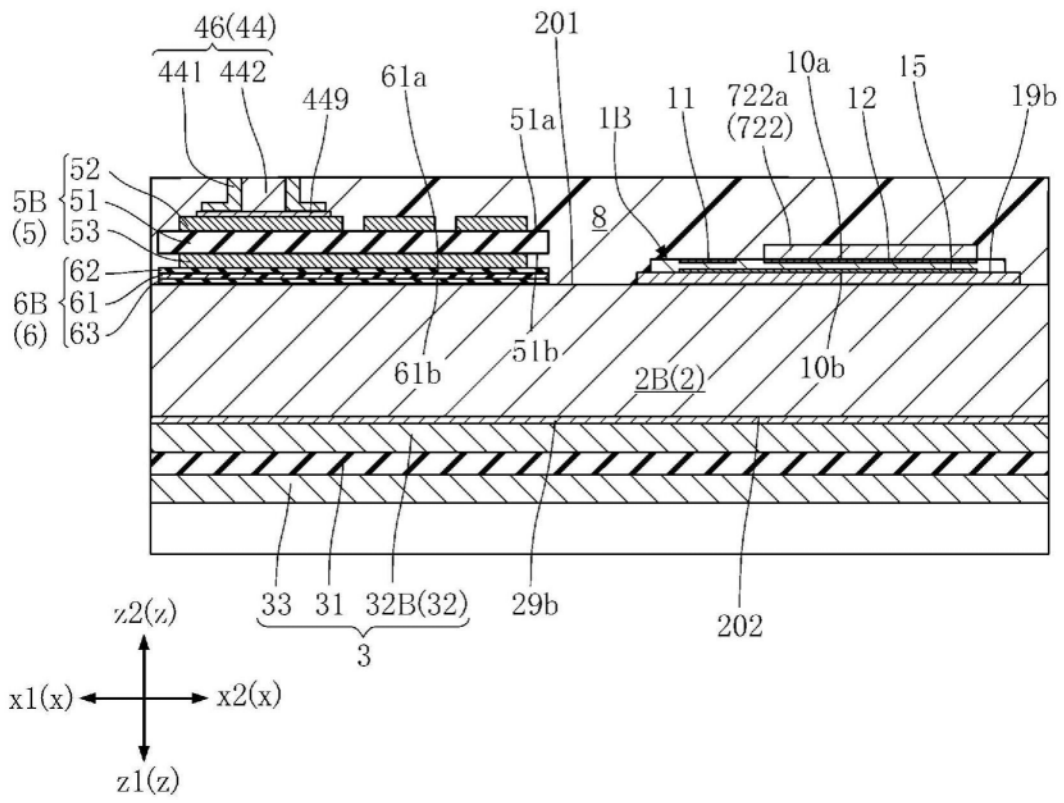


图16

