



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104285294 B

(45)授权公告日 2016.11.09

(21)申请号 201380024660.7

(72)发明人 南尾匡纪

(22)申请日 2013.04.26

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104285294 A

代理人 齐秀凤

(43)申请公布日 2015.01.14

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

H01L 25/07(2006.01)

2012-116187 2012.05.22 JP

H01L 23/40(2006.01)

H01L 25/18(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.11.11

(56)对比文件

JP 2003243609 A, 2003.08.29,

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/002866 2013.04.26

CN 1353865 A, 2002.06.12,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/175714 JA 2013.11.28

CN 102780323 A, 2012.11.14,

JP H0945851 A, 1997.02.14,

(73)专利权人 松下知识产权经营株式会社
地址 日本国大阪府

审查员 黄广龙

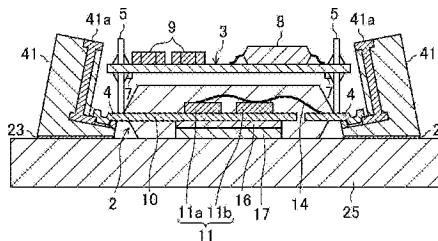
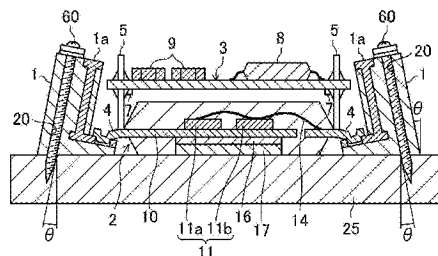
权利要求书2页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

半导体装置及该半导体装置的制造方法

(57)摘要

本发明的半导体装置具备块模块(2)、控制基板(3)、外包装体(1)以及第二散热板(25),块模块(2)的内部具有功率半导体元件(11)和第一散热板(17),从块模块(2)引出了主电路端子(4)和控制端子(5),控制基板(3)与所述控制端子(5)连接,外包装体(1)收纳块模块(2)及控制基板(3),在第二散热板(25)上通过连接螺钉(60)固定有外包装体(1)。连接螺钉(60)以相对于第二散热板(25)的表面法线倾斜了倾斜角 θ 的方式斜着插入。



1. 一种半导体装置,其特征在于:

该半导体装置具备块模块、控制基板、外包装体以及第二散热板,所述块模块的内部具有功率半导体元件和第一散热板,从该块模块引出了主电路端子和控制端子,所述控制基板与所述控制端子相连接,所述外包装体收纳所述块模块及所述控制基板,在所述第二散热板上通过连接螺钉固定有所述外包装体,

所述连接螺钉以相对于所述第二散热板的表面法线倾斜了倾斜角 θ 的方式斜着插入,

所述连接螺钉以该连接螺钉的轴心处的一端位于比所述第二散热板侧的另一端更靠内侧的位置的方式倾斜了所述倾斜角 θ 。

2. 根据权利要求1所述的半导体装置,其特征在于:

所述外包装体与所述第二散热板通过所述连接螺钉紧密接合在一起,所述第一散热板与所述第二散热板相互接触。

3. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于:

俯视时的所述外包装体的形状为四边形,

所述外包装体中,由所述连接螺钉进行固定的位置是所述外包装体的四个边中的相对置的两个边。

4. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于:

所述外包装体是在该外包装体的侧面相对于所述第二散热板的表面法线倾斜了倾斜角 θ 的状态下被固定住。

5. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于:

在未固定到所述第二散热板上的状态下的所述外包装体的底面上,形成有倾斜角为 θ 的倾斜面,

在所述外包装体未固定到所述第二散热板上的状态下,将所述外包装体上的所述底面的相对置的内侧端部之间连结起来的虚拟线设在通过所述块模块内的所述第一散热板的内部的位置。

6. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于:

所述倾斜角 θ 在 3° 以上且 10° 以下。

7. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于:

所述外包装体通过所述连接螺钉固定在所述第二散热板上,所述连接螺钉穿过形成在所述外包装体上的通孔。

8. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于:

所述外包装体通过所述连接螺钉固定在所述第二散热板上,所述连接螺钉穿过形成在所述主电路端子上的通孔以及形成在所述外包装体上的连接端子上的通孔。

9. 一种半导体装置,其特征在于:

该半导体装置具备块模块、控制基板、外包装体以及第二散热板,所述块模块的内部具有功率半导体元件和第一散热板,从该块模块引出了主电路端子和控制端子,所述控制基板与所述控制端子相连接,所述外包装体收纳所述块模块及所述控制基板,在所述第二散热板上固定有所述外包装体,

在将所述第一散热板与所述第二散热板平行地布置时的所述外包装体的底面在所述外包装体未固定在所述第二散热板上的状态下相对于所述第二散热板的表面倾斜了倾斜

角 θ ,

在将所述第一散热板与所述第二散热板平行地布置时的所述外包装体的所述底面在所述外包装体已固定在所述第二散热板上的状态下与所述第二散热板的表面平行,

在所述外包装体中设有在上下方向上贯通该外包装体的螺钉固定通孔,所述螺钉固定通孔相对于所述外包装体上的所述底面的法线向内侧倾斜了所述倾斜角 θ 。

10. 一种半导体装置的制造方法,其特征在于:

准备块模块、控制基板以及外包装体,该块模块的内部具有功率半导体元件和第一散热板,从该块模块引出了主电路端子和控制端子,该控制基板与所述控制端子相连接,该外包装体收纳所述块模块及所述控制基板,并且具有与所述主电路端子接合在一起的连接端子,

利用以相对于所述第二散热板的表面法线倾斜了倾斜角 θ 的方式插入的连接螺钉将底面倾斜了倾斜角 θ 的所述外包装体固定到第二散热板上,

所述连接螺钉以该连接螺钉的轴心处的一端位于比所述第二散热板侧的另一端更靠内侧的位置的方式倾斜了所述倾斜角 θ 。

11. 根据权利要求10所述的半导体装置的制造方法,其特征在于:

俯视时的所述外包装体的形状为四边形,

所述连接螺钉将所述外包装体的四个边中的相对置的两个边固定。

12. 根据权利要求10或11所述的半导体装置的制造方法,其特征在于:

在所述外包装体固定到所述第二散热板之前的状态下,将所述外包装体上的所述底面的相对置的内侧端部之间连结起来的虚拟线设在通过所述块模块的所述第一散热板的内部的位置。

13. 根据权利要求10或11所述的半导体装置的制造方法,其特征在于:

所述倾斜角 θ 在 3° 以上且 10° 以下。

14. 根据权利要求10或11所述的半导体装置的制造方法,其特征在于:

利用所述连接螺钉将所述外包装体固定在所述第二散热板上,所述连接螺钉穿过形成在所述主电路端子上的通孔以及形成在所述外包装体上的连接端子上的通孔。

半导体装置及该半导体装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体装置及该半导体装置的制造方法。

背景技术

[0002] 作为半导体装置的一个例子,可以举出开关元件等功率器件。在例如光伏发电系统的功率调节器、或电动机的旋转控制中使用功率器件。将多个功率器件收纳到一个块模块(block module)中而模块化后的制品称为功率模块。

[0003] 在例如专利文献1中公开了与功率模块相关的现有技术。在图11中示出专利文献1所公开的半导体装置的简要截面构造。

[0004] 如图11所示,在专利文献1所涉及的半导体装置中,在与金属端子101一起被嵌件成型的外包装壳体102的下表面上以黏合材料104固定有主要材料为Cu(铜)的金属片103。具有布线图案的绝缘性基板105利用焊料106接合在金属片103的上方。由绝缘栅双极型晶体管 and 续流二极管(free wheel diode)等构成的多个功率半导体元件107利用焊料(未在图中示出)接合在绝缘性基板105的上方。外包装壳体102的中继端子108与形成在各功率半导体元件107表面的电极(未在图中示出)利用Al(铝)金属线109连接在一起。在功率半导体元件107的正上方布置有控制基板112,在该控制基板112上安装有:用来控制该功率半导体元件107的控制元件110;电容和电阻等无源元件111。通过在控制基板112中插入中继端子108,从而功率半导体元件107与控制元件110电连接在一起。为了避免受到外部环境的影响,利用硅凝胶113等树脂材料将这些功率半导体元件107的周围空间(外包装壳体102内的、在金属片103与控制基板112之间的空间)封装起来。

[0005] 在专利文献2中,记载了下述结构,即:使封装体的底板从封装体主体朝周围延伸,利用螺钉将该延伸部分固定在底座上。

[0006] 专利文献1:日本公开专利公报特开2003-243609号公报

[0007] 专利文献2:日本公开专利公报特开平04-233752号公报

发明内容

[0008] -发明要解决的技术问题-

[0009] 但是,在专利文献1所记载的半导体装置中,若从该半导体装置的下表面进行的散热不够充分,就有可能发生下述情况,即:热经由硅凝胶113传导到控制基板112,控制基板112和控制元件110的可靠性降低。这是由于下述原因所引起的,即:虽然一般的功率半导体元件107即使发热至150℃,在可靠性上也不会有问题,但是控制基板112和控制元件110的耐热性有时候会低于功率半导体元件107。

