(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119631175 A
(43)申请公布日 2025.03.14

(21)申请号 202380055933.8
(22)申请日 2023.07.24
(30)优先权数据
2022-125359 2022.08.05 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.01.23
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/027007 2023.07.24
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/029385 JA 2024.02.08
(71)申请人 罗姆股份有限公司
地址 日本
(72)发明人 柳沼隆太
(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 曾贤伟 李平
(51)Int.Cl.
H01L 23/29(2006.01)
H01L 23/373(2006.01)
H01L 21/60(2006.01)
H01L 25/07(2006.01)
H01L 25/18(2023.01)

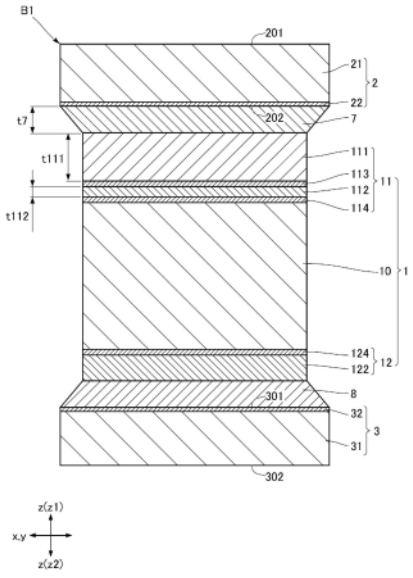
权利要求书2页 说明书13页 附图25页

(54)发明名称

半导体装置

(57)摘要

半导体装置具备:半导体元件,其具有半导体层以及配置于上述半导体层的厚度方向的一方侧的第一电极;第一导通部件,其接合于上述第一电极;上述第一导通部件,其从上述厚度方向的另一方侧接合于上述半导体元件;以及封固树脂,其具有朝向上述厚度方向的上述一方侧的第一树脂面以及朝向上述另一方侧的第二树脂面,且覆盖上述第一导通部件和上述第二导通部件各自的至少一部分以及上述半导体元件。上述第一电极包括第一金属层,该第一金属层包含热传导率比焊料高的金属。



CN 119631175 A

1.一种半导体装置,其特征在于,具备:

半导体元件,其具有半导体层以及配置于上述半导体层的厚度方向的第一侧的第一电极;

第一导通部件,其接合于上述第一电极;

第二导通部件,其从上述厚度方向的第二侧接合于上述半导体元件;以及

密封树脂,其具有朝向上述厚度方向的上述第一侧的第一树脂面以及朝向上述第二侧的第二树脂面,且覆盖上述第一导通部件和上述第二导通部件各自的至少一部分以及上述半导体元件,

上述第一电极包括第一金属层,该第一金属层包含热传导率比焊料高的金属。

2.根据权利要求1所述的半导体装置,其特征在于,

上述第一金属层包含Ag或Cu。

3.根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,

上述第二导通部件从上述第二树脂面露出。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

上述第一导通部件从上述第一树脂面露出。

5.根据权利要求4所述的半导体装置,其特征在于,

上述第一导通部件具有向上述厚度方向的上述第一侧突出的凸部。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

上述第一电极包括介于上述半导体层与上述第一金属层之间的第二金属层。

7.根据权利要求6所述的半导体装置,其特征在于,

上述第二金属层包含Al。

8.根据权利要求6或7所述的半导体装置,其特征在于,

上述第一金属层的厚度比上述第二金属层的厚度厚。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

还具备将上述第一电极与上述第一导通部件接合的第一接合层。

10.根据权利要求9所述的半导体装置,其特征在于,

上述第一金属层的厚度比上述第一接合层的厚度厚。

11.根据权利要求1至8中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

上述第一金属层与上述第一导通部件直接接触。

12.根据权利要求1至11中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

上述半导体元件具有配置于上述半导体层的上述厚度方向的上述第二侧的第二电极,

上述第二电极包括第三金属层,该第三金属层包含热传导率比焊料高的金属。

13.根据权利要求12所述的半导体装置,其特征在于,

上述第三金属层包含Ag或Cu。

14.根据权利要求12或13所述的半导体装置,其特征在于,

还具备将上述第二电极与上述第二导通部件接合的第二接合层,

上述第三金属层的厚度比上述第二接合层的厚度厚。

15.根据权利要求1至14中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

还具备与上述第三电极导通的第三导通部件,

上述半导体元件具有配置于上述半导体层的上述厚度方向的上述第一侧的第三电极。

16.根据权利要求1至15中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

上述第一导通部件具有第一端子部,该第一端子部包括相对于上述半导体元件位于上述厚度方向的上述第二侧的部分。

17.根据权利要求15所述的半导体装置,其特征在于,

还具备与上述第一导通部件导通的第四导通部件,

上述第四导通部件具有相对于上述半导体元件位于上述厚度方向的上述第二侧的部分。

半导体装置

技术领域

[0001] 本公开涉及半导体装置。

背景技术

[0002] 在专利文献1中公开了以往的半导体装置的一例。该文献所公开的半导体装置具备导电体、半导体元件、导通部件以及封固树脂。半导体元件搭载于导电体。半导体元件具有电极。导通部件经由焊料接合于该电极。封固树脂覆盖导电体、半导体元件以及导通部件各自的至少一部分。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2021-158180号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 在半导体装置工作时,半导体元件反复发热。在半导体元件的半导体层产生的热的一部分经由焊料以及导通部件散热。如果从半导体元件的半导体层向焊料传递的每单位时间的传热量(热通量)不充分,则半导体元件的温度瞬态上升。由于该温度上升,有可能损害半导体元件的适当的动作。

[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能够使半导体元件更适当地动作的半导体装置。

[0009] 用于解决课题的方案

[0010] 由本公开的一个方式提供的半导体装置具备:半导体元件,其具有半导体层以及配置于上述半导体层的厚度方向的第一侧的第一电极;第一导通部件,其接合于上述第一电极;第二导通部件,其从上述厚度方向的第二侧接合于上述半导体元件;以及封固树脂,其具有朝向上述厚度方向的上述第一侧的第一树脂面以及朝向上述第二侧的第二树脂面,且覆盖上述第一导通部件和上述第二导通部件各自的至少一部分以及上述半导体元件。上述第一电极包括第一金属层,该第一金属层包含热传导率比焊料高的金属。

[0011] 发明效果

[0012] 根据上述结构,能够提供一种能够使半导体元件更适当地动作的半导体装置。

[0013] 通过以下参照附图进行的详细说明,本公开的其他特征和优点将变得更加明确。

附图说明

[0014] 图1是表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置的立体图。

[0015] 图2是表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置的主要部分立体图。

[0016] 图3是表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置的俯视图。

[0017] 图4是表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置的主要部分俯视图。

[0018] 图5是表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置的仰视图。

[0019] 图6是表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置的主要部分仰视图。

[0020] 图7是表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置的侧视图。

[0021] 图8是沿着图4的VIII-VIII线的剖视图。

[0022] 图9是沿着图4的IX-IX线的剖视图。

[0023] 图10是示意性地表示本公开的半导体装置所包括的接合结构体的第一实施方式的主要部分剖视图。

[0024] 图11是示意性地表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置所包括的接合结构体的一例的主要部分剖视图。

[0025] 图12是示意性地表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置所包括的接合结构体的另一例的主要部分剖视图。

[0026] 图13是示意性地表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置所包括的接合结构体的另一例的主要部分剖视图。

[0027] 图14是示意性地表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置所包括的接合结构体的另一例的主要部分剖视图。

[0028] 图15是表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置的第一变形例的剖视图。

[0029] 图16是表示本公开的第二实施方式所涉及的半导体装置的立体图。

[0030] 图17是表示本公开的第二实施方式所涉及的半导体装置的主要部分立体图。

[0031] 图18是表示根据本公开的第二实施方式所涉及的半导体装置的俯视图。

[0032] 图19是表示本公开的第二实施方式所涉及的半导体装置的主要部分俯视图。

[0033] 图20是表示本公开的第二实施方式所涉及的半导体装置的仰视图。

[0034] 图21是表示本公开的第二实施方式所涉及的半导体装置的主要部分仰视图。

[0035] 图22是沿着图21的XXII-XXII线的剖视图。

[0036] 图23是沿着图21的XXIII-XXIII线的剖视图。

[0037] 图24是表示本公开的第二实施方式所涉及的半导体装置的第一变形例的剖视图。

[0038] 图25是表示本公开的第二实施方式所涉及的半导体装置的第二变形例的剖视图。

具体实施方式

[0039] 以下,参照附图对本公开的优选实施方式进行具体说明。

[0040] 本公开中的“第一”、“第二”、“第三”等用语只是为了识别而使用的用语,并不意图对这些对象物附加顺序。

[0041] 在本公开中,除非另有说明,否则“某物A形成于某物B”以及“某物A形成于某物B上”包括“某物A直接形成于某物B的情况”以及“在某物A与某物B之间存在其他物的同时某物A形成于某物B的情况”。同样地,除非另有说明,否则“某物A配置于某物B”以及“某物A配置于某物B上”包括“某物A直接配置于某物B的情况”以及“在某物A与某物B之间存在其他物的同时某物A配置于某物B的情况”。同样地,除非另有说明,否则“某物A位于某物B上”包括“某物A与某物B接触,且某物A位于某物B上的情况”以及“在某物A与某物B之间存在其他物的同时某物A位于某物B上的情况”。另外,除非另有说明,否则“某物A在某方向上观察时与

某物B重叠”包括“某物A与某物B的全部重叠的情况”以及“某物A与某物B的一部分重叠的情况”。另外,在本公开中,“某个面A朝向方向B(的第一侧或与第一侧相反侧的第二侧)”并不限定于面A相对于方向B的角度为90°的情况,也包括面A相对于方向B倾斜的情况。

[0042] 图1～图10表示本公开的第一实施方式所涉及的半导体装置。本实施方式的半导体装置A1具备半导体元件1、第一导通部件2、第二导通部件3、第三导通部件4、第一接合层7、第二接合层8以及封固树脂9。半导体装置A1的用途没有任何限定,例如可以用于DC-DC转换器这样的具备电力转换电路的电子设备等。

[0043] 图1是表示半导体装置A1的立体图。图2是表示半导体装置A1的主要部分立体图。图3是表示半导体装置A1的俯视图。图4是表示半导体装置A1的主要部分俯视图。图5是表示半导体装置A1的仰视图。图6是表示半导体器件A1的主要部分仰视图。图7是表示半导体装置A1的侧视图。图8是沿着图4的VIII-VIII线的剖视图。图9是沿着图4的IX-IX线的剖视图。图10是示意性地表示半导体装置A1所包括的接合结构体的一例的主要部分剖视图。

[0044] 在这些图中,将本公开的厚度方向定义为厚度方向z。将厚度方向z的第一侧称为z1侧,将z方向的与第一侧相反侧的第二侧称为z2侧。另外,将与厚度方向z正交的一个方向定义为第一方向x。将第一方向x的第一侧称为x1侧,将与x1侧相反侧的第二侧称为x2侧。另外,将与厚度方向z以及第一方向x正交的方向定义为第二方向y。将第二方向y的第一侧称为y1侧,将与y1侧相反侧的第二侧称为y2侧。

[0045] 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)。此外,半导体元件1也可以是IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor:绝缘栅双极型晶体管)等开关元件、二极管。在半导体装置A1的说明中,半导体元件1以n通道型且纵型结构的MOSFET为对象。如图2、图4以及图8～图10所示,半导体元件1具有半导体层10、第一电极11、第二电极12以及第三电极13。

[0046] 图10示意性地表示半导体装置A1所包括的接合结构体B1。接合结构体B1具有半导体元件1、第一导通部件2、第二导通部件3、第一接合层7以及第二接合层8相互接合的结构。在该图中,为了便于理解,将第一导通部件2及第二导通部件3以在包含第一方向x和第二方向y的平面中从半导体元件1露出的形态表示。另外,第五导通部件6及第一接合层7以接合半导体元件1与第一导通部件2或第二导通部件3的剖面梯形状表示。

[0047] 半导体层10是包含半导体的层。该半导体的组成例如包含Si(硅)、SiC(碳化硅)等。另外,与本实施方式不同,在半导体元件1为横型结构的开关元件的情况下,半导体层10例如包含GaN(氮化镓)。

[0048] 如图10所示,第一电极11配置在半导体层10的厚度方向z上的z1侧。在第一电极11中,流过与由半导体元件1转换后的电力对应的电流。即,第一电极11相当于半导体元件1的源极电极。

[0049] 如图10所示,第二电极12配置在半导体层10的厚度方向z上的z2侧。在第二电极12中,流过与由半导体元件1转换前的电力对应的电流。即,第二电极12相当于半导体元件1的漏极电极。

[0050] 如图2所示,第三电极13在厚度方向z上配置在与第一电极11相同的z1侧。对第三电极13施加用于驱动半导体元件1的栅极电压。即,第三电极13相当于半导体元件1的栅极电极。在厚度方向z上观察时,第三电极13的面积比第一电极11的面积小。

[0051] 如图10所示,第一电极11包括第一金属层111、第二金属层112、第一中间金属层113以及第一势垒层114。第一金属层111包含热传导率比焊料高的金属。优选第一金属层111以热传导率比焊料高的金属为主成分。第一金属层111例如包含Ag(银)或Cu(铜)。在以后的说明中,以第一金属层111以Ag(银)为主成分的情况为例进行说明。作为以Ag(银)为主成分的第一金属层111的具体例,例如可以举出Ag(银)烧结层、Ag(银)膏层、通过溅射等成膜技术形成的Ag(银)层、镀Ag(银)层等。在图示的例子中,第一金属层111构成第一电极11的表层。

[0052] 第二金属层112介于半导体层10与第一金属层111之间。第二金属层112例如是包含Al(铝)的层。

[0053] 第一金属层111的厚度t111和第二金属层112的厚度t112没有任何限定。在本实施方式中,厚度t111比厚度t112厚。厚度t111例如为5μm以上且40μm以下。另外,厚度t112例如为2μm以上且8μm以下。

[0054] 第一中间金属层113介于第一金属层111与第二金属层112之间。第一中间金属层113例如包含Ti(钛)、Ni(镍)等。第一中间金属层113的厚度例如为0.1μm以上且0.6μm以下。第一中间金属层113例如是用于抑制在第二金属层112上形成第一金属层111时第二金属层112受到损伤等的层。

[0055] 第一势垒层114介于第二金属层112与半导体层10之间。第一势垒层114例如包含TiN(氮化钛)。第一势垒层114的厚度例如为0.01μm以上且0.1μm以下。第一势垒层114例如是用于抑制在半导体层10上形成第二金属层112时半导体层10受到损伤等的层。

[0056] 本实施方式的第二电极12包括第四金属层122以及第二势垒层124。第四金属层122例如是包含Al(铝)的层。在本实施方式中,第四金属层122构成第二电极12的表层。第四金属层122的厚度没有任何限定,可以与第二金属层112的厚度t112相同,也可以不同。

[0057] 第二势垒层124介于第四金属层122与半导体层10之间。第二势垒层124例如包含TiN(氮化钛)。第二势垒层124的厚度例如为0.01μm以上且0.1μm以下。第二势垒层124例如是用于抑制在半导体层10上形成第四金属层122时半导体层10受到损伤等的层。

[0058] 第一导通部件2包括相对于半导体元件1配置于厚度方向z的z1侧的部分。第一导通部件2包含金属等导电性材料,例如包含Cu(铜)。

[0059] 如图1～图10所示,第一导通部件2具有第一主面201以及第二主面202。第一主面201是朝向厚度方向z的z1侧的面。第二主面202是朝向厚度方向z的z2侧的面。半导体元件1导通接合于第二主面202。如图8和图9所示,在本例中,第一主面201被封固树脂9覆盖。

[0060] 如图1～图9所示,第一导通部件2具有第一岛部211、多个第一端子部212以及凹部221。

[0061] 第一岛部211是与半导体元件1导通接合的部位。第一岛部211包括第一主面201的一部分和第二主面202的一部分。第一岛部211的形状、大小没有任何限定,在图示的例子中,是在厚度方向z上观察时与第一电极11的全部重叠的形状,另外,是使第三电极13露出的形状。

[0062] 多个第一端子部212在第二方向y的y2侧与第一岛部211相连。多个第一端子部212分别在厚度方向z上观察时沿第二方向y延伸,且在第一方向x上隔开间隔地排列。多个第一端子部212的个数没有任何限定,可以如图示的例子那样为三个,也可以为两个,还可以为

四个以上。另外,也可以是仅具备一个第一端子部212的结构。如图1、图2以及图8所示,第一端子部212具有与第一岛部211相连且被封固树脂9覆盖的部分、从封固树脂9向第二方向y的y2侧突出的部分、向厚度方向z的z2侧折回的部分、以及位于厚度方向z的z2侧的部分。多个第一端子部212用作安装半导体装置A1时的端子。

[0063] 凹部221是从第一主面201向厚度方向z的z2侧凹陷的部位。凹部221在厚度方向z上观察时与第一岛部211重叠。

[0064] 如图10所示,在本例中,第一导通部件2包括第一基材21以及第一镀覆层22。第一基材21是构成第一导通部件2的主体的部位,例如包含Cu(铜)。第一镀覆层22形成于第一基材21的适当位置,例如包含Ag(银)。在本例中,第一镀覆层22至少设置于通过第一接合层7与半导体元件1接合的部位。