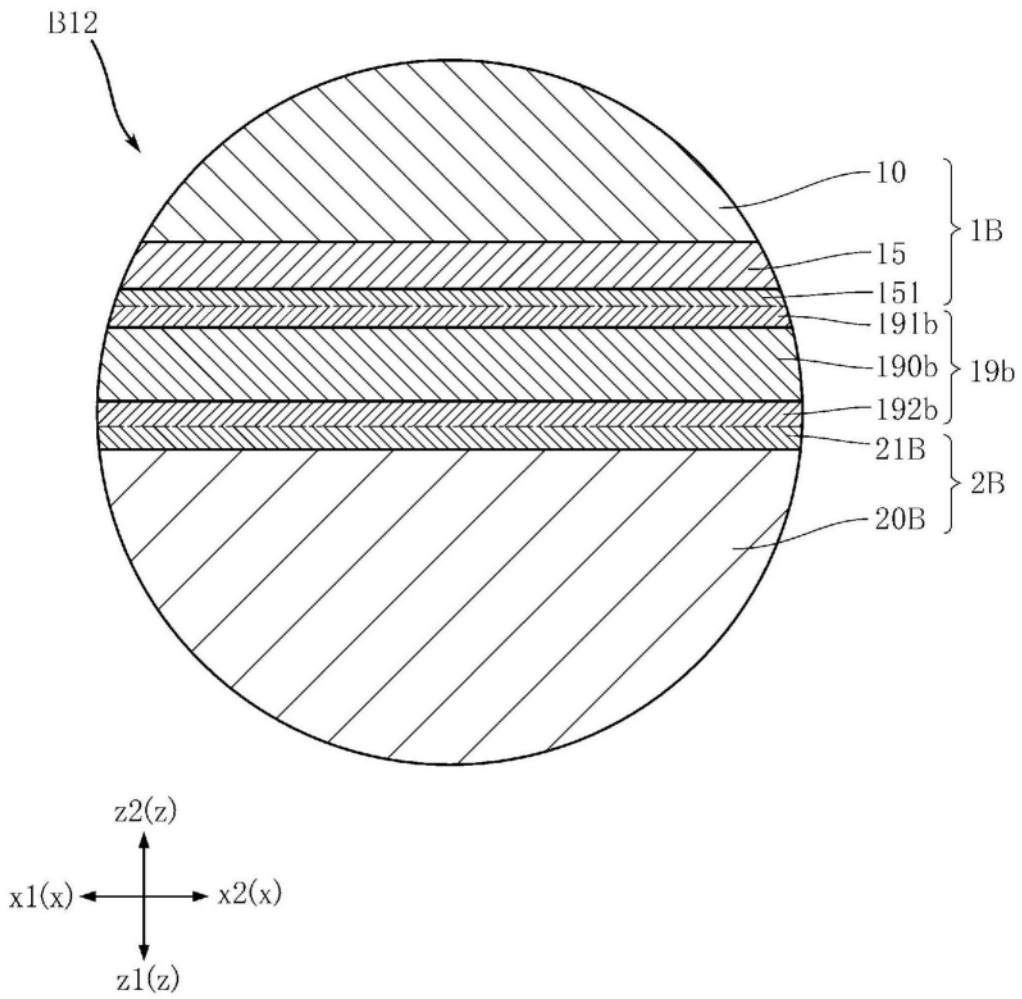


图17