[0010] 而且,在专利文献1所记载的半导体装置中,若在金属片103发生翘曲的情况下将半导体装置安装到散热片上,有可能半导体装置与散热片之间的紧密接合性降低,从而某些部位的散热性降低。

[0011] 本发明是鉴于上述问题而完成的,其目的在于实现一种半导体装置及其制造方

法,该半导体装置能够抑制过量的热从功率半导体元件传导至控制基板,并且与散热片等之间的紧密接合性高。

[0012] -用以解决技术问题的技术方案-

[0013] 为达成上述目的,本发明所涉及的半导体装置的特征在于:该半导体装置具备块模块、控制基板、外包装体以及第二散热板,块模块的内部具有功率半导体元件和第一散热板,从块模块引出了主电路端子和控制端子,控制基板与控制端子相连接,外包装体收纳块模块及控制基板,在第二散热板上通过连接螺钉固定有外包装体,连接螺钉以相对于第二散热板的表面法线倾斜了倾斜角 θ 的方式斜着插入。

[0014] 此外,为达成上述目的,本发明所涉及的半导体装置的特征在于:该半导体装置具备块模块、控制基板、外包装体以及第二散热板,块模块的内部具有功率半导体元件和第一散热板,从块模块引出了主电路端子和控制端子,控制基板与控制端子相连接,外包装体收纳块模块及控制基板,在第二散热板上固定有外包装体,在将第一散热板与第二散热板平行地布置时的外包装体的一个面在外包装体未固定在第二散热板上的状态下相对于第二散热板的表面倾斜了倾斜角 θ ,在将第一散热板与第二散热板平行地布置时的外包装体的所述一个面在外包装体已固定在第二散热板上的状态下与第二散热板的表面平行。

[0015] 此外,为达成上述目的,本发明所涉及的半导体装置的制造方法的特征在于:准备块模块、控制基板以及外包装体,块模块的内部具有功率半导体元件和第一散热板,从块模块引出了主电路端子和控制端子,控制基板与控制端子相连接,外包装体收纳块模块及控制基板,并且具有与主电路端子接合在一起的连接端子,利用以相对于第二散热板的表面法线倾斜了倾斜角 θ 的方式插入的连接螺钉将一个面倾斜了倾斜角 θ 的外包装体固定到第二散热板上。

[0016] -发明的效果-

[0017] 根据本发明,能够实现一种半导体装置及其制造方法,该半导体装置能够抑制过量的热从功率半导体元件传导至控制基板,并且与散热片等之间的紧密接合性高。

附图说明

[0018] 图1是简要剖视图,其示出安装到第二散热板之前的、第一实施方式所涉及的半导体装置的主要部分。

[0019] 图2是示出第一实施方式所涉及的块模块的内部的简要俯视图。

[0020] 图3是沿着图2的III-III线的简要剖视图。

[0021] 图4是示出第一实施方式所涉及的块模块的电路图。

[0022] 图5(a)~图5(d)是简要剖视图,其按照工序顺序示出第一实施方式所涉及的半导体装置的制造方法所获得的半导体装置的主要部分。

[0023] 图6(a)~图6(c)是简要剖视图,其按照工序顺序示出第一实施方式所涉及的半导体装置的制造方法的主要部分。

[0024] 图7(a)是简要剖视图,其示出第一实施方式所涉及的半导体装置安装到第二散热板后的状态。图7(b)是简要剖视图,其示出第一实施方式的一变形例所涉及的半导体装置安装到第二散热板后的状态。

[0025] 图8是简要剖视图,其示出安装到第二散热板之前的、第二实施方式所涉及的半导

体装置的主要部分。

[0026] 图9(a)~图9(c)是简要剖视图,其按照工序顺序示出第二实施方式所涉及的半导体装置的制造方法的主要部分。

[0027] 图10是简要剖视图,其示出第二实施方式所涉及的半导体装置安装到第二散热板后的状态。

[0028] 图11是示出现有的半导体装置的简要剖视图。

具体实施方式

[0029] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。需要说明的是,在以下的说明中,虽然对作为开关元件使用了绝缘栅双极型晶体管的半导体装置进行说明,但本发明的元件不局限于绝缘栅双极型晶体管。在下面的说明中,对同一结构标记同一符号,适当地省略了说明。在各附图中,根据需要示出了X轴、Y轴以及Z轴。

[0030] (第一实施方式)

[0031] 图1示出了本发明的第一实施方式所涉及的半导体装置的简要截面构造。

[0032] 如图1所示,第一实施方式所涉及的半导体装置由外包装壳体1、安装在该外包装壳体1内的块模块2、以及布置在该块模块2的正上方的控制基板3构成。需要说明的是,在图1中示出了安装了一个块模块2的情况,但本实施方式所涉及的半导体装置也可以将多个块模块2安装到外包装壳体1内。从块模块2引出了多个主电路端子4和多个控制端子5。外包装壳体1是外包装体的一个例子。

[0033] 外包装壳体1的底面设有倾斜角 θ ,该倾斜角 θ 是以该外包装壳体1的底面的外侧端部(外包装壳体1的下端部)为基点,朝着外包装壳体1的底面的内侧端部向上方(+Z轴方向)倾斜的角度。也就是说,在外包装壳体1的底面设有从外包装壳体1的外侧(外周一侧)朝着外包装壳体1的内侧(块模块2一侧)向上方倾斜的倾斜角 θ 。外包装壳体1的底面是外包装壳体1的一面的一个例子。

[0034] 本实施方式的特征在于:内部安装有块模块2的外包装壳体1的底面具有如上所述的倾斜角 θ 。在此,外包装壳体1的底面是指:在外包装壳体1中,布置了块模块2的那一侧,而且是构成该块模块2的第一散热板17外露的那一侧的面。

[0035] 在本实施方式中,在外包装壳体1的底面是由四个边构成的中空四边形的情况下,构成外包装壳体1的底面的四个边中相对置的两个边的底面形成有至少倾斜角 θ 。在外包装壳体1的底面的相对置的两个边设置至少倾斜角 θ ,是为了在将外包装壳体1安装到后述第二散热板25时,通过使外包装壳体1朝内侧倾斜来提高块模块2与第二散热板25之间的紧密接合性。

[0036] 而且,在本实施方式中,将此时的外包装壳体1底面的倾斜角 θ 设定为:相对于外包装壳体1的底面的内侧端部的高度,块模块2(第一散热板17)的底面的高度较低。换句话说,设定为:块模块2的下部沿着-Z轴方向从虚拟线A突出,该虚拟线A是将外包装壳体1底面的相对置的内侧端部之间连结的线。也就是说,在外包装壳体1未固定在后述第二散热板25上的状态下,该虚拟线A通过块模块2(第一散热板17)的内部。

[0037] 在此,如果假设块模块2从虚拟线A突出的量(=高度差)为D,那么突出量D为正值。需要说明的是,该突出量D优选设定为不超过虚拟线B,该虚拟线B是将外包装壳体1的底面

的外侧端部(外包装壳体1的下端部)之间连结的线。若将突出量D设定为不超过虚拟线B,则运送如图1所示的状态的半导体装置等时,能够借助外包装壳体1的下端部来保护块模块2的下部。

[0038] 主电路端子4沿着横向、也就是说引线架10的主面的面内方向(in-plane direction)(±X轴方向)延伸,并且与外包装壳体端子1a连接在一起。在本实施方式中,为了使作业容易进行,通过敛缝接合(caulking)将主电路端子4与外包装壳体端子1a电气接合在一起。例如能够通过插入敛缝夹具来进行敛缝接合。其它的将主电路端子4和外包装壳体端子1a电连接起来的方法例如有:焊料接合或螺钉固定接合。

[0039] 控制端子5相对于主电路端子4沿着垂直方向(+Z轴向)被引出,并且与控制基板3连接在一起。控制端子5插入形成在控制基板3上的贯通孔(未在图中示出)内,通过软钎焊而与控制基板3电气接合,从而与控制基板3连接在一起。控制端子5形成成为在与该控制端子5的长轴方向垂直的方向上的截面积小于主电路端子4的截面积。各控制端子5的位于控制基板3的下侧处分别形成有突起部7,利用该突起部7支承控制基板3。

[0040] 在控制基板3上安装有例如:控制元件8;电阻和电容等无源元件9。

[0041] 在块模块2的内部布置有引线架10,在引线架10上方安装有功率半导体元件11。功率半导体元件11通过Al(铝)线14与引线架10的端子接合在一起。在引线架10的下表面上,隔着绝缘层16布置有第一散热板17。块模块2构成为:除了引出到外部的主电路端子4以及控制端子5的一部分以外,由树脂材料15封装起来。也就是说,块模块2内置有:引线架10的一部分;多个功率半导体元件11;绝缘层16;以及第一散热板17的一部分。

[0042] 外包装壳体1上形成有多个第一通孔20。在本实施方式中,如后所述,利用螺钉穿过该第一通孔20来将外包装壳体1固定保持在后述第二散热板25上,使第一散热板17与第二散热板25紧密接合。第一通孔20是用于以螺钉将外包装壳体1固定的螺钉固定通孔的一个例子。

[0043] 图2示意地示出了本实施方式所涉及的块模块2的内部的平面结构。图3示出沿着图2的III-III线的简要截面结构。图4示出本实施方式所涉及的块模块2的回路结构的一个例子。需要说明的是,块模块2的内部结构以及回路结构不局限于在本实施方式中所说明的结构。

