



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117438386 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 23

(21) 申请号 202310864292.2

H02M 1/08 (2006.01)

(22) 申请日 2023.07.14

(30) 优先权数据

2022-115749 2022.07.20 JP

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 日野泰成 新井规由 鹿野武敏

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

专利代理师 何立波 张天舒

(51) Int. Cl.

H01L 23/367 (2006.01)

H01L 23/40 (2006.01)

H01L 21/50 (2006.01)

H02M 7/5387 (2007.01)

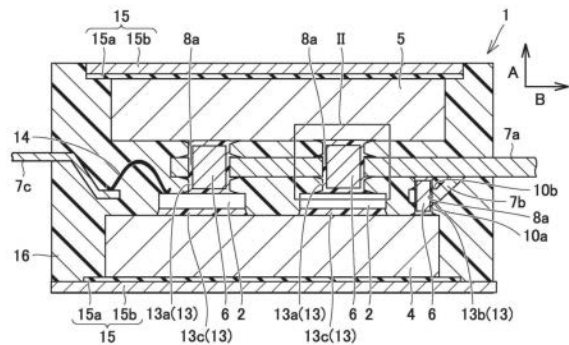
权利要求书2页 说明书16页 附图9页

(54) 发明名称

半导体装置、半导体装置的制造方法及电力转换装置

(57) 摘要

提供改善了可靠性的半导体装置及使用了该半导体装置的电力转换装置。还涉及半导体装置的制造方法。半导体装置(1)具有半导体元件(2)、第1散热基板(4)、第2散热基板(5)和散热块(6)。半导体元件(2)具有电极(3)。在第1散热基板(4)搭载有半导体元件(2)。散热块(6)以与电极(3)相对的方式配置。在从散热块(6)进行观察时,第2散热基板(5)配置于与电极(3)相反侧。接合材料(13)将散热块(6)的侧面覆盖,与半导体元件(2)的电极(3)及第2散热基板(5)接触。



1. 一种半导体装置,其具有:
半导体元件,其具有电极;
第1散热基板,其搭载有所述半导体元件;
散热块,其以与所述电极相对的方式配置;
第2散热基板,其在从所述散热块进行观察时配置于与所述电极相反侧;以及
接合材料,其将所述散热块的侧面覆盖,与所述半导体元件的所述电极及所述第2散热基板接触。
2. 根据权利要求1所述的半导体装置,其中,
所述半导体装置具有端子,该端子具有第1贯通孔,
所述端子具有:
第1端子主面,其与所述半导体元件的所述电极相对;以及
第2端子主面,其处于与所述第1端子主面相反侧,
所述第1贯通孔以从所述第1端子主面到达所述第2端子主面的方式形成,
所述端子以在所述第1贯通孔的内部配置所述散热块的方式,配置于所述半导体元件的所述电极与所述第2散热基板之间,
所述接合材料与所述端子接触。
3. 根据权利要求2所述的半导体装置,其中,
所述接合材料从所述第1贯通孔的内部延伸至所述第1端子主面之上及所述第2端子主面之上。
4. 根据权利要求2所述的半导体装置,其中,
所述第1贯通孔具有在所述第1贯通孔的内周面形成的凹部。
5. 根据权利要求2所述的半导体装置,其中,
所述第1贯通孔具有所述第1贯通孔的径向上的面积最小的第1区域,
相对于所述第1区域中的所述面积,所述第1端子主面之上的所述第1贯通孔的第1开口部面积和所述第2端子主面之上的所述第1贯通孔的第2开口部面积较大。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的半导体装置,其中,
所述散热块具有:
第1散热块主面,其与所述半导体元件的所述电极相对;以及
第2散热块主面,其处于与所述第1散热块主面相反侧,
所述第1散热块主面的第1表面积大于所述第2散热块主面的第2表面积。
7. 根据权利要求1至5中任一项所述的半导体装置,其中,
所述散热块还具有:
第1散热块主面,其与所述半导体元件的所述电极相对;以及
第2散热块主面,其处于与所述第1散热块主面相反侧,
所述散热块具有以从所述第1散热块主面到达所述第2散热块主面的方式形成的第2贯通孔。
8. 根据权利要求1至5中任一项所述的半导体装置,其中,
构成所述接合材料的材料包含从由焊料、烧结材料及粘接剂构成的组中选择出的任意1者。

9. 根据权利要求2至5中任一项所述的半导体装置,其中,
从由所述电极、所述端子、所述第2散热基板及所述散热块构成的组中选择出的任意1者包含在与所述接合材料接触的区域形成的镀层。
10. 根据权利要求9所述的半导体装置,其中,
所述镀层以从由镍、银、金及锡构成的组中选择出的至少1者为主要成分。
11. 根据权利要求1至5中任一项所述的半导体装置,其中,
所述第1散热基板及所述第2散热基板以铝或铜为主要成分。
12. 根据权利要求1至5中任一项所述的半导体装置,其中,
所述第1散热基板及所述第2散热基板分别具有与彼此相对的面的相反面连接的绝缘散热片,
所述绝缘散热片包含绝缘层和与所述绝缘层层叠的金属层。
13. 根据权利要求12所述的半导体装置,其中,
具有在所述第1散热基板或所述第2散热基板经由所述绝缘散热片而连接的冷却器。
14. 根据权利要求1至5中任一项所述的半导体装置,其中,
具有与所述第1散热基板或所述第2散热基板连接的冷却器。
15. 根据权利要求1至5中任一项所述的半导体装置,其中,
具有将所述半导体元件、所述第1散热基板及所述第2散热基板覆盖的封装树脂。
16. 根据权利要求1至5中任一项所述的半导体装置,其中,
所述半导体元件是绝缘栅型双极晶体管。
17. 根据权利要求1至5中任一项所述的半导体装置,其中,
所述半导体元件包含宽带隙半导体。
18. 一种电力转换装置,其具有:
主转换电路,其具有权利要求1所述的半导体装置,该主转换电路对输入进来的电力进行转换而输出;
驱动电路,其将对所述半导体装置进行驱动的驱动信号输出至所述半导体装置;以及
控制电路,其将对所述驱动电路进行控制的控制信号输出至所述驱动电路。
19. 一种半导体装置的制造方法,其具有以下工序:
准备第1散热基板、第2散热基板、散热块及具有电极的半导体元件;
在所述第1散热基板之上经由第1接合材料而搭载所述半导体元件;
通过对所述第1接合材料进行加热,从而在所述第1散热基板经由所述第1接合材料而接合所述半导体元件;
在所述半导体元件的所述电极之上经由第2接合材料而搭载所述散热块,进一步在所述散热块之上经由第3接合材料而搭载第2散热基板;以及
通过对所述第2接合材料及所述第3接合材料进行加热,从而所述第2接合材料及所述第3接合材料将所述散热块的侧面覆盖,并且将所述电极与所述第2散热基板接合。

半导体装置、半导体装置的制造方法及电力转换装置

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体装置、半导体装置的制造方法及电力转换装置。

背景技术

[0002] 近年来,伴随实现脱碳社会的动向,以功率半导体装置等为代表的半导体装置不仅用于空调这样的家电用途,还用于电动汽车、混动车这样的车载用途或铁路用途(例如,参照日本特开2013-239486号公报、日本特开2020-188163号公报)。在日本特开2013-239486号公报中,为了确保接合强度,具有贯通孔的端子与半导体元件的电极经由散热部件通过接合材料接合。在日本特开2020-188163中,导体板与半导体元件经由导体间隔件而接合,导体板与导体间隔件的一部分通过焊料而接合,在半导体装置内电连接。

[0003] 但是,上述这样的半导体装置由于应用于广泛的产品,因此高负荷的环境下(例如高温环境下或振动环境下)的使用频度增加,要求半导体装置的耐久性。这样,关于以往的半导体装置,谋求以耐久性为代表的可靠性的进一步的改善。

发明内容

[0004] 本发明就是为了解决上述这样的课题而提出的,本发明的目的在于提供改善了可靠性的半导体装置及使用了该半导体装置的电力转换装置。

[0005] 本发明涉及的半导体装置具有半导体元件、第1散热基板、第2散热基板和散热块。半导体元件具有电极。在第1散热基板搭载有半导体元件。散热块以与电极相对的方式配置。在从散热块进行观察时,第2散热基板配置于与电极相反侧。接合材料将散热块的侧面覆盖,与半导体元件的电极及第2散热基板接触。

[0006] 本发明涉及的电力转换装置具有主转换电路、驱动电路和控制电路。主转换电路具有上述半导体装置,该主转换电路对输入进来的电力进行转换而输出。驱动电路将对半导体装置进行驱动的驱动信号输出至半导体装置。控制电路将对驱动电路进行控制的控制信号输出至驱动电路。

[0007] 本发明涉及的半导体装置的制造方法具有进行准备的工序、搭载半导体元件的工序、将半导体元件进行接合的工序、搭载第2散热基板的工序和将第2散热基板进行接合的工序。在进行准备的工序中,准备第1散热基板及具有电极的半导体元件。在搭载半导体元件的工序中,在第1散热基板之上经由第1接合材料而搭载半导体元件。在将半导体元件进行接合的工序中,通过对第1接合材料进行加热,从而在第1散热基板经由第1接合材料而接合半导体元件。在搭载第2散热基板的工序中,在半导体元件的电极之上经由第2接合材料而搭载散热块,进一步在散热块之上经由第3接合材料而搭载第2散热基板。在将第2散热基板进行接合的工序中,通过对第2接合材料及第3接合材料进行加热,从而第2接合材料及第3接合材料将散热块的侧面覆盖,并且将半导体元件的电极与第2散热基板接合。