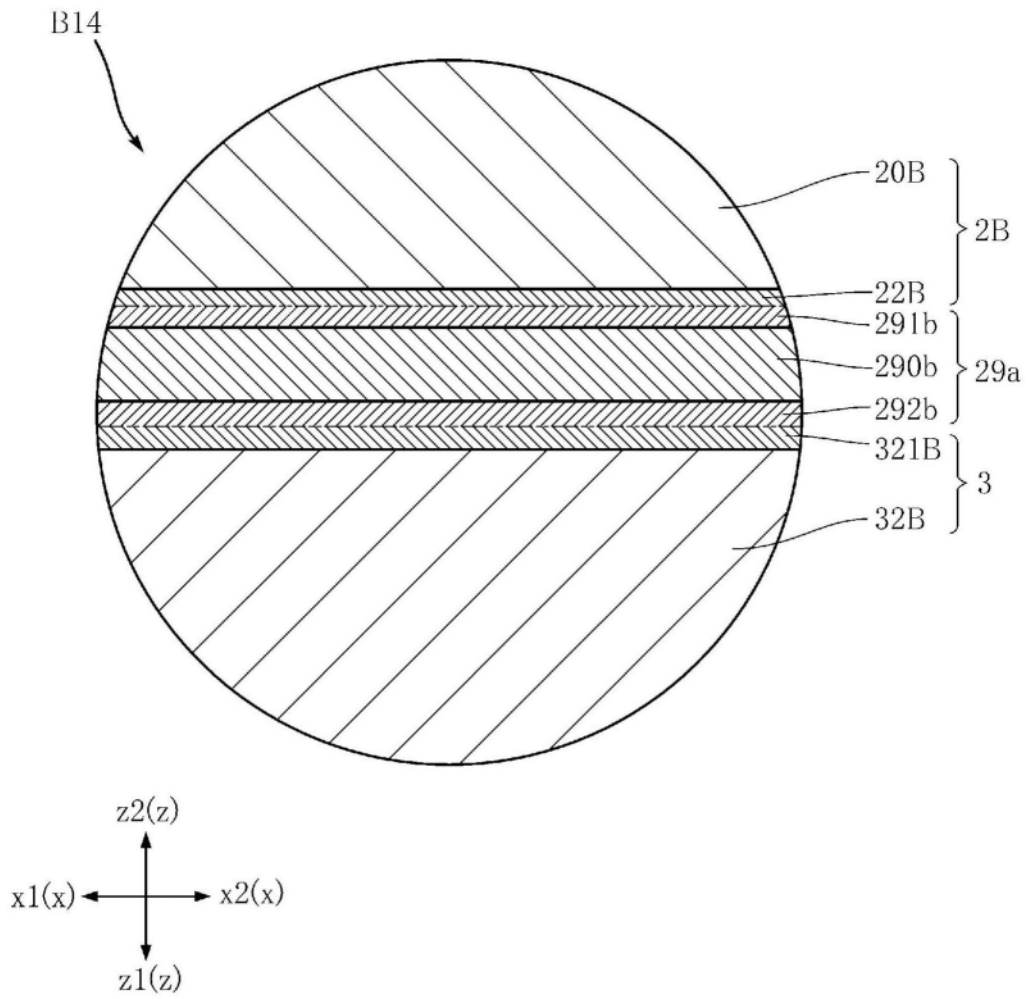


图18