[0044] 如图2所示,在引线架10上方安装有多个功率半导体元件11,引线架10由树脂材料15封装。功率半导体元件11例如是绝缘栅双极型晶体管11a和二极管11b。这些绝缘栅双极型晶体管11a和二极管11b并列地安装在引线架10的上方。各功率半导体元件11由接合材料(未在图中示出)接合在引线架10上。从散热性的角度出发,优选使用例如Sn-Ag-Cu系焊料或烧结性Ag浆等导热性良好的金属类材料作为接合材料。能够使用例如直径为150μm左右的线状Al(铝)作为Al线14。需要说明的是,Al线14不一定要呈线状,也可以使用箔状的Al(铝)带作为Al线14。能够使用例如传递成型(transfer molding)用的热固性环氧树脂作为树脂材料15。

[0045] 如图3所示,在引线架10的下表面上,隔着绝缘层16布置有第一散热板17。从功率半导体元件11产生的热通过第一散热板17向外部散发。

[0046] 在包含功率半导体元件11的电路中,会发生最大时超过数百V到1000V的电压。为此,从安全性的角度出发,有必要使第一散热板17与引线架10电气绝缘。在本实施方式中,

在第一散热板17与引线架10之间设置绝缘层16。优选使用同时满足散热性和绝缘性的树脂材料作为绝缘层16。例如,为了提高树脂材料的散热性,绝缘层16中能够添加氧化铝或氮化硼等具有高温传导性的添加物。

[0047] 如图4所示,本实施方式所涉及的半导体装置具有例如两个功率半导体元件11串联连接而成的结构,该半导体装置是具有正极端子、负极端子以及AC端子的单相分的逆变器。在引线架10上方安装有两个功率半导体元件11,一个功率半导体元件11成为正极侧电路,另一个成为负极侧电路。在半导体装置中设有用于切换各电路的开状态和关状态的栅极。例如能够通过组合三个具有上述电路结构的块模块2来形成三相交流电用逆变电路。通过形成三相交流电用逆变电路,能够构成对电动机的旋转进行控制的电路。

[0048] 接着,使用图5(a)~图5(d)以及图6(a)~图6(c)来说明本实施方式所涉及的半导体装置的制造方法。

[0049] 首先,如图5(a)所示,在准备好的引线架10上方安装功率半导体元件11。在本实施方式中,如上所述,在引线架10上安装绝缘栅双极型晶体管11a和二极管11b作为两个为一组的功率半导体元件11。从散热性的角度出发,优选使用导热系数高的Cu(铜)作为引线架10的材质。优选使用导热性良好的材料作为将功率半导体元件11接合到引线架10上的材料。

[0050] 接着,如图5(b)所示,利用A1线14将功率半导体元件11的表面电极与引线架10电气接合在一起。在此,将绝缘栅双极型晶体管11a与二极管11b反向并联地连接在一起,并将A1线14连接到引线架10上。若使用超声波接合来接合A1线14,则能够在常温下进行接合,并且不需要使用接合材料,因此优选使用超声波接合来接合A1线14。

[0051] 接着,如图5(c)所示,在引线架10的下表面上,隔着绝缘层16黏合第一散热板17。具有黏合层的绝缘层16是预先在与第一散热板17黏合在一起的状态下加工为希望的形状后,再与引线架10黏合在一起。需要说明的是,在使用热固性树脂材料作为绝缘层16的情况下,由于有第一散热板17和引线架10这两种被黏合体与本实施方式中的绝缘层16相黏合,因此有必要调整温度等条件来避免在最初的黏合工序中树脂材料完全固化而丧失黏合性。

[0052] 接着,如图5(d)所示,利用树脂材料15进行封装,将引线架10的包含两个功率半导体元件11的区域包覆,从而制造成块模块2。可以举出的在该情况下的封装方法的一个例子为:进行将作为树脂材料15的热固性环氧树脂注入封装模具(未在图中示出)内这样的传递成型(transfer molding)。此时,优选设计为:第一散热板17的底面与封装模具接触,在封装后,第一散热板17的底面外露。这是因为如果封装时,树脂材料15向第一散热板17的底面流动而将第一散热板17的底面包覆住的话,从功率半导体元件11进行散热的散热路径就会受到阻碍,热阻会上升。

[0053] 接着,如图6(a)所示,切除引线架10的不必要的部分,之后,优选进行将多个控制端子5朝着分别与主电路端子4垂直的方向弯折的加工。通过进行这样的加工,首先能够形成块模块2。此时,在各控制端子5上预先形成突起部7。

[0054] 接着,如图6(b)所示,将形成的块模块2安装到外包装壳体1上。在外包装壳体1的底面上设有上述的倾斜角 θ 。本发明的特征在于:在外包装壳体1的底面上设有朝着该外包装壳体1的底面内侧向上方倾斜的倾斜角 θ 。在外包装壳体1的底面设置倾斜角 θ 的效果后述。

[0055] 在外包装壳体1中能够沿着横向(图1的Y轴方向)安装多个块模块2,安装的数量取决于半导体装置的电路结构。为此,在外包装壳体1中,有必要在与块模块2的主电路端子4相对应的位置分别预先形成外包装壳体端子1a。如上所述,能够使用焊料接合、螺钉固定接合、敛缝接合或超声波接合等来接合主电路端子4与外包装壳体端子1a。在此,若因为使用焊料接合等方式而使用接合材料,有可能因为热膨胀系数之差而导致接合材料破裂。此外,若进行螺钉固定等机械式的连结,有时会因为接触电阻提高而在大电流流过时发生电阻值的问题。为此,优选选择例如敛缝接合或超声波接合等能够直接将端子间接合在一起的方法来进行端子间的接合。在本实施方式中,选择敛缝接合方式,利用敛缝工具在主电路端子4以及外包装壳体端子1a上形成敛缝接合部21,从而将两者接合在一起。

[0056] 接着,如图6(c)所示,将块模块2的控制端子5插入控制基板3的贯通孔内,使控制基板3与块模块2之间电气接合。在此,由于控制基板3被控制端子5的突起部7支承着,因此能在限制了控制基板3与块模块2之间的相对位置的状态下固定控制基板3。由于本实施方式所涉及的半导体装置具有如上述那样对位置进行限制的构造,因此能够抑制热从功率半导体元件11向控制基板3传导,即使功率半导体元件11成为高温状态,也能够防止控制基板3和控制元件8的劣化、破坏。此外,若使各控制端子5的前端部呈前端变细的锥状,则各控制端子5能够容易地插入控制基板3的贯通孔内。

[0057] 需要说明的是,也可以在控制基板3的外周部形成通孔或缺口,经由该通孔或缺口插入敛缝夹具来形成敛缝接合部21。在控制基板3上设置通孔或缺口的情况下,有可能因为外包装壳体1在倾斜的状态下固定到第二散热板25上而导致控制基板3被夹往外包装壳体1内而弯曲。为此,特别是在谋求半导体装置的小型化的情况下,优选不设置通孔或缺口,并且使控制基板3小型化来使控制基板3布置在比敛缝位置更靠内侧的位置上。

[0058] 本实施方式所涉及的半导体装置通过以上工序制造而成。

[0059] 接着,作为按上述方式制造而成的半导体装置,参照图7(a)对在固定于第二散热板25的状态下的半导体装置进行说明。

[0060] 如图7(a)所示,本实施方式所涉及的半导体装置,在外包装壳体1的相对置的两个边的底面上设有倾斜角 θ 。为此,当利用多个连接螺钉60将外包装壳体1固定到第二散热板25上方时,外包装壳体1以相对置的侧面朝着内侧倾斜了倾斜角 θ 的状态下被固定着。如上所述,设有倾斜角 θ 的外包装壳体1在被固定时朝着内侧倾斜,由此,能够使块模块2的第一散热板17与第二散热板25相互紧密接合。此时,由于形成在外包装壳体1上的第一通孔20设置为与外包装壳体1的侧面平行,因此,各连接螺钉60以相对于第二散热板25的上表面法线倾斜了倾斜角 θ 的方式斜着插入。需要说明的是,由于在外包装壳体1的底面上设有倾斜角 θ ,因此在图1所示的、在固定到第二散热板25之前的状态下的外包装壳体1的侧面与块模块2的底面之间呈垂直状。相对于此,如图7(a)所示,在固定到第二散热板25上的状态下的外包装壳体1的侧面相对于块模块2的底面、也就是说第二散热板25的上表面倾斜了倾斜角 θ 。

[0061] 在本实施方式中,除了设置在外包装壳体1底面的倾斜以外,还能够利用来自于引线架10的弹簧弹力来使块模块2与第二散热板25更可靠地紧密接合。块模块2与第二散热板25紧密接合,由此,能够提高块模块2经由第一散热板17进行散热的散热性。在本实施方式中,紧密接合是示出接触状态的一个例子的状态。

[0062] 如上所述,由于本实施方式所涉及的半导体装置不需要像现有技术那样的用于覆

盖半导体装置的底面整体的金属片,因此不会有因为金属片翘曲而导致油脂(grease)的厚度不均匀的情况发生。此外,在本实施方式所涉及的半导体装置中,通过将第一散热板17布置在块模块2的下部,从而还能够抑制块模块2本身的翘曲量,因此能够抑制热阻的上升以及热阻的不均匀。