[0008] 通过结合附图进行理解的、与本发明相关的以下的详细说明,使本发明的上述及其它目的、特征、方案及优点变得明确。

附图说明

- [0009] 图1是实施方式1涉及的半导体装置的剖视图。
- [0010] 图2是图1的区域II的局部放大剖视图。
- [0011] 图3是表示实施方式1涉及的半导体装置的变形例的局部放大剖视图。
- [0012] 图4是表示实施方式1涉及的半导体装置的变形例的局部放大剖视图。
- [0013] 图5是实施方式1涉及的半导体装置的制造方法的流程图。
- [0014] 图6是实施方式1涉及的半导体装置的制造方法的变形例中的接合材料熔融前的局部放大剖视图。
- [0015] 图7是实施方式1涉及的半导体装置的制造方法的变形例中的接合材料熔融后的局部放大剖视图。
- [0016] 图8是实施方式2涉及的半导体装置的剖视图。
- [0017] 图9是表示实施方式2涉及的半导体装置的变形例的剖视图。
- [0018] 图10是实施方式3涉及的半导体装置的接合材料熔融前的局部放大剖视图。
- [0019] 图11是实施方式3涉及的半导体装置的接合材料熔融后的局部放大剖视图。
- [0020] 图12是表示实施方式3涉及的半导体装置的变形例的局部放大剖视图。
- [0021] 图13是实施方式4涉及的半导体装置的局部放大剖视图。
- [0022] 图14是表示实施方式4涉及的半导体装置的变形例的局部放大剖视图。
- [0023] 图15是实施方式5涉及的半导体装置的局部放大剖视图。
- [0024] 图16是表示实施方式5涉及的半导体装置的变形例的局部放大剖视图。
- [0025] 图17是表示实施方式5涉及的半导体装置的变形例的局部放大剖视图。
- [0026] 图18是表示实施方式5涉及的半导体装置的变形例的局部放大剖视图。
- [0027] 图19是表示电力转换系统的结构的框图,该电力转换系统应用了实施方式6涉及的电力转换装置。

具体实施方式

[0028] 以下,对本发明的实施方式进行说明。此外,只要未特别提及,则在以下的附图中,对相同或相应的部分标注相同的参照标号,不重复其说明。

[0029] 实施方式1

[0030] <半导体装置的结构>

[0031] 图1是实施方式1涉及的半导体装置1的剖视图。图2是图1的区域II的半导体装置1的局部放大剖视图。

[0032] 图1及图2所示的半导体装置1例如是电力用的半导体装置,主要具有半导体元件2、第1散热基板4、第2散热基板5、散热块6、端子7a、端子7b、端子7c、金属导线配线14、绝缘散热片15和封装树脂16。如图2所示,半导体元件2具有电极3。如图1所示,半导体元件2经由接合部13c而搭载于第1散热基板4的表面(上表面)。半导体元件2在与第1散热基板4相对的面(底面)的相反面(上表面)具有电极3。在从半导体元件2进行观察时,第2散热基板5配置于第1散热基板4的相反侧。第2散热基板5经由接合部13a与半导体元件2的电极3连接,该接合部13a由接合材料13构成。在端子7a及端子7b形成有第1贯通孔8a。端子7a配置于半导体元件2的电极3与第2散热基板5之间。在端子7a的第1贯通孔8a的内部配置散热块6。半导体

元件2的电极3及第2散热基板5通过接合部13a与端子7a连接。接合部13a以将散热块6的外周覆盖的方式将端子7a的第1贯通孔8a内部填充。即,半导体元件2的电极3及第2散热基板5通过接合部13a与端子7a的形成有第1贯通孔8a的区域连接。

[0033] 第1散热基板4通过由接合材料13构成的接合部13b与端子7b连接。在端子7b的第1贯通孔8a的内部配置散热块6。接合部13b以将散热块6的外周覆盖的方式将端子7b的第1贯通孔8a内部填充。第1散热基板4通过接合部13b与端子7b的形成有第1贯通孔8a的区域连接。端子7c经由金属导线配线14与例如作为半导体元件2的控制电极的电极3连接。第1散热基板4及第2散热基板5在各自的与彼此相对的面相反的面(底面或外周面)处与绝缘散热片15连接。

[0034] 如图1所示,在第1散热基板4的表面搭载有2个半导体元件2。2个半导体元件2分别包含电极3(参照图2)。2个半导体元件2的电极3分别通过接合部13a与第2散热基板5及端子7a连接。即,在端子7a,在位于半导体元件2之上的区域形成有第1贯通孔8a。就图1所示的半导体装置1而言,在端子7a形成有2个第1贯通孔8a。端子7a从2个半导体元件2之上向封装树脂16的外侧延伸。端子7b通过接合部13b与第1散热基板4的上表面的外周部连接。在图1所示的剖视图中,端子7c沿端子7a的延伸方向而延伸。

[0035] 半导体元件2、第1散热基板4、第2散热基板5、端子7a的一部分、端子7b的一部分及端子7c的一部分被封装树脂16覆盖。端子7a、端子7b及端子7c各自的一部分从封装树脂16的表面向外侧延伸以能够在封装树脂16的外部与外部设备连接。端子7a、端子7b及端子7c也可以在延伸至封装树脂16外侧的部分处例如通过成形而弯折。在端子7a、端子7b及端子7c的上述部分连接有用于与电路板或其它半导体装置电连接的配线或端子等导体(未图示)。导体与上述部分之间的连接方法能够使用任意的的方法,但例如也可以通过螺钉等固定部件将导体与上述部分固定。

[0036] 如图1所示,半导体装置1的电路结构为在1个模块搭载有2个半导体元件2的所谓的2合1型。半导体装置1的电路结构例如示出了逆变器电路中的上桥臂或下桥臂。半导体装置1的电路结构并非必须是2合1型。例如,作为该电路结构,也可以采用1合1型或6合1型等。

[0037] 半导体元件2是对电力进行控制的所谓的电力用的半导体元件2。在半导体装置1搭载的半导体元件2的数量至少大于或等于1个。此外,就半导体元件2而言,也可以根据半导体装置1的规格而搭载多个半导体元件2。另外,作为半导体元件2,也可以使用碳化硅(SiC)、氮化镓(GaN)、氧化镓(Ga_2O_3)或金刚石这样的材料。能够将这样的与硅相比带隙宽的所谓的宽带隙半导体材料用作半导体元件2的基材。在将宽带隙半导体材料用作基材的情况下,得到高效及能够应对高温的半导体装置1。特别地,在构成接合部13a的接合材料13是将银(Ag)等作为材料的烧结材料的情况下,接合部13a的耐热性提高。在这种情况下,能够优选地使用电力用的半导体元件2,该电力用的半导体元件2使用了能够实现高温下的动作的碳化硅。其结果,与使用了将硅作为基材的半导体元件的情况相比,能够实现可以在高温下进行动作的半导体装置1。

[0038] 作为半导体元件2的种类,不需要特别地进行限定,但例如能够使用IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)、MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)、肖特基势垒二极管等。另外,例如,半导体元件2可以是将IGBT及续流二极管集成于1个半导体芯片的RC-IGBT(Reverse Conducting IGBT)。半导体元件2的一条

边的长度例如大于或等于1.5mm且小于或等于15mm。

[0039] 如图1所示,第1散热基板4及第2散热基板5在各自的与彼此相对的面相反的面(底面或外周面)处与绝缘散热片15连接。构成第1散热基板4、第2散热基板5及散热块6各自的材料只要是具有高导热性的材料即可。例如,第1散热基板4、第2散热基板5及散热块6可以由铜(Cu)、铝(Al)、铜-钼(CuMo)合金等金属材料构成。另外,第1散热基板4、第2散热基板5及散热块6也可以由碳化硅-铝复合材料(AlSiC)或碳化硅-镁复合材料(MgSiC)等复合材料构成。

[0040] 绝缘散热片15包含绝缘层15a和金属层15b。绝缘层15a与第1散热基板4及第2散热基板5的底面(第1散热基板4与第2散热基板5各自的与彼此相对的面相反的面)连接。金属层15b在绝缘层15a处连接至与连接有第1散热基板4及第2散热基板5的面相反的面。绝缘散热片15具有层叠有绝缘层15a和金属层15b的层叠构造(2层构造)。在金属层15b,与连接有绝缘层15a的面相反的面从封装树脂16露出。此外,绝缘散热片15也可以不是2层构造。即,绝缘散热片15也可以包含绝缘层15a和其它多个金属层15b。例如,也可以在绝缘散热片15层叠配置有大于或等于2层金属层15b。

