



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119137734 A

(43) 申请公布日 2024. 12. 13

(21) 申请号 202280095557.0

(22) 申请日 2022.10.20

(30) 优先权数据

2022-077863 2022.05.11 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.10.30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/039068 2022.10.20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/218680 JA 2023.11.16

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 新一贵 石井隆一

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

专利代理师 熊风 宋俊寅

(51) Int.Cl.

H01L 23/36 (2006.01)

H01L 25/07 (2006.01)

H01L 25/18 (2023.01)

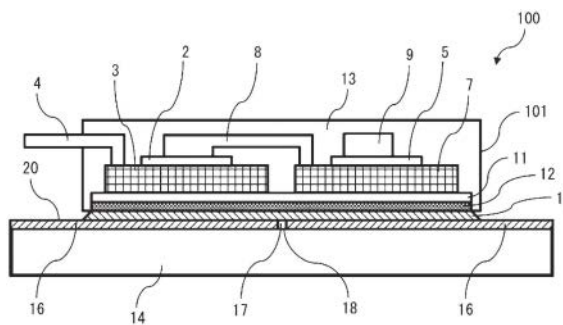
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

半导体装置

(57) 摘要

半导体装置(100)包括:具有多个半导体元件的功率模块(101);以及具有冷却面(20)、且功率模块(101)经由具有焊料材料的接合材料(15)与冷却面(20)热连接的冷却器(14),从垂直于冷却面(20)的方向上观察,多个半导体元件配置在彼此不重叠的位置,冷却面(20)具有凹部(17),从垂直于冷却面(20)的方向上观察,凹部(17)配置在与设置在冷却面(20)与功率模块(101)之间的接合材料(15)重叠、且与多个半导体元件不重叠的位置上。



1. 一种半导体装置,其特征在于,包括:
功率模块,该功率模块具有多个半导体元件;以及
冷却器,该冷却器具有冷却面,且所述功率模块经由具有焊料材料的接合材料与所述冷却面热连接,
从垂直于所述冷却面的方向上观察,多个所述半导体元件配置在彼此不重叠的位置,
所述冷却面具有凹部,
从垂直于所述冷却面的方向上观察,所述凹部配置在与设置在所述冷却面与所述功率模块之间的所述接合材料重叠、且与多个所述半导体元件不重叠的位置。
2. 如权利要求1所述的半导体装置,其特征在于,
将相邻配置的两个所述半导体元件中的一个作为第一所述半导体元件,将另一个作为第二所述半导体元件,
所述功率模块具有:
所述第一半导体元件;
第一散热器,所述第一半导体元件与该第一散热器的一个面电连接;
所述第二半导体元件;
第二散热器,所述第二散热器在与所述第一散热器相同的平面上隔开间隔地排列,所述第二半导体元件与该第二散热器的一个面电连接;
绝缘材料,所述第一散热器的另一个面及所述第二散热器的另一个面与该绝缘材料的一个面热连接;
铜板,所述绝缘材料的另一个面与该铜板的一个面热连接;以及
密封树脂,该密封树脂在使所述铜板的另一个面露出的状态下,覆盖所述第一散热器、所述第二散热器、所述第一半导体元件、所述第二半导体元件及所述绝缘材料,
从垂直于所述冷却面的方向上观察,所述凹部配置在所述第一散热器与所述第二散热器之间的与所述第一散热器及所述第二散热器不重叠的位置。
3. 如权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,
所述冷却面是具有焊料润湿性的镀层的表面,
所述凹部贯通所述镀层,所述镀层的下侧的构件露出。
4. 如权利要求3所述的半导体装置,其特征在于,
露出的所述下侧的构件的焊料润湿性比所述镀层要低。
5. 如权利要求4所述的半导体装置,其特征在于,
露出的所述下侧的构件是铝或铝合金。
6. 如权利要求3至5中任一项所述的半导体装置,其特征在于,所述凹部也形成于露出的所述下侧的构件。
7. 如权利要求1至6中任一项所述的半导体装置,其特征在于,
所述凹部是从垂直于所述冷却面的方向上观察时延伸到设置在所述冷却面与所述功率模块之间的所述接合材料的外侧的槽。
8. 如权利要求1至7中任一项所述的半导体装置,其特征在于,所述功率模块的所述接合材料一侧的表面具有模块侧的凹部,
从垂直于所述冷却面的方向上观察,所述模块侧的凹部配置在与设置在所述冷却面与

所述功率模块之间的所述接合材料重叠、且与多个所述半导体元件不重叠的位置。

9. 如权利要求1至7中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

在所述冷却面与所述功率模块之间的间隙的外周部,存在未设置所述接合材料的区域即非接合区域,

从垂直于所述冷却面的方向上观察,所述凹部从设置有所述接合材料的区域向所述非接合区域延伸,

所述功率模块在所述非接合区域具有向所述凹部的一侧突出的突出部。

10. 如权利要求9所述的半导体装置,其特征在于,

所述突出部的高度大于所述凹部的深度,在所述突出部与所述凹部的内侧面之间设有间隙。

11. 如权利要求9所述的半导体装置,其特征在于,

所述突出部的顶部配置在所述凹部的内侧,在所述突出部与所述凹部的内侧面之间设有间隙。

12. 如权利要求9至11中任一项所述的半导体装置,其特征在于,所述突出部配置在所述非接合区域的外侧端部。

半导体装置

技术领域

[0001] 本申请涉及半导体装置。

背景技术

[0002] 近年来,正在推进安装有大功率用半导体元件的半导体装置的大容量化。在大容量化的半导体装置中,为了向半导体元件通电大电流,需要将半导体元件产生的热高效地传递给冷却器。因此,在大容量化的半导体装置中,要求设置在半导体元件和冷却器之间、将结构构件彼此连接的接合材料的低热阻化。

[0003] 公开了实现具有焊料材料的接合材料的低热阻化的半导体装置的结构(例如参照专利文献1)。在专利文献1所公开的结构中,在功率模块的与冷却器接合的面上设置镀镍或镀铜等镀层,提高焊料润湿性,实现功率模块与冷却器的接合可靠性的提高以及接合材料的低热阻化。

现有技术文献

专利文献

[0004] 专利文献1:日本专利第6183556号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0005] 在上述专利文献1中,由于在功率模块的接合面上设置了镀层,因此能够提高焊料润湿性。在设置有镀层的半导体装置中,需要进行利用甲酸还原设备的焊料接合工艺,或者使用高活性的助焊剂的真空焊料接合工艺。但是,在任何一种工艺中,具有焊料材料的接合材料的焊料润湿性都会产生偏差。由于产生的焊料润湿性的偏差,产生焊料孔隙。特别是在设置镀层的情况下,在焊料熔融的温度下,从镀层中含有的有机成分产生气体,在气体不向外部排出时形成焊料孔隙。当半导体元件和冷却器之间产生焊料孔隙时,半导体元件的冷却被焊料孔隙阻碍,热阻上升,因此存在半导体装置的品质降低的问题。

[0006] 因此,本申请的目的在于获得一种提高具有焊料材料的接合材料的接合品质,实现低热阻化的半导体装置。

用于解决技术问题的技术手段

[0007] 本申请公开的半导体装置包括:具有多个半导体元件的功率模块;以及具有冷却面、且功率模块经由具有焊料材料的接合材料与冷却面热连接的冷却器,从垂直于冷却面的方向上观察,多个半导体元件配置在彼此不重叠的位置,冷却面具有凹部,从垂直于冷却面的方向上观察,凹部配置在与设置在冷却面与功率模块之间的接合材料重叠、且与多个半导体元件不重叠的位置。

发明效果

[0008] 根据本申请公开的半导体装置,包括:具有多个半导体元件的功率模块;以及具有冷却面、且功率模块经由具有焊料材料的接合材料与冷却面热连接的冷却器,从垂直于冷

却面的方向上观察,多个半导体元件配置在彼此不重叠的位置,冷却面具有凹部,凹部配置在与设置在冷却面与功率模块之间的接合材料重叠、且与多个半导体元件不重叠的位置,因此在利用接合材料对功率模块和冷却器进行接合时,凹部成为用于将功率模块和冷却器之间产生的气体向外部排出的路径,能够抑制接合材料凝固时残留在多个半导体元件和冷却器之间的孔隙的产生,从而能够提高接合材料的接合品质,能够实现接合材料的低热阻化。

附图说明

- [0009] 图1是表示实施方式1所涉及的半导体装置的概要的俯视图。
图2是在图1的A-A截面位置处切断的半导体装置的剖视图。
图3是表示实施方式1所涉及的另一个半导体装置的概要的剖视图。
图4是表示实施方式2所涉及的半导体装置的概要的剖视图。
图5是表示实施方式3所涉及的半导体装置的概要的剖视图。
图6是表示实施方式4所涉及的半导体装置的概要的俯视图。
图7是表示实施方式5所涉及的半导体装置的概要的俯视图。
图8是在图7的B-B截面位置处切断的半导体装置的剖视图。
图9是表示实施方式5所涉及的另一个半导体装置的概要的俯视图。
图10是表示实施方式6所涉及的半导体装置的概要的剖视图。

具体实施方式

[0010] 以下,基于附图对本申请的实施方式所涉及的半导体装置进行说明。在各图中,对相同或者相当构件、部位标注相同标号进行说明。

[0011] 实施方式1.