[0063] 在此,优选在图1中所示的、设置在外包装壳体1下表面的倾斜角 θ 为:在X平面上朝着块模块2的中央部倾斜 0.1° 以上且 10° 以下($0.1^\circ \leq \theta \leq 10^\circ$)的角度。该范围是为了如图7(a)所示那样利用连接螺钉60穿过第一通孔20来进行固定,从而使引线架10产生适当的弹簧弹力的倾斜角的范围。具体而言,如果倾斜角 θ 未达到 0.1° ,就完全无法在图7(a)所示的状态下将块模块2按压到第二散热板25上,因此,优选倾斜角 θ 在 0.1° 以上。如果倾斜角 θ 在 10° 以上,则在图7(a)所示的状态下施加到引线架10上的力变大,引线架10可能会断裂,主电路端子4与外包装壳体端子1a之间的接合可能会松开,因此优选倾斜角 θ 在 10° 以下。为了可靠地将块模块2按压到第二散热板25上,更优选外包装壳体1底面的倾斜角 θ 在 3° 以上。也就是说,更优选外包装壳体1的倾斜角 θ 是朝着块模块2的中央部倾斜 3° 以上且 10° 以下($3^\circ \leq \theta \leq 10^\circ$)的角度。此外,优选在图6(b)所示的状态中,外包装壳体1底面的最内周部和比该最内周部还低的块模块2的底面之间的高度差D在0.05mm以上。

[0064] 需要说明的是,为了将半导体装置固定在第二散热板25上,能够例如上述那样利用连接螺钉60穿过形成在外包装壳体1上的第一通孔20来进行固定。第二散热板25例如为Al(铝)散热片。

[0065] 以下,对本实施方式所涉及的半导体装置的结构所带来的进一步的效果进行说明。

[0066] 本实施方式所涉及的半导体装置,通过使用块模块,能够在进行使用模具的传递成型时,减少封装树脂材料的使用量。另外,通过使引线架10和绝缘层16组装在一起,能够以廉价的材料来取代昂贵的陶瓷基板。如上所述,本实施方式所涉及的半导体装置能够在结构上大幅度删减材料费。

[0067] 在本实施方式所涉及的半导体装置中,由于使从块模块2引出的控制端子5与在该控制端子5的正上方(Z轴方向)的控制基板3连接在一起,因此能够大幅度删减横向(X轴方向和Y轴方向)的布线长度。由此,能够降低半导体装置的电感,因此能够抑制浪涌电压所引起的半导体装置的电气破坏。

[0068] 需要说明的是,作为本实施方式所涉及的半导体装置的制造顺序的一变形例,也可以如图6(c)所示,在将块模块2安装到外包装壳体1之前,预先使块模块2的控制端子5与控制基板3接合在一起。

[0069] 在本实施方式所涉及的半导体装置中,由于功率半导体元件11被块模块2的树脂材料15封装起来,因此如图1所示,在块模块2与控制基板3之间存在空气层。利用图11进行了说明的现有技术的半导体装置中使用的硅凝胶113的导热系数至少在 $1\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上,而空气的导热系数则在 $0.02\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \sim 0.03\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 左右。为此,由于空气层的存在,比起现有的半导体装置,本实施方式所涉及的半导体装置能够大幅度地抑制热向控制基板3传导。

[0070] 在本实施方式所涉及的半导体装置中,由于功率半导体元件11与外包装壳体端子1a之间的接合是利用引线架10的一部分即主电路端子4来进行的,因此能够容易地借助引线架10的图案来增加接合面积(接合截面积)。而且,如果使用材质为Cu(铜)的引线架10,则

由于Cu的导热系数为 $398\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，相对于导热系数为 $237\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的Al，能够使容易导热的程度提高约1.7倍，在物理性质这一点来说也有助于热传导。为此，由于比起现有技术的半导体装置，在本实施方式所涉及的半导体装置中，经由电流路径进行的热传导显著提高，因此能够抑制向控制基板3传导的热。

[0071] 此外，虽然插入控制基板3的贯通孔内的控制端子5是由在物理性质上来说容易导热的引线架10形成的，但因为预先缩减了该控制端子5的截面积，因此经由控制端子5向控制基板3传导的热得到抑制。需要说明的是，由于控制端子5仅传导控制用信号，因此即使使截面积在主电路端子4的二分之一以下，也不会发生电气特性上的问题。此外，若预先使与控制端子5连接的块模块2内的Al线14比与主电路端子4接合的Al线14还细，热就更难传导，这是理想的。

[0072] 此外，近年来，作为功率半导体元件的材料，从现有的Si(硅)改为使用SiC(碳化硅)或GaN(氮化镓)这样的新材料而制成的新的元件已逐渐地实用化。这些新的元件能够在比 150°C 至 200°C 这样的现有的工作温度还高的温度下工作，因此，期待能通过简化了散热机构的结构来达成小型化。本实施方式所涉及的半导体装置使用有必要对散热下功夫的这些新的元件时特别有效。

[0073] (第一实施方式的一变形例)

[0074] 在图7(b)中，作为第一实施方式的一变形例，示出了处于利用黏合材料固定了具有外包装壳体端子41a的外包装壳体41的状态下的半导体装置。在作为本变形例的半导体装置中，使用粘接剂取代连接螺钉来将外包装壳体41固定到第二散热板25上。参照图7(b)对作为本变形例的半导体装置进行说明。

[0075] 如图7(b)所示，在本变形例所涉及的半导体装置中，作为将外包装壳体41固定到第二散热板上的固定部件，使用黏合材料23来取代连接螺钉60。

[0076] 在制造本变形例所涉及的半导体装置时，至少在已连接了块模块2的外包装壳体41的倾斜底面上预先涂布黏合材料23。之后，进行加热并且将载放在第二散热板25的规定位置上的外包装壳体41按压到第二散热板25上，由此使从块模块2的底面露出的第一散热板17与第二散热板25的上表面紧密接合。

[0077] 例如能够使用热固性树脂作为该情况下的黏合材料23。

[0078] (第二实施方式)

[0079] 图8示出本发明的第二实施方式所涉及的半导体装置的简要截面结构。

[0080] 如图8所示，在第二实施方式所涉及的半导体装置中，外包装壳体51内安装有例如一个块模块52，在该块模块52的正上方(+Z轴方向)布置有控制基板53。本实施方式所涉及的半导体装置也可以在外包装壳体51内安装多个块模块2。外包装壳体51是外包装体的一个例子。

[0081] 从块模块52引出了主电路端子54和控制端子55。在控制端子55上分别形成有突起部57，该突起部57支撑着控制基板53。主电路端子54沿着横向(X轴方向)延伸，并与外包装壳体端子51a电连接在一起。如图10所示，利用连接螺钉61穿过设主电路端子54和外包装壳体端子51a上的螺钉固定通孔22进行螺钉固定，由此，主电路端子54与外包装壳体端子51a电连接在一起。连接螺钉61也是用于将外包装壳体51和块模块52固定到第二散热板25上的部件。控制端子55沿着与主电路端子54垂直的方向(+Z轴方向)被引出，并插入控制基

板53的穿通孔(未在图中示出)内。此时,控制端子55通过软钎焊等而与控制基板53电气接合在一起。

[0082] 在控制基板53上形成有分别以倾斜角 θ 倾斜了的多个通孔53b。各通孔53b是为了在用螺钉对主电路端子54和外包装壳体端子51a进行固定时,供连接螺钉61穿通用而形成的。通孔53b倾斜了倾斜角 θ 的原因是:在穿通连接螺钉61时,外包装壳体51下表面的倾斜角 θ 使螺钉固定通孔22以角度 θ 倾斜。

[0083] 需要说明的是,也可以在控制基板53的外周部形成通孔或缺口,经由该通孔或缺口插入连接螺钉61来进行连接。在控制基板53上设置通孔或缺口的情况下,有可能因为外包装壳体51在倾斜的状态下固定到第二散热板25上而导致控制基板53被夹往外包装壳体51内而弯曲。为此,特别是在谋求半导体装置的小型化的情况下,优选不设置通孔或缺口,并且使控制基板53小型化来使控制基板53布置在比使用连接螺钉61进行连接的连接部更靠内侧的位置上。

[0084] 以下,在图9(a)~图9(c)中示出本实施方式所涉及的半导体装置的制造方法。

[0085] 首先,如图9(a)所示,制造包含多个功率半导体元件11的块模块52。

[0086] 接着,如图9(b)所示,使控制基板53与块模块52的控制端子55接合。此时,在控制基板53与块模块52之间会形成空气层。

[0087] 接着,如图9(c)所示,使已接合了控制基板53的块模块52的螺钉固定通孔22与外包装壳体51的螺钉固定通孔22的位置对齐。之后,如图10所示,使用连接螺钉61将外包装壳体51与第二散热板25电连接地固定在一起。

[0088] 在本实施方式中,由于形成在外包装壳体51上的螺钉固定通孔22设置为与外包装壳体51的侧面平行,因此,各连接螺钉61以相对于第二散热板25的上表面法线倾斜了倾斜角 θ 的方式斜着插入。需要说明的是,由于在外包装壳体51的底面上设有倾斜角 θ ,因此处于图8所示的、在固定到第二散热板25之前的状态下的外包装壳体51的侧面与块模块2的底面之间呈垂直状。相对于此,如图10所示,在固定到第二散热板25上的状态下的外包装壳体51的侧面相对于块模块52的底面、也就是说第二散热板25的上表面倾斜了倾斜角 θ 。