[0065] 第一接合层7将半导体元件1的第一电极11与第一导通部件2的第二主面202导通接合。在本例中,第一接合层7将第一金属层111与第一镀覆层22导通接合。第一接合层7的具体结构没有任何限定,例如由焊料、镀Ag(银)等导电性接合材料构成。第一接合层7的厚度t7没有任何限定,在本实施方式中,比第一金属层111的厚度t111薄。厚度t7例如为4μm以上且30μm以下。

[0066] 第二导通部件3相对于半导体元件1配置于厚度方向z的z2侧。第二导通部件3包含金属等导电性材料,例如包含Cu(铜)。

[0067] 如图1～图10所示,第二导通部件3具有第三主面301以及第四主面302。第三主面301是朝向厚度方向z的z1侧的面。第四主面302是朝向厚度方向z的z2侧的面。在第三主面301上搭载有半导体元件1。如图5及图6所示,第四主面302从封固树脂9露出。

[0068] 如图1～图9所示,第二导通部件3具有第二岛部311、第二端子部312、薄壁延伸部321以及贯通孔322。

[0069] 第二岛部311是搭载半导体元件1的整体或一部分的部位。第二岛部311包括第三主面301的一部分和第四主面302的一部分。第二岛部311的形状、大小没有任何限定,在图示的例子中,在厚度方向z上观察时为大致矩形状。

[0070] 第二端子部312是在第二方向y的y1侧与第二岛部311相连的部位。第二端子部312包括第三主面301的一部分和第四主面302的一部分。第二端子部312可以用作安装半导体装置A1时的端子。

[0071] 薄壁延伸部321是包括第三主面301且不包括第四主面302的部位。薄壁延伸部321的厚度方向z的厚度比第二岛部311的厚度方向z的厚度薄。薄壁延伸部321从第二岛部311延伸。在图示的例子中,薄壁延伸部321从第二岛部311向第一方向x的x1侧及x2侧和第二方向y的y2侧延伸。

[0072] 贯通孔322在厚度方向z上贯通第二导通部件3。在本实施方式中,在贯通孔322中填充有封固树脂9的一部分。另外,贯通孔322的与厚度方向z正交的截面的大小在厚度方向z的z2侧比z1侧大。这例如可以起到抑制第二导通部件3从封固树脂9脱落的效果。

[0073] 如图10所示,在本例中,第二导通部件3包括第二基材31以及第二镀覆层32。第二基材31是构成第二导通部件3的主体的部位,例如包含Cu(铜)。第二镀覆层32形成于第二基材31的适当部位,例如包含Ag(银)。在本例中,第二镀覆层32至少设置于通过第二接合层8与半导体元件1接合的部位。

[0074] 第二接合层8将半导体元件1的第二电极12与第二导通部件3的第三主面301导通接合。在本例中,第二接合层8将第四金属层122与第二镀覆层32导通接合。第二接合层8的具体结构没有任何限定,例如由焊料、镀Ag(银)等导电性接合材料构成。此外,与本实施方式不同,在半导体元件1在厚度方向z的z2侧不具备第二电极12的情况下,第二接合层8也可以是仅将半导体元件1与第二导通部件3接合而不使其相互导通的结构。

[0075] 第三导通部件4包括相对于半导体元件1配置于厚度方向z的z1侧的部分。第三导通部件4包含金属等导电性材料,例如包含Cu(铜)。

[0076] 如图2～图7所示,第三导通部件4具有焊盘部411以及第三端子部412。

[0077] 焊盘部411是与半导体元件1的第三电极13导通接合的部位。焊盘部411的形状、大小没有任何限定,在图示的例子中,是在厚度方向z上观察时与第三电极13的一部分重叠的形状。焊盘部411通过未图示的焊料等与第三电极13导通接合。

[0078] 第三端子部412在第二方向y的y2侧与焊盘部411相连。第三端子部412在厚度方向z上观察时沿第二方向y延伸。如图1、图2以及图7所示,第三端子部412具有与焊盘部411相连且被封固树脂9覆盖的部分、从封固树脂9向第二方向y的y2侧突出的部分、向厚度方向z的z2侧折回的部分、以及位于厚度方向z的z2侧的部分。在第一方向x上观察时,第三端子部412为与第一端子部212大致重叠的形状及大小。第三端子部412用作安装半导体装置A1时的端子。

[0079] 封固树脂9覆盖第一导通部件2、第二导通部件3和第三导通部件4各自的一部分以及半导体元件1。封固树脂9具有电绝缘性。封固树脂9例如包含含有填料的黑色的环氧树脂。封固树脂9的形状没有任何限定。如图1～图9所示,本实施方式的封固树脂9具有第一树脂面91、第二树脂面92、第三树脂面93、第四树脂面94、第五树脂面95以及第六树脂面96。

[0080] 第一树脂面91是朝向厚度方向z的z1侧的面。第二树脂面92是朝向厚度方向z的z2侧的面。第二导通部件3的第四主面302从第二树脂面92露出。在图示的例子中,第一树脂面91和第二树脂面92是平坦的面,但并不限定于此,例如也可以是曲面、弯曲的面等。在图示的例子中,第二树脂面92与第四主面302相互共面。

[0081] 第三树脂面93是朝向第一方向x的x1侧的面。第四树脂面94是朝向第一方向x的x2侧的面。在图示的例子中,第三树脂面93和第四树脂面94是稍微弯曲的面,但并不限定于此,例如也可以是曲面、平坦面等。

[0082] 第五树脂面95是朝向第二方向y的y1侧的面。第六树脂面96是朝向第二方向y的y2侧的面。在图示的例子中,第五树脂面95和第六树脂面96是稍微弯曲的面,但并不限定于此,例如也可以是曲面、平坦面等。在本实施方式中,多个第一端子部212及第三端子部412从第六树脂面96突出。

[0083] 接下来,对半导体装置A1的作用进行说明。

[0084] 根据本实施方式,如图10所示,第一电极11包括第一金属层111。第一金属层111包含热传导率比焊料高的金属。由此,如果在半导体装置A1的动作时半导体元件1的半导体层10反复发热,则该热从半导体层10通过第一金属层111迅速地传递,从而能够提高来自半导体层10的散热的热通量。因此,能够抑制半导体层10的温度过度地瞬态上升,从而能够使半导体元件1更适当地动作。特别是,在半导体元件1是纵型结构的开关元件的情况下,在半导体装置A1的动作时,半导体层10中的位于厚度方向z的z1侧的部位的发热变得显著。作为抑

制由这种倾向的发热引起的温度上升的对策,具备第一金属层111是合理的。

[0085] 通过第一金属层111包含Ag(银),能够进一步提高来自半导体层10的散热的热通量。优选第一金属层111以Ag(银)为主成分,以提高热通量。第一金属层111例如为Ag(银)烧结层的结构适于将第一金属层111的形状、厚度加工成所期望的状态。

[0086] 第一金属层111的厚度t111比第二金属层112的厚度t112厚。由此,能够将来自半导体层10的热经由第二金属层112更迅速地向第一金属层111传递。另外,第一接合层7的厚度t7比第一金属层111的厚度t111薄。由此,能够将传递至第一金属层111的热更高效地向第一导通部件2传递,对于促进来自半导体层10的散热而言是优选的。

[0087] 图11～图25表示本发明的变形例及其他实施方式。需要说明的是,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相互适当地组合。

[0088] 图11～图14示意性地表示半导体装置A1所包括的接合结构体的另一例。包括上述的接合结构体B1及以后说明的接合结构体B2～B5的各种接合结构体能够适当用于包括半导体装置A1及以后说明的半导体装置的各种半导体装置。

[0089] 图11所示的接合结构体B2主要是第二电极12的结构与上述的接合结构体B1不同。本例的第二电极12包括第三金属层121、第四金属层122、第二中间金属层123以及第二势垒层124。第三金属层121包含热传导率比焊料高的金属。优选第三金属层121以热传导率比焊料高的金属为主成分。第三金属层121例如包含Ag(银)或Cu(铜)。在以后的说明中,以第三金属层121以Ag(银)为主成分的情况为例进行说明。作为以Ag(银)为主成分的第三金属层121的具体例,例如可以举出Ag(银)烧结层、Ag(银)膏层、通过溅射等成膜技术形成的Ag(银)层、镀Ag(银)层等。在图示的例子中,第三金属层121构成第二电极12的表层。

[0090] 第四金属层122介于半导体层10与第三金属层121之间。第四金属层122例如是包含Al(铝)的层。

[0091] 第三金属层121的厚度t121和第四金属层122的厚度t122没有任何限定。在本实施方式中,厚度t121比厚度t122厚。厚度t121例如为5μm以上且10μm以下。另外,厚度t122例如为2μm以上且8μm以下。

[0092] 第二中间金属层123介于第三金属层121与第四金属层122之间。第二中间金属层123例如包含Ti(钛)、Ni(镍)等。第二中间金属层123的厚度例如为0.1μm以上且0.6μm以下。第二中间金属层123例如是用于抑制在第四金属层122上形成第三金属层121时第四金属层122受到损伤等的层。

[0093] 第二势垒层124介于第四金属层122与半导体层10之间。第二势垒层124例如包含TiN(氮化钛)。第二势垒层124的厚度例如为0.01μm以上且0.1μm以下。第二势垒层124例如是用于抑制在半导体层10上形成第四金属层122时半导体层10受到损伤等的层。

[0094] 第二接合层8是与上述的接合结构体B1的第二接合层8类似的结构。第二接合层8的厚度t8没有任何限定,在本实施方式中,比第三金属层121的厚度t121薄。厚度t8例如为5μm以上且30μm以下。

[0095] 根据本例,也能够提高来自半导体元件1的散热的热通量,从而能够使半导体元件1更适当地动作。另外,根据本例,第二电极12包括第三金属层121。第三金属层121包含热传导率比焊料高的金属。由此,如果在半导体装置A1的动作时半导体元件1的半导体层10反复

发热,则该热从半导体层10通过第三金属层121迅速地传递,从而能够提高来自半导体层10的散热的热通量。因此,能够进一步抑制半导体层10的温度过度地瞬态上升。

[0096] 通过第三金属层121包含Ag(银),能够进一步提高来自半导体层10的散热的热通量。优选第三金属层121以Ag(银)为主成分,以提高热通量。第三金属层121例如为Ag(银)烧结层的结构适于将第三金属层121的形状、厚度加工成所期望的状态。

[0097] 第三金属层121的厚度t121比第四金属层122的厚度t122厚。由此,能够将来自半导体层10的热经由第四金属层122更迅速地向第三金属层121传递。另外,第二接合层8的厚度t8比第三金属层121的厚度t121薄。由此,能够将传递至第三金属层121的热更高效地向第二导通部件3传递,对于促进来自半导体层10的散热而言是优选的。

[0098] 图12所示的接合结构体B3主要是第一电极11的结构与上述的接合结构体B2不同。本例的第一电极11包括第一金属层111以及第一势垒层114,第一金属层111形成在第一势垒层114上。在本例中,厚度t111也比厚度t7厚。在本例的结构的情况下,厚度t111例如为5μm以上且40μm以下。

[0099] 根据本例,也能够提高来自半导体元件1的散热的热通量,从而能够使半导体元件1更适当地动作。另外,根据本例,能够通过第一金属层111直接传递来自半导体层10的热。由此,能够期待进一步提高散热的热通量的效果。此外,通过使厚度t111更厚,能够使第一金属层111的热容量增大,从而更可靠地抑制半导体层10的瞬态升温。

[0100] 图13所示的接合结构体B4主要是第二电极12的结构与上述的接合结构体B3不同。本例的第二电极12包括第三金属层121以及第二势垒层124,第三金属层121形成在第二势垒层124上。在本例中,厚度t121也比厚度t8厚。在本例的结构的情况下,厚度t121例如为5μm以上且40μm以下。

[0101] 根据本例,也能够提高来自半导体元件1的散热的热通量,从而能够使半导体元件1更适当地动作。另外,根据本例,能够通过第三金属层121直接传递来自半导体层10的热。由此,能够期待进一步提高散热的热通量的效果。此外,通过使厚度t121更厚,能够使第三金属层121的热容量增大,从而更可靠地抑制半导体层10的瞬态升温。

[0102] 图14所示的接合结构体B5主要在不包括第一接合层7及第二接合层8这一点上与上述的接合结构体B1～B4不同。在本例中,第一电极11的第一金属层111与第一导通部件2的第一镀覆层22直接接合。这种结构例如可以例示如下结构,即,在第一金属层111和第一镀覆层22均以例如Ag(银)等相同的金属为主成分的情况下,通过固相扩散接合来接合的结构。或者,在第一金属层111由Ag(银)烧结层构成的情况下,可以将用于形成第一金属层111的烧结膏载置于第一中间金属层113上,进而在该烧结膏上载置第一导通部件2,之后,对该烧结膏进行烧结处理,由此形成第一金属层111,并且达成第一电极11与第一导通部件2的接合。

[0103] 另外,在本例中,第二电极12的第三金属层121与第二导通部件3的第二镀覆层32直接接合。这种结构例如可以例示如下结构,即,在第三金属层121和第二镀覆层32均以例如Ag(银)等相同的金属为主成分的情况下,通过固相扩散接合而接合的结构。或者,在第三金属层121由Ag(银)烧结层构成的情况下,可以将用于形成第三金属层121的烧结膏载置于第二导通部件3上,进而在该烧结膏上载置第二中间金属层123,之后,对该烧结膏进行烧结处理,由此形成第三金属层121,并且实现第二电极12与第二导通部件3的接合。

[0104] 根据本例,也能够提高来自半导体元件1的散热的热通量,从而能够使半导体元件1更适当地动作。另外,根据本例,可以不经由第一接合层7而直接从第一金属层111向第一导通部件2传递热。由此,能够进一步抑制半导体层10中的瞬态升温,并且促进更长时间内的稳定的散热。另外,可以不经由第二接合层8而直接从第三金属层121向第二导通部件3传递热。由此,能够进一步抑制半导体层10中的瞬态升温,并且促进更长时间内的稳定的散热。

[0105] 图15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主要是第一导通部件2与封固树脂9的结构与上述半导体装置A1不同。

[0106] 本变形例的第一导通部件2的第一主面201从封固树脂9的第一树脂面91露出。在第一导通部件2上未形成上述凹部221。另外,第一主面201与第一树脂面91相互共面。

[0107] 根据本例,也能够提高来自半导体元件1的散热的热通量,从而能够使半导体元件1更适当地动作。另外,根据本例,能够从第一导通部件2的第一主面201向半导体装置A11的外部更有效地散热。

[0108] 图16～图23表示本发明的第二实施方式所涉及的半导体装置。本实施方式的半导体装置A2具备半导体元件1、第一导通部件2、第二导通部件3、第三导通部件4、第四导通部件5、第五导通部件6以及封固树脂9。

[0109] 第一导通部件2具有第一岛部211以及连接部213。第一岛部211包括第一主面201和第二主面202各自的一部分,与半导体元件1的第一电极11导通接合。连接部213是相对于第一岛部211位于第二方向y的y2侧的部位。连接部213具有从第一岛部211向第二方向y的y2侧延伸的部分和进一步向厚度方向z的z2侧延伸的部分。

[0110] 第一导通部件2的第一主面201从封固树脂9的第一树脂面91露出。在图示的例子中,第一主面201与第一树脂面91共面。

[0111] 第四导通部件5相对于第一导通部件2配置于厚度方向z的z2侧。第四导通部件5包含金属等导电性材料,例如包含Cu(铜)。另外,也可以在第四导通部件5的适当部位设置镀覆层(省略图示)。第四导通部件5通过例如焊料等导电性接合材料59与半导体元件1的连接部213导通接合。

[0112] 如图16、图17、图19～图22所示,第四导通部件5具有第七主面501和第八主面502。第七主面501是朝向厚度方向z的z1侧的面。第八主面502是朝向厚度方向z的z2侧的面。第一导通部件2的连接部213通过导电性接合材料59导通接合于第七主面501。第七主面501被封固树脂9覆盖。第八主面502从封固树脂9的第二树脂面92露出。在本例中,第八主面502与第二树脂面92相互共面。

[0113] 第四导通部件5具有焊盘部511、多个第四端子部512以及薄壁延伸部521。

[0114] 焊盘部511是与第一导通部件2导通接合的部位。焊盘部511包括第七主面501的一部分和第八主面502的一部分。焊盘部511的形状、大小没有任何限定,在图示的例子中,是在厚度方向z上观察时以第一方向x为长度方向的长矩形状。

[0115] 多个第四端子部512在第二方向y的y2侧与焊盘部511相连。多个第四端子部512分别在厚度方向z上观察时沿第二方向y延伸,且在第一方向x上隔开间隔地排列。多个第四端子部512的个数没有任何限定,可以如图示的例子那样为三个,也可以为两个,还可以为四个以上。另外,也可以是仅具备一个第四端子部512的结构。如图22所示,第四端子部512从