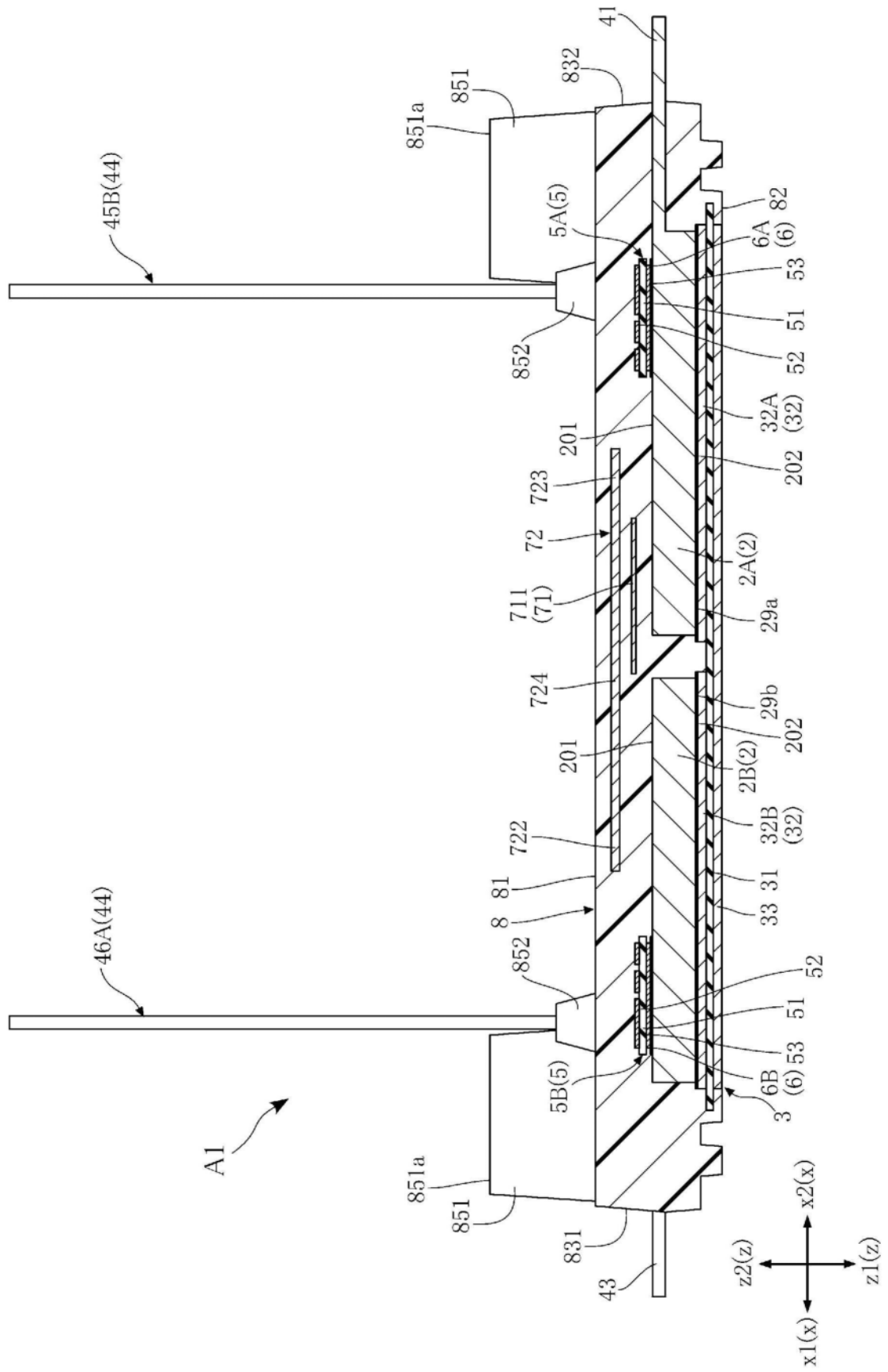


图19

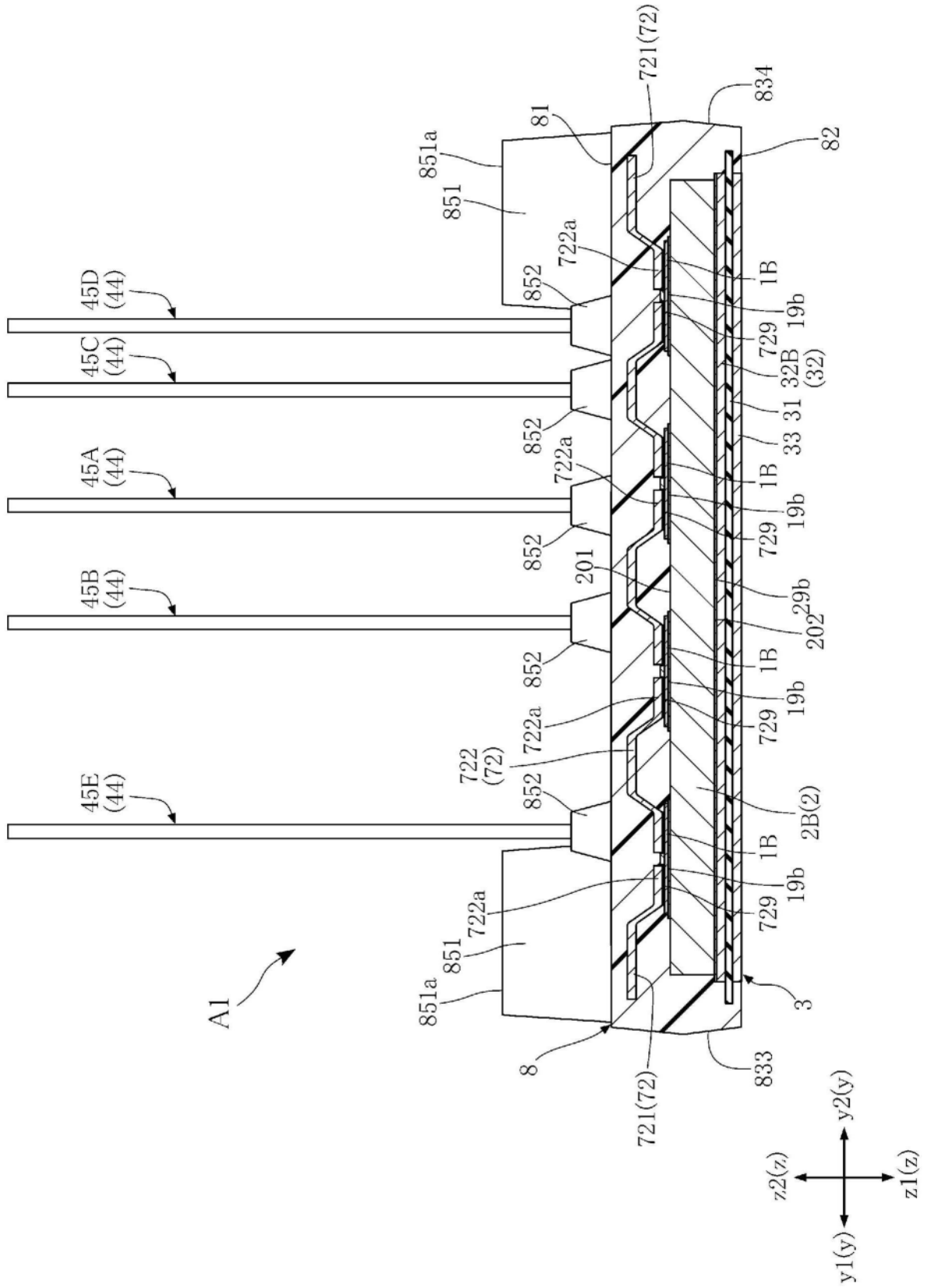