图1是表示实施方式1所涉及的半导体装置100的概要的俯视图,密封树脂13是仅示出外形的图,图2是在图1的A-A截面位置处切断的半导体装置100的剖视图。半导体装置100例如是将输入电流从直流转换成交流、从交流转换成直流或将输入电压转换成不同电压的装置。

[0012] <半导体装置100>

如图2所示,半导体装置100包括具有多个半导体元件的功率模块101、以及冷却器14。冷却器14具有冷却面20,功率模块101通过具有焊料材料的接合材料15与冷却面20热连接。这样,功率模块101和冷却器14接合而成为一体,来构成半导体装置100。在多个半导体元件中,将相邻配置的两个半导体元件中的一个设为第一半导体元件,将另一个设为第二半导体元件。在本实施方式中,如图1所示,功率模块101具有第一半导体元件1、2和第二半导体元件5、6。这样,由两个第一半导体元件1、2形成第一半导体元件,由两个第二半导体元件5、6形成第二半导体元件,但不限于此,第一半导体元件、第二半导体元件也可以分别由一个半导体元件构成。

[0013] <功率模块101>

功率模块101具有第一半导体元件1、2、第一散热器3、第二半导体元件5、6、第二散热器7、绝缘材料11、铜板12和密封树脂13。第一半导体元件1、2通过芯片接合材料(未图示)

与第一散热器3的一个面电连接。第二半导体元件5、6通过芯片接合材料(未图示)与第二散热器7的一个面电连接。第二散热器7在与第一散热器3相同的平面上隔开间隔地排列。芯片接合材料例如使用由焊料、Ag纳米粒子或Cu纳米粒子构成的烧结材料。如图2所示,绝缘材料11的一个面与第一散热器3的另一个面及第二散热器7的另一个面热连接。铜板12的一个面与绝缘材料11的另一个面热连接。密封树脂13在使铜板12的另一个面露出的状态下,覆盖第一散热器3、第二散热器7、第一半导体元件1、2、第二半导体元件5、6以及绝缘材料11。半导体元件进行动作时产生的热依次传递到芯片接合材料、第一散热器3及第二散热器7、绝缘材料11、铜板12之后,经由接合材料15传递到冷却面20,从冷却器14散热。

[0014] 在本实施方式中,功率模块101的形态是被称为所谓的2in1模块的结构,如图1所示,作为开关元件的第一半导体元件1及第二半导体元件5、作为整流元件的第一半导体元件2及第二半导体元件6反向并联连接,具有两组元件对的组。功率模块101的结构不限于此,根据使用半导体装置100的用途,可以搭载必要个数的第一半导体元件和第二半导体元件。

[0015] 对功率模块101中的连接构件的引线框的结构进行说明。在本实施方式中,功率模块101具有第一引线框4、第二引线框8、第三引线框9和第四引线框10。引线框的结构不限于此,在如上所述搭载的半导体元件的个数变化的情况下,也可以根据搭载的半导体元件的个数,变更引线框的结构。

[0016] 第一引线框4的一端通过引线接合材料(未图示)与第一散热器3的一个面电连接,另一端从密封树脂13露出。第二引线框8通过芯片接合材料(未图示)与第一半导体元件1、2的一个面电连接,并通过引线接合材料(未图示)与第二散热器7的一个面电连接。第三引线框9的一端通过芯片接合材料(未图示)与第二半导体元件5、6的一个面电连接,另一端从密封树脂13露出。第四引线框10的一端通过引线接合材料(未图示)与第二散热器7的一个面电连接,另一端从密封树脂13露出。为了确保引线框和散热器的电连接,引线接合材料例如由具有焊料材料的接合材料构成。不限于引线接合材料的接合,也可以使用基于超声波或激光的金属接合等。

[0017] 对功率模块101具有的各构件的详细情况进行说明。对于第一半导体元件1和第二半导体元件5,例如使用IGBT(绝缘栅双极型晶体管、Insulated Gate Bipolar Transistor)或MOSFET(金属氧化膜型场效应晶体管、Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)等作为功率控制用半导体元件的功率半导体元件。在本实施方式中,采用了使用IGBT等不具有寄生二极管的开关元件,并联地提供回流二极管等整流元件的结构,但并不限于此,也可以使用开关元件与回流二极管一体化的RC-IGBT(逆导通IGBT、Reverse Conducting IGBT)。另外,也可以采用以下结构:使用MOSFET,将MOSFET的寄生二极管作为回流二极管使用。在使用RC-IGBT等的情况下,第一半导体元件、第二半导体元件分别由一个半导体元件构成。

[0018] 第一半导体元件1、2和第二半导体元件5、6形成在由硅、碳化硅(SiC)或氮化镓(GaN)等材料构成的半导体基板上,可以使用带隙比硅宽的碳化硅等材料的宽带隙半导体元件。在使用宽带隙半导体元件的情况下,能使开关时产生的电流的时间变化量 di/dt 比由硅形成的元件要大。另外,宽带隙半导体元件的导通电阻较小,允许电流密度较高,功率损耗较低,发热较小,因此能减小芯片面积。由于芯片面积减小,因此能使功率模块101小型

化。

[0019] 第一散热器3、第二散热器7、第一引线框4、第二引线框8、第三引线框9和第四引线框10由导电性优异的金属材料制成。在导电性优异的金属中,从电阻、加工性、成本等观点考虑,铜材是这些材料中特别优选的材料。这里的铜材是指纯铜或以铜为主要成分的铜合金。

[0020] 为了防止因线膨胀系数的不同而产生的热变形力变大,密封树脂13优选使用具备与第一散热器3、第二散热器7、第一引线框4、第二引线框8、第三引线框9以及第四引线框10的线膨胀系数相近的线膨胀系数的树脂。因此,纯铜的线膨胀系数为16[ppm/K]至17[ppm/K],因此密封树脂13的线膨胀系数也优选为15[ppm/K]至18[ppm/K]。密封树脂13是在例如环氧树脂等热固性树脂中含有的无机填充材料。

[0021] 对于绝缘材料11,在确保半导体元件的一侧和铜板12一侧之间的电绝缘性的同时,要求将第一半导体元件1、2和第二半导体元件5、6进行动作时产生的热传递到冷却器14而使其扩散的热扩散性。绝缘材料11例如是在热固性树脂中填充有作为高热传导性且具有绝缘性的无机填充材料的无机填料的材料,通过树脂的热固化反应将第一散热器3及第二散热器7与铜板12粘接。这里,绝缘材料11由兼具散热性、绝缘性和粘接性的材料来构成,具有在环氧树脂等热固性树脂中含有热传导性高的陶瓷粒子等无机粉末填充材料的结构。作为高热传导性的无机填充材料,适合使用氮化铝、氮化硅、氮化硼、氧化铝(矾土)、氧化硅(二氧化硅)、氧化镁、氧化锌、氧化钛等陶瓷粒子。可以单独使用这些无机填充材料的任一种,或者也可以将多个种类混合来使用。

[0022] <冷却器14>

功率模块101与冷却面20热连接的冷却器14要求较高的冷却性能。冷却器14包括多个散热片(未图示)以有效地使从功率模块101传递的热耗散。散热片例如设置在冷却器14的与功率模块101一侧相反的一侧的部分。冷却器14可以是液冷式或风冷式的任一种冷却器。在本实施方式中,冷却器14由金属制的平板状的散热器构成,但并不限于此,也可以是具备冷却液在内部流动的流路的液冷式冷却器。优选地,冷却器14例如由从铜、铝、铜或铝的合金所组成的组中选出的任何一种材质形成。特别地,作为冷却器14的材质,优选轻量且加工性优异的铝或含铝的合金即铝合金。在冷却器14的材质为铝或铝合金的情况下,能够使半导体装置100轻量化。另外,能够提高半导体装置100的生产率。

[0023] 从功率模块101的铜板12的密封树脂13露出的另一个面通过接合材料15与冷却器14的冷却面20热连接。为了通过接合材料15以高接合品质将功率模块101焊接在冷却面20上,对冷却器14的冷却面20要求较高的焊料润湿性。因此,冷却器14的材质优选为具有焊料润湿性的铜。然而,如上所述,在将冷却器14的主体部分的材质设为铝或铝合金的情况下,将具有焊料润湿性的镀层16设置为冷却器14的冷却面20,优选使用铜作为镀层16的材料。也可以不是直接在铝或铝合金上设置镀层16,而是为了提高镀敷密合性和表面的焊料润湿性,作为基底镀层实施镍镀层(未图示)。

[0024] 在本实施方式中,冷却器14的材质为铝或铝合金,如图2所示,在冷却器14的功率模块101侧设有镀层16。因此,冷却面20是具有焊料润湿性的镀层16的表面。即,在功率模块101和冷却器14通过接合材料15接合的接合面中,一个接合面是铜板12的另一个面,作为另一个接合面的冷却面20是设置在冷却器14的表面上的镀层16。

[0025] <冷却面20的凹部17>

对本申请的主要部分即冷却面20的凹部17进行说明。从垂直于冷却面20的方向观察,多个半导体元件即第一半导体元件1、2和第二半导体元件5、6配置在彼此不重叠的位置。冷却面20具有凹部17。从垂直于冷却面20的方向上观察,凹部17配置在与设置在冷却面20与功率模块101之间的接合材料15重叠、且与第一半导体元件1、2及第二半导体元件5、6不重叠的位置。凹部17贯通镀层16,镀层16下侧的构件露出。露出的下侧的构件的焊料润湿性比镀层16要低。下侧的构件露出的部分是凹部表面18。在本实施方式中,露出的下侧的构件是铝或铝合金。