封固树脂9的第二树脂面92及第六树脂面96露出。第四端子部512的前端面与第六树脂面96共面。多个第四端子部512用作安装半导体装置A2时的端子。

[0116] 薄壁延伸部521是包括第七主面501且不包括第八主面502的部位。薄壁延伸部521的厚度方向z的厚度比焊盘部511的厚度方向z的厚度薄。薄壁延伸部521从焊盘部511延伸。在图示的例子中,薄壁延伸部521从焊盘部511向第一方向x的x1侧及x2侧和第二方向y的y1侧延伸。

[0117] 如图16～图17、图19～图23所示,本实施方式的第二导通部件3具有第二岛部311、多个第二端子部312、薄壁延伸部321以及厚壁延伸部323。

[0118] 第二岛部311是搭载半导体元件1的整体或一部分的部位,是与半导体装置A1的第二岛部311类似的结构。

[0119] 多个第二端子部312是在第二方向y的y1侧与第二岛部311相连的部位。第二端子部312包括第三主面301的一部分和第四主面302的一部分。第二端子部312可以用作安装半导体装置A1时的端子。

[0120] 多个第二端子部312在第二方向y的y1侧与第二岛部311相连。多个第二端子部312分别在厚度方向z上观察时沿第二方向y延伸,且在第一方向x上隔开间隔地排列。多个第二端子部312的个数没有任何限定,可以如图示的例子那样为四个,也可以为两个、三个或五个以上。另外,也可以是仅具备一个第二端子部312的结构。如图22所示,第二端子部312从封固树脂9的第二树脂面92及第五树脂面95露出。第二端子部312的前端面与第五树脂面95共面。多个第二端子部312用作安装半导体装置A2时的端子。

[0121] 厚壁延伸部323从第二岛部311向第一方向x突出。厚壁延伸部323包括第三主面301的一部分以及第四主面302的一部分。在图示的例子中,第二导通部件3具有两个厚壁延伸部323。两个厚壁延伸部323从第二岛部311向第一方向x的两侧突出。两个厚壁延伸部323从封固树脂9的第二树脂面92、第三树脂面93以及第四树脂面94露出。两个厚壁延伸部323的前端面与第三树脂面93以及第四树脂面94共面。

[0122] 第三导通部件4相对于第二导通部件3配置于第二方向y的y2侧,且相对于第四导通部件5配置于第一方向x的x1侧。第三导通部件4包含金属等导电性材料,例如包含Cu(铜)。另外,也可以在第三导通部件4的适当部位设置镀覆层(省略图示)。在第三导通部件4上连接有第五导通部件6。

[0123] 如图16、图17、图19～图21所示,第三导通部件4具有第五主面401以及第六主面402。第五主面401是朝向厚度方向z的z1侧的面。第六主面402是朝向厚度方向z的z2侧的面。在第五主面401上连接有第五导通部件6。第五主面401被封固树脂9覆盖。第六主面402从封固树脂9的第二树脂面92露出。在本例中,第六主面402与第二树脂面92相互共面。

[0124] 第三导通部件4具有焊盘部411、第三端子部412以及薄壁延伸部421。

[0125] 焊盘部411是连接第五导通部件6的部位。焊盘部411包括第五主面401的一部分和第六主面402的一部分。焊盘部411的形状、大小没有任何限定,在图示的例子中,在厚度方向z上观察时为矩形状。另外,焊盘部411的第一方向x的大小小于焊盘部511的第一方向x的大小。

[0126] 第三端子部412在第二方向y的y2侧与焊盘部411相连。第三端子部412在厚度方向z上观察时沿第二方向y延伸。第三端子部412的个数没有任何限定,可以如图示的例子那样

为一个,也可以为两个以上。第三端子部412从封固树脂9的第二树脂面92及第六树脂面96露出。第三端子部412的前端面与第六树脂面96共面。多个第三端子部412用作安装半导体装置A2时的端子。

[0127] 薄壁延伸部421是包括第五主面401且不包括第六主面402的部位。薄壁延伸部421的厚度方向z的厚度比焊盘部411的厚度方向z的厚度薄。薄壁延伸部421从焊盘部411延伸。在图示的例子中,薄壁延伸部421从焊盘部411向第一方向x的x1侧及x2侧和第二方向y的y1侧延伸。

[0128] 第五导通部件6与半导体元件1的第三电极13和第三导通部件4的焊盘部411连接。第五导通部件6是以例如Au(金)、Cu(铜)、Al(铝)等金属为主成分的金属丝。或者,第五导通部件6也可以由宽幅的带状的金属部件、引线部件代替金属丝而构成。

[0129] 根据本实施方式,也能够提高来自半导体元件1的散热的热通量,从而能够使半导体元件1更适当地动作。另外,通过采用彼此为分体的第一导通部件2与第四导通部件5,例如可以更容易地实现使第一导通部件2的厚度方向z的厚度厚于第四导通部件5的厚度方向z的厚度的结构。通过使第一导通部件2的厚度更厚,能够进一步促进来自半导体元件1(半导体层10)的散热。

[0130] 图24表示半导体装置A2的第一变形例。本变形例的半导体装置A21主要是第一导通部件2的结构与上述半导体装置A2不同。

[0131] 在本例中,第一导通部件2的第一岛部211从封固树脂9的第一树脂面91向厚度方向z的z1侧突出。第一主面201位于比第一树脂面91靠厚度方向z的z1侧的位置。

[0132] 根据本例,也能够提高来自半导体元件1的散热的热通量,从而能够使半导体元件1更适当地动作。另外,在将半导体装置A21安装于散热器(省略图示)等时,第一主面201从第一树脂面91位于厚度方向z的z1侧,由此具有容易将第一主面201按压于散热器的优点。由此,能够进一步促进来自半导体装置A21的散热。

[0133] 图25表示半导体装置A2的第二变形例。本变形例的半导体装置A22主要是第一导通部件2的结构与上述的例子不同。

[0134] 在本例中,第一导通部件2具有多个凸部223。多个凸部223从第一主面201向厚度方向z的z1侧突出。关于多个凸部223,在厚度方向z上观察时的多个凸部223的形状和配置没有任何限定。多个凸部223例如可以在厚度方向z上观察时配置成矩阵状。或者,凸部223也可以是沿着第一方向x或第二方向y延伸的翅片形状。本例的第一主面201与第一树脂面91的位置关系没有任何限定,例如第一主面201位于比第一树脂面91靠厚度方向z的z1侧的位置。

[0135] 根据本例,也能够提高来自半导体元件1的散热的热通量,从而能够使半导体元件1更适当地动作。另外,通过第一导通部件2具有多个凸部223,可增大从第一导通部件2散热的面积。由此,能够进一步促进来自半导体装置A22的散热。

[0136] 本公开所涉及的半导体装置不限于上述实施方式。本公开所涉及的半导体装置的各部的具体结构能够自由地进行各种设计变更。

[0137] 本公开包括以下的附记所记载的实施方式。

[0138] 附记1.

[0139] 一种半导体装置,具备:

[0140] 半导体元件,其具有半导体层以及配置于上述半导体层的厚度方向的第一侧的第一电极;

[0141] 第一导通部件,其接合于上述第一电极;

[0142] 第二导通部件,其从上述厚度方向的第二侧接合于上述半导体元件;以及

[0143] 封固树脂,其具有朝向上述厚度方向的上述第一侧的第一树脂面以及朝向上述第二侧的第二树脂面,且覆盖上述第一导通部件和上述第二导通部件各自的至少一部分以及上述半导体元件,

[0144] 上述第一电极包括第一金属层,该第一金属层包含热传导率比焊料高的金属。

[0145] 附记2.

[0146] 根据附记1所述的半导体装置,其中,

[0147] 上述第一金属层包含Ag或Cu。

[0148] 附记3.

[0149] 根据附记1或2所述的半导体装置,其中,

[0150] 上述第二导通部件从上述第二树脂面露出。

[0151] 附记4.

[0152] 根据附记1至3中任一项所述的半导体装置,其中,

[0153] 上述第一导通部件从上述第一树脂面露出。

[0154] 附记5.

[0155] 根据附记4所述的半导体装置,其中,

[0156] 上述第一导通部件具有向上述厚度方向的上述第一侧突出的凸部。

[0157] 附记6.

[0158] 根据附记1至5中任一项所述的半导体装置,其中,

[0159] 上述第一电极包括介于上述半导体层与上述第一金属层之间的第二金属层。

[0160] 附记7.

[0161] 根据附记6所述的半导体装置,其中,

[0162] 上述第二金属层包含Al。

[0163] 附记8.

[0164] 根据附记6或7所述的半导体装置,其中,

[0165] 上述第一金属层的厚度比上述第二金属层的厚度厚。

[0166] 附记9.

[0167] 根据附记1至8中任一项所述的半导体装置,其中,

[0168] 还具备将上述第一电极与上述第一导通部件接合的第一接合层。

[0169] 附记10.

[0170] 根据附记9所述的半导体装置,其中,

[0171] 上述第一金属层的厚度比上述第一接合层的厚度厚。

[0172] 附记11.

[0173] 根据附记1至8中任一项所述的半导体装置,其中,

[0174] 上述第一金属层与上述第一导通部件直接接触。

[0175] 附记12.

[0176] 根据附记1至11中任一项所述的半导体装置,其中,

[0177] 上述半导体元件具有配置于上述半导体层的上述厚度方向的上述第二侧的第二电极,

[0178] 上述第二电极包括第三金属层,该第三金属层包含热传导率比焊料高的金属。

[0179] 附记13.

[0180] 根据附记12所述的半导体装置,其中,

[0181] 上述第三金属层包含Ag或Cu。

[0182] 附记14.

[0183] 根据附记12或13所述的半导体装置,其中,

[0184] 还具备将上述第二电极与上述第二导通部件接合的第二接合层,

[0185] 上述第三金属层的厚度比上述第二接合层的厚度厚。

[0186] 附记15.

[0187] 根据附记1至14中任一项所述的半导体装置,其中,

[0188] 还具备与上述第三电极导通的第三导通部件,

[0189] 上述半导体元件具有配置于上述半导体层的上述厚度方向的上述第一侧的第三电极。

[0190] 附记16.

[0191] 根据附记1至15中任一项所述的半导体装置,其中,

[0192] 上述第一导通部件具有第一端子部,该第一端子部包括相对于上述半导体元件位于上述厚度方向的上述第二侧的部分。

[0193] 附记17.

[0194] 根据附记15所述的半导体装置,其中,

[0195] 还具备与上述第一导通部件导通的第四导通部件,

[0196] 上述第四导通部件具有相对于上述半导体元件位于上述厚度方向的上述第二侧的部分。

[0197] 符号说明

[0198] A1、A11、A2、A21、A22—半导体装置,B1、B2、B3、B4、B5—接合结构体,1—半导体元件,2—第一导通部件,3—第二导通部件,4—第三导通部件,5—第四导通部件,6—第五导通部件,7—第一接合层,8—第二接合层,9—封固树脂,10—半导体层,11—第一电极,12—第二电极,13—第三电极,21—第一基材,22—第一镀覆层,31—第二基材,32—第二镀覆层,59—导电性接合材料,91—第一树脂面,92—第二树脂面,93—第三树脂面,94—第四树脂面,95—第五树脂面,96—第六树脂面,111—第一金属层,112—第二金属层,113—第一中间金属层,114—第一势垒层,121—第三金属层,122—第四金属层,123—第二中间金属层,124—第二势垒层,201—第一主面,202—第二主面,211—第一岛部,212—第一端子部,213—连接部,221—凹部,223—凸部,301—第三主面,302—第四主面,311—第二岛部,312—第二端子部,321—薄壁延伸部,322—贯通孔,323—厚壁延伸部,401—第五主面,402—第六主面,411—焊盘部,412—第三端子部,421—薄壁延伸部,501—第七主面,502—第八主面,511—焊盘部,512—第四端子部,521—薄壁延伸部,t111、t112、t121、t122、t7、t8—厚度,x—第一方向,y—第二方向,z—厚度方向。

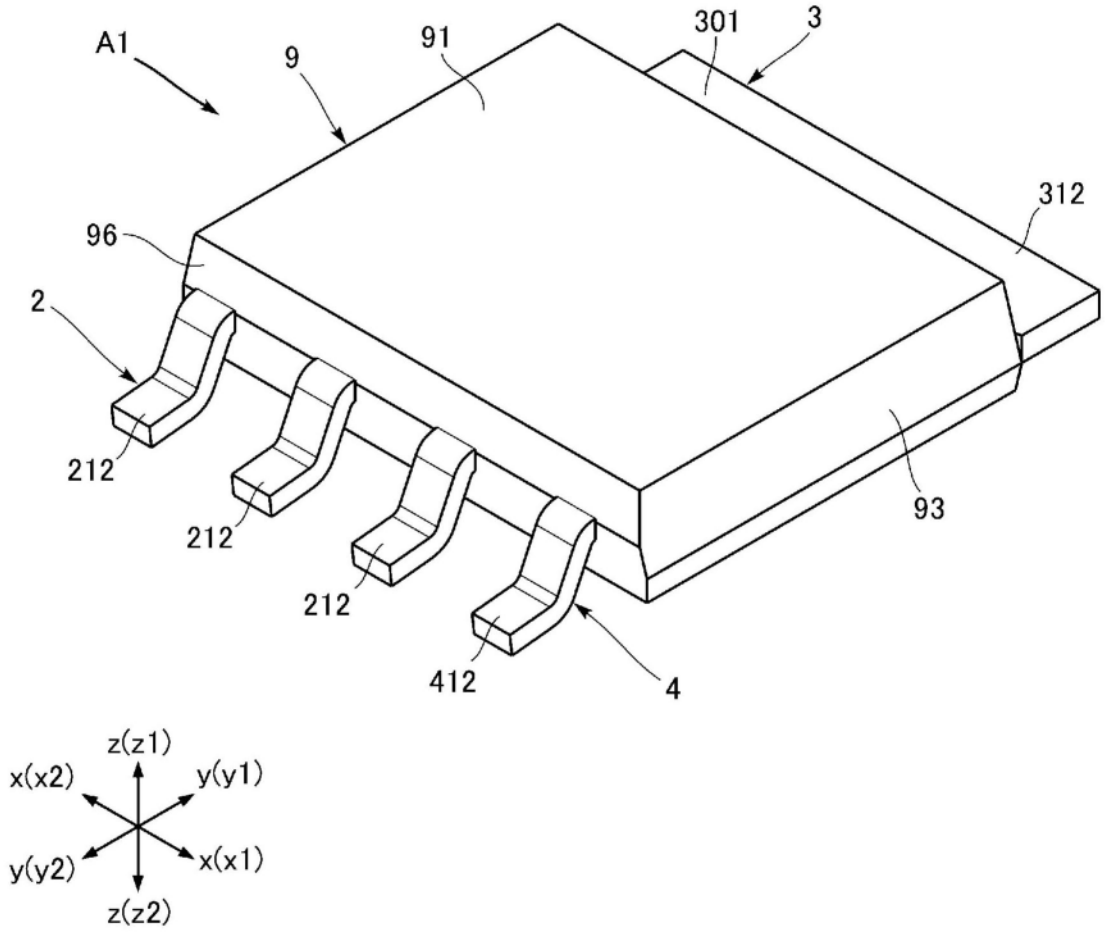


图1

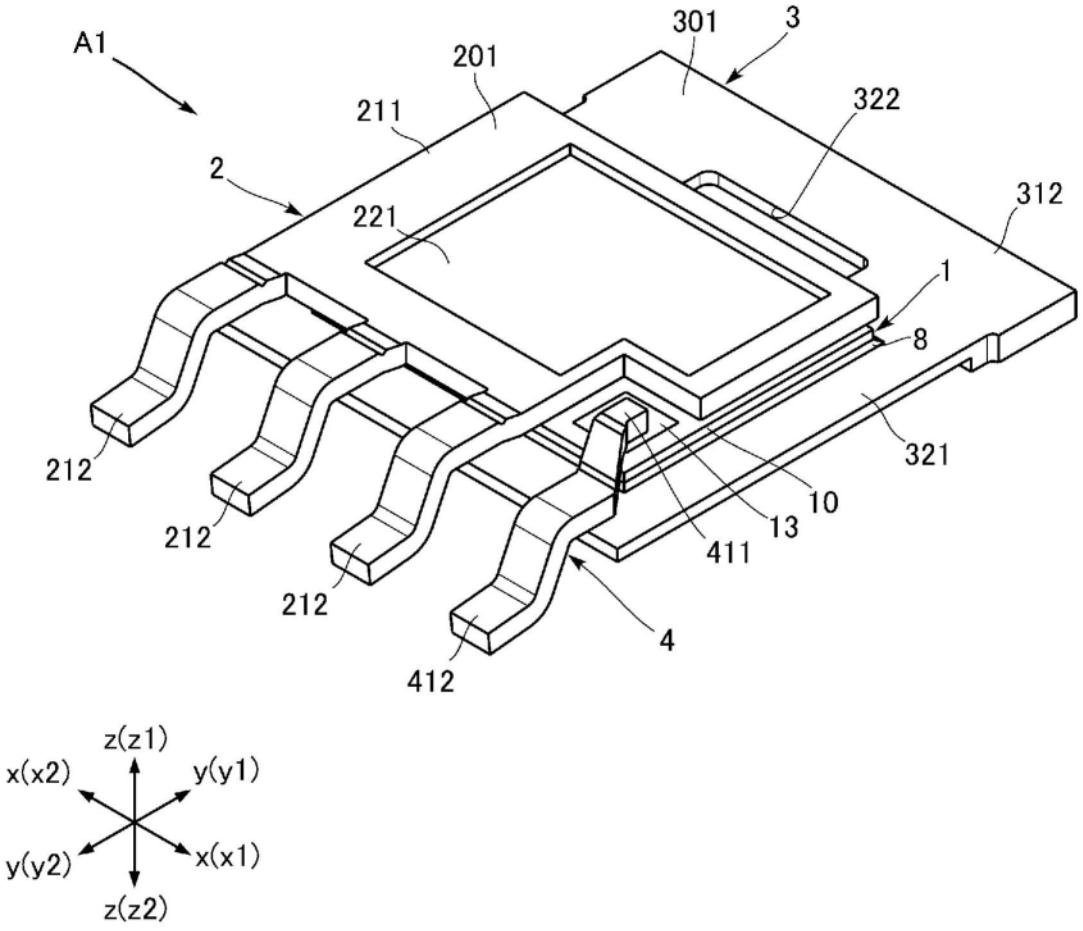

A1
301
3
201
211
322
2
312
221
1
8
321
212
212
212
10
13
411
4
412
z(z1)
x(x2)
y(y1)
y(y2)
x(x1)
z(z2)