图20

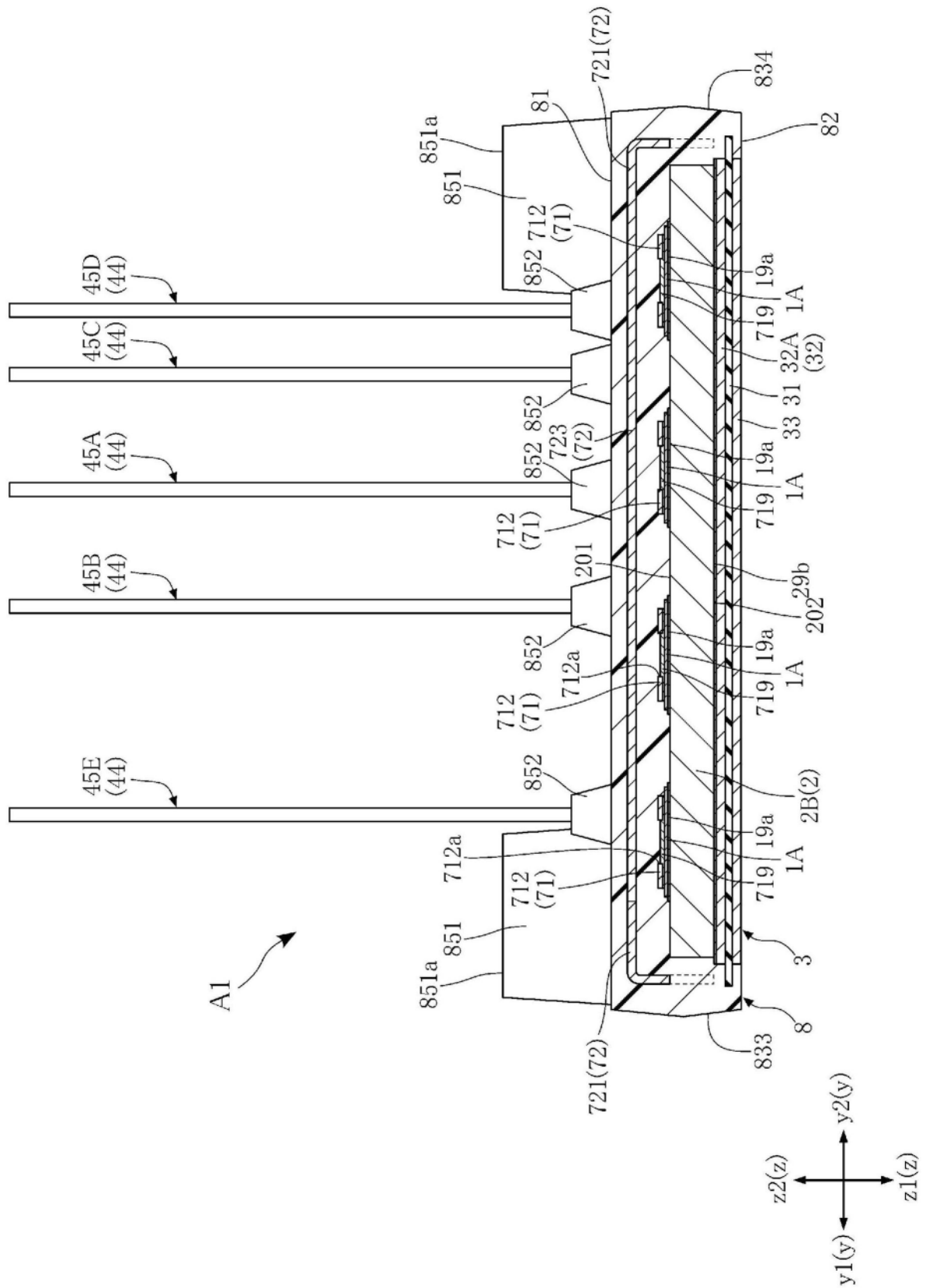