[0041] 绝缘散热片15的导热率例如大于或等于 $2\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 且小于或等于 $18\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。绝缘散热片15的厚度例如大于或等于0.1mm且小于或等于0.2mm。绝缘层15a例如可以由包含填料的树脂构成。作为填料,例如能够使用包含氧化铝(Al_2O_3)、氮化铝(AlN)、氮化硅(Si_3N_4)、二氧化硅(SiO_2)或氮化硼(BN)的任一者的填料。作为绝缘层15a的材料,能够使用上述这样的填充有填料的树脂。作为该树脂,例如能够使用环氧树脂。构成金属层15b的材料包含导热性优异的金属。作为该金属,例如能够使用铜(Cu)或铝(Al)。

[0042] 如图1及图2所示,在端子7a设置有第1贯通孔8a。第1贯通孔8a被接合材料13填满,以端子7a与半导体元件2的电极3及第2散热基板5连接的方式形成接合部13a。端子7a具有与半导体元件2的电极3相对的第1端子主面10a和位于第1端子主面10a的相反侧的第2端子主面10b。以接合部13a与端子7a之间的界面不仅存在于第1贯通孔8a的内部的侧面,还存在于端子7a的第1端子主面10a及第2端子主面10b的方式,形成接合部13a。与端子7a同样地,以端子7b与第1散热基板4连接的方式形成有接合部13b。以接合部13b与端子7b之间的界面不仅存在于第1贯通孔8a的内部的侧面延伸,还存在于端子7b的第1端子主面10a及第2端子主面10b的方式,形成接合部13b。第1贯通孔8a通过蚀刻等化学加工法或机械加工等物理加工法而形成。

[0043] 构成端子7a、端子7b、端子7c的材料例如是铜(Cu)。此外,构成端子7a、端子7b、端子7c的材料只要是除了导电性还具有散热性的材料即可。例如,构成端子7a、端子7b、端子7c的材料可以是包含铜(Cu)或铝(Al)的任一者的合金或将这些金属层叠起来的复合材料。

[0044] 端子7a、端子7b、端子7c的厚度例如大于或等于0.3mm且小于或等于1.2mm。端子7a、端子7b、端子7c在后述的制造工序中进行连杆切割或引线切割之前构成被一体化的引线框。此外,也可以根据流过端子7a、端子7b、端子7c的电流的容量,对图1所示的A方向上的端子7a、端子7b、端子7c各自的厚度及与图1的纸面垂直的方向上的端子7a、端子7b、端子7c各自的宽度适当地进行变更。例如,流过与作为半导体元件2的控制电极的电极3连接的金属导线配线14的电流的容量与流过端子7a及端子7b的电流的容量相比相对较小。因此,也可以是与端子7a及端子7b相比,端子7c的厚度和宽度较小。由此,能够使半导体装置1小型

化。另外,近年来,在半导体装置1中要求的电流的容量存在增加倾向。例如,半导体装置1的额定电流有时超过1000A。在这样的情况下,端子7a、端子7b的厚度也可以超过上述的1.2mm。

[0045] 构成金属导线配线14的材料例如是包含从由铝(Al)、铜(Cu)、银(Ag)及金(Au)构成的组中选择出的任意1者的金属。此外,金属导线配线14也可以是由从上述的组中选择出的合金构成的金属。另外,金属导线配线14通过加压和超声波振动而与端子7c及作为半导体元件2的控制电极的电极3接合。金属导线配线14是流过用于对半导体元件2进行控制的电流的配线。因此,金属导线配线14所要求的电流的容量相对较小。因此,能够减小金属导线配线14与作为半导体元件2的控制电极的电极3及端子7c之间的接合面积。因此,金属导线配线14的直径例如大于或等于0.02mm且小于或等于0.2mm。

[0046] 成为封装树脂16的主要成分的材料例如是热固性树脂。作为热固性树脂,例如能够使用环氧树脂。此外,构成封装树脂16的上述材料也可以是除了热固性以外还具有与半导体装置1的外形尺寸及内部构造相应的弹性模量、密接性、耐热性及绝缘性的树脂。例如,作为该材料,除了环氧树脂以外,还可以使用硅树脂、酚醛树脂、聚酰亚胺树脂等。另外,为了确保作为半导体装置1的强度及导热性,封装树脂16也可以包含分散在其中的微粒或填料。构成微粒及填料的材料例如可以是无机陶瓷材料。无机陶瓷材料例如是氧化铝(Al_2O_3)、氮化铝(AlN)、氮化硅(Si_3N_4)、二氧化硅(SiO_2)、氮化硼(BN)、金刚石、碳化硅(SiC)或氧化硼(B_2O_3)。封装树脂16通过包含微粒或填料,从而能够提高从发热的半导体元件2向半导体装置1外部的散热性。

[0047] 这里,如图1及图2所示,本实施方式1涉及的半导体装置1的特征在于如下方面,即,以散热块6为中心,通过接合材料13将半导体元件2的电极3、端子7a及第2散热基板5分别接合。具体地说,如图2所示,散热块6的外周由与半导体元件2的电极3相对的第1散热块主面6a、与第1散热块主面6a相反侧的第2散热块主面6b、将第1散热块主面6a与第2散热块主面6b连接的侧面即散热块侧面6c构成。以通过接合材料13将散热块6的外周覆盖的方式形成将半导体元件2的电极3、端子7a及第2散热基板5各自接合的接合部13a。这样,通过设置将散热块6的外周覆盖这样的接合部13a,从而能够提高接合部13a的耐久性。例如,在没有散热块6的情况下,当在电力半导体装置的动作过程中在接合部13a产生了由应力或变形引起的龟裂时,由于接合部13a脆,产生的龟裂的发展速度快,因此在电力半导体装置的动作过程中发生断线的可能性高。另一方面,在将散热块6设置于接合部13a的内部时,即使在接合部13a产生龟裂,也由与接合部13a相比高强度的散热块6阻碍在接合部13a产生的龟裂的发展,因此在半导体装置1的动作过程中发生断线的可能性大幅度地降低。另外,通过接合材料13将散热块6以并非仅覆盖外周的一部分而是将整个外周覆盖的方式进行接合,因此,接合部13a的强度相应于接合材料13的增加量而提高。其结果,能够得到确保了高可靠性的半导体装置1。

[0048] 在散热块6的外周的一部分与半导体元件2的电极3、第1贯通孔8a的侧面或第2散热基板5接触时,除此以外的部分可以被接合材料13覆盖。例如,作为后述的该半导体装置1的制造方法的变形例,当在电极3之上不经由接合材料13就搭载散热块6,对在散热块6之上配置的接合材料13进行了加热的情况下,如图7所示第1散热块主面6a与电极3直接连接,以第2散热块主面6b和散热块侧面6c被接合材料13覆盖的方式形成接合部13a。另外,如图12

所示,也可以以第1散热块主面6a与半导体元件2的电极3直接连接,散热块侧面6c的一部分与端子7a的第1贯通孔8a的侧面直接连接,不与第1贯通孔8a的侧面直接连接的散热块侧面6c的部分和第2散热块主面6b被接合材料13覆盖的方式,形成有接合部13a。另外,第2散热基板5与第2散热块主面6b也可以直接接触。即,可以仅半导体元件2的电极3、第2散热基板5、端子7a及接合材料13与散热块6的外周直接连接。

[0049] 如图3所示,散热块6的角部6d也可以是R加工或C倒角后的形状。在电力半导体装置的动作过程中,在散热块6的角部6d附近的接合部13a产生高的应力及变形,因此容易产生龟裂。因此,通过对散热块6的角部6d实施R加工或C倒角,从而能够降低在角部6d产生的应力及变形,作为结果,能够抑制接合部13a处的龟裂的产生。

[0050] 构成上述半导体装置1所使用的接合材料13的材料例如是从由焊料、烧结材料或粘接剂构成的组中选择出的任一者。作为接合材料13,在使用包含锡(Sn)的导电性金属即焊料的情况下,在作为接合材料13的焊料已熔融时,优选焊料不仅存在于第1贯通孔8a的侧面,还在端子7的第1端子主面10a和第2端子主面10b充分润湿扩展至与第1贯通孔8a相邻的区域。在这种情况下,能够使接合材料13与端子7之间的界面处的接合面积变大,因而能够确保该界面处的接合强度。例如,如图2所示,能够使得将端子7a与半导体元件2接合的接合部13a为铆钉这样的形状。在这种情况下,接合部13a与端子7a之间的界面形成为不仅存在于第1贯通孔8a的侧面,还存在于端子7a的第1端子主面10a及第2端子主面10b。即,在端子7a的第1端子主面10a及第2端子主面10b,与第1贯通孔8a相邻的部分被接合部13a的一部分覆盖。接合部13a中的在端子7a的第1端子主面10a或第2端子主面10b之上延伸的部分的表面由曲面构成。该曲面例如也可以是向散热块6侧凹陷的曲面。

[0051] 半导体元件2在半导体装置1的动作过程中发热。因此,作为接合材料13即接合部13a,也可以使用烧结材料,该烧结材料使用了包含散热性优异的银(Ag)或铜(Cu)的金属的微粒。在接合部13a是烧结材料的情况下,在端子7设置的第1贯通孔8a在作为上表面的第2端子主面10b处开口,因此,在应成为在第1贯通孔8a内部配置的接合部13a的烧结材料的加热工序中,烧结材料所包含的溶剂充分挥发。因此,能够从应成为接合部13a的烧结材料中将溶剂可靠地去除。在配置于端子7b的第1贯通孔8a处的接合部13b中也同样地得到这样的效果。此外,作为溶剂,举出为了使得金属的微粒不会聚集而在金属的微粒的表面设置的有机覆膜以及为了使该烧结材料膏化而与金属的微粒混合的溶剂。