[0026] 特别是在设置有镀层16的情况下,在焊料熔融的温度下,从镀层16中含有的有机成分产生气体,在气体不向外部排出时形成焊料孔隙。当半导体元件和冷却器14之间产生焊料孔隙时,半导体元件的冷却被焊料孔隙阻碍,热阻上升,因此半导体装置100的品质降低。这样的孔隙不限于从镀层16产生的情况,当使接合材料15熔融时,在接合材料15与其他构件之间存在间隙的情况下,有间隙的部分成为产生孔隙的原因。

[0027] 通过在冷却面20的与第一半导体元件1、2及第二半导体元件5、6不重叠的位置设置凹部17,凹部17成为在利用接合材料15对功率模块101和冷却器14进行接合时,用于将功率模块101和冷却器14之间产生的气体向外部排出的路径。因此,即使产生焊料孔隙,焊料孔隙也通过凹部17向外部排出。由于焊料孔隙通过凹部17排出到外部,因此能够抑制接合材料15凝固时残留在第一半导体元件1、2及第二半导体元件5、6与冷却器14之间的孔隙的产生。由于抑制了残留在第一半导体元件1、2及第二半导体元件5、6与冷却器14之间的孔隙的产生,因此第一半导体元件1、2及第二半导体元件5、6与冷却器14之间充满接合材料15以及镀层16,由此能够提高具有焊料材料的接合材料15的接合品质,能够实现接合材料15的低热阻化。另外,由于第一半导体元件1、2及第二半导体元件5、6与冷却器14之间充满接合材料15以及镀层16,因此能够将各半导体元件中产生的热高效地传递到冷却器14。

[0028] 在本实施方式中,从垂直于冷却面20的方向观察,凹部17配置在第一散热器3与第二散热器7之间的与第一散热器3及第二散热器7不重叠的位置。通过这样构成,由于在第一散热器3及第二散热器7与冷却器14之间没有凹部17,第一散热器3及第二散热器7与冷却器14之间充满接合材料15及镀层16,因此不仅在各半导体元件,而且在各引线框及各散热器中产生的热也能够高效地传递到冷却器14。凹部17的配置不限于此,只要是凹部17的热传递阻碍被抑制、且与第一半导体元件1、2及第二半导体元件5、6不重叠的位置,也可以将凹部17配置在其他区域。即使在将凹部17配置在其他区域的情况下,也能够实现接合材料15的低热阻化和焊料孔隙的抑制。

[0029] 在本实施方式中,露出的下侧的构件是铝或铝合金,其焊料润湿性比镀层16要低。通过这样构成,在凹部17中,由于接合材料15和凹部表面18不接合,因此能够在凹部17可靠地形成用于将气体向外部排出的路径。

[0030] 在本实施方式中,从垂直于冷却面20的方向观察,凹部17是延伸到设置在冷却面20与功率模块101之间的接合材料15的外侧的槽。通过这样构成,由于凹部17具有延伸到接合材料15的外侧的部分,因此能够容易地向外部排出气体。凹部17的配置不限于延伸到接合材料15的外侧的结构,也可以仅配置在接合材料15的内侧。在接合材料15的内侧配置有凹部17的情况下,虽然不能将气体向外部排出,但能够将气体向凹部17排出。另外,仅在接

合材料15的内侧配置有凹部17的情况下,能够抑制水分、异物等从外部通过凹部17向半导体装置100的内部的侵入。

[0031] 对在冷却器14形成凹部17的方法的示例进行说明。在对冷却器14的整体实施镀层16之后,通过切削除去形成凹部17的区域的镀层16的部分,能够形成凹部17。通过这样形成凹部17,能够以低成本容易地形成凹部17。在本实施方式中,凹部17贯通镀层16,使镀层16的下侧的部件露出,通过使用该形成方法,能够容易地形成凹部17,因此能够提高半导体装置100的生产率。凹部17的形成方法不限于此,也可以使用在镀敷处理时对形成凹部17的部分实施遮蔽、对除形成凹部17的部分以外的冷却器14的部分实施镀敷的方法。

[0032] 在本实施方式中,冷却器14的材质为铝或铝合金,在冷却器14的功率模块101侧设置有镀层16,但并不限于此,也可以将冷却器14的材质设为铜或铜合金,在冷却器14的功率模块101侧设置具有镍或锡的镀层16。

[0033] 另外,在将冷却器14的材质设为铜或铜合金的情况下,如图3所示,也可以不设置镀层16,而将铜或铜合金的冷却器14的功率模块101的一侧作为冷却面20,在该冷却面20上设置凹部17。图3是表示实施方式1所涉及的另一个半导体装置100的概要的剖视图,是在与图2相同的位置切断的另一个半导体装置100的截面。在这种情况下,由于不设置镀层16,因此不会产生来自镀层16的气体。但是,当使接合材料15熔融时,在接合材料15与其他构件之间存在间隙的情况下,有间隙的部分成为产生孔隙的原因,因此能够将这样的孔隙从凹部17排出到外部。为了可靠地形成凹部17中的孔隙排出路径,也可以在凹部17的凹部表面18上通过溅射等形成铝层。

[0034] 如上所述,在实施方式1的半导体装置100中,包括:具有第一半导体元件1、2及第二半导体元件5、6的功率模块101;以及具有冷却面20、且功率模块101经由具有焊料材料的接合材料15与冷却面20热连接的冷却器14,从垂直于冷却面20的方向上观察,第一半导体元件1、2及第二半导体元件5、6配置在彼此不重叠的位置,冷却面20具有凹部17,凹部17配置在与设置在冷却面20与功率模块101之间的接合材料15重叠、且与第一半导体元件1、2及第二半导体元件5、6不重叠的位置,因此在利用接合材料15对功率模块101和冷却器14进行接合时,凹部17成为用于将在功率模块101和冷却器14之间产生的气体向外部排出的路径,能够抑制接合材料15凝固时残留在第一半导体元件1、2及第二半导体元件5、6与冷却器14之间的孔隙的产生,从而能够提高接合材料15的接合品质,能够实现接合材料15的低热阻化。

[0035] 功率模块101具有:第一散热器3,第一半导体元件1、2与该第一散热器3的一个面电连接;及第二散热器7,该第二散热器7在与第一散热器3相同的平面上隔开间隔地排列,第二半导体元件5、6与该第二散热器7的一个面电连接,从垂直于冷却面20的方向观察,凹部17配置在第一散热器3和第二散热器7之间的与第一散热器3及第二散热器7不重叠的位置,在此情况下,由于在第一散热器3及第二散热器7与冷却器14之间没有设置凹部17,因此不仅在各半导体元件,而且在各引线框及各散热器中产生的热也能够高效地传递给冷却器14。

[0036] 冷却面20是具有焊料润湿性的镀层16的表面,凹部17贯通镀层16,镀层16的下侧的构件露出,在此情况下,能够以高接合品质将功率模块101与冷却器14焊接,并且能够以低成本容易地形成凹部17。

[0037] 在露出的下侧的构件的焊料润湿性比镀层16低的情况下,由于在凹部17中接合材料15和凹部表面18不接合,因此能够在凹部17可靠地形成用于将气体向外部排出的路径。另外,在露出的下侧的构件为铝或铝合金的情况下,能够使半导体装置100轻量化,能够提高半导体装置100的生产率。

[0038] 从垂直于冷却面20的方向观察,凹部17是延伸到设置在冷却面20与功率模块101之间的接合材料15的外侧的槽,在此情况下,由于凹部17具有延伸到接合材料15的外侧的部分,因此能够容易地将气体向外部排出。

[0039] 实施方式2.

对实施方式2所涉及的半导体装置100进行说明。图4是表示实施方式2所涉及的半导体装置100的概要的剖视图,是在与图2相同的位置切断的半导体装置100的剖视图。实施方式2所涉及的半导体装置100构成为凹部17的截面形状与实施方式1不同。

[0040] 凹部17也形成在露出的下侧的构件上。凹部17的凹部表面18设置在比镀层16的冷却器14一侧的部分更靠近冷却器14一侧。通过这样构成,能够使凹部17的截面积大于实施方式1所示的凹部17的截面积。由于凹部17的截面积变大,因此能够更有效地将通过接合材料15对功率模块101和冷却器14进行接合时产生的气体向外部排出。

[0041] 在本实施方式中,凹部17的截面形状为矩形,但凹部17的截面形状并不限于矩形。凹部17只要具有将在功率模块101和冷却器14之间产生的气体向外部排出的路径的功能即可,因此凹部17的截面的形状也可以是V型或U型的形状。

[0042] 对在冷却器14上形成凹部17的方法的示例进行说明。在对冷却器14的整体实施镀层16之后,通过切削并除去形成凹部17的区域的镀层16及冷却器14的部分,能够形成凹部17。通过这样形成凹部17,能够以低成本容易地形成凹部17。凹部17的形成方法不限于此,也可以使用以下方法:在事先形成凹部17的冷却器14的部分设置成为凹部17的槽,在镀敷处理时对形成凹部17的槽的部分实施遮蔽,对除了形成凹部17的部分以外的冷却器14的部分实施镀敷。

[0043] 实施方式3.