[0089] 需要说明的是,也可以用下述方法来取代图9(a)~图9(c)所示的制造方法,即:在往外包装壳体51内安装好块模块52之后,再将块模块52的控制端子55和控制基板53接合在一起。

[0090] 由于本实施方式与前述第一实施方式相比,能够省去敛缝工序,因此能够谋求缩短工序。

[0091] 由于只要卸下连接螺钉,就能够容易地将第一实施方式及第二实施方式所涉及的各半导体装置分别分解成外包装体、块模块以及控制基板,因此具有容易回收的效果。

[0092] -产业实用性-

[0093] 本发明所涉及的半导体装置及其制造方法能够利用在光伏发电系统的功率调节器,并且能够利用在电动机的旋转控制中所使用的功率器件等。

[0094] -符号说明-

[0095] A、B 虚拟线

[0096] 1、41、51 外包装壳体

[0097] 1a、41a、51a 外包装壳体端子

[0098]	2、52	块模块
[0099]	3、53	控制基板
[0100]	4、54	主电路端子
[0101]	5、55	控制端子
[0102]	7、57	突起部
[0103]	8	控制元件
[0104]	9	无源元件
[0105]	10	引线架
[0106]	11	功率半导体元件
[0107]	11a	绝缘栅双极型晶体管
[0108]	11b	二极管
[0109]	12	源极
[0110]	13	栅电极
[0111]	14	A1线
[0112]	15	树脂材料
[0113]	16	绝缘层
[0114]	17	散热板
[0115]	20	第一通孔
[0116]	21	敛缝接合部
[0117]	22	螺钉固定通孔
[0118]	23	黏合材料
[0119]	25	第二散热板
[0120]	53b	通孔
[0121]	60、61	连接螺钉