图2

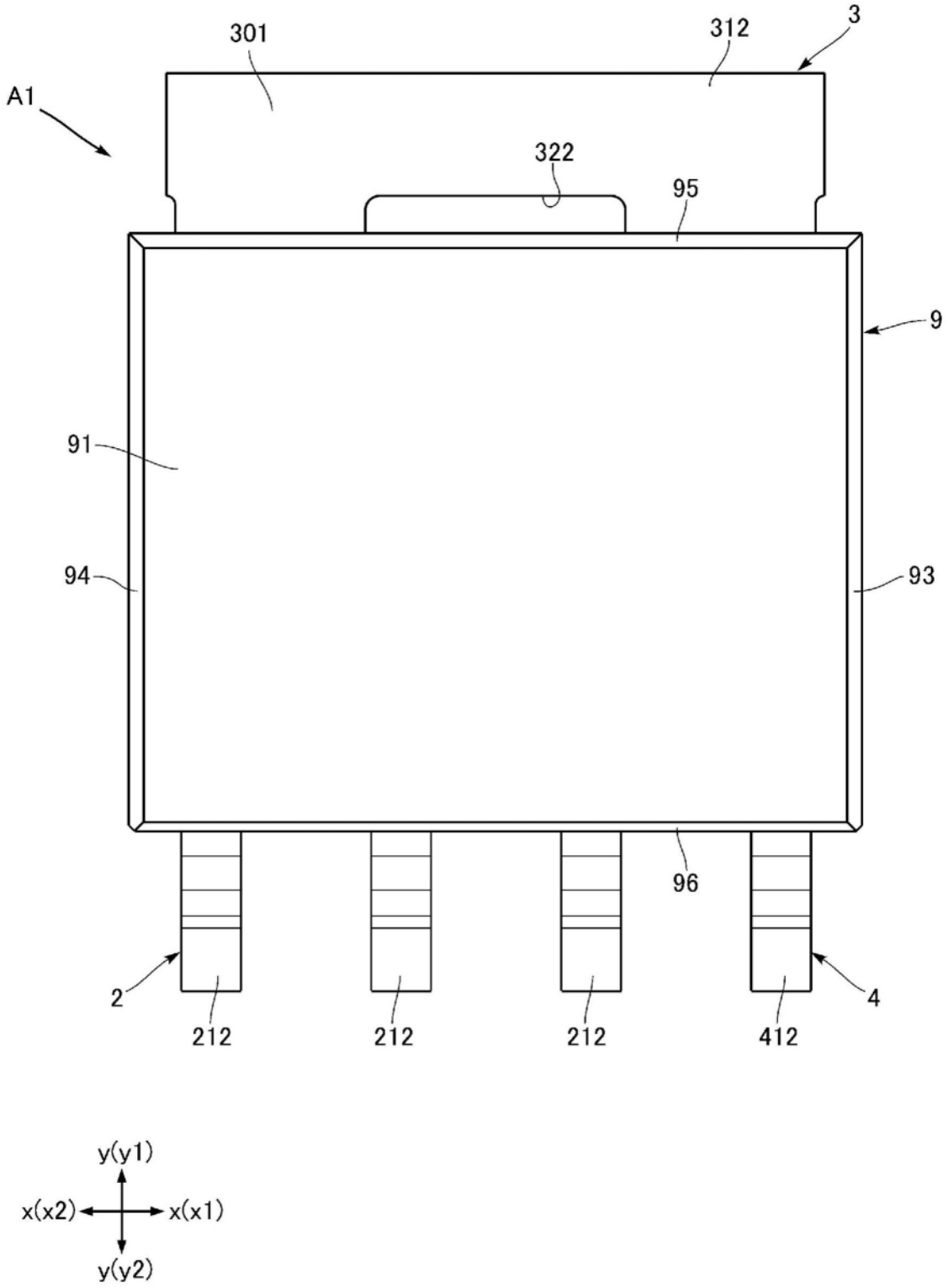


图3

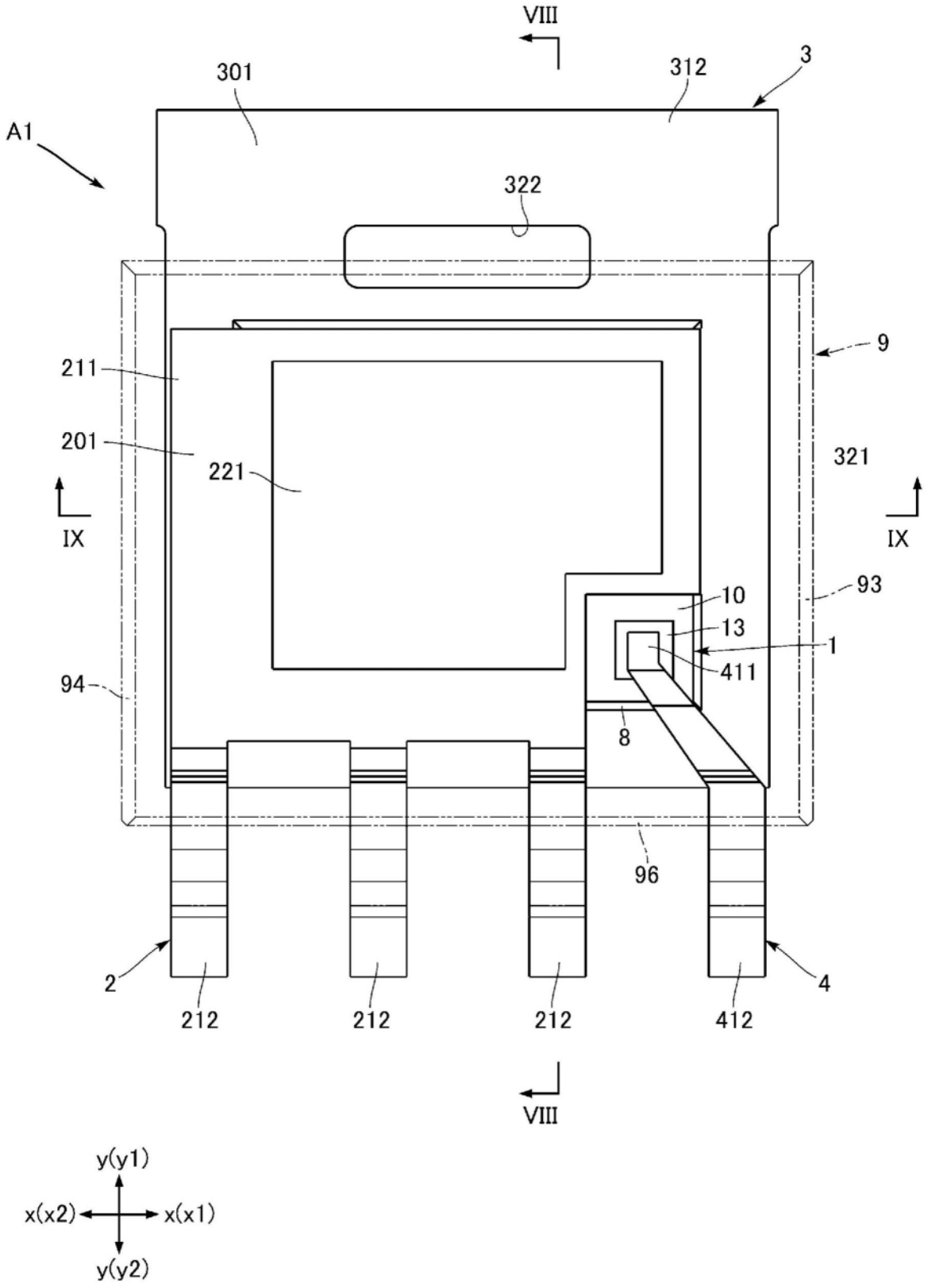

VIII
301
312
3
A1
322
9
211
201
221
321
IX
IX
10
93
13
1
411
94
8
96
2
4
212
212
212
412
VIII
y(y1)
x(x2)
x(x1)
y(y2)

图4

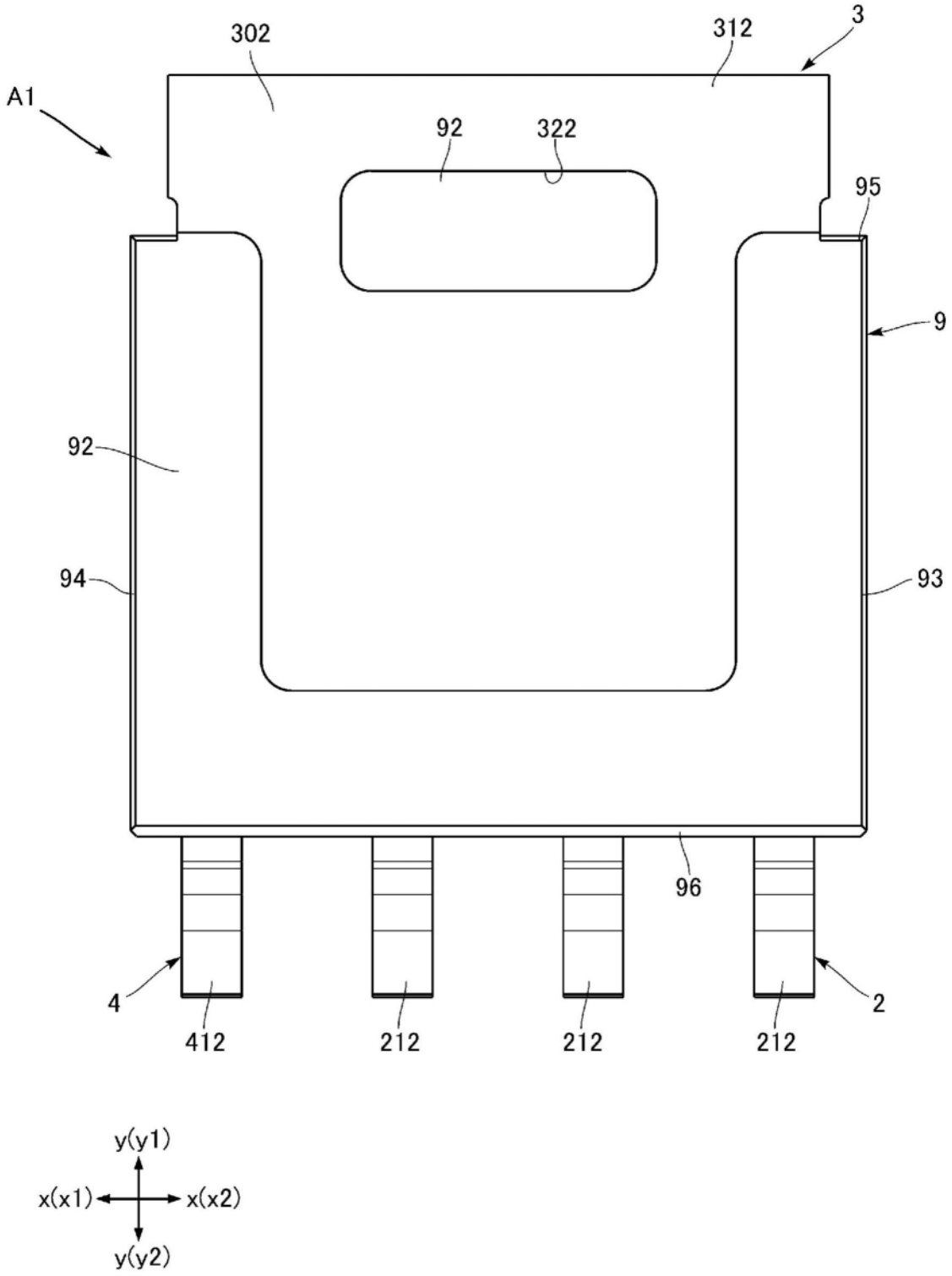

302
312
3
A1
92
322
95
9
92
94
93
96
4
412
212
212
212
2
y(y1)
x(x1)
x(x2)
y(y2)

图5

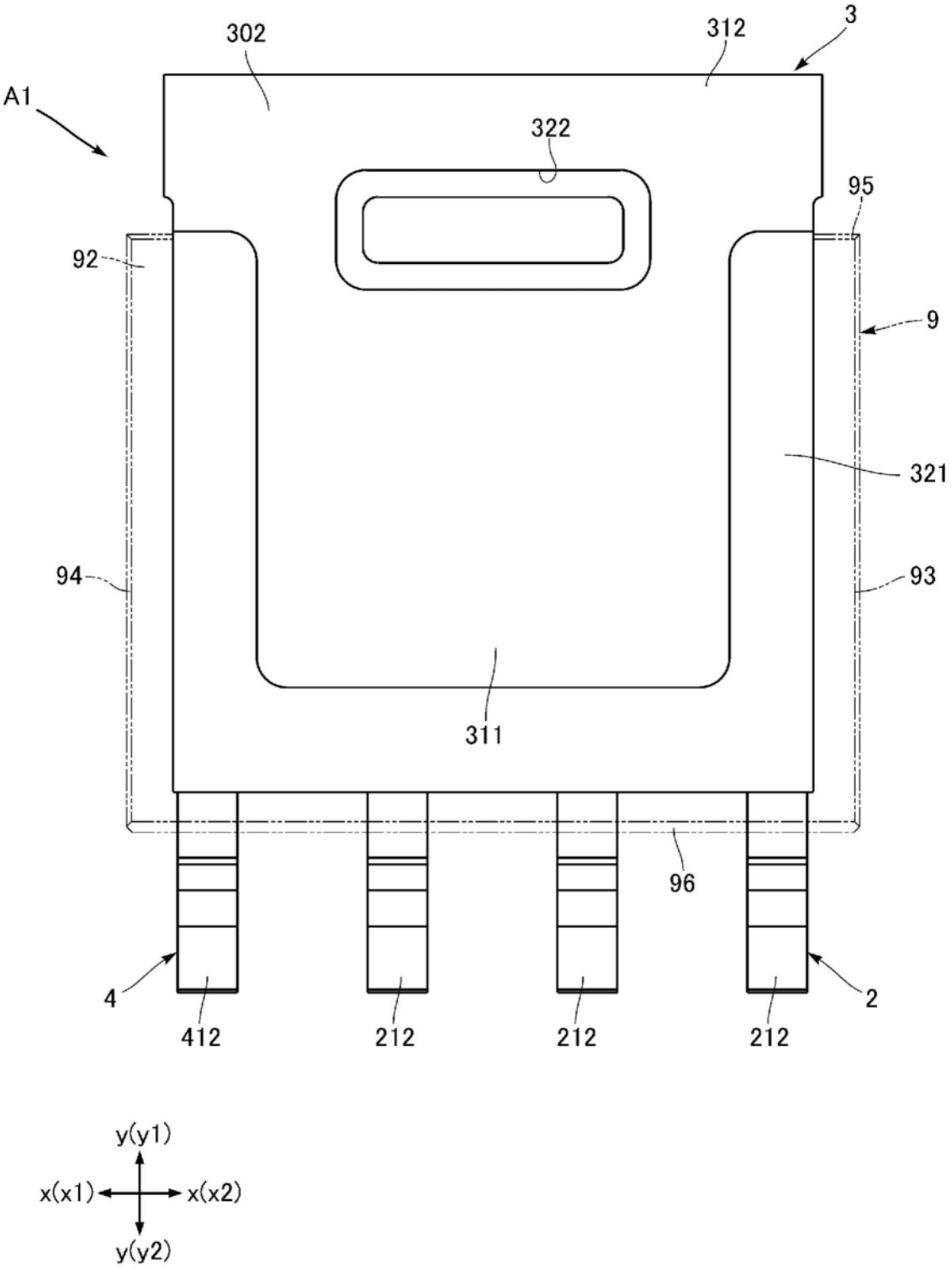

302
312
3
A1
322
95
92
9
321
94
93
311
96
4
2
412
212
212
212
y(y1)
x(x1)
x(x2)
y(y2)