对实施方式3所涉及的半导体装置100进行说明。图5是表示实施方式3所涉及的半导体装置100的概要的剖视图,是在与图2相同的位置切断的半导体装置100的剖视图。实施方式3所涉及的半导体装置100构成为在功率模块101上设置模块侧的凹部19。

[0044] 功率模块101的接合材料15侧的表面具有模块侧的凹部19。从垂直于冷却面20的方向上观察,模块侧的凹部19配置在与设置在冷却面20与功率模块101之间的接合材料15重叠、且与多个半导体元件不重叠的位置。在本实施方式中,模块侧的凹部19配置在第一半导体元件1、2和第二半导体元件5、6之间。

[0045] 模块侧的凹部19是将通过接合材料15对功率模块101和冷却器14进行接合时产生的气体向外部排出的路径。通过这样构成,除了凹部17之外,可以进一步设置向外部排出气体的路径。由于进一步形成了气体向外部的排出路径,因此与实施方式1相比,能够更有效地将对功率模块101和冷却器14进行接合时产生的气体向外部排出。

[0046] 在本实施方式中,将模块侧的凹部19设置在凹部17的功率模块101侧,但模块侧的凹部19的配置不限于此。根据需要,也可以进一步在不同的位置配置模块侧的凹部19。模块侧的凹部19的数量不限于一个,可以设置多个模块侧的凹部19。

[0047] 在本实施方式中,设模块侧的凹部19的截面形状为矩形,但模块侧的凹部19的截面形状并不限于矩形。模块侧的凹部19只要具有将在功率模块101和冷却器14之间产生的气体向外部排出的路径的功能即可,因此模块侧的凹部19的截面形状也可以是V型或U型的形状。

[0048] 在本实施方式中,示出了在实施方式1所示的半导体装置100上设置了模块侧的凹部19的示例,但并不限于此,也可以在实施方式2所示的半导体装置100上设置模块侧的凹部19。

[0049] 实施方式4.

对实施方式4所涉及的半导体装置100进行说明。图6是表示实施方式4所涉及的半导体装置100的概要的俯视图,密封树脂13仅示出外形,是省略引线框而表示的图。实施方式4所涉及的半导体装置100构成为设置有多个半导体元件和多个凹部。

[0050] 在本实施方式中,功率模块101的形态是被称为所谓6in1型的功率模块的结构。在图6中,在上侧,第一半导体元件1a、1b、1c在第一散热器3的横向上隔开间隔地排列在第一散热器3上,在下侧,在第二散热器7a、7b、7c分别设置有第二半导体元件5a、5b、5c。第一半导体元件1a、1b、1c设置在将第一散热器3沿横向进行3分割而成的各个部分的中央附近。

[0051] 对凹部的配置进行说明。从垂直于冷却面20的方向上观察,凹部17配置在第一散热器3与第二散热器7a、7b、7c之间的与第一散热器3及第二散热器7a、7b、7c不重叠的位置。从垂直于冷却面20的方向上观察,凹部17a配置在第二散热器7a、7b之间的与第二散热器7a、7b不重叠的位置。从垂直于冷却面20的方向上观察,凹部17b配置在第二散热器7b、7c之间的与第二散热器7b、7c不重叠的位置。从垂直于冷却面20的方向上观察,凹部17c配置在第一半导体元件1a、1b之间的与第一半导体元件1a、1b不重叠的位置。从垂直于冷却面20的方向上观察,凹部17d配置在第一半导体元件1b、1c之间的与第一半导体元件1b、1c不重叠的位置。

[0052] 在本实施方式中,不限于半导体元件之间以及散热器之间,也在不是散热器之间的半导体元件之间设置凹部。这样,在半导体元件彼此之间为宽配置的情况下,通过在不是散热器之间的半导体元件之间也设置凹部,能够更有效地将通过接合材料15对功率模块101和冷却器14进行接合时产生的气体向外部排出。

[0053] 凹部的配置并不限于图6所示的配置,从垂直于冷却面20的方向上观察,只要是与设置在冷却面20与功率模块101之间的接合材料15重叠、且与多个半导体元件不重叠的位置,可以是不同的配置。即使在设为不同的配置的情况下,也能够实现接合材料15的低热阻化和焊料孔隙的抑制。

[0054] 在本实施方式中,从垂直于冷却面20的方向观察,凹部17、17a、17b、17c、17d延伸到设置在冷却面20与功率模块101之间的接合材料15的外侧。凹部17的配置不限于延伸到接合材料15的外侧的结构,也可以仅配置在接合材料15的内侧。在接合材料15的内侧配置有凹部17、17a、17b、17c、17d的情况下,虽然不能将气体向外部排出,但能够将气体向凹部17、17a、17b、17c、17d的内部排出。另外,在仅在接合材料15的内侧配置有凹部17、17a、17b、17c、17d的情况下,能够抑制从外部通过凹部17、17a、17b、17c、17d向半导体装置100的内部的水分、异物等的侵入。

[0055] 实施方式5.

对实施方式5所涉及的半导体装置100进行说明。图7是表示实施方式5所涉及的半导体装置100的概要的俯视图,图8是在图7的B-B截面位置切断的半导体装置100的剖视图。实施方式5所涉及的半导体装置100构成为功率模块101具有突出部21。

[0056] 在本实施方式中,如图7所示,在冷却面20与功率模块101之间的间隙的外周部,存在未设置接合材料15的区域即非接合区域23。从垂直于冷却面20的方向观察,凹部17从设有接合材料15的区域向非接合区域23延伸。在本实施方式中,从垂直于冷却面20的方向观察,凹部17也设置在与功率模块101不重叠的冷却面20的部分。功率模块101在非接合区域23具有向凹部17侧突出的突出部21。在本实施方式中,在与凹部17相对的两个非接合区域23分别设置一个突出部21。也可以在非接合区域23分别设置多个突出部21。

[0057] 如图8所示,突出部21是对构成功率模块101的部件进行密封的密封树脂13向凹部17侧突出的部分。当密封构成功率模块101的部件时,同时制作突出部21。突出部21的制作方法不限于此。例如,也可以将由金属材料等制作的部件与构成功率模块101的部件一起密封,将从密封树脂13突出的部分作为突出部21。或者,也可以在与凹部17相对的密封树脂13的非接合区域23的部分安装成为突出部21的部件。突出部21由焊料润湿性较高的金属构成,在将突出部21与接合材料15相邻设置的情况下,通过在气体排出后将金属和焊料润湿,能够抑制水等异物向凹部17的内侧的侵入。当密封构成功率模块101的部件时,同时用密封树脂13制作突出部21的情况下,由于不需要成为突出部21的其他部件,因此能够提高半导体装置100的生产率。因此,优选密封树脂13制作突出部21。

[0058] 通过这样设置突出部21,能够维持将通过接合材料15对功率模块101和冷却器14进行接合时产生的气体高效地向外部排出的功能,并且能够抑制清洗液向接合后的清洗工序中的功率模块101和凹部17之间的侵入。通过抑制清洗液的侵入,能够防止在之后的干燥时清洗液从功率模块101和凹部17之间喷出而在功率模块101的表面附着清洗液。由于能够抑制清洗液向功率模块101的表面的附着,因此能够改善功率模块101的沿面的绝缘性。

[0059] 在图7中,突出部21配置在凹部17延伸的方向上的非接合区域23的中央部,但突出部21的配置并不限于非接合区域23的中央部。如图9所示,突出部21也可以配置在非接合区域23的外侧端部。图9是表示实施方式5所涉及的另一个半导体装置100的概要的俯视图。通过这样构成,能够减少清洗液能够侵入的区域,因此能够进一步改善功率模块101的沿面的绝缘性能。突出部21的配置越接近非接合区域23的外侧端部,减少清洗液能够侵入的区域的效果越大。

[0060] 在本实施方式中,如图8所示,突出部21的高度大于凹部17的深度,在突出部21与凹部17的内侧面之间设有间隙。在图8中,示出突出部21和凹部17的截面形状。仅通过设置突出部21就能够抑制清洗液向功率模块101和凹部17之间的侵入,但在突出部21的高度大于凹部17的深度、在突出部21和凹部17的内侧面之间设有间隙的情况下,能够进一步提高抑制清洗液侵入的效果。作为具体的尺寸,如果突出部21的顶部21a与凹部的底部22之间的尺寸小于0.22mm,则水分侵入,但不会向外部排出,因此能够改善绝缘性。如果突出部21的顶部21a与凹部的底部22之间的尺寸为0.08mm以下,则能够防止水分的侵入,因此能够针对改善绝缘性获得更大的效果。

[0061] 在本实施方式中,如图8所示,设突出部21的纵截面的形状为矩形,但突出部21的纵截面的形状并不限于矩形。突出部21只要维持作为用于将在功率模块101和冷却器14之

间产生的气体向外部排出的路径的功能,并且具有抑制清洗液从外部侵入的功能即可,因此突出部21的纵截面的形状例如也可以是V字型或U字型那样的形状。

[0062] 在本实施方式中,如图7所示,设突出部21的横截面的形状为圆形,但突出部21的横截面的形状并不限于圆形。突出部21只要维持作为用于将在功率模块101和冷却器14之间产生的气体向外部排出的路径的功能,并且具有抑制清洗液从外部侵入的功能即可,因此突出部21的横截面的形状例如也可以是四边形或六边形那样的形状。在突出部21的顶部21a配置在凹部17的内侧的情况下,突出部21的横截面的形状越是凹部17的侧壁与突出部21的侧壁之间的间隙变小的形状,越能够增大抑制清洗液侵入的效果。

[0063] 实施方式6.