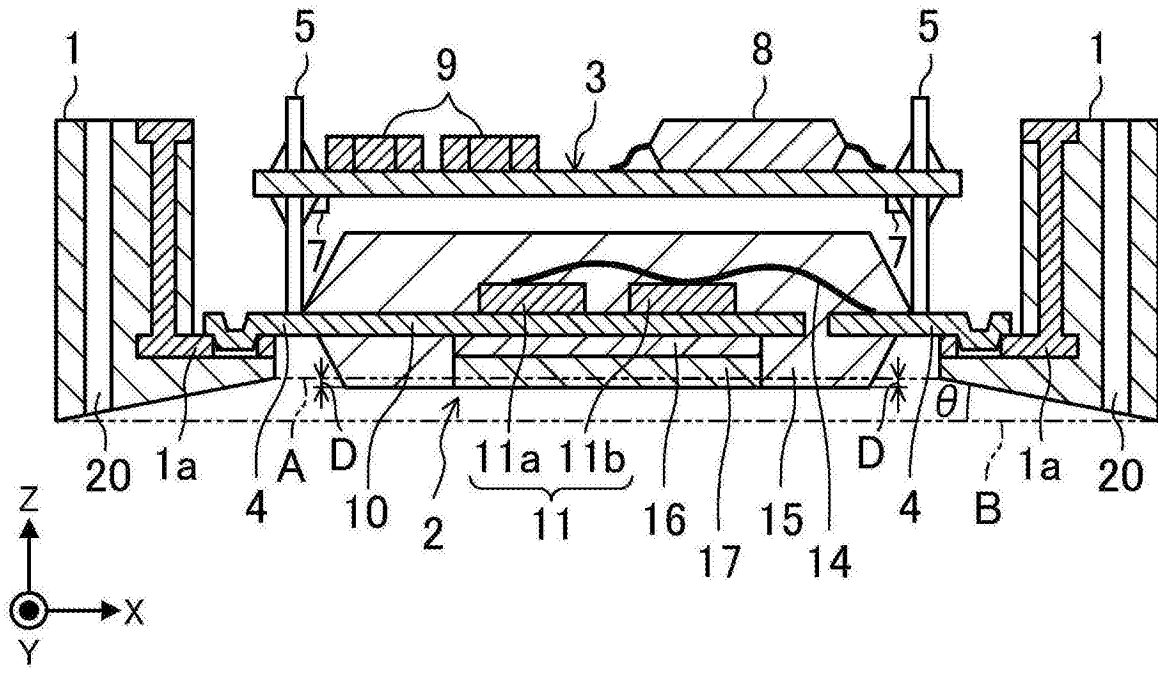


图1

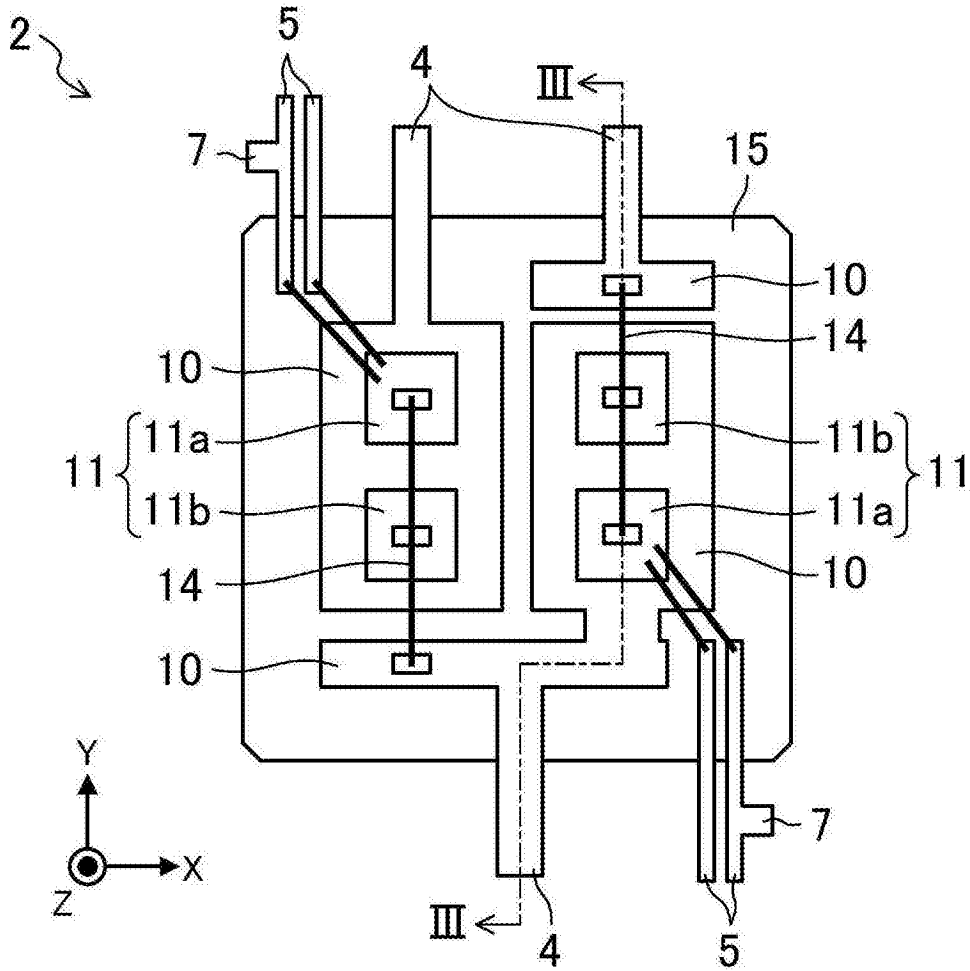


图2

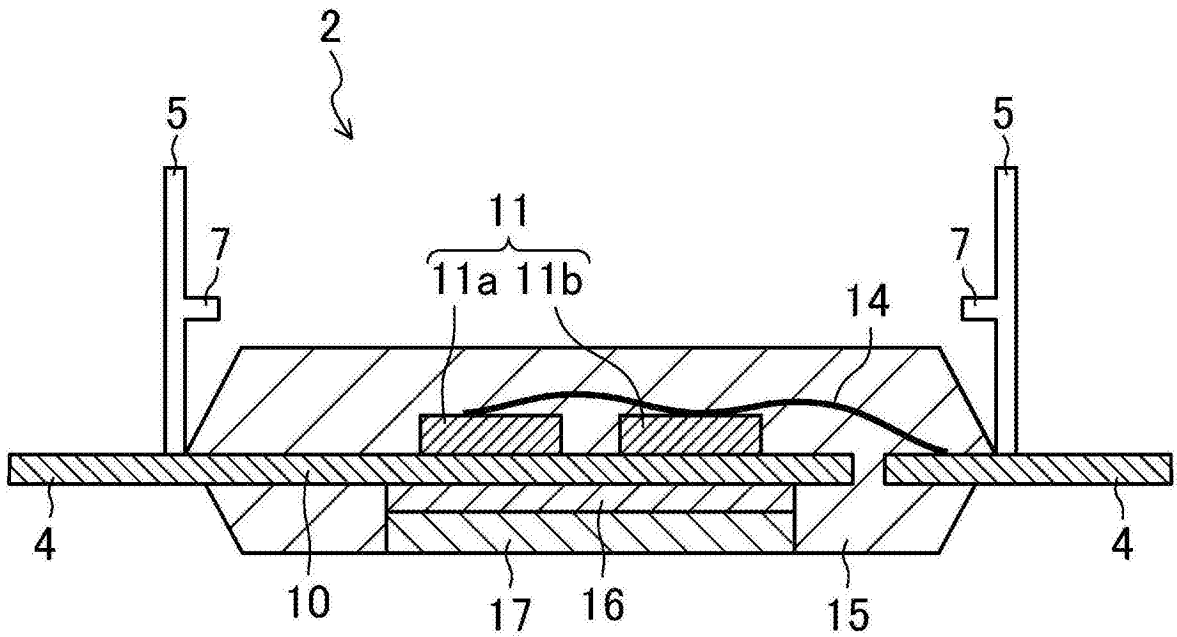


图3

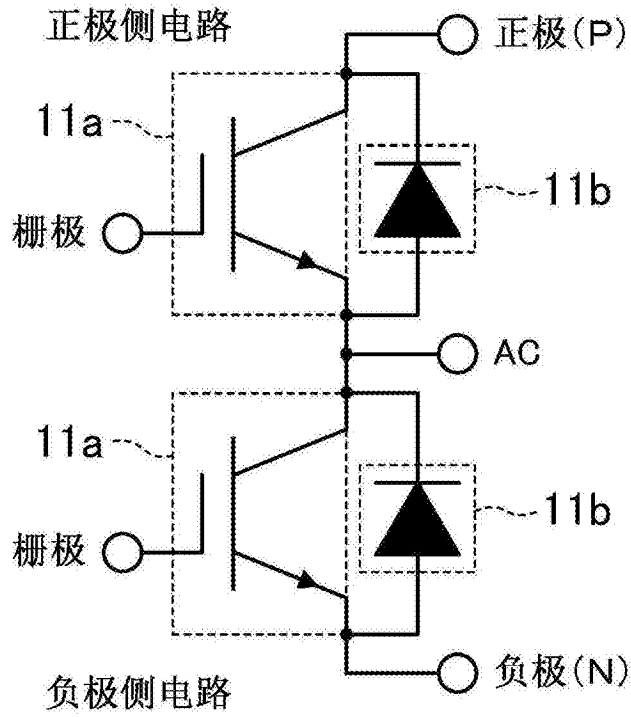