图21

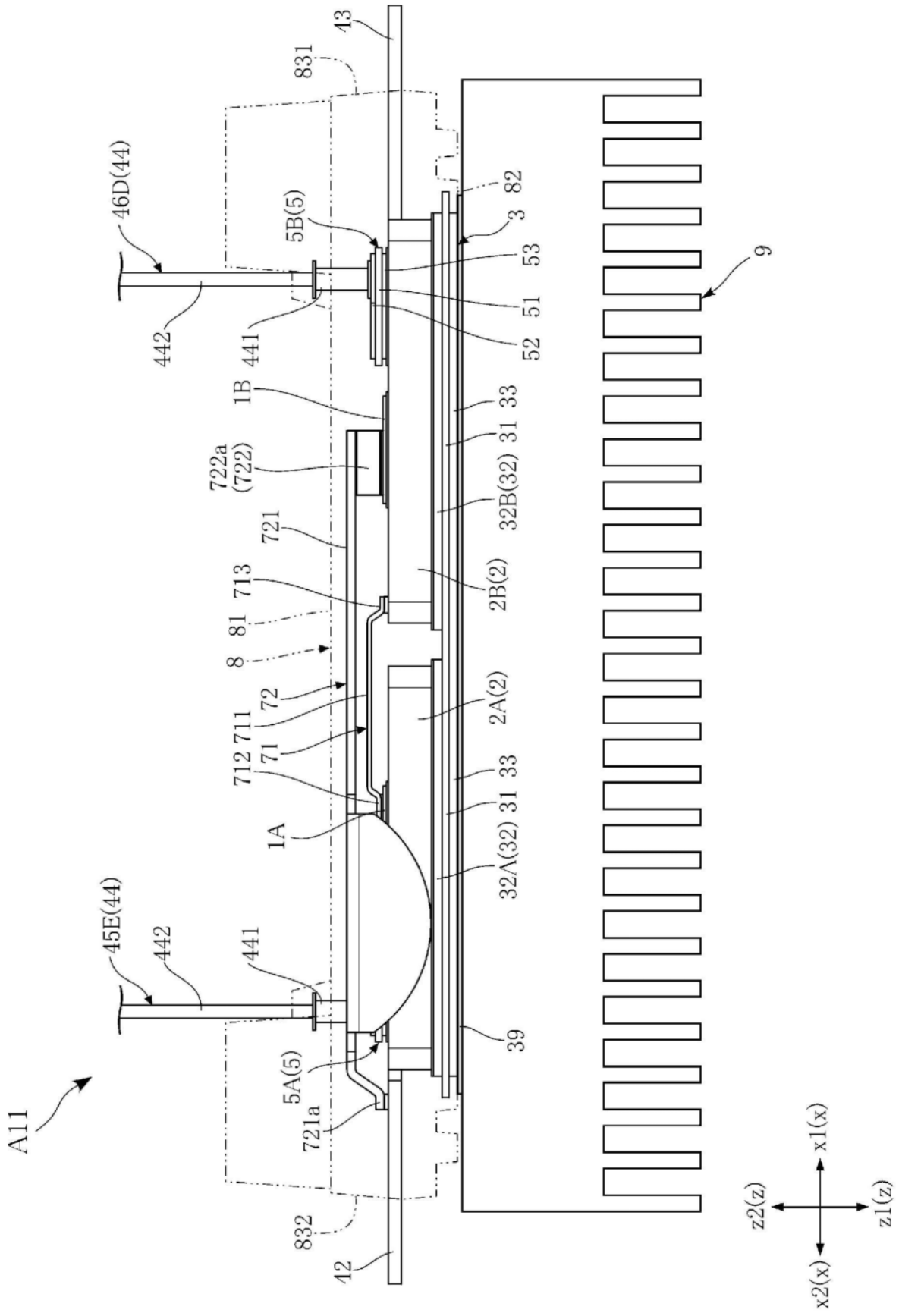