对实施方式6所涉及的半导体装置100进行说明。图10是表示实施方式6所涉及的半导体装置100的概要的剖视图,是在与图8相同的位置切断的半导体装置100的剖视图。实施方式6所涉及的半导体装置100构成为规定了突出部21的顶部21a的位置。

[0064] 突出部21的顶部21a配置在凹部17的内侧,在突出部21与凹部17的内侧面之间设有间隙。通过这样构成,能够缩小突出部21的顶部21a与凹部的底部22之间的距离。由于突出部21的顶部21a和凹部的底部22之间的距离缩小,因此能够维持作为向外部排出在功率模块101和冷却器14之间产生的气体的路径的功能,并且能够进一步提高抑制清洗液侵入的效果。由于抑制清洗液的侵入的效果进一步提高,因此能够进一步改善功率模块101的沿面的绝缘性。

[0065] 在本实施方式中也与实施方式5同样,突出部21的高度大于凹部17的深度,在突出部21与凹部17的内侧面之间设有间隙,因此具有与实施方式5同样的效果。另外,在本实施方式中,设突出部21的纵断面的形状为矩形,但突出部21的纵断面的形状并不限于矩形。突出部21的纵截面的形状例如也可以是V字型或U字型那样的形状。

[0066] 另外,本申请虽然记载了各种示例性的实施方式以及实施例,但是一个或多个实施方式所记载的各种特征、方式及功能并不仅限于适用特定的实施方式,也可以单独适用于实施方式,或者进行各种组合来适用于实施方式。

因此,可以认为未例示的无数变形例也包含在本申请说明书所公开的技术范围内。例如,设为包括对至少一个构成要素进行变形、追加或省略的情况,以及提取至少一个构成要素并与其他实施方式的构成要素进行组合的情况。

[0067] 以下,将本公开的各方式作为附记汇总记载。

[0068] (附记1)一种半导体装置,其特征在于,包括:

功率模块,该功率模块具有多个半导体元件;以及

冷却器,该冷却器具有冷却面,且所述功率模块经由具有焊料材料的接合材料与
所述冷却面热连接,

从垂直于所述冷却面的方向上观察,多个所述半导体元件配置在彼此不重叠的位置,

所述冷却面具有凹部,

从垂直于所述冷却面的方向上观察,所述凹部配置在与设置在所述冷却面与所述功率模块之间的所述接合材料重叠、且与多个所述半导体元件不重叠的位置。

(附记2)如附记1所述的半导体装置,其特征在于,

将相邻配置的两个所述半导体元件中的一个作为第一所述半导体元件,将另外一个作为第二所述半导体元件,

所述功率模块具有:

所述第一半导体元件;

第一散热器,所述第一半导体元件与该第一散热器的一个面电连接;

所述第二半导体元件;

第二散热器,该第二散热器在与所述第一散热器相同的平面上隔开间隔地排列,所述第二半导体元件与该第二散热器的一个面电连接;

绝缘材料,所述第一散热器的另一个面及所述第二散热器的另一个面与该绝缘材料的一个面热连接;

铜板,所述绝缘材料的另一个面与该铜板的一个面热连接;以及

密封树脂,该密封树脂在使所述铜板的另一个面露出的状态下,覆盖所述第一散热器、所述第二散热器、所述第一半导体元件、所述第二半导体元件及所述绝缘材料,

从垂直于所述冷却面的方向上观察,所述凹部配置在所述第一散热器与所述第二散热器之间的与所述第一散热器及所述第二散热器不重叠的位置。

(附记3)如附记1或2所述的半导体装置,其特征在于,

所述冷却面是具有焊料润湿性的镀层的表面,

所述凹部贯通所述镀层,所述镀层的下侧的构件露出。

(附记4)如附记3所述的半导体装置,其特征在于,

露出的所述下侧的构件的焊料润湿性比所述镀层要低。

(附记5)如附记4所述的半导体装置,其特征在于,

露出的所述下侧的构件是铝或铝合金。

(附记6)如附记3至5中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

所述凹部也形成于露出的所述下侧的构件。

(附记7)如附记1至6中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

所述凹部是从垂直于所述冷却面的方向上观察时延伸到设置在所述冷却面与所述功率模块之间的所述接合材料的外侧的槽。

(附记8)如附记1至7中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

所述功率模块的所述接合材料一侧的表面具有模块侧的凹部,

从垂直于所述冷却面的方向上观察,所述模块侧的凹部配置在与设置在所述冷却面与所述功率模块之间的所述接合材料重叠、且与多个所述半导体元件不重叠的位置。

(附记9)如附记1至7中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

在所述冷却面与所述功率模块之间的间隙的外周部,存在未设置所述接合材料的区域即非接合区域,

从垂直于所述冷却面的方向上观察,所述凹部从设置有所述接合材料的区域向所述非接合区域延伸,

所述功率模块在所述非接合区域具有向所述凹部的一侧突出的突出部。

(附记10)如附记9所述的半导体装置,其特征在于,

所述突出部的高度大于所述凹部的深度,在所述突出部与所述凹部的内侧面之间

设有间隙。

(附记11) 如附记9所述的半导体装置,其特征在于,
所述突出部的顶部配置在所述凹部的内侧,在所述突出部与所述凹部的内侧面之间设有间隙。

(附记12) 如附记9至11中任一项所述的半导体装置,其特征在于,
所述突出部配置在所述非接合区域的外侧端部。

标号说明

[0069] 1、1a、1b、1c、2第一半导体元件,3第一散热器,4第一引线框,5、5a、5b、5c、6第二半导体元件,7、7a、7b、7c第二散热器,8第二引线框,9第三引线框,10第四引线框,11绝缘材料,12铜板,13密封树脂,14冷却器,15接合材料,16镀层,17、17a、17b、17c、17d凹部,18凹部表面,19模型侧的凹部,20冷却面,21突出部,21a顶部,22凹部的底部,23非接合区域,100半导体装置,101功率模块。