[0052] 这里,当在应成为接合部13a的烧结材料的加热工序之后大量的溶剂残存于接合部13a内的情况下,在接合部13a中产生由溶剂引起的空隙(孔洞)。其结果,在第1贯通孔8a的内部未填满接合材料13,接合部13a及接合部13b的强度不足够。另外,如果在接合部13a及接合部13b内形成大的孔洞,则接合部13a及接合部13b的可靠性、寿命及导热率下降。另一方面,就本实施方式涉及的半导体装置1而言,在使用烧结材料作为接合材料13的情况下,第1贯通孔8a贯通了端子7(第1贯通孔8a呈未闭合的形状),因此烧结材料中的溶剂在加热工序中被从接合部13a及接合部13b中充分地去除。因此,能够防止上述问题的产生。

[0053] 对于由接合材料13构成的接合部13a、13b,例如在不大于或等于100W/(m·K)的高导热率的情况下,作为接合材料13,也可以使用包含树脂的烧结材料或粘接剂。在接合材料13是包含树脂的烧结材料或粘接剂的情况下,接合部13a、接合部13b通过树脂而低弹性化。其结果,得到高可靠性及长寿命的接合部13a及接合部13b。另外,对于将半导体元件2

与第1散热基板4接合的接合部13c,能够使用板状的接合材料13,但为了实现生产率的提高,也可以使用膏状的接合材料13。膏状的接合材料13例如也可以通过丝网印刷法而配置于第1散热基板4的表面。

[0054] 如图4所示,在半导体元件2的电极3、端子7、第2散热基板5及散热块6的外周,也可以在与接合材料13接触的表面之上设置镀层12。图4是表示图1及图2所示的半导体装置1的变形例的局部放大剖视图。图4与图2相对应。镀层12可以是选自由镍(Ni)镀层、银(Ag)镀层及锡(Sn)镀层构成的组中选择出的任一者。镀层12的厚度大于或等于0.001mm且小于或等于0.002mm。在图4中,镀层12形成于接合部13a与半导体元件2的电极3、端子7、第2散热基板5及散热块6的外周之间的整个界面,但在接合部13a与半导体元件2的电极3、端子7a、第2散热基板5及散热块6的外周之间的各个界面及接合部13b与第1散热基板4、端子7b及散热块6的外周之间的界面处,镀层12也可以设置于一部分。

[0055] <半导体装置的制造方法>

[0056] 图5是对实施方式1涉及的半导体装置1的制造方法进行说明的流程图。以下,对半导体装置1的制造方法进行说明。如图5所示,在半导体装置1的制造方法中,实施准备散热基板和半导体元件的工序(S1)。在该工序(S1)中,准备第1散热基板4、第2散热基板5、半导体元件2、散热块6、端子7及接合材料13等在后述的工序中需要的部件。

[0057] 接下来,实施第1搭载工序(S2)。在该工序(S2)中,在第1散热基板4的表面之上经由作为第1接合材料的接合材料13而搭载半导体元件2。具体地说,首先,将与半导体元件2的平坦面的尺寸相应的板状的接合材料13配置于第1散热基板4的表面的规定的位置。然后,在接合材料13之上搭载半导体元件2。根据需要,也可以使用定位及固定用的专用工具,以使得第1散热基板4、接合材料13及半导体元件2的位置不会偏移。专用工具例如由碳材料构成。以能够容易地定位第1散热基板4、接合材料13及半导体元件2的方式,在专用工具设置有用配置这些部件的开口部(省略图示)。

[0058] 接下来,实施第1接合工序(S3)。在该工序(S3)中,经由接合材料13将半导体元件2与第1散热基板4接合。具体地说,将搭载有接合材料13和半导体元件2的第1散热基板4放入进行加热及冷却的回流装置。然后,通过由回流装置进行的加热,从而接合材料13熔融。然后,对搭载有接合材料13和半导体元件2的第1散热基板4进行冷却。其结果,半导体元件2与第1散热基板4通过由凝固后的接合材料13构成的接合部13c而接合。此外,有时需要按照与接合材料13的材料(例如,焊料、烧结材料或粘接剂等)的材料组成相应的温度曲线而实施加热及冷却。另外,在使用上述这样的专用工具的情况下,专用工具也与上述第1散热基板4一起被放入回流装置,实施加热及冷却。此外,加热时的回流装置内能够实现基于氮、甲酸等的气氛控制。

[0059] 接下来,实施金属导线配线工序(S4)。在该工序(S4)中,通过导线键合装置,将与外部连接的端子7c与作为半导体元件2的控制电极的电极3经由金属导线配线14(参照图1)而连接。

[0060] 接下来,实施第2搭载工序(S5)。在该工序(S5)中,在半导体元件2的电极3(参照图2)之上经由作为第2接合材料的接合材料13而配置散热块6和端子7a(参照图1)。接合材料13是具有与半导体元件2的电极3的尺寸相应的尺寸的板状的接合材料。在端子7a形成有第1贯通孔8a。以第1贯通孔8a位于接合材料13之上的方式将端子7a进行定位。然后,在搭载于

半导体元件2的电极3处的散热块6之上经由作为第3接合材料的接合材料13而搭载第2散热基板5。另外,在第1散热基板4的表面之上经由板状的接合材料13而配置散热块6和端子7b(参照图1)。在端子7b形成有第1贯通孔8a。以第1贯通孔8a位于接合材料13之上的方式将端子7b进行定位。根据需要,也可以使用用于定位及固定的专用工具,以使得在半导体元件2的电极3之上搭载的接合材料13、在第1散热基板4的表面之上搭载的接合材料13、端子7a及端子7b的位置不会偏移。

[0061] 接下来,实施第2接合工序(S6)。在该工序(S6)中,经由接合材料13将半导体元件2的电极3、端子7a及第2散热基板5接合。同样地,将第1散热基板4与端子7b接合。具体地说,将搭载有接合材料13、端子7a、端子7b及第2散热基板5的第1散热基板4放入进行加热及冷却的回流装置。接下来,通过回流装置中的加热而使接合材料13熔融。此外,此时的加热温度低于第1接合工序(S3)中的加热温度。然后,通过对熔融的接合材料13进行冷却,从而半导体元件2、端子7a及第2散热基板5分别被接合,形成接合部13a。同样地,第1散热基板4及端子7b被接合,形成接合部13b。此外,按照与接合材料13的材料(例如,焊料、烧结材料及粘接剂等)的材料组成相应的温度曲线而实施加热及冷却。另外,在本工序(S6)中熔融的接合材料13的熔点低于在第1散热基板4与半导体元件2之间的接合中使用的构成接合部13c的接合材料13的熔点。这是因为,在本工序(S6)的加热时,没有使在第1接合工序(S3)中已经将第1散热基板4与半导体元件2接合后的接合材料13熔融。

[0062] 接下来,实施封装工序(S7)。在该工序(S7)中,通过传递模塑,利用封装树脂16将半导体元件2封装。具体地说,准备药片(tablet)形状的封装树脂16和绝缘散热片15(参照图1)。在进行传递模塑的装置的模具内搭载绝缘散热片15。接下来,在绝缘散热片15之上搭载接合有半导体元件2和端子7a、端子7b、端子7c的第1散热基板4以及与第1散热基板4接合的第2散热基板5。接下来,在第2散热基板5的底面搭载绝缘散热片15。然后,以由上侧模具和下侧模具构成的模具形成密闭的内部空间的方式合模,将药片形状的封装树脂16放入装置内。接下来,通过对模具内进行加热,从而绝缘散热片15与第1散热基板4及第2散热基板5分别密接,同时地,除了端子7a、端子7b、端子7c的一部分以外,通过熔融的封装树脂16将半导体元件2、第1散热基板4、第2散热基板5及端子7a、端子7b、端子7c封装。接下来,通过固化处理而使封装树脂16固化。在端子7a、端子7b、端子7c由引线框构成的情况下,对连结杆、树脂及引线框的框进行切割。接下来,使从封装树脂16凸出的端子7a、端子7b、端子7c的一部分(前端部)成形而弯折。最后,进行是否满足作为半导体装置1的电气特性的检查。这样,制造图1及图2所示的半导体装置1。

[0063] 接下来,示出半导体装置1的制造方法的变形例。图6是第2接合工序(S5)前的半导体装置1的局部放大剖视图。图7是第2接合工序(S6)后的半导体装置1的局部放大剖视图。以上所说明的半导体装置1的制造方法的变形例具有基本上与图5所示的半导体装置1的制造方法相同的工序,但图5所示的第2搭载工序(S5)之后的工序不同。以下,对半导体装置1的制造方法的变形例进行说明。

[0064] 首先,在图5所示的工序(S1)至工序(S4)中实施相同的工序。接下来,实施第2搭载工序(S5)。在该工序(S5)中,与图5所示的工序(S5)的不同点在于,在半导体元件2的电极3之上不经由作为第2接合材料的接合材料13地直接搭载了散热块6。即,在第2搭载工序(S5)之后,如图6所示,接合材料13仅搭载于散热块6之上。