图6

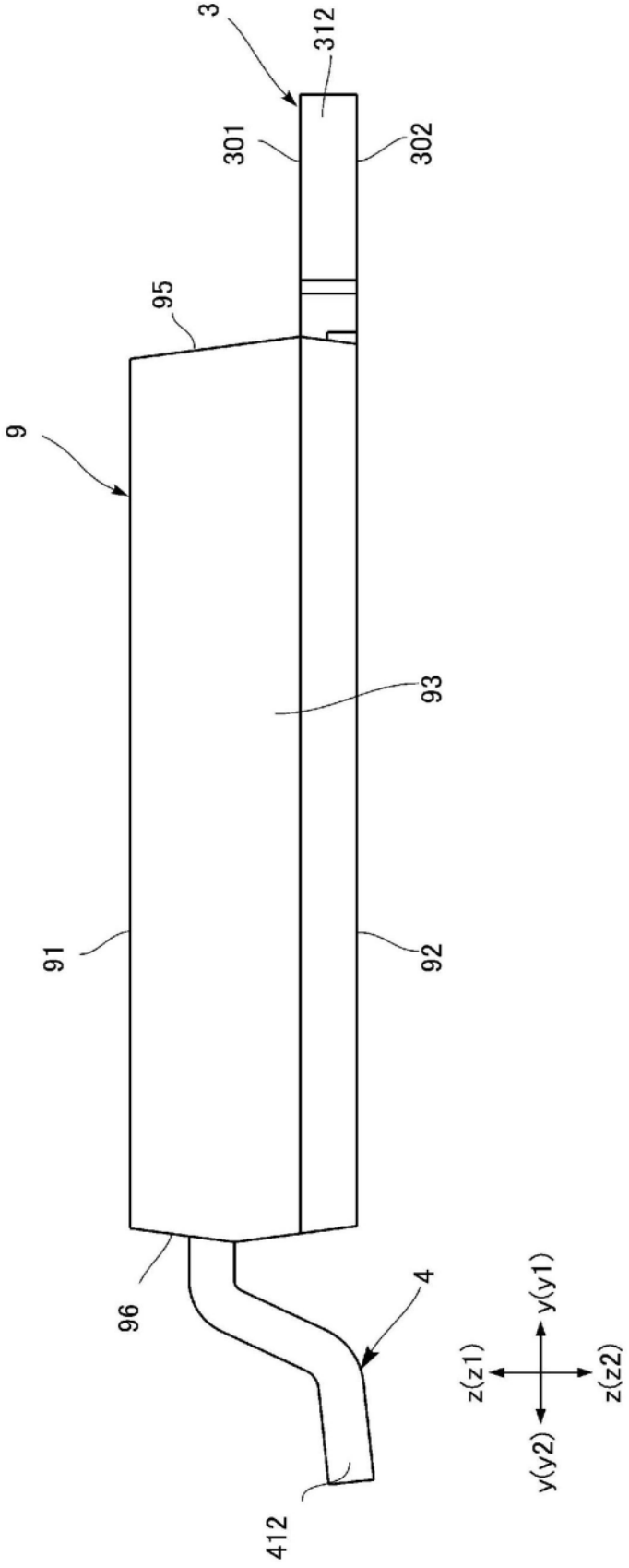


图7

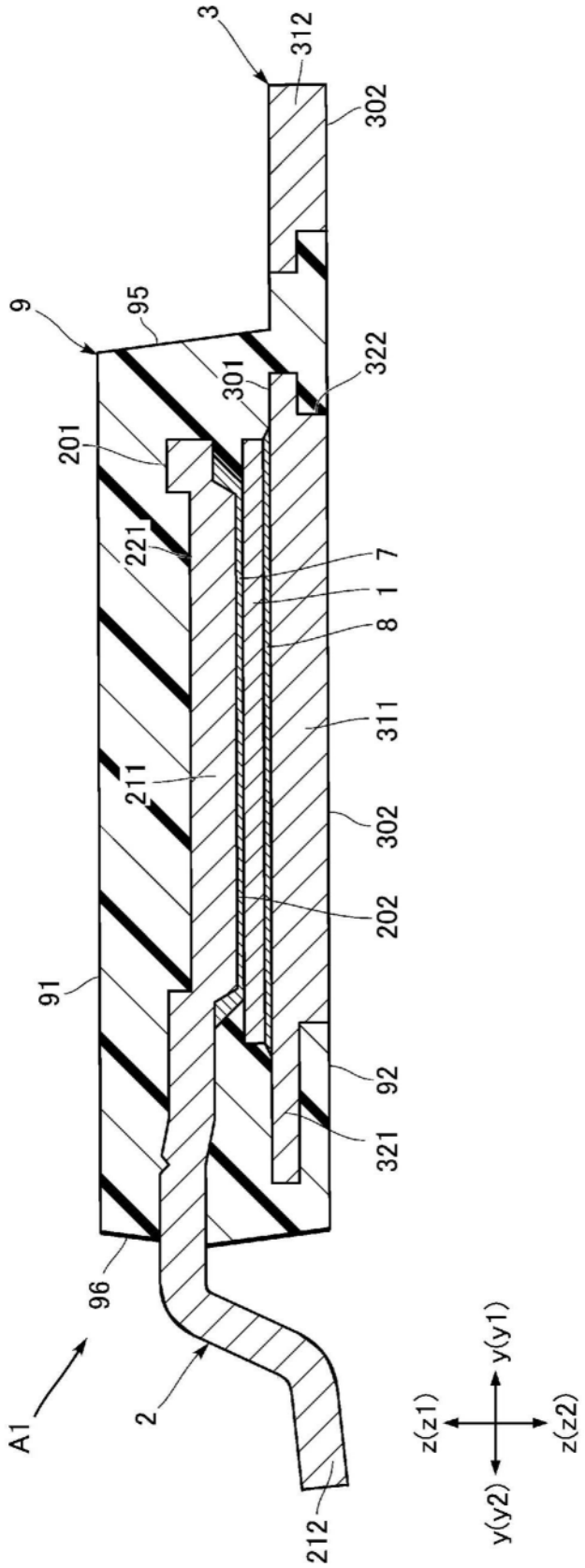

3
312
302
9
95
322
301
201
221
7
1
8
311
211
302
202
91
92
321
96
A1
2
212
y(y1)
z(z1)
z(z2)
y(y2)

图8

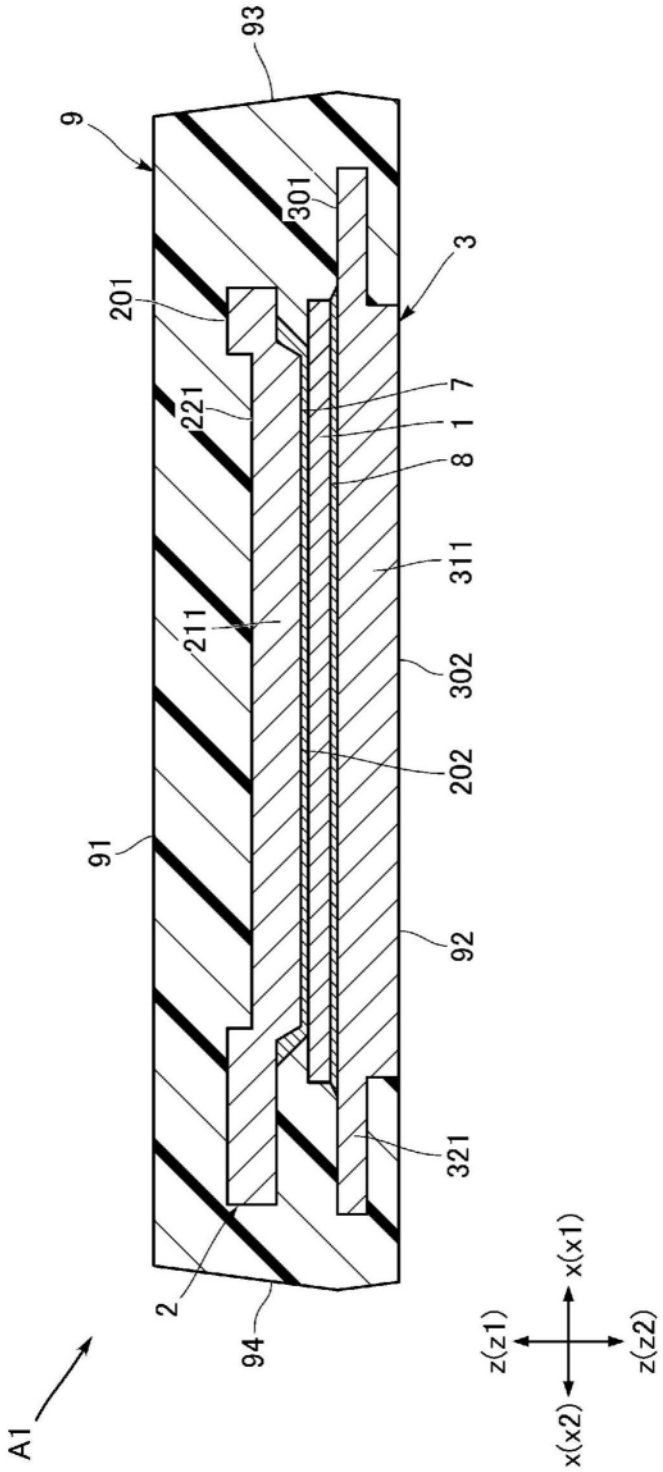

93
9
301
3
201
221
7
1
8
311
211
302
202
91
92
321
2
94
A1
x(x1)
z(z1)
z(z2)
x(x2)

图9

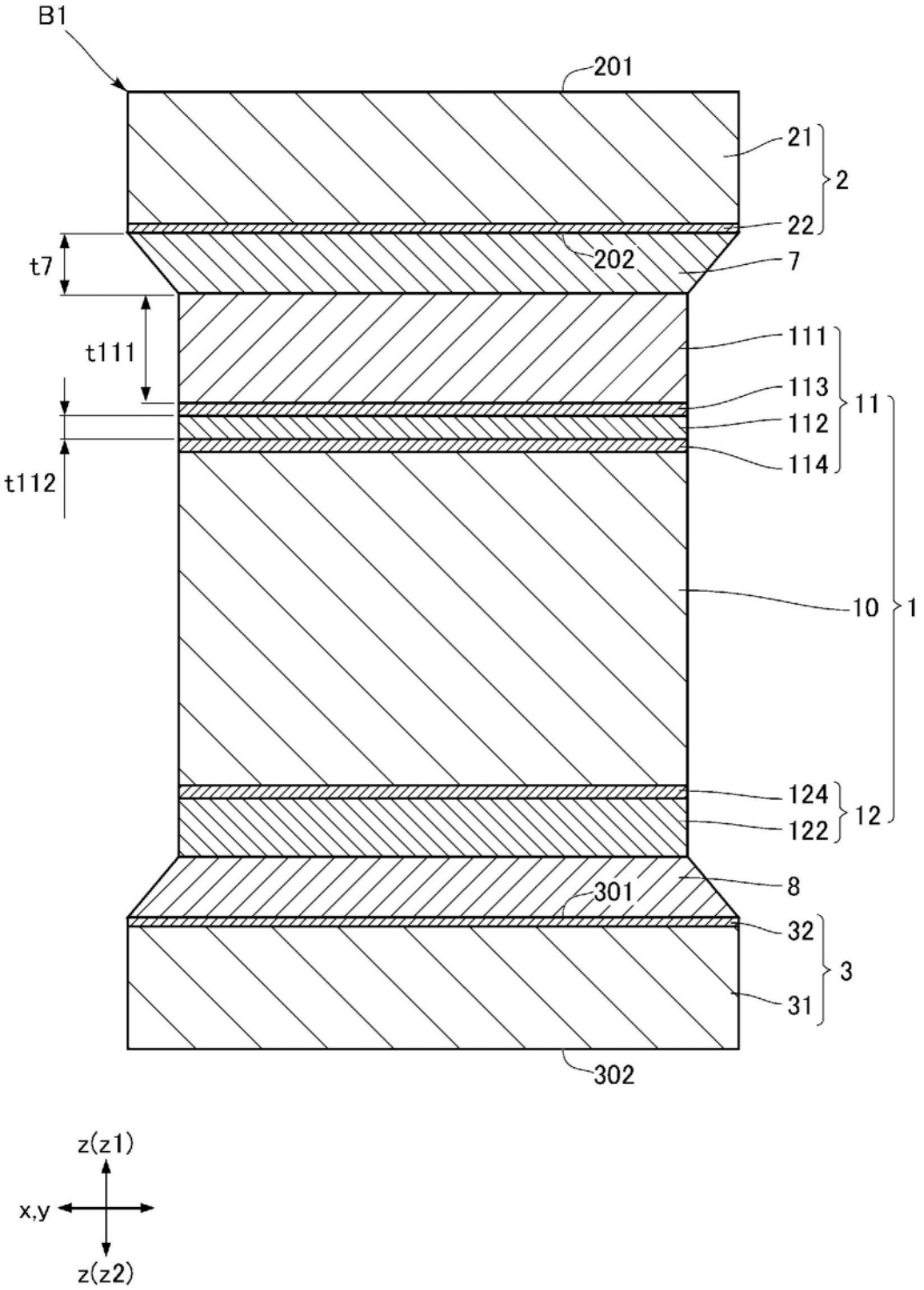

B1
201
21
2
22
t7
202
7
t111
111
113
11
112
114
t112
10
1
124
12
122
8
301
32
3
31
302
z(z1)
x,y
z(z2)

图10

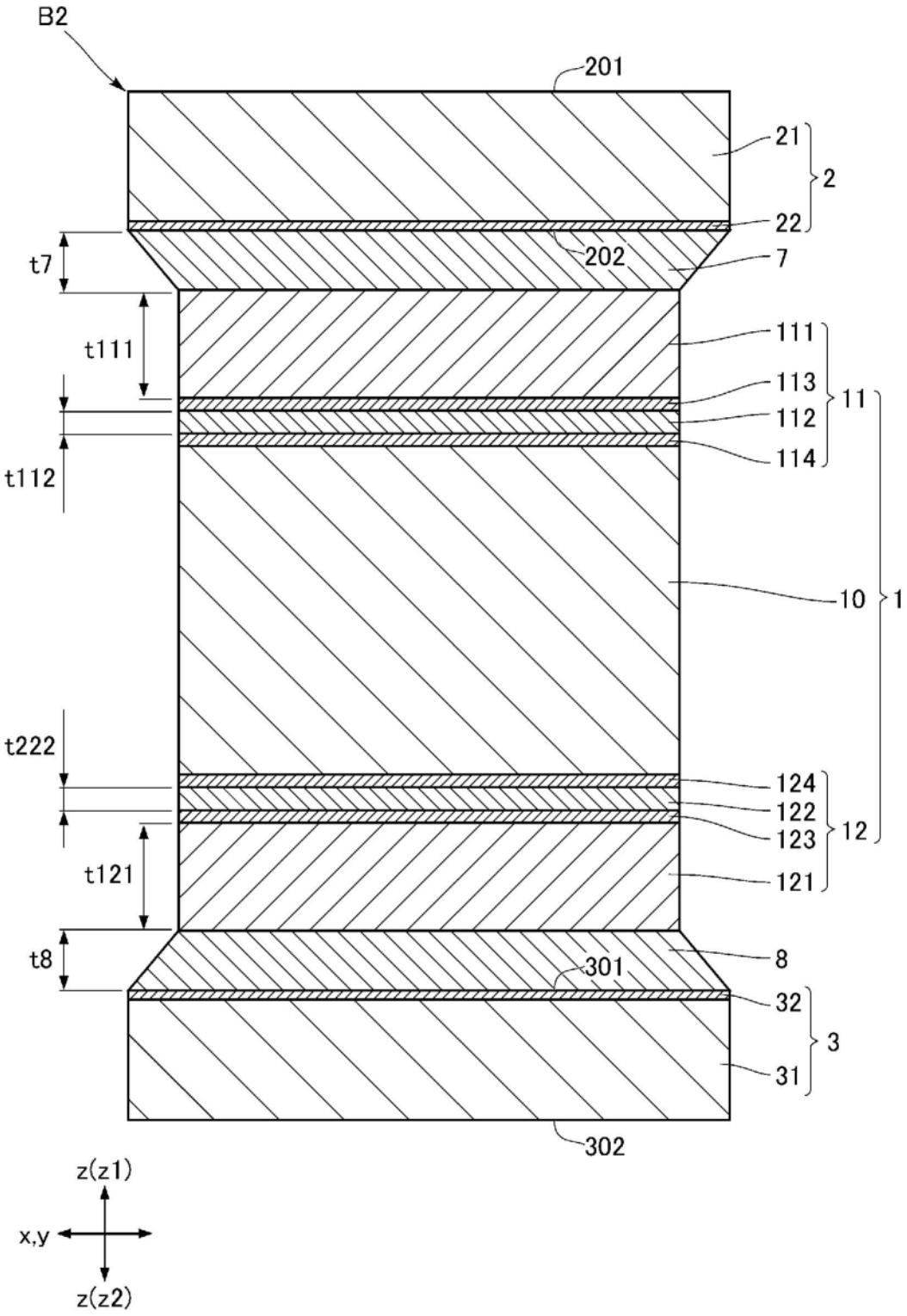

B2
201
21
2
22
202
7
t7
t111
111
113
112
114
11
t112
10
1
t222
124
122
123
12
t121
121
t8
8
301
32
3
31
302
z(z1)
x,y
z(z2)