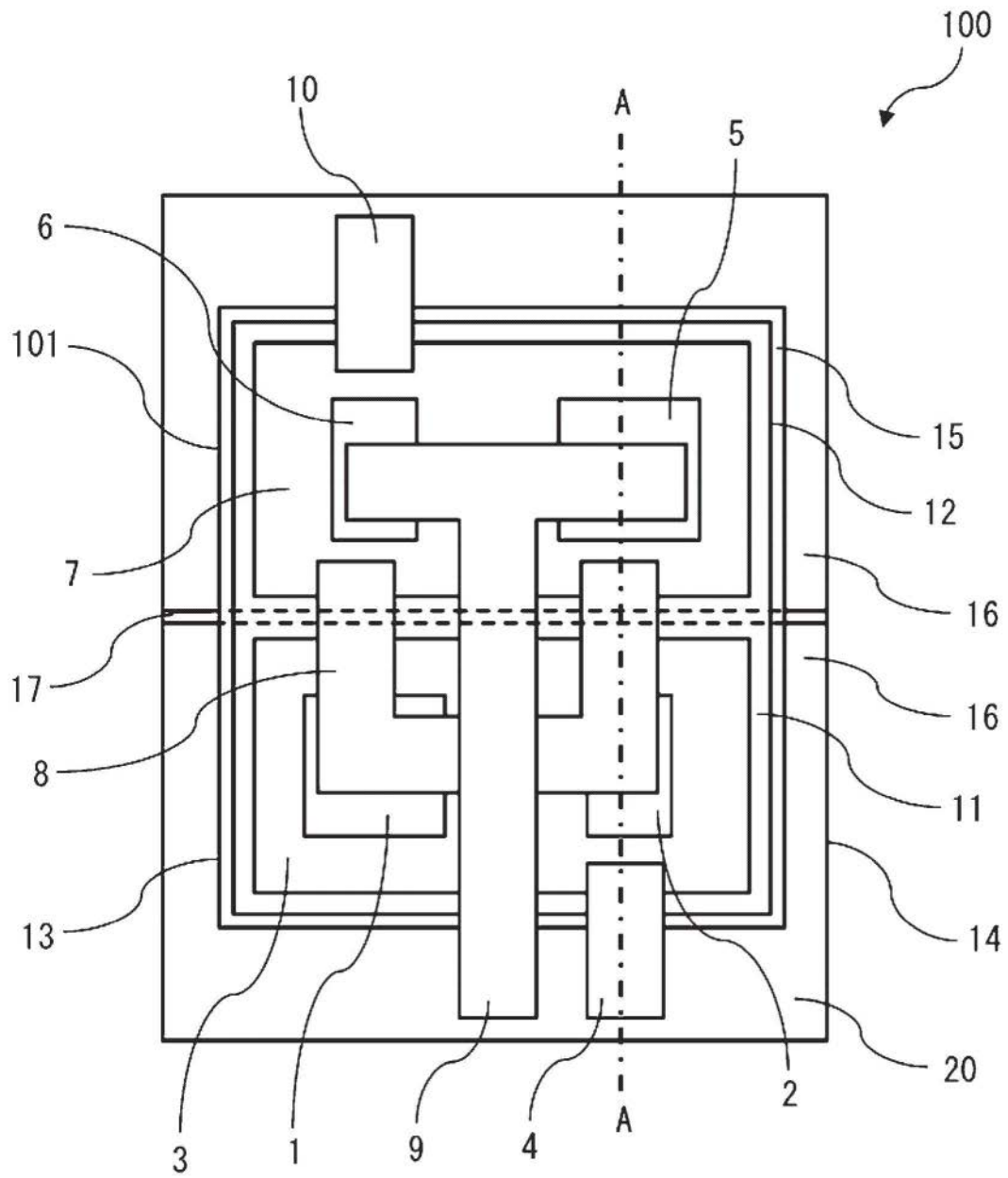


图1

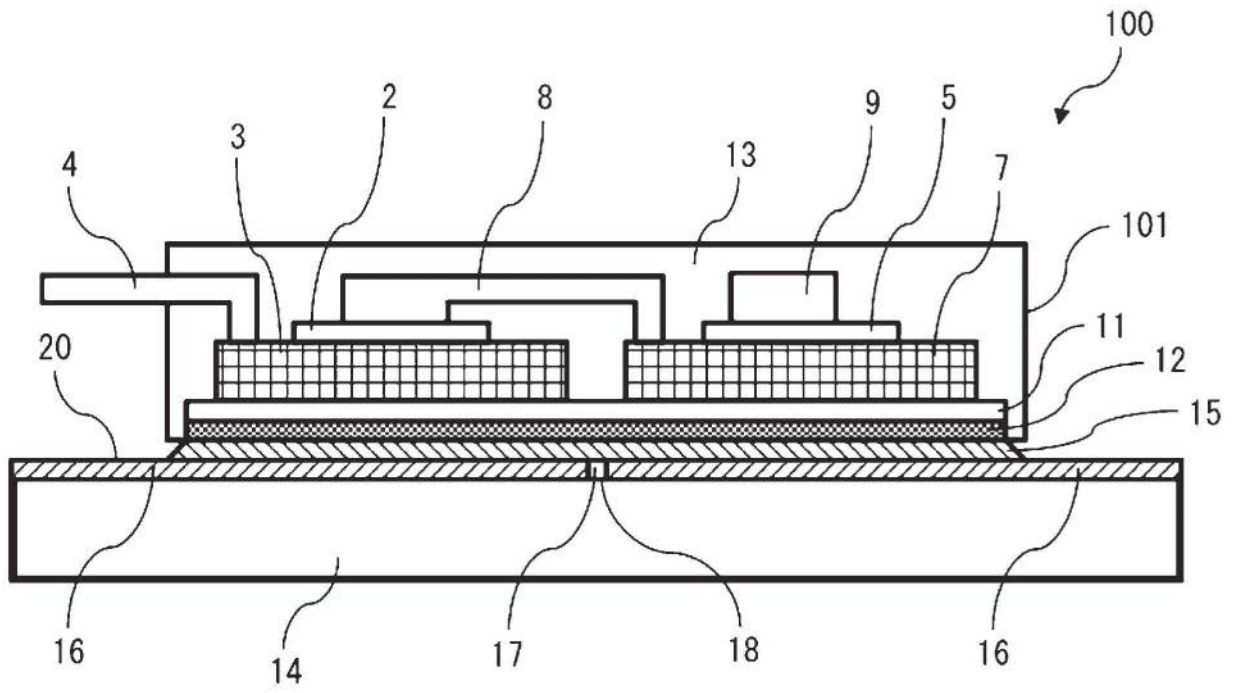


图2

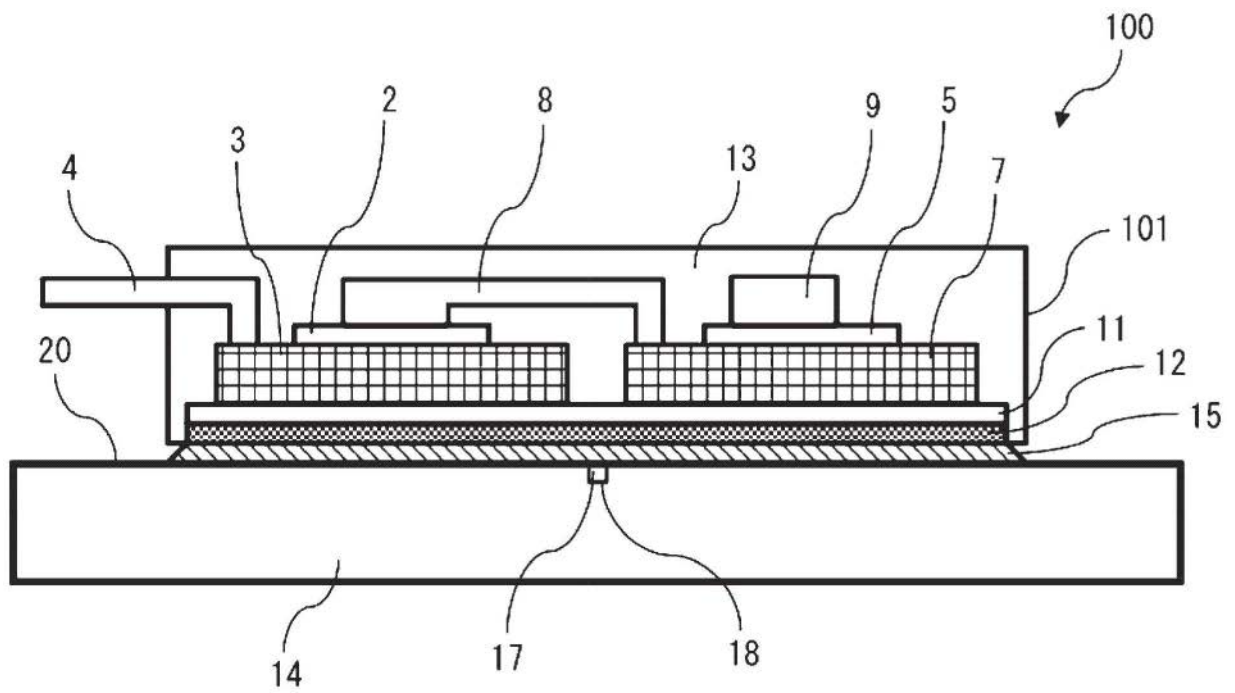


图3