图23

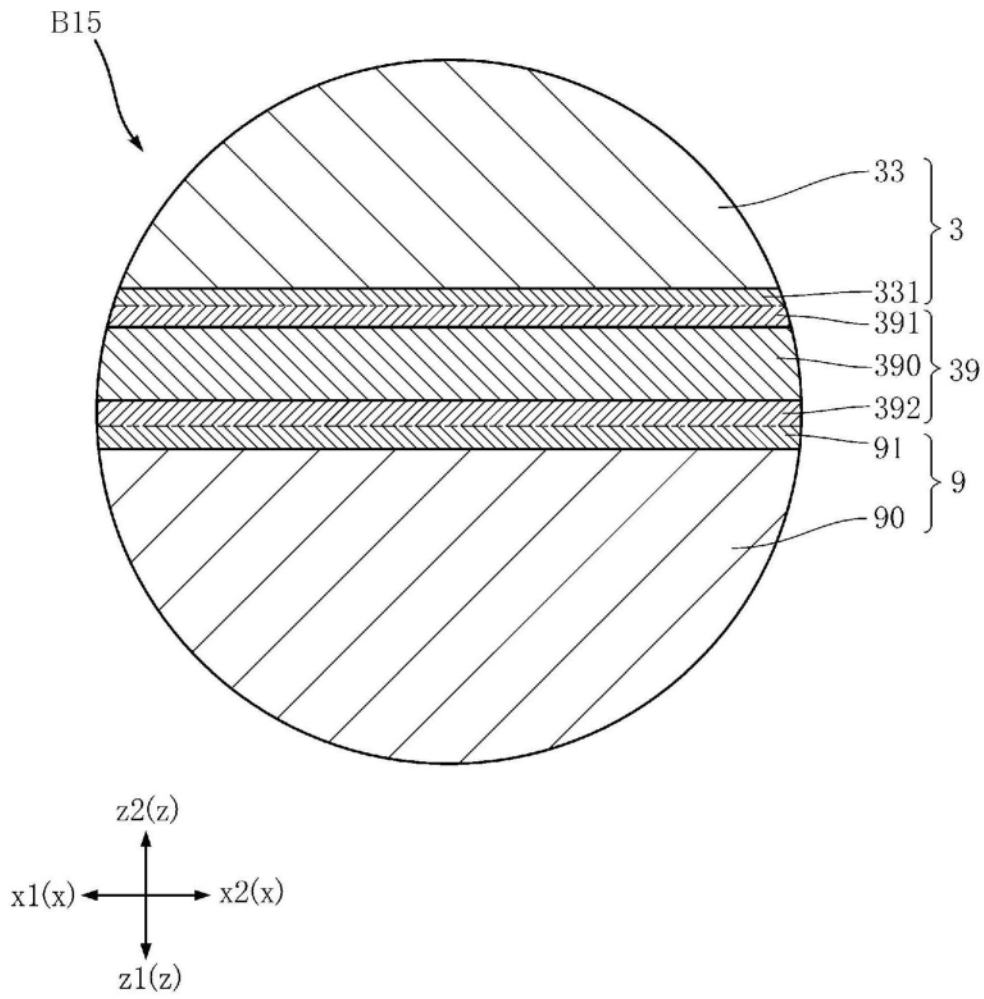