[0065] 在接下来的第2接合工序(S6)中,通过回流装置中的加热时,在散热块6之上搭载的接合材料13熔融,接合材料13以将散热块6的外周覆盖的方式朝向半导体元件2的电极3而润湿扩展。然后,通过对熔融的接合材料13进行冷却,从而如图7所示,半导体元件2的电极3与散热块6的第1散热块主面6a直接连接,以通过作为第3接合材料的接合材料13将第2散热块主面6b及散热块侧面6c覆盖的方式形成接合部13a。特别地,在接合材料13是焊料的情况下,由于焊料的润湿性,通过回流装置中的加热而使接合材料13润湿扩展,因此,容易形成图7所示的接合部13a。

[0066] 此外,第2散热基板5与散热块6经由接合材料13而接合,但在冷却后,也可以通过第2散热基板5的自重而使与第2散热基板5相对的第2散热块主面6b与第2散热基板5直接接触。即,也可以是散热块6的散热块侧面6c与第2散热基板5通过接合材料13而接合,散热块6的第2散热块主面6b与第2散热基板5接触。另外,为了抑制龟裂发展,散热块6的角部6d优选实施了R加工或C倒角。

[0067] 然后,与图5所示的工序(S7)同样地,实施封装工序(S6a)。这样,能够得到图7所示的半导体装置1。

[0068] <作用效果>

[0069] 本发明涉及的半导体装置1具有半导体元件2、第1散热基板4、第2散热基板5和散热块6。半导体元件2具有电极3。在第1散热基板4搭载有半导体元件2。散热块6以与半导体元件2的电极3相对的方式配置。在从散热块6进行观察时,第2散热基板5配置于与半导体元件2的电极3相反侧。接合材料13将散热块6的侧面即散热块侧面6c覆盖,与半导体元件2的电极3及第2散热基板5接触。

[0070] 这样,在半导体装置1的动作过程中,即使产生由在接合材料13产生的应力或变形引起的龟裂,也由于与接合材料13相比高强度的散热块6阻碍在接合材料13产生的龟裂的发展,因此在半导体装置1的动作过程中发生断线的可能性大幅度地降低。另外,以不仅覆盖散热块6的一部分,还将散热块侧面6c覆盖的方式配置有接合材料13,因此,强度以接合材料13的增加了的量而提高。其结果,能够得到高可靠性且长寿命的半导体装置1。此外,不仅在接合部13a得到上述效果,在接合部13b也得到上述效果。

[0071] 上述半导体装置1具有端子7a,该端子7a具有第1贯通孔8a。端子7a具有第1端子主面10a和第2端子主面10b。第1端子主面10a与半导体元件2的电极3相对。第2端子主面10b位于第1端子主面10a的相反侧。第1贯通孔8a以从第1端子主面10a到达第2端子主面10b的方式形成。端子7以在第1贯通孔8a的内部配置散热块6的方式配置于半导体元件2的电极3与第2散热基板5之间。接合材料13与端子7接触。

[0072] 这样,该半导体装置1能够经由端子7与电路基板或其它半导体装置电连接。另外,在接合材料13与第1贯通孔8a之间的界面处,即使在接合材料13产生龟裂,也会通过散热块6而阻碍龟裂的发展,因此,在半导体装置1的动作过程中发生断线的可能性大幅度地降低。

[0073] 就上述半导体装置1而言,如图2所示,接合材料13从第1贯通孔8a的内部延伸至第1端子主面10a之上及第2端子主面10b之上。这样,由接合材料13构成的接合部13a成为铆钉这样的形状,该接合材料13与端子7之间的接合界面的面积增加。因此,接合部13a的接合强度增加。此外,不仅在接合部13a得到上述效果,在接合部13b也得到上述效果。

[0074] 构成上述半导体装置1所使用的接合材料13的材料可以包含由焊料、烧结材料

及粘接剂构成的组中选择出的任意1者。这样,在接合材料13是焊料的情况下,由于焊料的润湿性,接合材料13与端子7的第1贯通孔8a的侧面密接,因而能够确保接合部13a与端子7之间的接合强度。

[0075] 在接合材料13是使用了包含银(Ag)或铜(Cu)的金属微粒的烧结材料的情况下,得到散热性优异的接合部13a。另外,第1贯通孔8a呈未闭合的形状,因此,在用于形成接合部13a的加热工序中,烧结材料所包含的溶剂充分地挥发,能够从接合部13a中将该溶剂去除。其结果,能够通过接合材料13将第1贯通孔8a可靠地覆盖,并且能够防止在接合部13a中形成孔洞。在接合材料13是包含树脂的烧结材料或粘接剂的情况下,能够使接合部13a、接合部13b低弹性化。其结果,得到高可靠性及长寿命的半导体装置1。

[0076] 就上述半导体装置1而言,从由半导体元件2的电极3、端子7、第2散热基板5及散热块6构成的组中选择出的任意一者包含在与接合材料13接触的区域形成的镀层12。这样,在与接合部13a、接合部13b之间的界面处,能够提高与接合材料13之间的密接性,因而能够防止未接合部的产生。其结果,能够确保接合部13a、13b处的接合强度。特别地,在接合材料13是焊料的情况下,镀层12使焊料的润湿性提高。例如,在如后述的实施方式5及实施方式6那样,在第1贯通孔8a的侧面设置有凹部9的情况下,能够使接合材料13与凹部9充分密接。

[0077] 就上述半导体装置1而言,镀层12以从由镍、银、金及锡构成的组中选择出的至少1者为主要成分。在这种情况下,在使用焊料作为接合材料13的情况下,能够通过形成镀层12而促进焊料的润湿扩展。另外,在使用烧结材料作为接合材料13的情况下,能够促进烧结材料与镀层12之间的接合。这样,能够提高接合材料13与形成有镀层12的电极3等部件之间的接合强度。

[0078] 就上述半导体装置1而言,第1散热基板4及第2散热基板5以铝或铜为主要成分。在这种情况下,能够提高半导体装置1的散热性,能够对半导体元件2有效地进行冷却。因此,能够抑制半导体元件2的特性的劣化(例如通断损耗等)。

[0079] 就上述半导体装置1而言,第1散热基板4及第2散热基板5分别具有与彼此相对的面相反的面连接的绝缘散热片15。绝缘散热片15包含绝缘层15a和金属层15b,金属层15b与绝缘层15a层叠。在这种情况下,能够经由绝缘散热片15而将包含散热鳍片的冷却器等连接。因此,能够提高半导体装置1的冷却性能。

[0080] 上述半导体装置1具有将半导体元件2、第1散热基板4及第2散热基板5覆盖的封装树脂16。在这种情况下,通过封装树脂16而针对半导体元件2等确保绝缘性,并且保护半导体元件2等免于外部的冲击等。

[0081] 就上述半导体装置1而言,半导体元件2是绝缘栅型双极晶体管。在这种情况下,能够将上述半导体装置1应用于电力转换装置等。

[0082] 就上述半导体装置1而言,半导体元件2包含宽带隙半导体。在这种情况下,与使用将硅用作基材的半导体元件2的情况相比,能够实现高效及可应对高温的半导体装置1。

[0083] 本发明涉及的半导体装置1的制造方法具有进行准备的工序(S1)、搭载半导体元件2的工序(S2)、将半导体元件2进行接合的工序(S3)、将金属导线配线14进行连接的工序(S4)、搭载第2散热基板5的工序(S5)、将第2散热基板5进行接合的工序(S6)和实施封装的工序(S7)。在进行准备的工序(S1)中,准备第1散热基板4及具有电极3的半导体元件2。在搭载半导体元件2的工序(S2)中,在第1散热基板4之上经由作为第1接合材料的接合材料13而

搭载半导体元件2。在将半导体元件进行接合的工序(S3)中,通过对接合材料13进行加热,从而在第1散热基板4经由接合材料13而接合半导体元件2。在将金属导线配线14进行连接的工序(S4)中,将金属导线配线14与半导体元件2的电极3进行连接。在搭载第2散热基板5的工序(S5)中,在半导体元件2的电极3之上经由作为第2接合材料的接合材料13而搭载散热块6,并且在散热块6之上经由作为第3接合材料的接合材料13而搭载第2散热基板5。在将第2散热基板5进行接合的工序(S6)中,通过对作为第2接合材料及第3接合材料的接合材料13进行加热,从而接合材料13将散热块6的侧面覆盖,并且将半导体元件2的电极3与第2散热基板5进行接合。在实施封装的工序(S7)中,通过传递模塑,通过封装树脂16将半导体元件2封装。这样,能够得到本发明涉及的半导体装置1。

[0084] 实施方式2

[0085] <半导体装置的结构>

[0086] 图8是实施方式2涉及的半导体装置1的剖视图。图8与图1相对应。图8所示的半导体装置1具有基本上与图1及图2所示的半导体装置1相同的结构,但不同点在于,不存在具有第1贯通孔8a的端子7a,第2散热基板5的一部分从封装树脂16的表面延伸至外侧以作为能够在外部与外部设备连接的端子而起作用。