图11

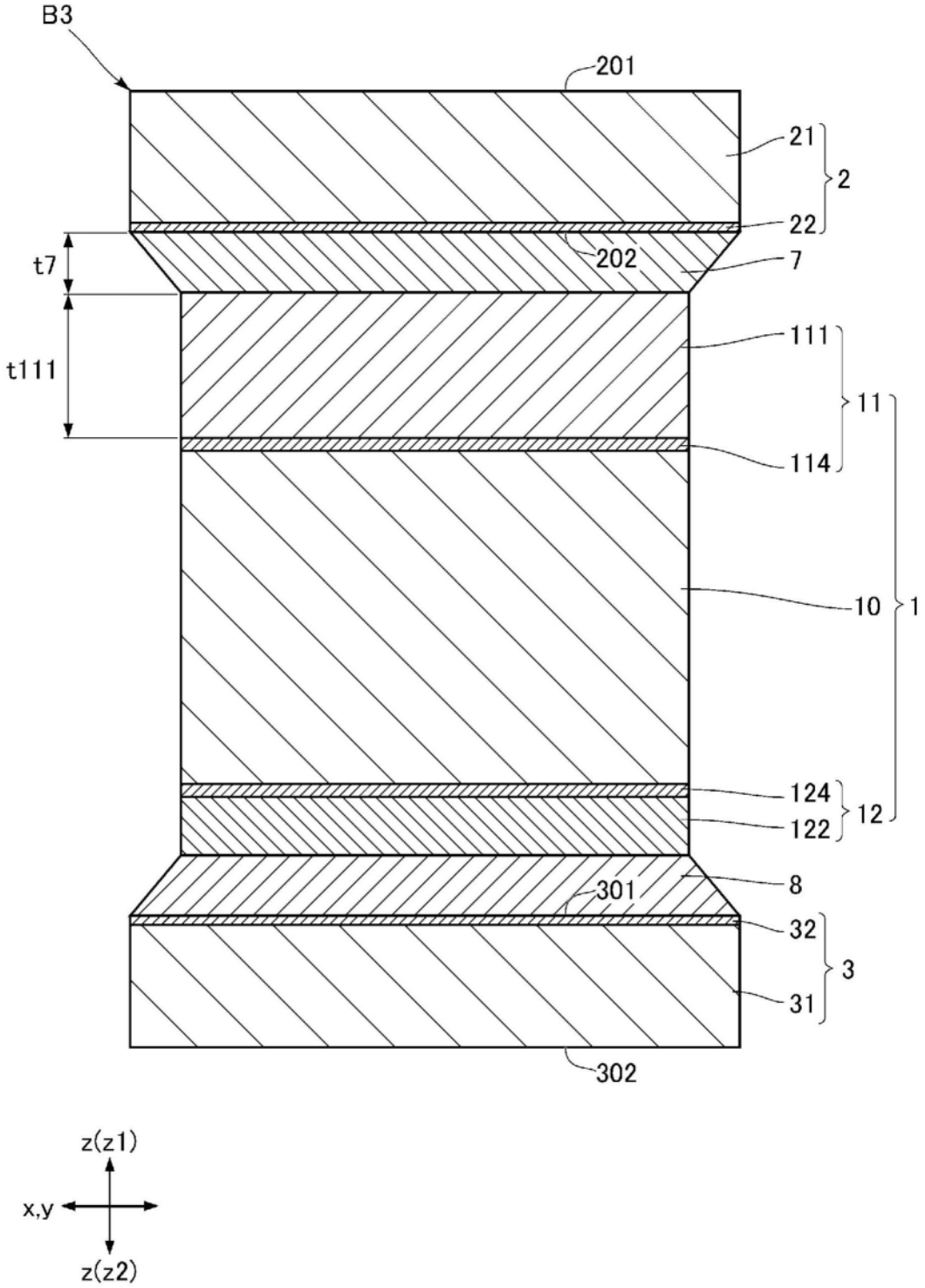

B3
201
21
2
22
202
7
t7
t111
111
11
114
10
1
124
12
122
301
8
32
3
31
302
z(z1)
x,y
z(z2)

图12

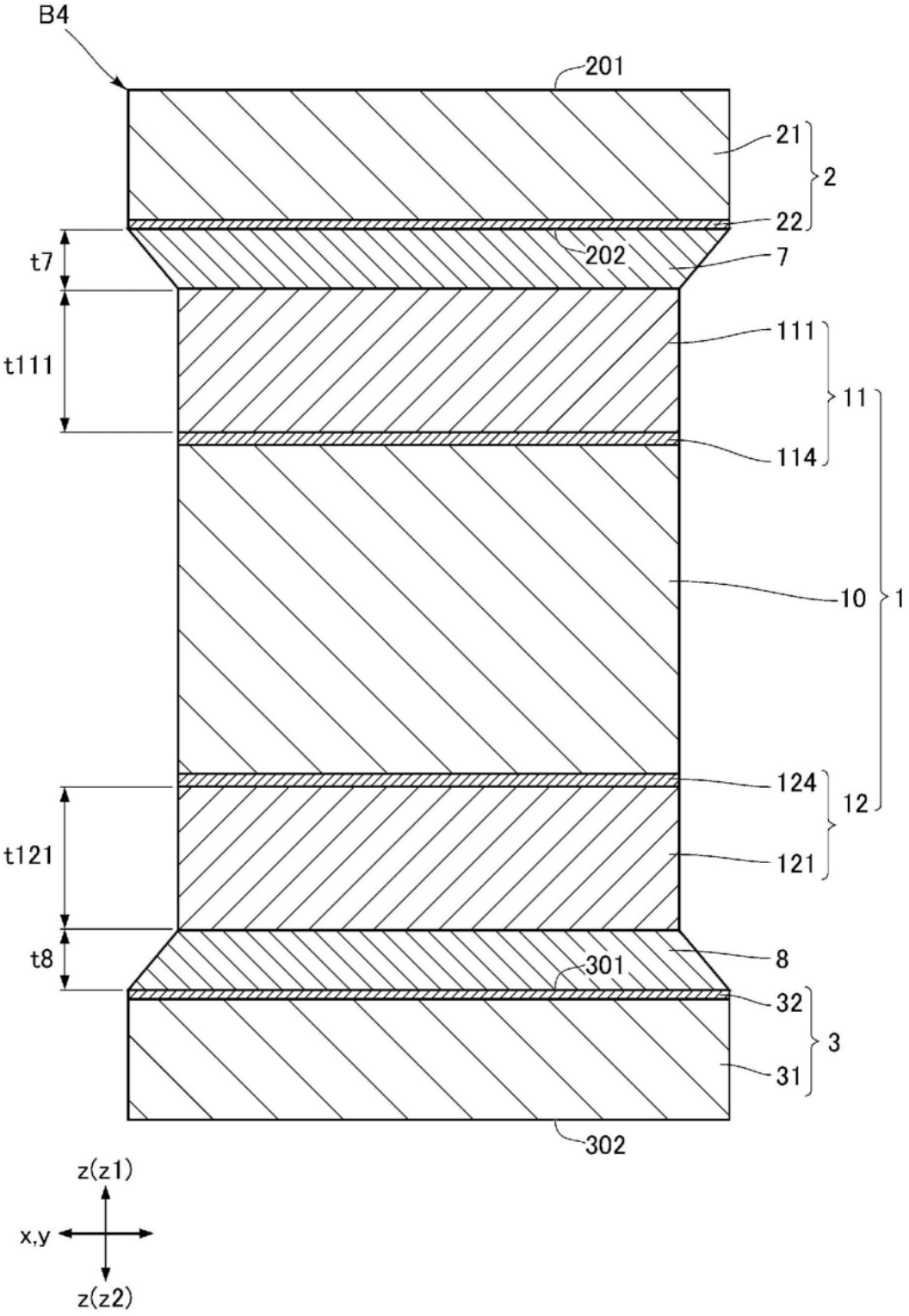

B4
201
21
2
22
202
7
t7
t111
111
11
114
10
1
124
12
121
t121
t8
301
8
32
3
31
302
z(z1)
x,y
z(z2)

图13

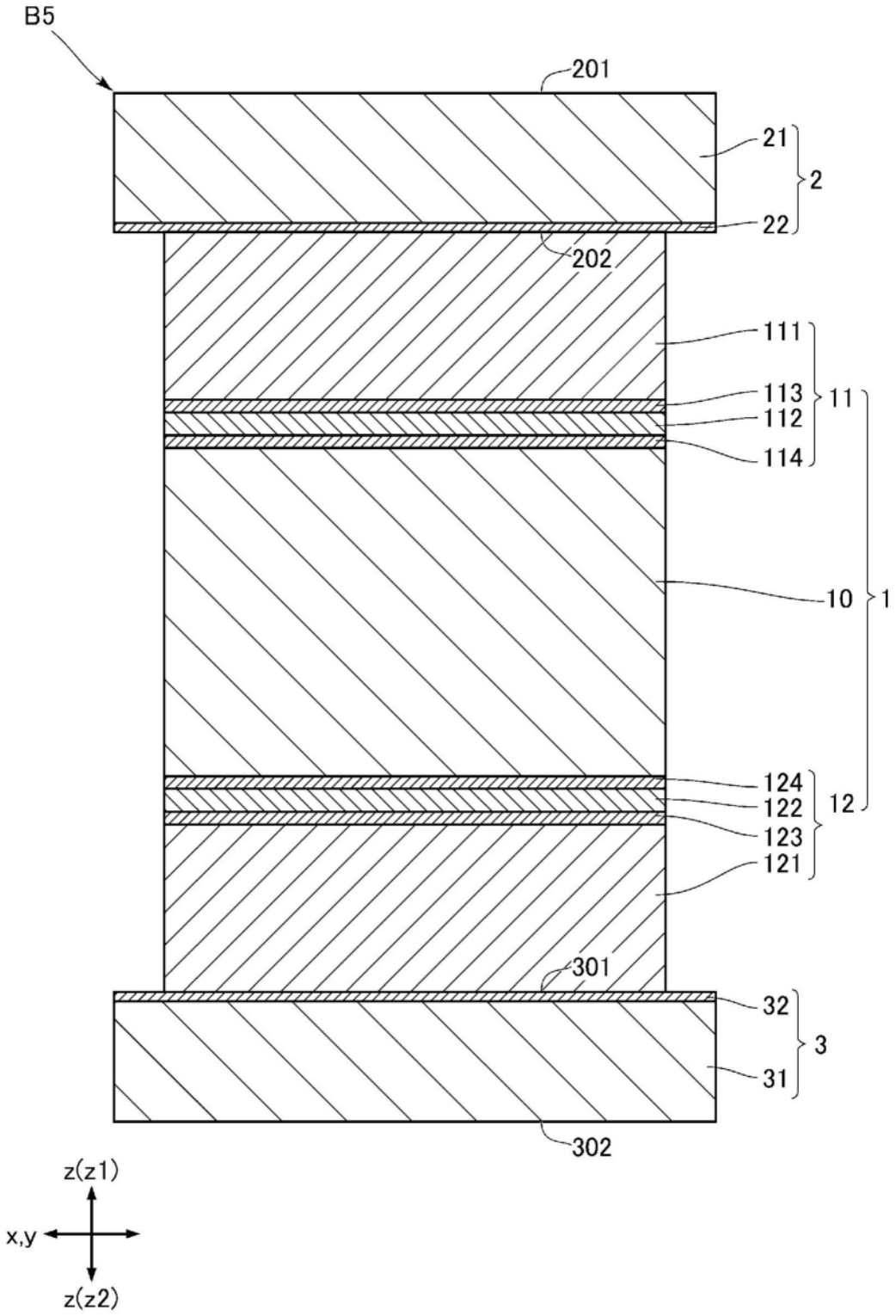

B5
201
21
2
22
202
111
113
11
112
114
10
1
124
122
12
123
121
301
32
3
31
302
z(z1)
x,y
z(z2)

图14

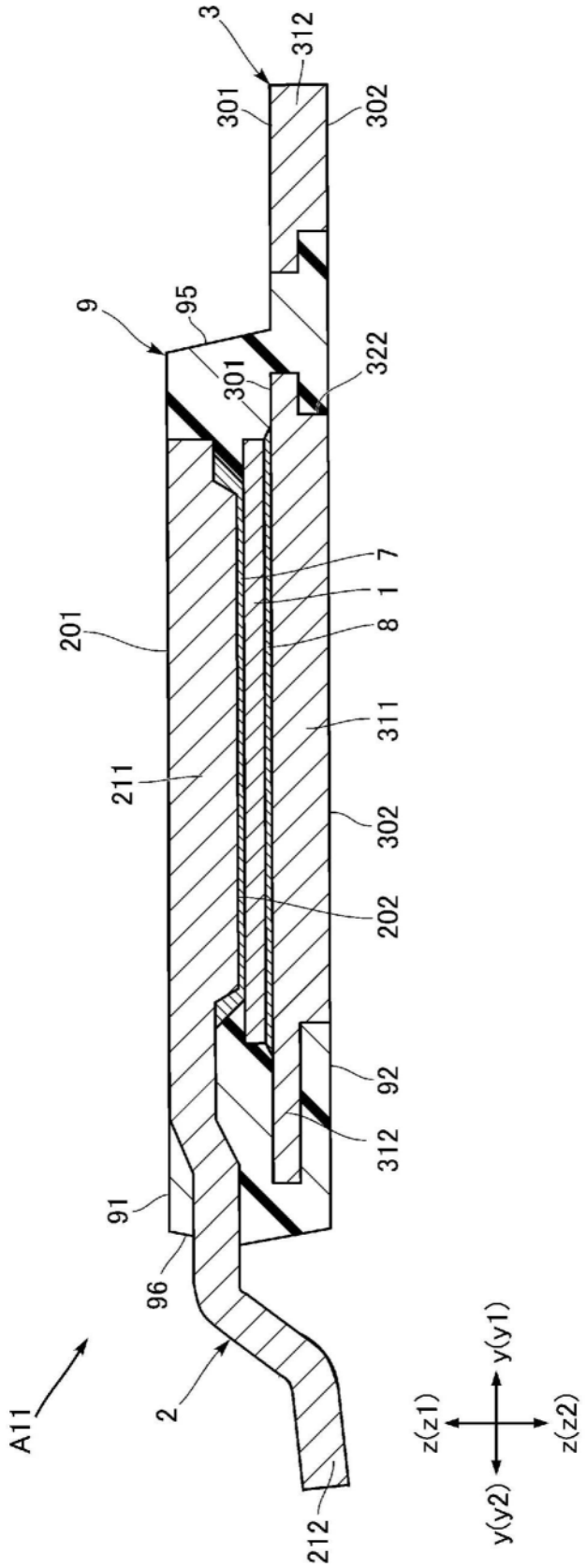

3
312
301
302
9
95
322
7
1
8
201
311
211
302
202
92
312
91
96
A11
2
212
y(y1)
z(z1)
z(z2)
y(y2)