图4

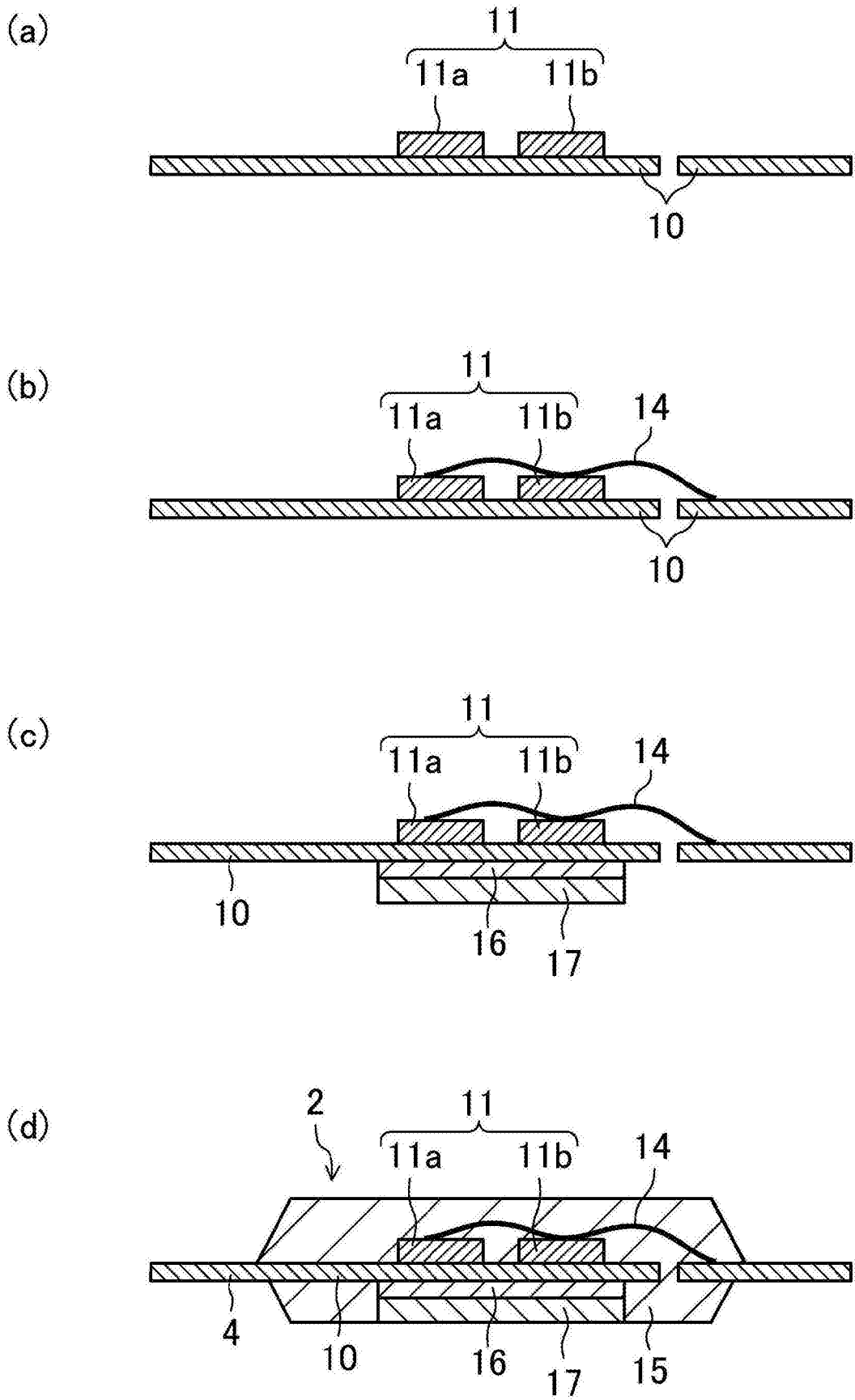


图5

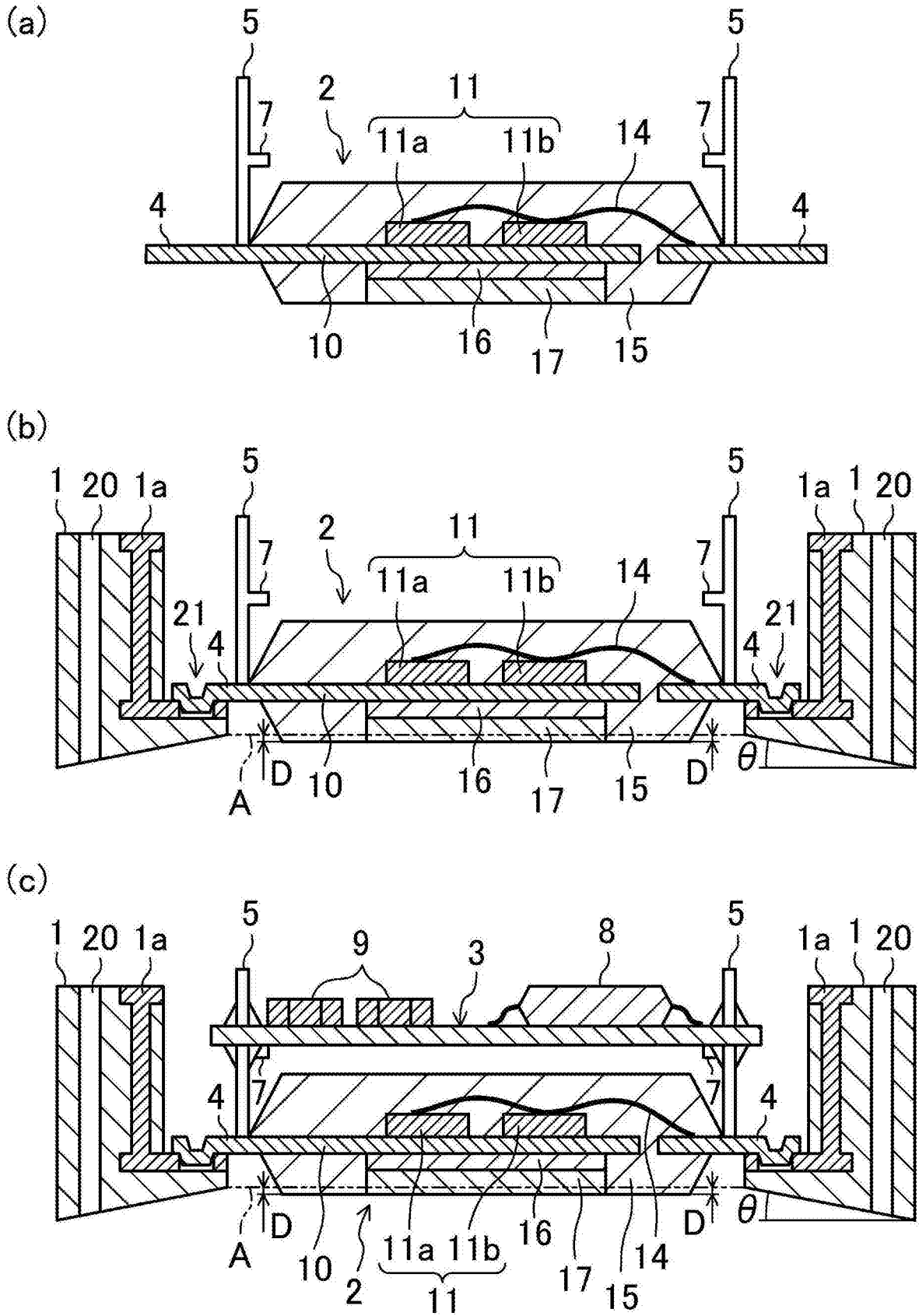


图6

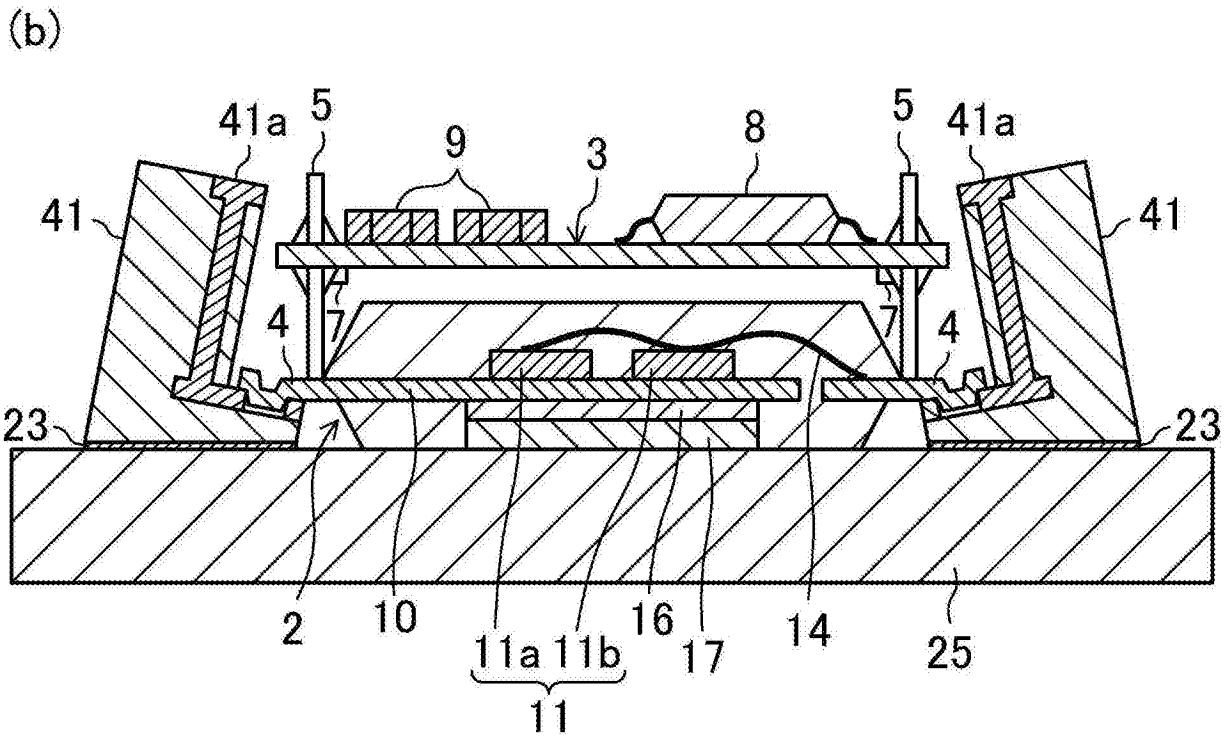
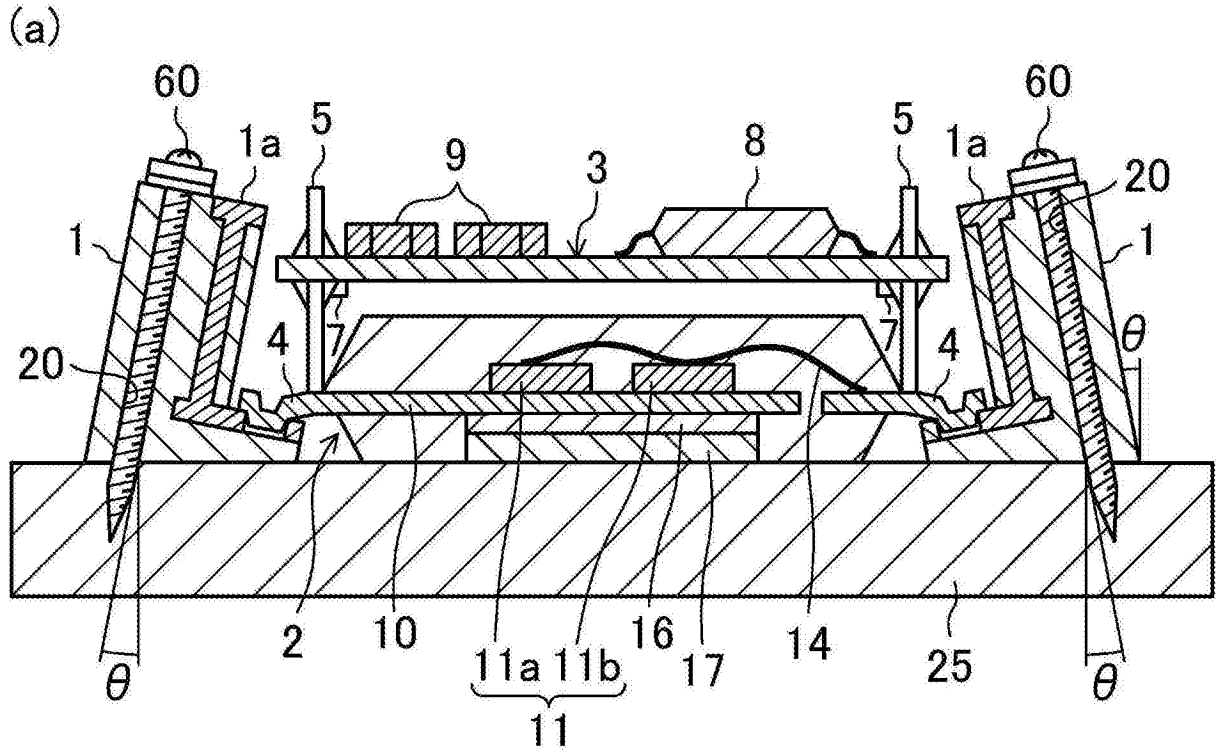