[0087] <作用效果>

[0088] 这样,能够得到与实施方式1涉及的半导体装置1相同的效果,并且削减具有第1贯通孔8a的端子7a这一部件。因此,能够减少该半导体装置1所需的材料及与制造相关的成本,并且简化半导体装置1的组装。此外,从封装树脂16的表面延伸至外侧的端子7b的一部分及第2散热基板5的一部分分别在封装树脂16的外侧以能够尽可能地确保彼此的空间距离的方式分离地配置。

[0089] <变形例的结构>

[0090] 图9是实施方式2涉及的半导体装置1的变形例中的剖视图。图9与图1相对应。图9所示的半导体装置1具有基本上与图1及图2所示的半导体装置1相同的结构,但不同点在于,在绝缘散热片15的金属层15b连接有冷却器17。具体地说,在从封装树脂16露出的2个绝缘散热片15的金属层15b分别经由接合部13d而连接有冷却器17。

[0091] 如果半导体元件2的工作温度超过额定值,则半导体元件2的通断性能下降,在最坏的情况下,产生热失控而损伤半导体元件2。因此,通过不仅具有导热性优异的第1散热基板4及第2散热基板5还隔着绝缘散热片15而具有冷却器17,从而能够提高半导体装置1的散热性及冷却性。例如,在绝缘散热片15的下表面配置从由上述接合材料13、散热脂及TIM (Thermal Interface Material) 构成的组中选择出的材料,通过由该材料构成的接合部13d,从而第1散热基板4及第2散热基板能够与各自的冷却器连接。

[0092] 冷却器17的材料例如是包含铝(A1)的导热性优异的金属。冷却器17具有多个散热鳍片18。在冷却器17中,以从与绝缘散热片15连接的基座部凸出的方式形成有多个散热鳍片18。冷却器17的冷却方法可以是空冷式或水冷式。另外,也可以不形成接合部13d而是将第1散热基板4与冷却器17或将第2散热基板5与冷却器17一体化。在这种情况下,将第1散热基板4及第2散热基板5分别与冷却器17一体化,因而不需要接合部13d。因此,由接合部13d等的存在引起的界面消失,因此能够使该界面处的热阻消失。其结果,就半导体装置1而言,从发热的半导体元件2进行散热及冷却的散热性及冷却性提高。此外,在将第1散热基板4与

冷却器17或将第2散热基板5与冷却器17一体化的情况下,在第1散热基板4及第2散热基板5各自与冷却器17之间设置平坦的膜状的绝缘层15a。构成绝缘层15a的材料可以是选自由氧化铝(Al_2O_3)、氮化铝(AlN)、氮化硅(Si_3N_4)、二氧化硅(SiO_2)或氮化硼(BN)构成的组中选择出的无机材料以及选自由环氧树脂、聚酰亚胺树脂、丙烯酸树脂及聚苯硫醚(PPS)树脂构成的组中选择出的有机材料。

[0093] <作用效果>

[0094] 上述半导体装置1可以具有经由绝缘散热片15与第1散热基板4或第2散热基板5连接的冷却器17。这样,就半导体装置1而言,能够提高从发热的半导体元件2进行散热及冷却的散热性及冷却性。

[0095] 上述半导体装置1可以具有与第1散热基板4或第2散热基板5连接的冷却器17。具体地说,半导体装置1可以具有不经由绝缘散热片15而是与第1散热基板4或第2散热基板5直接连接的冷却器17。这样,在半导体装置1的制造时,不需要昂贵的绝缘散热片15,因此能够降低半导体装置1的制造成本。

[0096] 实施方式3

[0097] <半导体装置的结构>

[0098] 图10是实施方式3涉及的半导体装置1的接合材料13的熔融前的局部放大剖视图。图11是实施方式3涉及的半导体装置1的接合材料13的冷却后的局部放大剖视图。图11与图2相对应。图12是实施方式3涉及的半导体装置1的变形例中的局部放大剖视图。图11所示的半导体装置1具有基本上与图1及图2所示的半导体装置1相同的结构,但与图1及图2所示的半导体装置1的不同点在于,散热块6的形状是下宽的形状以及散热块6与半导体元件2的电极3直接接触。具体地说,散热块6呈第1散热块主面6a的表面积大于第2散热块主面6b的表面积的形状。散热块侧面6c的延伸方向相对于第1散热块主面6a而倾斜。散热块侧面6c以面向第2散热基板5的方式倾斜。另外,散热块6的第1散热块主面6a与半导体元件2的电极3直接接触。由接合材料13构成的接合部13a从散热块侧面6c之上延伸至半导体元件2的电极3之上。

[0099] 作为图11所示的半导体装置的制造方法,也可以实施实施方式1涉及的半导体装置1的制造方法的变形例。在这种情况下,首先,实施图5所示的工序(S1)至工序(S4)。然后,如图10所示,在第2搭载工序(S5)中,在半导体元件2的电极3之上不经由作为第2接合材料的接合材料13地搭载散热块6。然后,在第2散热块主面6b之上搭载作为第3接合材料的接合材料13。然后,在第2接合工序(S6)中,通过实施由回流装置进行的加热、冷却,从而能够得到图11所示的构造。具体地说,第1散热块主面6a与半导体元件2的电极3直接连接。另外,第2散热块主面6b及散热块侧面6c被接合材料13覆盖,并且形成接合材料13的一部分与半导体元件2的电极3、端子7a及第2散热基板5接触的接合部13a。然后,通过实施图5所示的封装工序(S7),从而能够得到实施方式3涉及的半导体装置。

[0100] <作用效果>

[0101] 就上述半导体装置1而言,散热块6具有与半导体元件2的电极3相对的第1散热块主面6a和与第1散热块主面6a相反侧的第2散热块主面6b。第1散热块主面6a的表面积即第1表面积大于第2散热块主面6b的表面积即第2表面积。

[0102] 这样,在半导体装置1的组装时,由于散热块6呈下宽的形状,因此,散热块6的重心

位置相对地位于下侧(电极3侧)。并且,第1散热块主面6a(搭载于电极3的面)的表面积大于第2散热块主面6b的表面积,因此,能够将散热块6自行立起地搭载于半导体元件2的电极3之上。因此,在半导体元件2的电极3之上搭载散热块6时的稳定性及作业性提高。此外,关于在端子7b的第1贯通孔8a内部配置的散热块6,也可以是相同的形状。

[0103] 此外,作为实施方式3涉及的半导体装置的变形例,也可以如图12所示,与散热块6的下宽形状匹配地,端子7a的第1贯通孔8a的形状也是下宽形状。具体地说,端子7a具有第1端子主面10a之上的第1贯通孔8a的第1开口部面积S1和第2端子主面10b之上的第1贯通孔8a的第2开口部面积S2。第1贯通孔8a具有第2开口部面积S2比第1开口部面积S1小的形状。由此,散热块6的定位变得容易。此外,端子7b中的第1贯通孔8a的形状也可以是图12所示这样的形状。

[0104] 实施方式4

[0105] <半导体装置的结构>

[0106] 图13是实施方式4涉及的半导体装置1的局部放大剖视图。图13与图2相对应。图13所示的半导体装置1具有基本上与图1及图2所示的半导体装置1相同的结构,但端子7a的第1贯通孔8a的形状与图1及图2所示的半导体装置1不同。具体地说,就图13所示的半导体装置1而言,在第1贯通孔8a中,与位于第1贯通孔8a的延伸方向上的中间区域的狭小区域L处的最小孔面积S3相比,第1开口部面积S1及第2开口部面积S2大。这里,最小孔面积S3是狭小区域L处的第1贯通孔8a的径向上的面积。最小孔面积S3在第1贯通孔8a的内部是该径向上的面积中的最小面积。第1开口部面积S1是第1端子主面10a之上的第1贯通孔8a的面积。第2开口部面积S2是第2端子主面10b之上的第1贯通孔8a的面积。

[0107] 第1区域即狭小区域L是第1贯通孔8a的内部区域,是在沿第1贯通孔8a的中心轴R的方向即A方向上从第1端子主面10a以第1距离1而远离的区域。狭小区域L在第1贯通孔8a中具有最小的孔面积即最小孔面积S3。第1贯通孔8a的侧面相对于第1端子主面10a及第2端子主面10b而倾斜。即,以孔面积从狭小区域L朝向第1端子主面10a及第2端子主面10b而分别逐渐变大的方式,第1贯通孔8a的侧面以具有角度的方式与第1端子主面10a及第2端子主面10b交叉。此外,端子7b中的第1贯通孔8a的形状也可以是图13所示的形状。

[0108] <作用效果>

[0109] 就上述半导体装置1而言,第1贯通孔8a具有作为第1贯通孔8a的径向上的面积最小的第1区域的狭小区域L。相对于狭小区域L处的面积即最小孔面积S3,第1端子主面10a之上的第1贯通孔8a的第1开口部面积S1和第2端子主面10b之上的第1贯通孔8a的第2开口部面积S2较大。

[0110] 这样,在将散热块6搭载于半导体元件2的电极3之上时,能够通过第1贯通孔8a的狭小区域L进行散热块6的定位。因此,半导体装置1的制造工序中的组装性提高。

[0111] <变形例的结构>

[0112] 图14是实施方式4涉及的半导体装置1的变形例中的局部放大剖视图。图14与图13相对应。图14所示的半导体装置1具有基本上与图13所示的半导体装置1相同的结构,但端子7a的第1贯通孔8a的形状与图1及图2所示的半导体装置不同。具体地说,在第1贯通孔8a的内周面形成有凹部9。