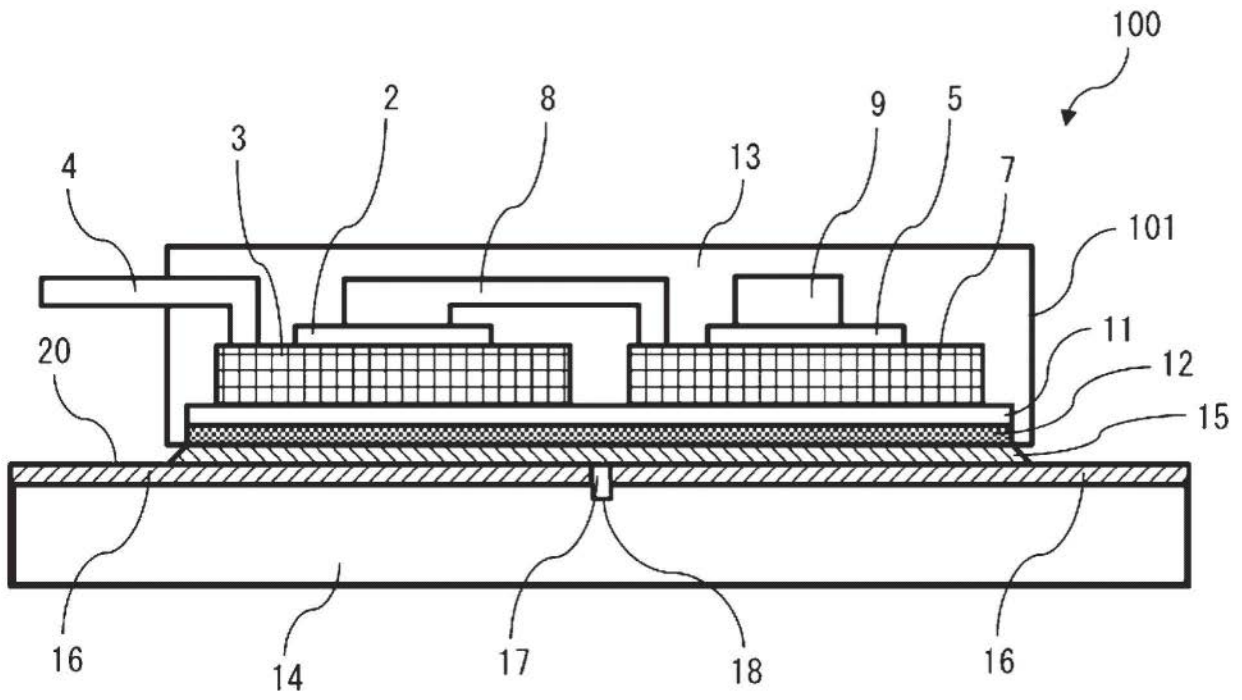


图4

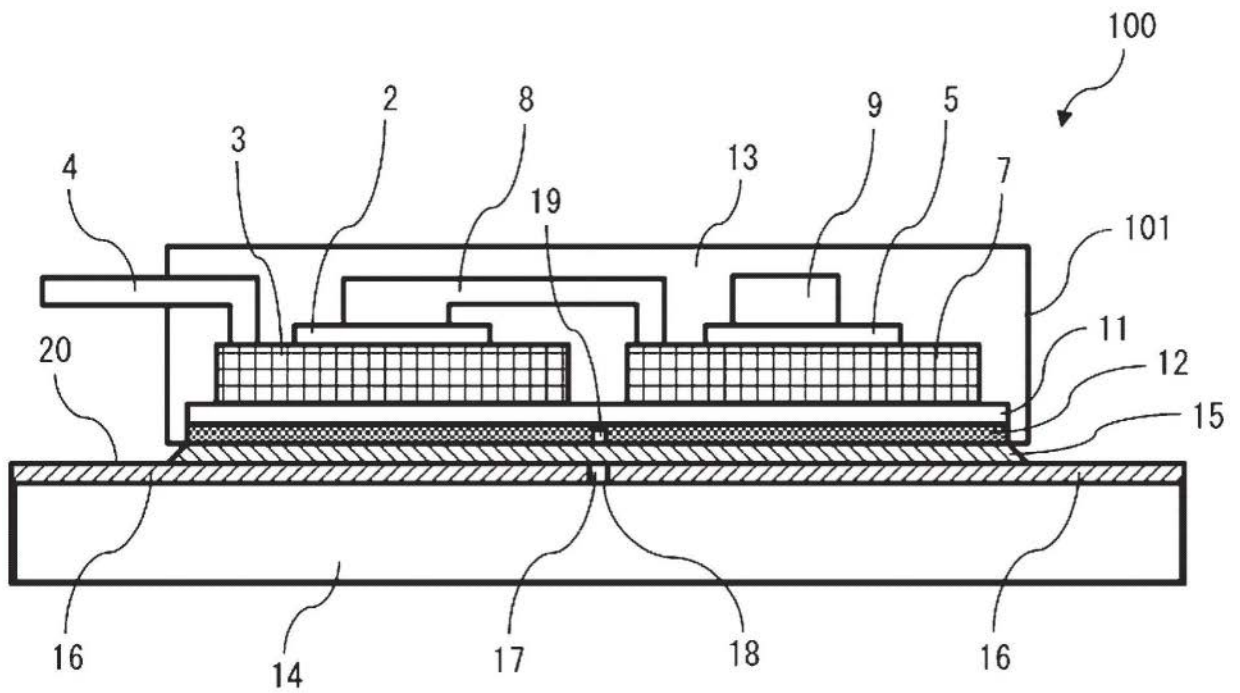


图5

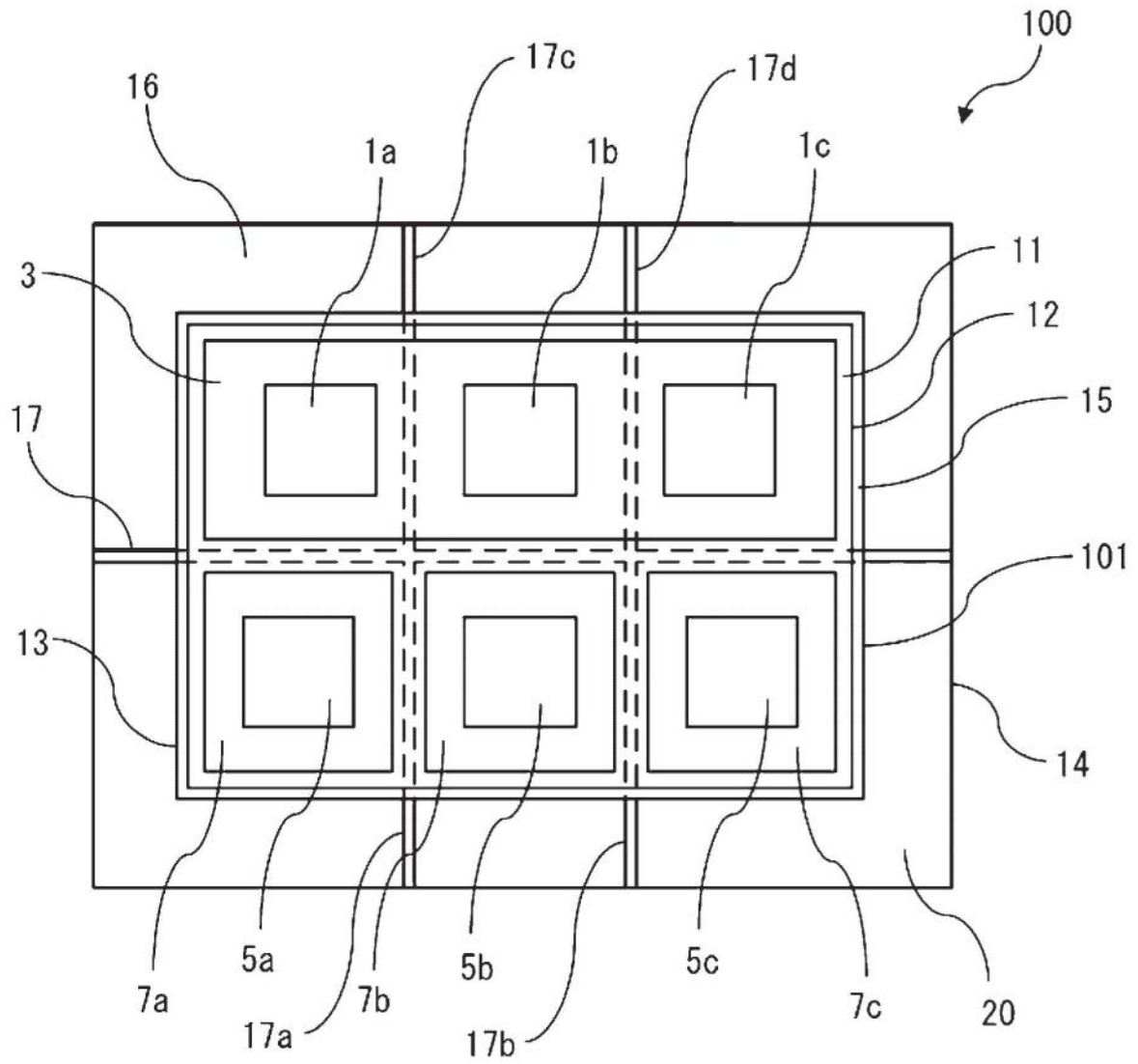


图6

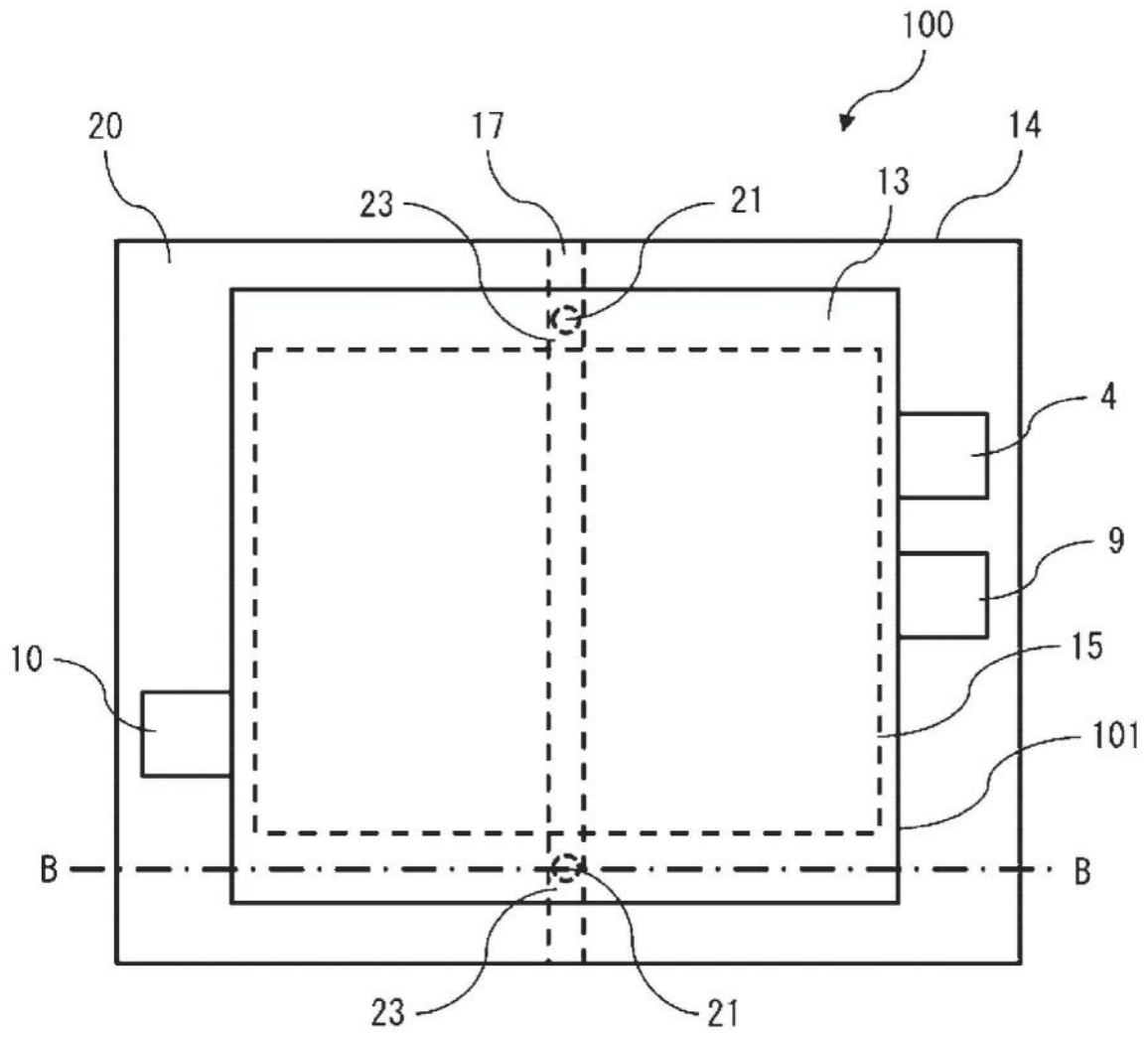