图7

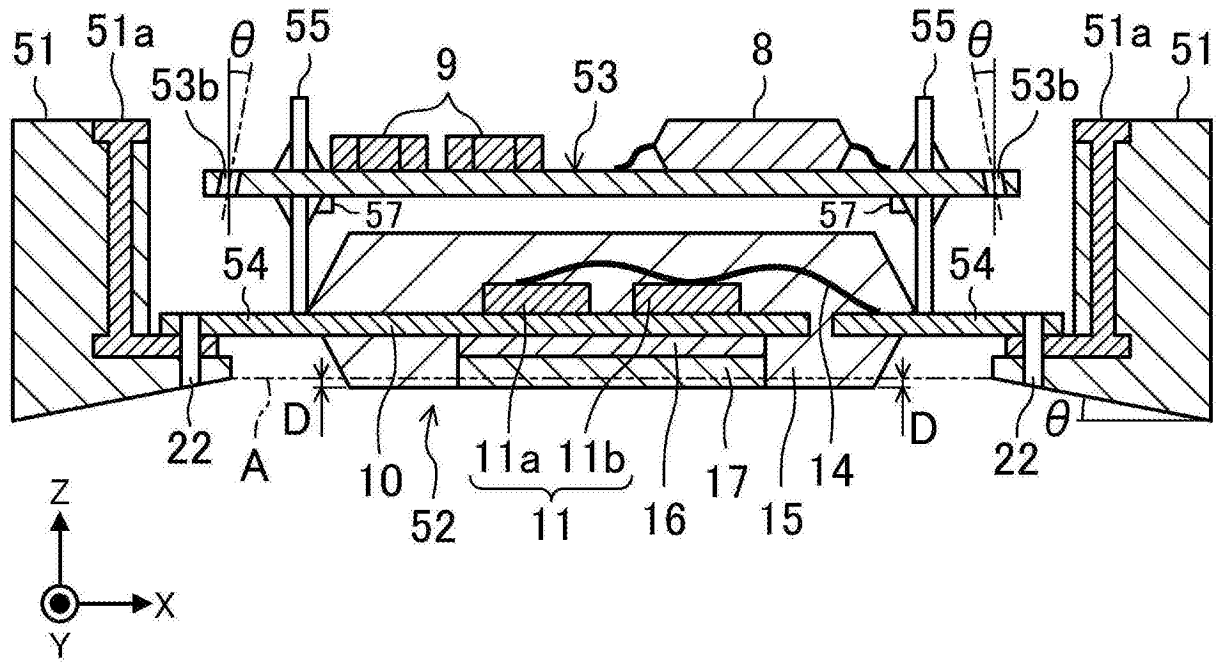


图8

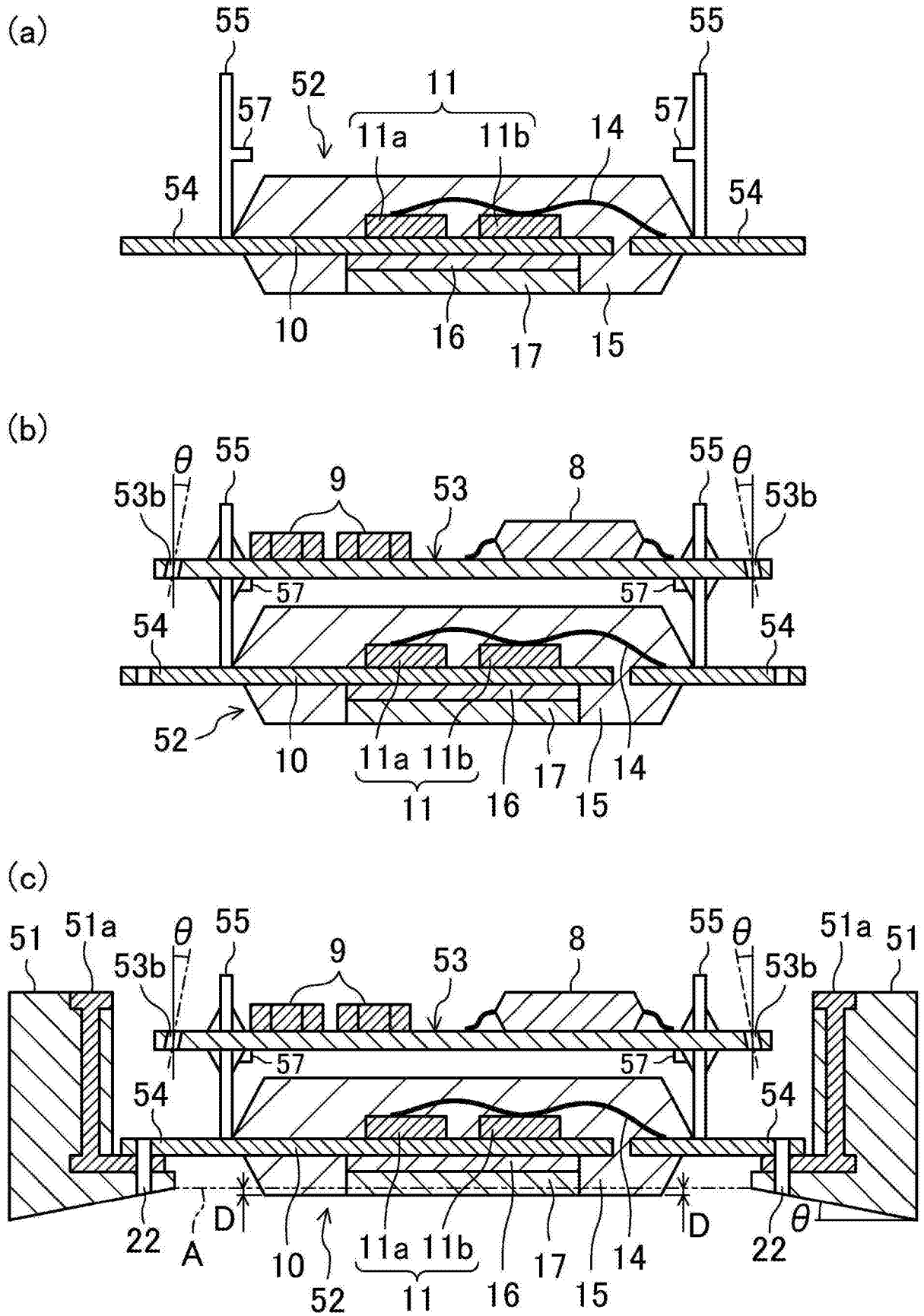


图9

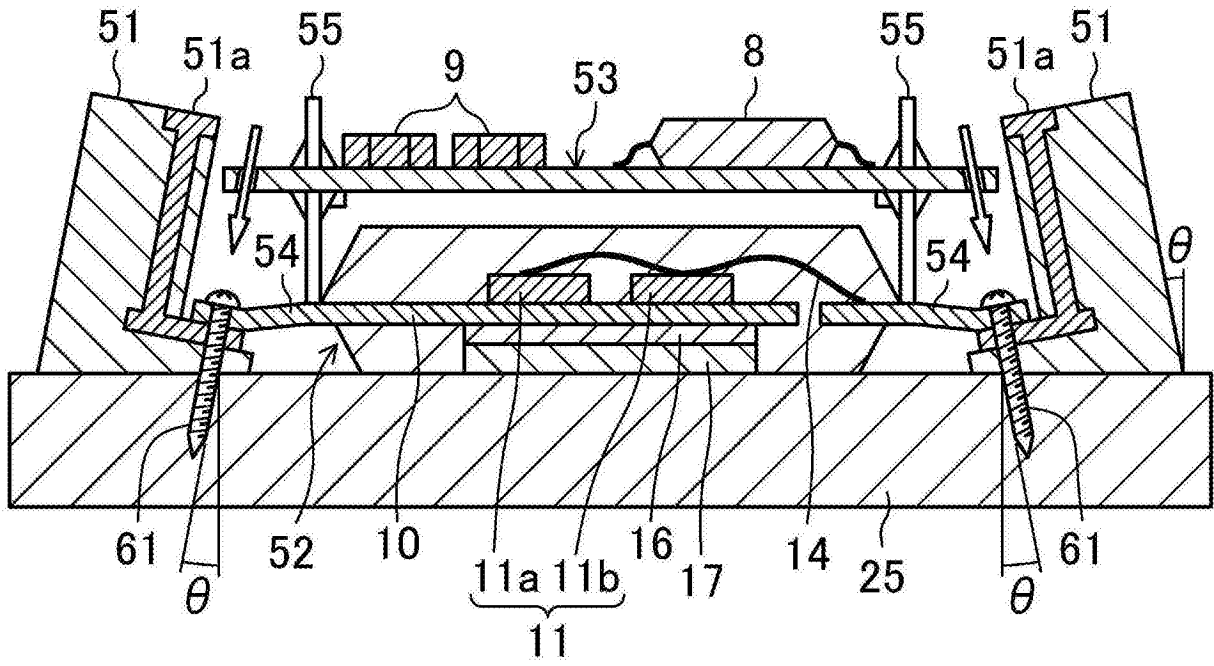


图10

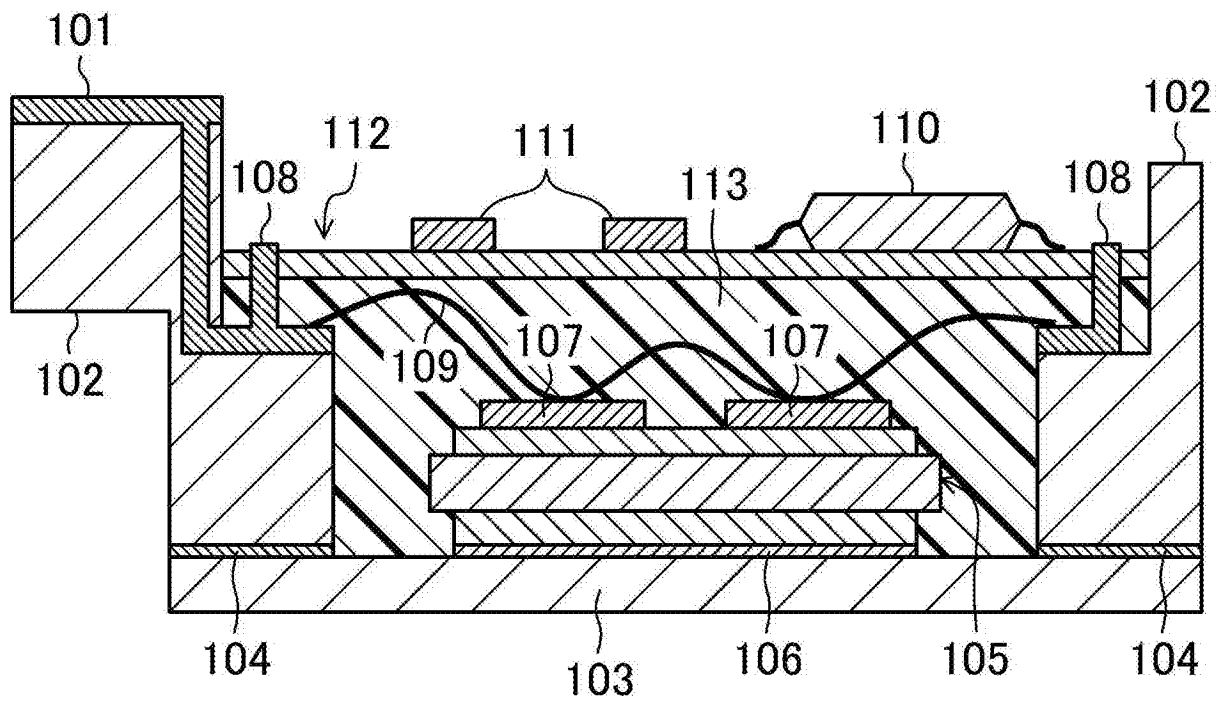


图11