[0113] 凹部9是凹状的台阶部,由第1台阶面9a、第2台阶面9b和第3台阶面9c构成。第1台

阶面9a及第2阶面9b分别以与第1贯通孔8a的侧面交叉的方式延伸。第1阶面9a及第2阶面9b以彼此平行的方式相对。第1阶面9a及第2阶面9b沿与第1贯通孔8a的侧面垂直的方向延伸。第3阶面9c在沿第1贯通孔8a的侧面的方向上延伸。第3阶面9c的延伸方向例如与第1贯通孔8a的侧面的延伸方向平行。第3阶面9c与第1阶面9a及第2阶面9b分别交叉。在从第1贯通孔8a的中心轴R进行观察时,第3阶面9c配置于在凹部9中最远离中心轴R的位置处。这样的凹部9是在第1贯通孔8a的内周面通过蚀刻等化学加工法或机械加工等物理加工法而形成的。此外,凹部9是在第1贯通孔8a的内周面以沿以中心轴R为中心的周向延伸的方式形成的。凹部9可以形成于第1贯通孔8a的内周面的整周,也可以仅形成于内周面的周向上的一部分。

[0114] 构成接合部13a的接合材料13以将散热块6的外周覆盖,并且将包含凹部9的内部的第1贯通孔8a的内部进行填充的方式配置。接合材料13与半导体元件2的电极3、端子7a及第2散热基板5连接。

[0115] <作用效果>

[0116] 就上述半导体装置1而言,端子7具有在第1贯通孔8a的内周面形成的凹部9。这样,通过将凹部9设置于第1贯通孔8a的内周面,从而端子7a与接合部13a之间的接合面积增加,因而得到锚固效应。其结果,接合部13a的接合强度大幅度地提高,能够得到高可靠性和长寿命的半导体装置1。凹部9只要至少有1个就可得到锚固效应。此外,从进一步增大锚固效应的观点出发,优选设置多个凹部9。并且,在图4所示这样的镀层12设置于第1贯通孔8a的包含凹部9的侧面的情况下,连同凹部9的窄部也被接合材料13填满,因此对于接合强度的提高是有效的。

[0117] 实施方式5

[0118] <半导体装置的结构>

[0119] 图15是实施方式5涉及的半导体装置1的局部放大剖视图。图15与图2相对应。图15所示的半导体装置1具有基本上与图1及图2所示的半导体装置1相同的结构,但散热块6的形状与图1及图2所示的半导体装置1不同。具体地说,就图15所示的半导体装置而言,在散热块6形成有从第1散热块主面6a贯通至第2散热块主面6b的第2贯通孔8b。以不仅散热块6的外周,而且第2贯通孔8b的内部也被接合材料13填充的方式形成有接合部13a。

[0120] 另外,设置有第2贯通孔8b的散热块6的结构如图16至图18所示,能够与和图15所示的结构不同的散热块6的形状及端子7a的第1贯通孔8a的形状自由地组合。图16至图18是表示实施方式5涉及的半导体装置的变形例的局部放大剖视图。图16至图18所示的半导体装置具有基本上与图15所示的半导体装置相同的结构,但散热块6的形状或第1贯通孔8a的形状与图15所示的半导体装置不同。

[0121] 例如,如图16所示,可以在具有下宽的形状的散热块6形成有第2贯通孔8b。图16所示的结构中的接合部13a及端子7a的结构与图11所示的半导体装置的接合部13a及端子7a的结构相同。

[0122] 另外,也可以如图17所示,就形成有第2贯通孔8b的散热块6配置的第1贯通孔8a的形状而言,与狭小区域L中的最小孔面积 S_3 相比,第1开口部面积 S_1 及第2开口部面积 S_2 较大。另外,也可以是以孔面积从狭小区域L朝向第1端子主面10a及第2端子主面10b而分别逐渐变大的方式,第1贯通孔8a的侧面以具有角度的方式与第1端子主面10a及第2端子主面

10b交叉。图16所示的结构中的接合部13a及端子7a的结构与图13所示的半导体装置的接合部13a及端子7a的结构相同。

[0123] 另外,如图18所示,也可以在供形成有第2贯通孔8b的散热块6配置的第1贯通孔8a的内周面设置有凹部9。图18所示的结构中的接合部13a及端子7a的结构与图14所示的半导体装置的接合部13a及端子7a的结构相同。

[0124] <作用效果>

[0125] 就上述半导体装置1而言,散热块6形成有从第1散热块主面6a贯通至第2散热块主面6b的第2贯通孔8b。

[0126] 这样,能够以不仅散热块6的外周,连同第2贯通孔8b的内部也被接合材料13填充的方式形成接合部13a。因此,半导体元件2的电极3与第2散热基板5之间的接合强度提高。作为结果,能够得到高可靠性和长寿命的半导体装置1。

[0127] 实施方式6

[0128] 本实施方式是将上述实施方式1至实施方式5涉及的半导体装置应用于电力转换装置。本发明不限于特定的电力转换装置,但以下,作为实施方式6,对将本发明应用于三相逆变器的情况进行说明。

[0129] 图19是表示电力转换系统的结构的框图,该电力转换系统应用了本实施方式涉及的电力转换装置。

[0130] 图19所示的电力转换系统由电源24、电力转换装置20、负载25构成。电源24是直流电源,向电力转换装置20供给直流电力。电源24能够由各种电源构成,例如,能够由直流系统、太阳能电池、蓄电池构成,也可以由与交流系统连接的整流电路、AC/DC转换器构成。另外,也可以使电源24由将从直流系统输出的直流电力转换为规定的电力的DC/DC转换器构成。

[0131] 电力转换装置20是连接在电源24与负载25之间的三相逆变器,将从电源24供给、输入的直流电力转换为交流电力,向负载25供给交流电力。电力转换装置20如图19所示,具有:主转换电路21,其将直流电力转换为交流电力而输出;驱动电路22,其输出对主转换电路21的各开关元件进行驱动的驱动信号;以及控制电路23,其将对驱动电路22进行控制的控制信号向驱动电路22输出。

[0132] 负载25是由从电力转换装置20供给的交流电力进行驱动的三相电动机。此外,负载25不限于特定的用途,是搭载于各种电气设备的电动机,例如,用作面向混合动力汽车、电动汽车、铁路车辆、电梯或空调设备的电动机。

[0133] 以下,对电力转换装置20的详情进行说明。主转换电路21具有开关元件和续流二极管(未图示),通过开关元件的通断,从而将从电源24供给的直流电力转换为交流电力,向负载25供给。主转换电路21的具体的电路结构存在各种结构,但本实施方式涉及的主转换电路21是两电平的三相全桥电路,能够由6个开关元件和与各个开关元件反向并联的6个续流二极管构成。对主转换电路21的各开关元件应用上述实施方式1至实施方式5的任一者涉及的半导体装置1。6个开关元件两个两个地串联连接而构成上下桥臂,各上下桥臂构成全桥电路的各相(U相、V相、W相)。并且,各上下桥臂的输出端子即主转换电路21的3个输出端子与负载25连接。

[0134] 驱动电路22生成对主转换电路21的开关元件进行驱动的驱动信号,供给至主转换

电路21的开关元件的控制电极。具体地说,按照来自后述的控制电路23的控制信号,向各开关元件的控制电极输出将开关元件设为接通状态的驱动信号和将开关元件设为断开状态的驱动信号。在将开关元件维持为接通状态的情况下,驱动信号是大于或等于开关元件的阈值电压的电压信号(接通信号),在将开关元件维持为断开状态的情况下,驱动信号成为小于或等于开关元件的阈值电压的电压信号(断开信号)。

[0135] 控制电路23对主转换电路21的开关元件进行控制,以向负载25供给期望的电力。具体地说,基于应向负载25供给的电力,对主转换电路21的各开关元件应成为接通状态的时间(接通时间)进行计算。例如,能够通过向应输出的电压相对应地对开关元件的接通时间进行调制的PWM控制,对主转换电路21进行控制。并且,向驱动电路22输出控制指令(控制信号),以在各时刻向应成为接通状态的开关元件输出接通信号,向应成为断开状态的开关元件输出断开信号。驱动电路22按照该控制信号,将接通信号或断开信号作为驱动信号而向各开关元件的控制电极输出。

[0136] 在本实施方式涉及的电力转换装置中,作为主转换电路21的开关元件而应用实施方式1至实施方式5的任一者涉及的半导体装置,因此,能够实现具有高可靠性且长寿命的电力转换装置。

[0137] 在本实施方式中,对两电平的电力转换装置进行了说明,但本实施方式不限于此,能够应用于各种电力转换装置。在本实施方式中,采用了两电平的电力转换装置,但也可以是三电平或多电平的电力转换装置,在向单相负载供给电力的情况下,也可以向单相逆变器应用本实施方式1~5。另外,在向直流负载等供给电力的情况下,也能够向DC/DC转换器、AC/DC转换器应用本发明。

[0138] 另外,应用了本发明的电力转换装置不限于上述的负载为电动机的情况,例如,还能够用作放电加工机、激光加工机、感应加热烹调器或非接触器供电系统的电源装置,并且也能够用作太阳能发电系统、蓄电系统等的功率调节器。