图24

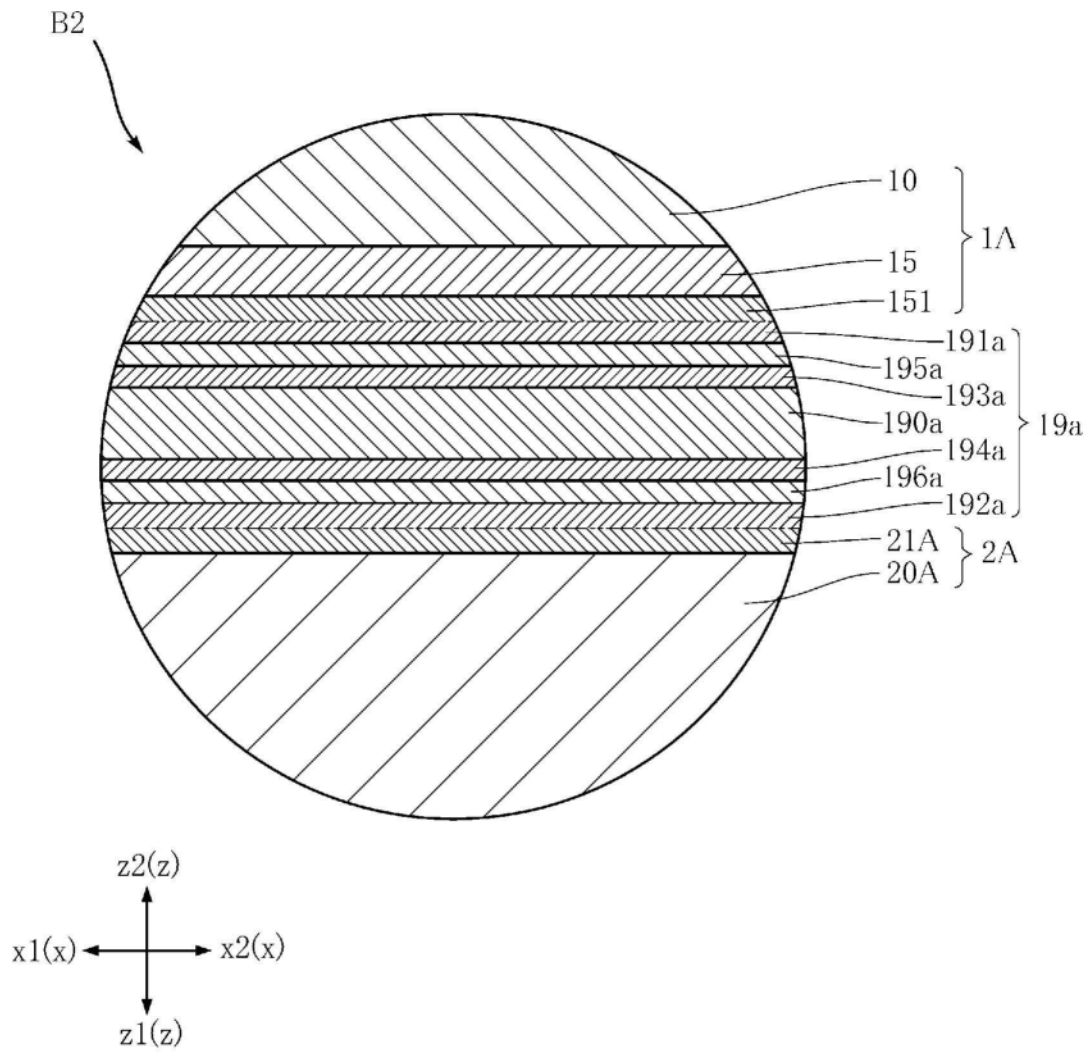


图25