图15

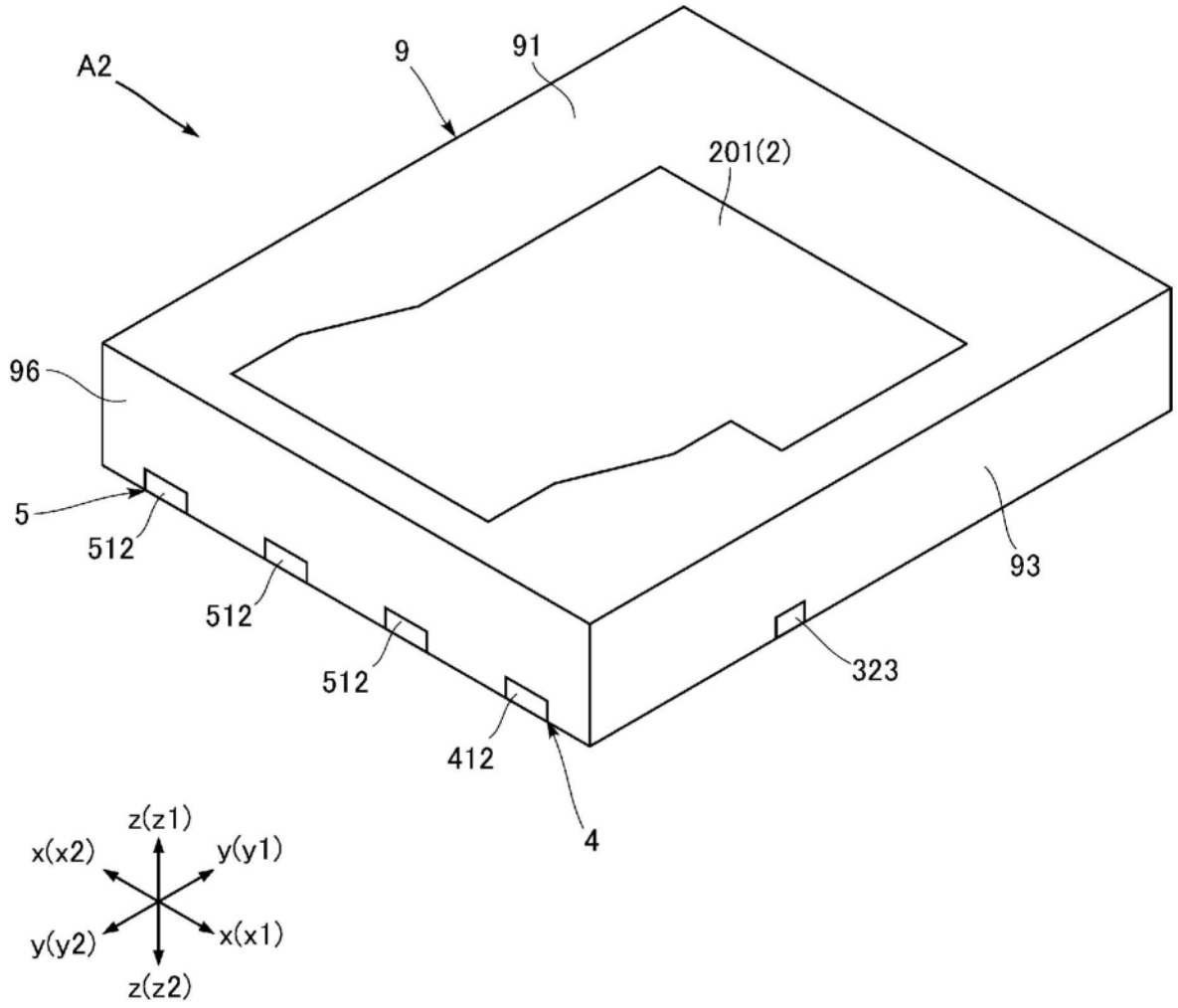


图16

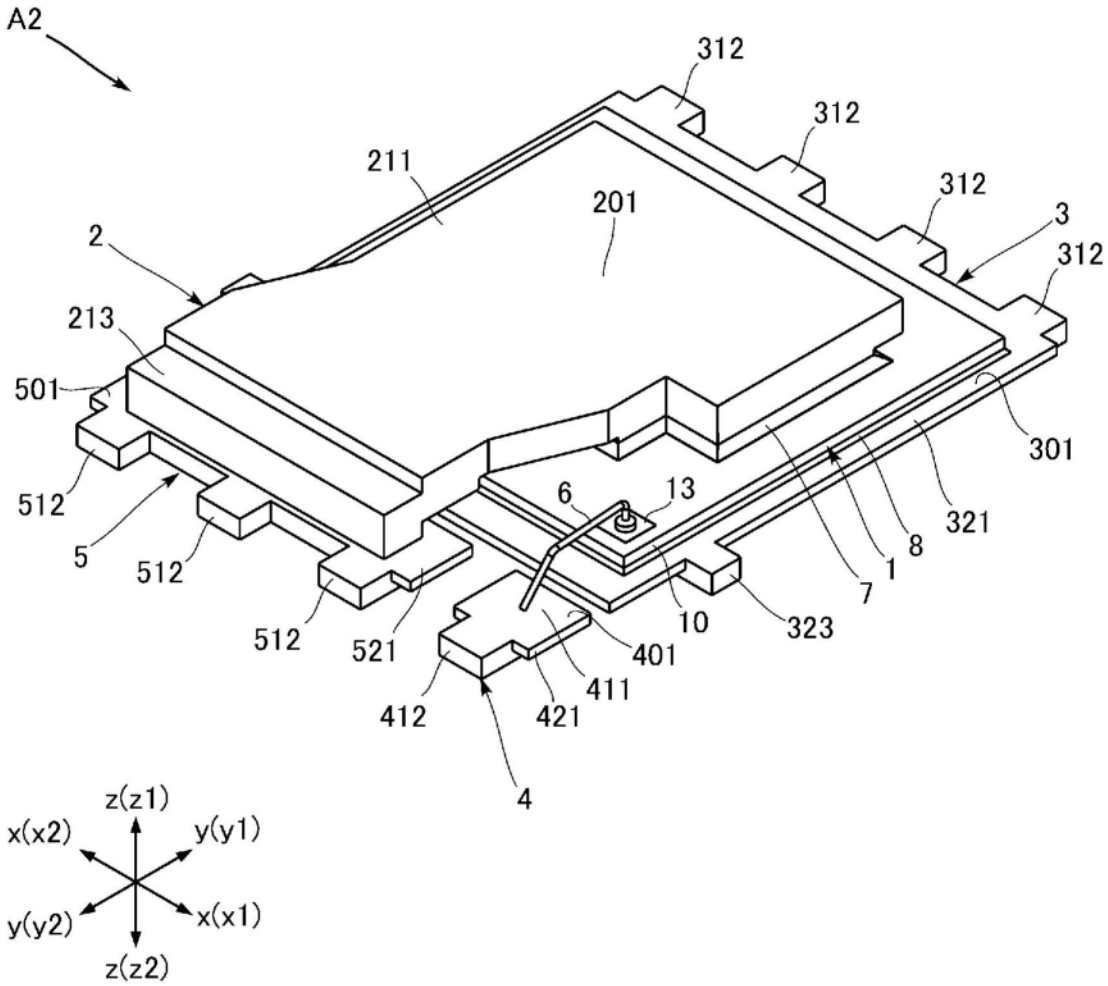

A2
312
312
312
312
211
201
2
3
213
501
301
512
6
13
5
512
8
321
1
7
512
521
10
323
401
411
412
421
4
z(z1)
x(x2)
y(y1)
y(y2)
x(x1)
z(z2)

图17

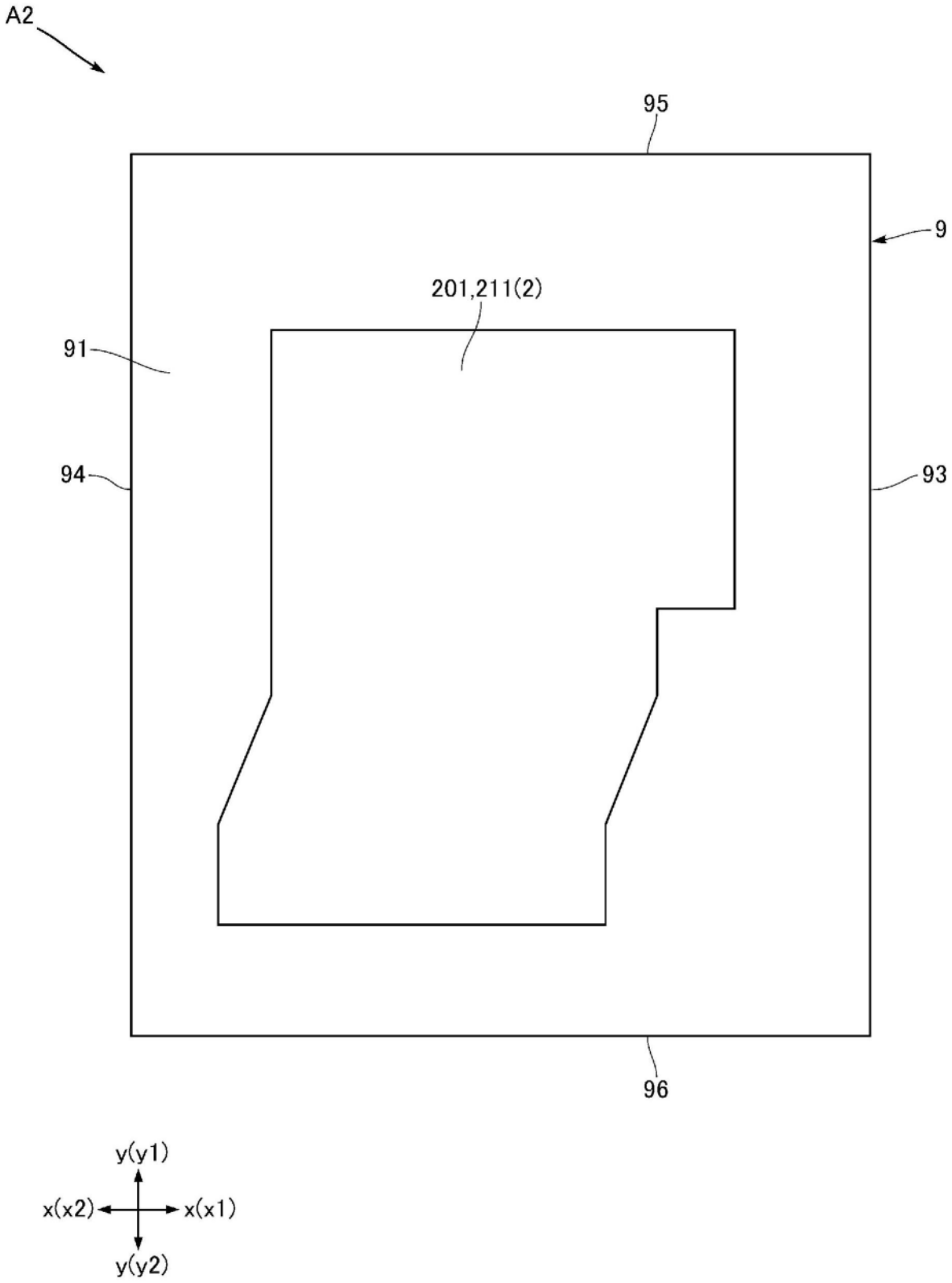


图18

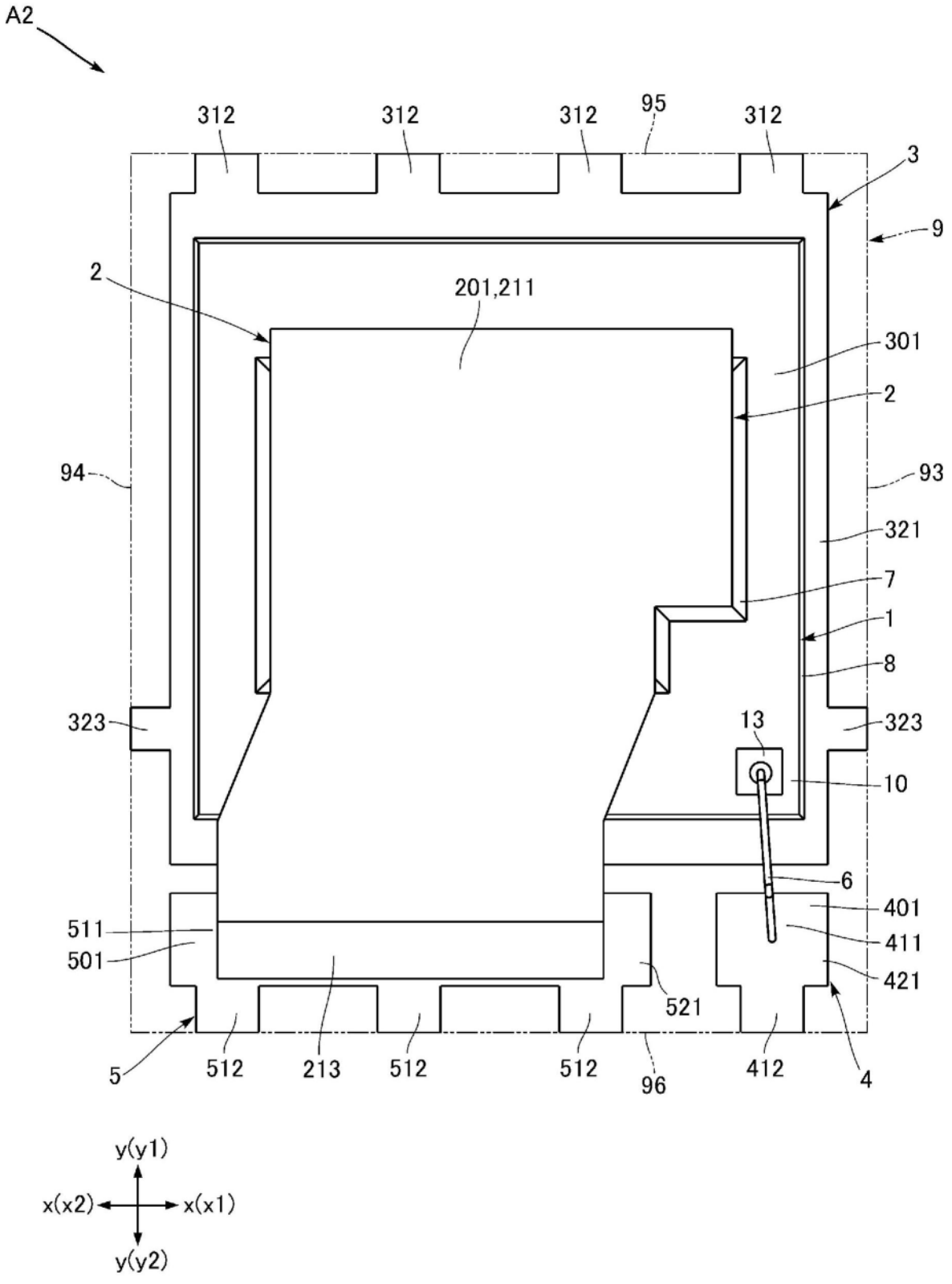

A2
312
312
312
95
312
3
9
2
201,211
301
2
94
93
321
7
1
8
323
13
323
10
6
401
411
421
511
501
521
5
512
213
512
512
96
412
4
y(y1)
x(x2)
x(x1)
y(y2)

图19

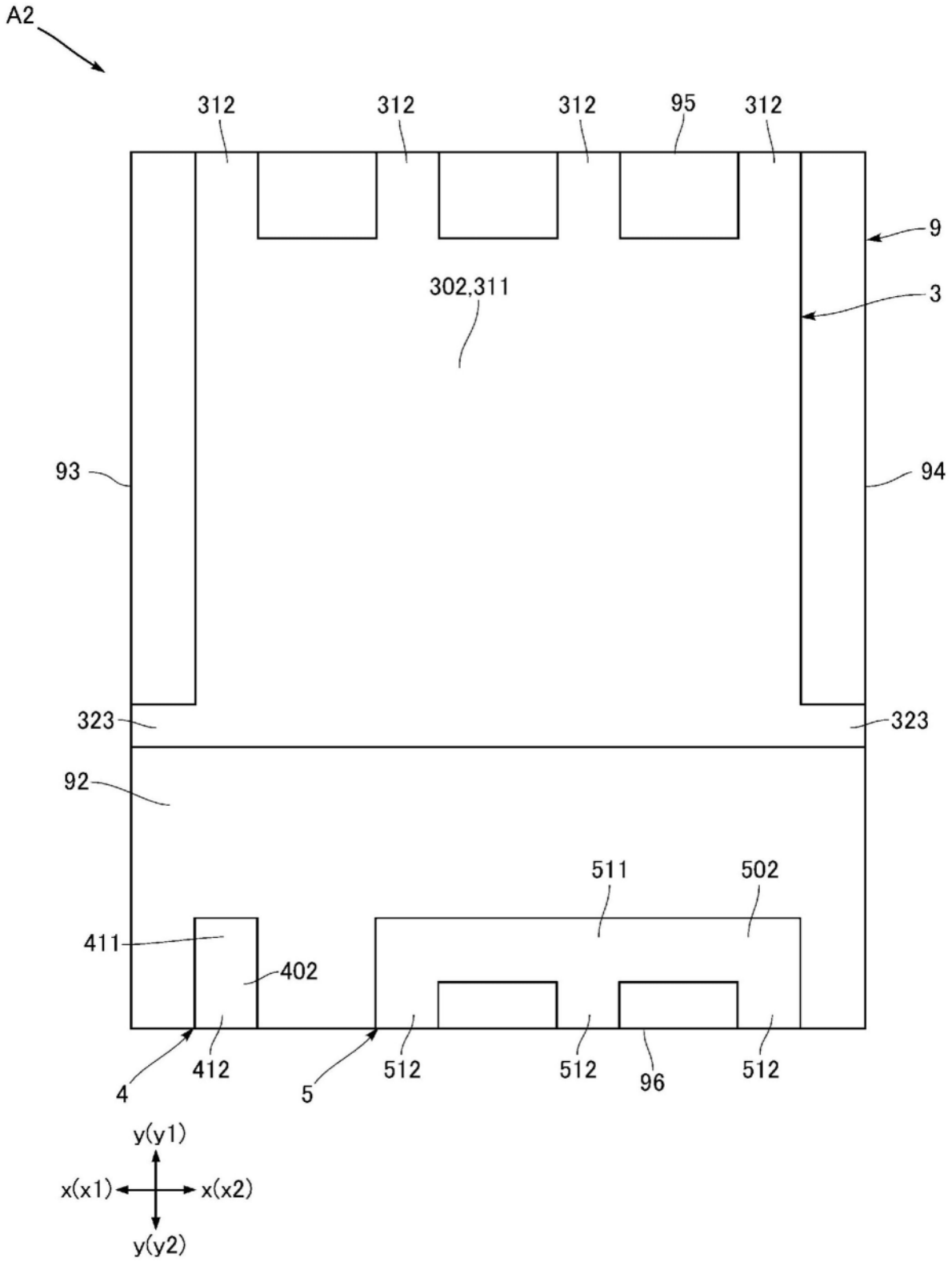

A2
312
312
312
95
312
9
302,311
3
93
94
323
323
92
511
502
411
402
4
412
5
512
512
96
512
y(y1)
x(x1)
x(x2)
y(y2)