图7

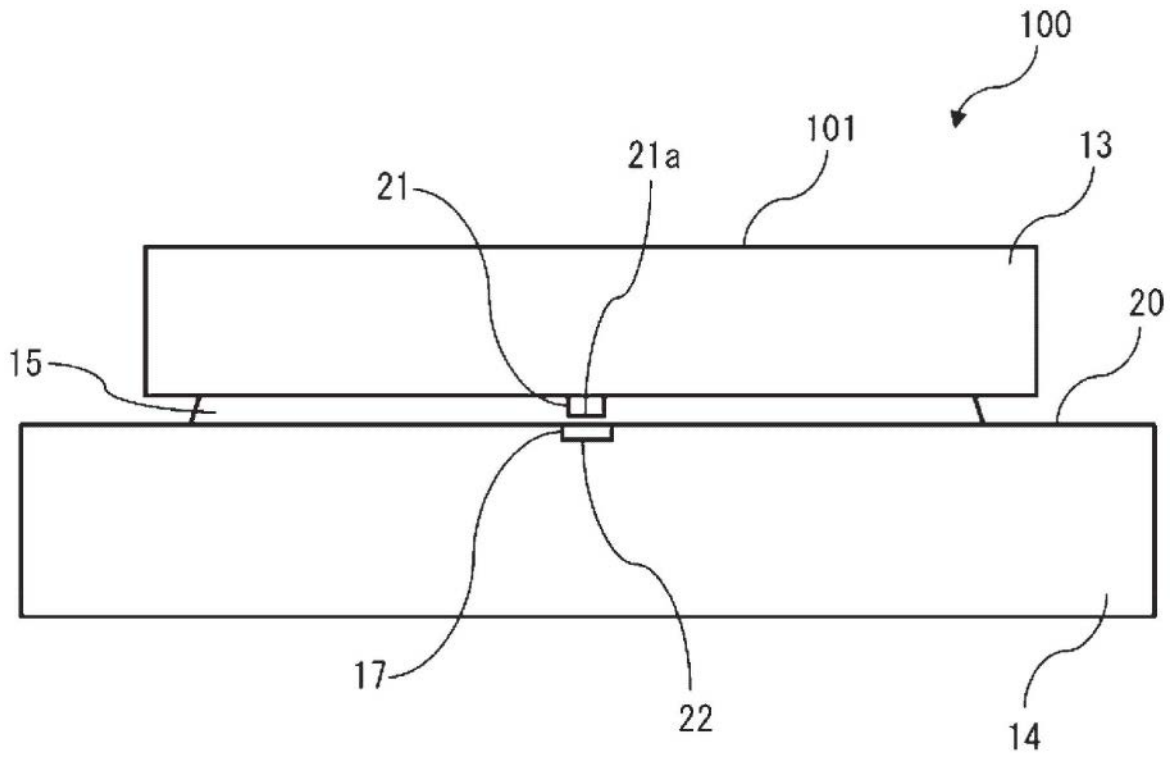


图8

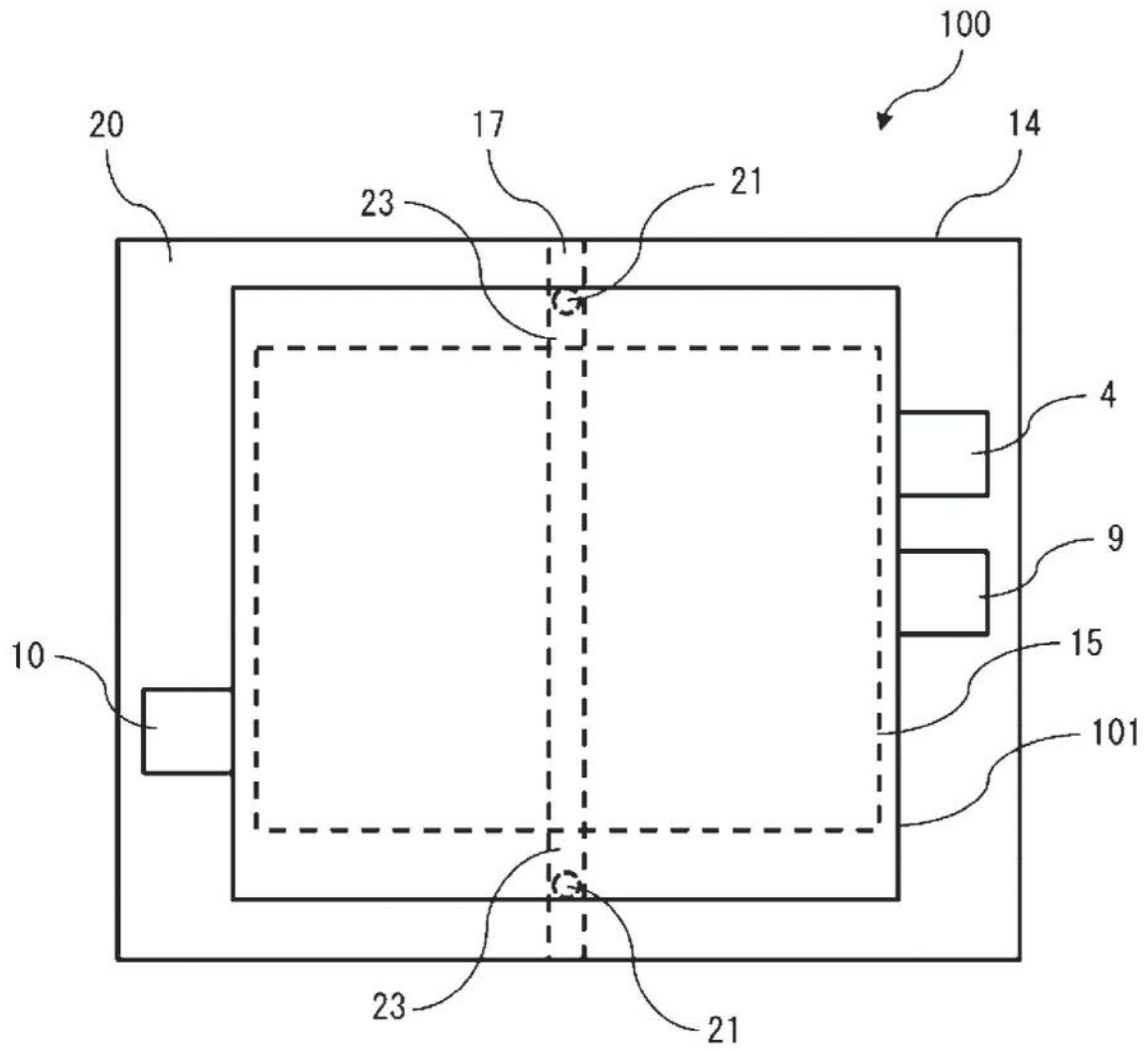


图9

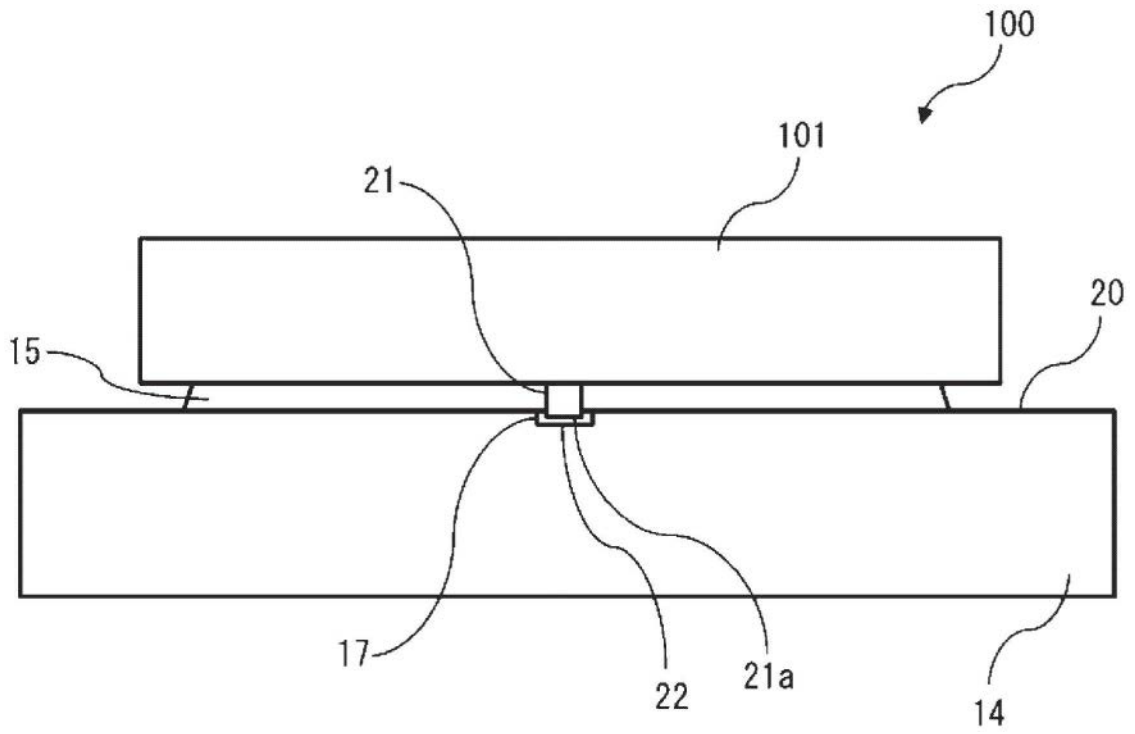


图10