图20

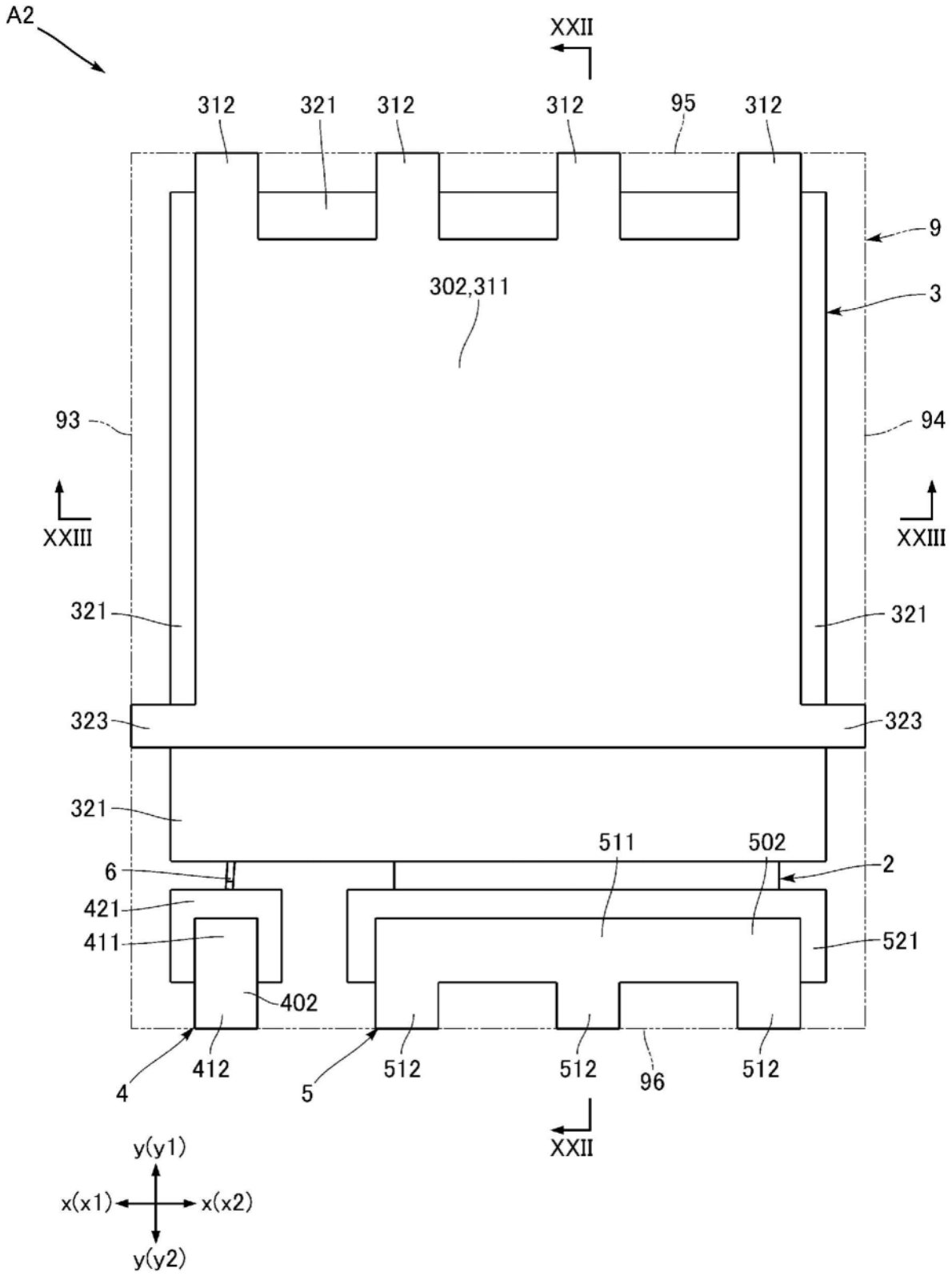

A2
XXII
312
321
312
312
95
312
9
302,311
3
93
94
XXIII
XXIII
321
321
323
323
321
511
502
6
2
421
411
521
402
4
412
5
512
512
96
512
XXII
y(y1)
x(x1)
x(x2)
y(y2)

图21

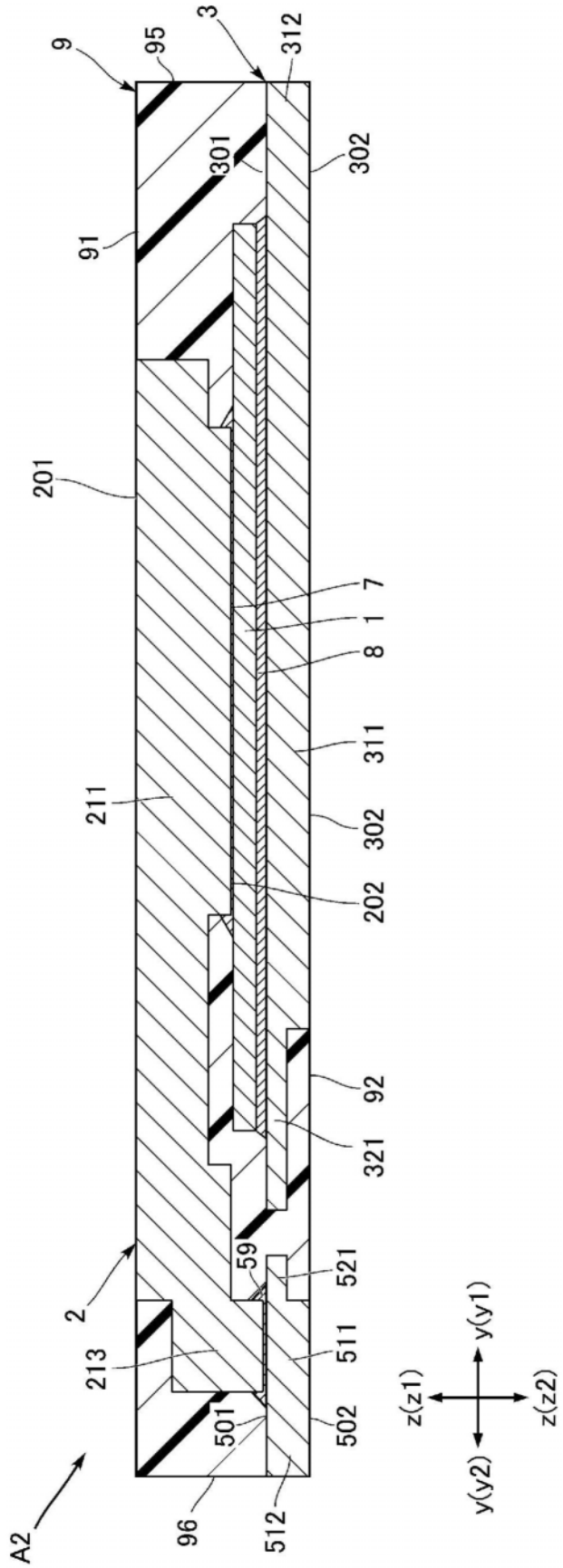

9
95
3
312
301
302
91
201
7
1
8
311
211
302
202
92
321
59
521
2
213
511
501
502
96
512
A2
y(y1)
z(z1)
z(z2)
y(y2)

图22

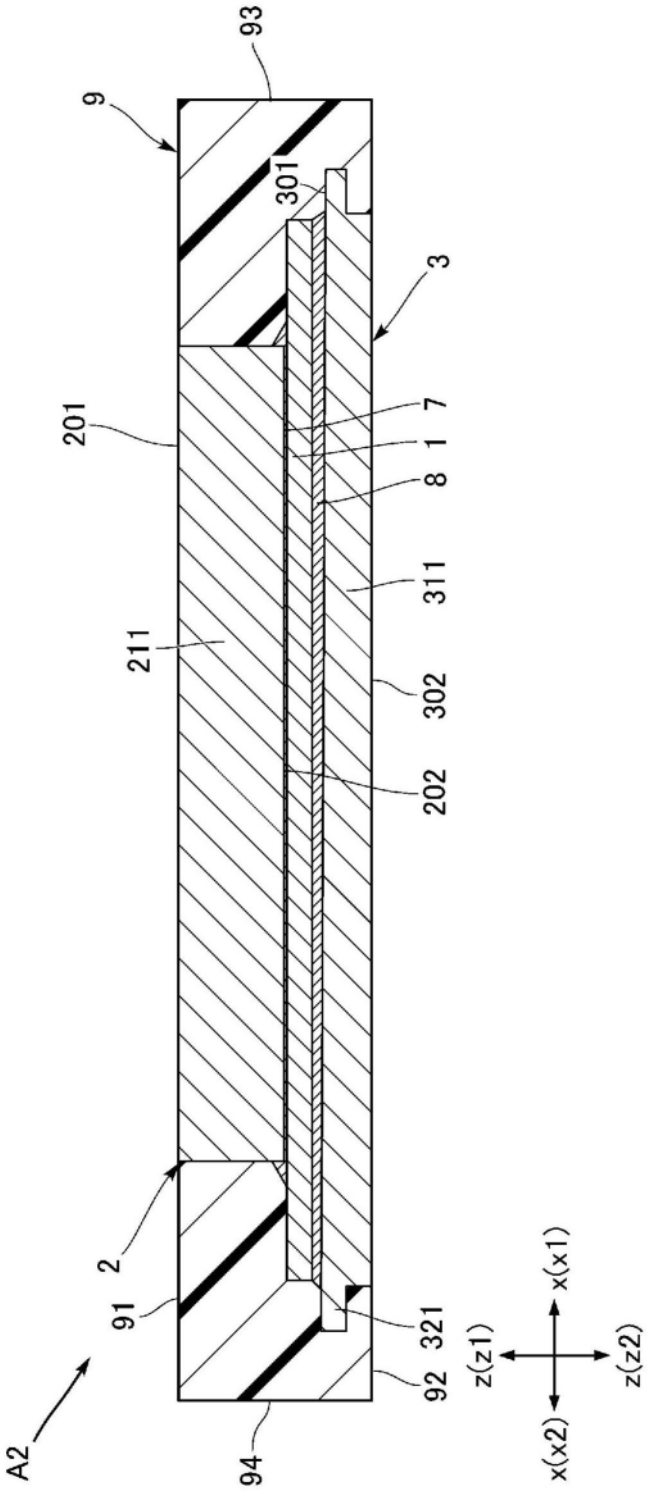


图23

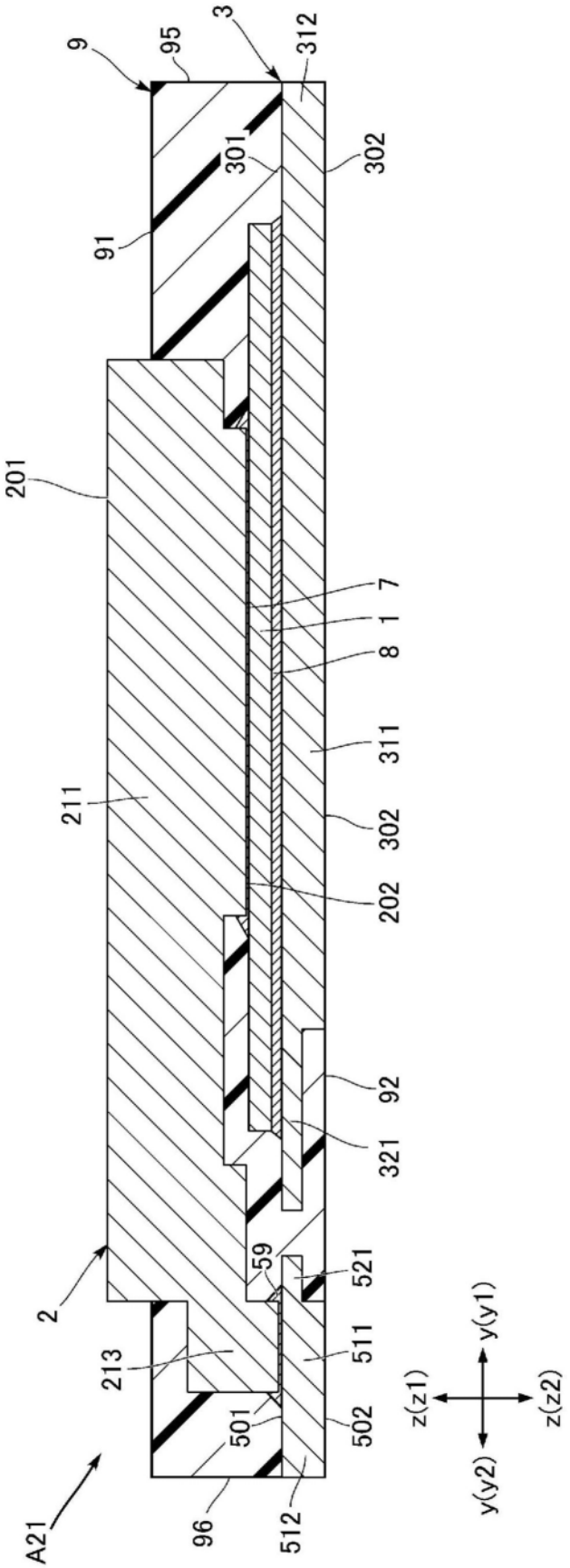

9
95
3
312
301
302
91
201
7
1
8
311
211
302
202
92
321
59
521
2
213
511
501
502
A21
96
512
y(y1)
z(z1)
z(z2)
y(y2)

图24

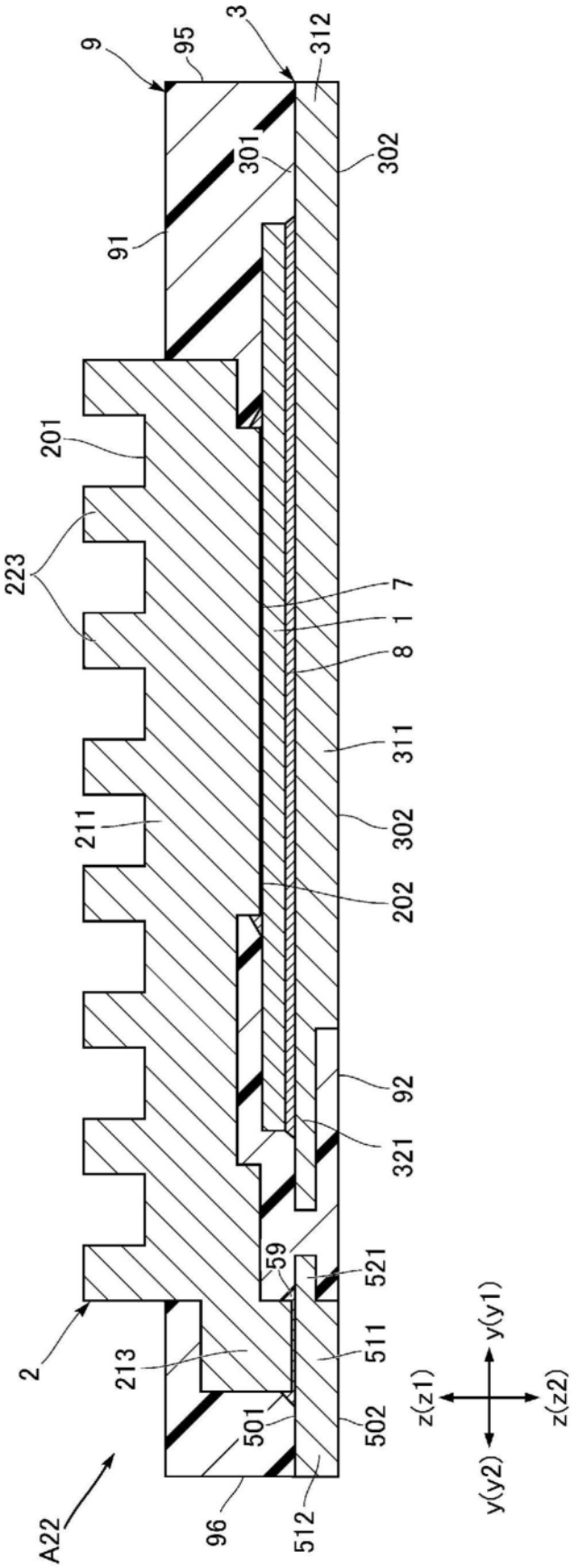

9
95
3
312
301
302
91
201
223
7
1
8
311
211
302
202
92
321
59
521
511
213
2
501
502
A22
96
512
y(y1)
z(z1)
z(z2)
y(y2)

图25