[0139] 针对本发明的实施方式进行了说明,但应当认为本次公开的实施方式的所有方面都是例示,并不是限制性的内容。本发明的范围由权利要求书示出,意在包含与权利要求书等同的含义及范围内的全部变更。

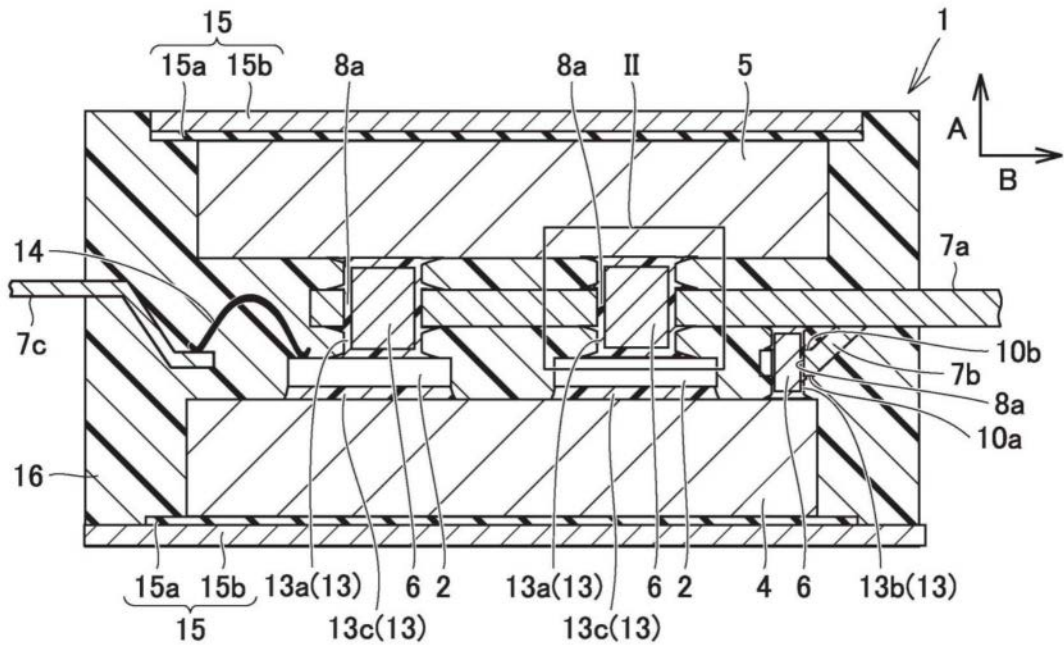


图1

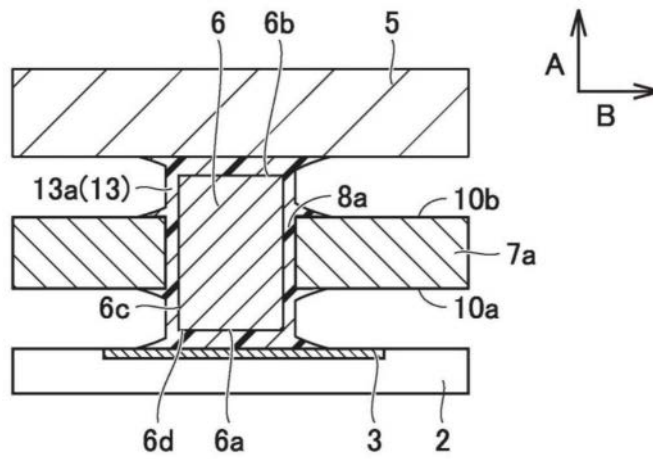


图2

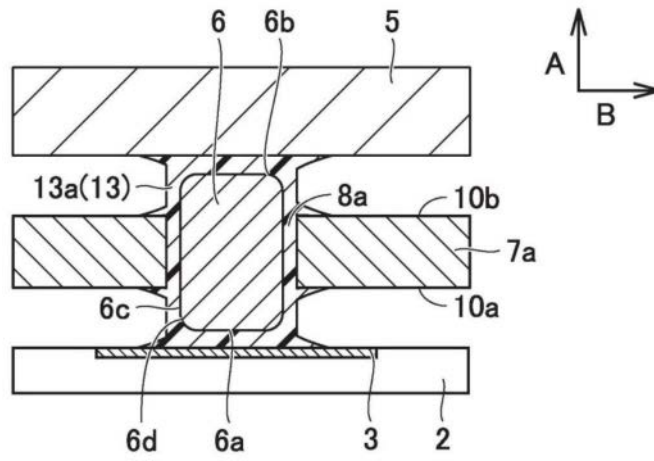


图3

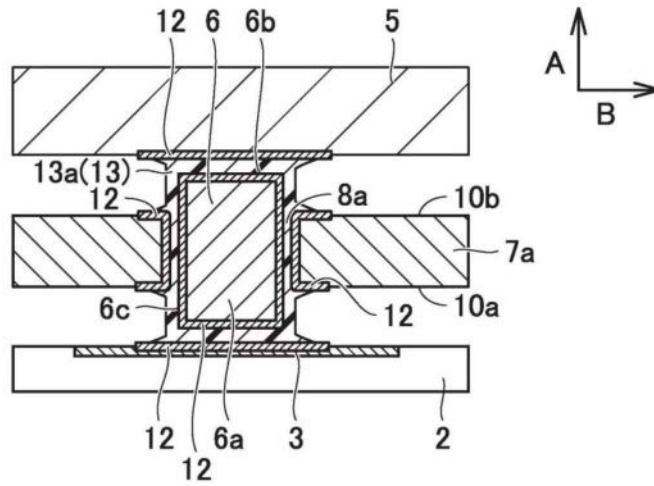


图4

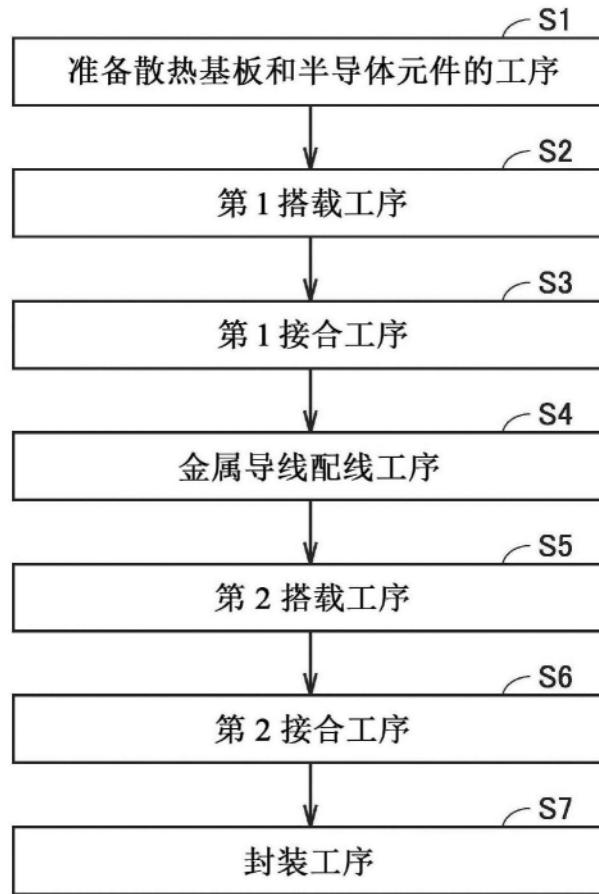


图5

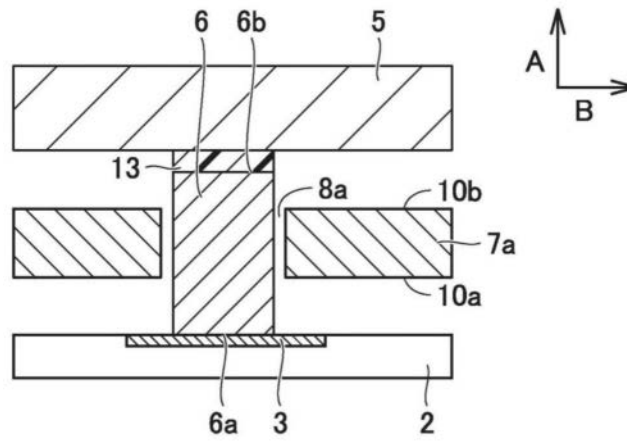


图6

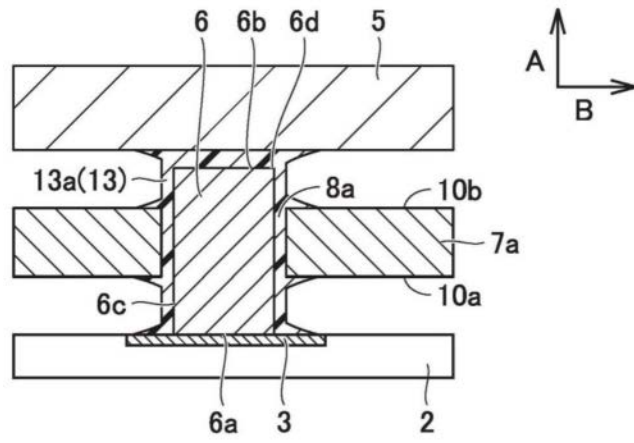


图7

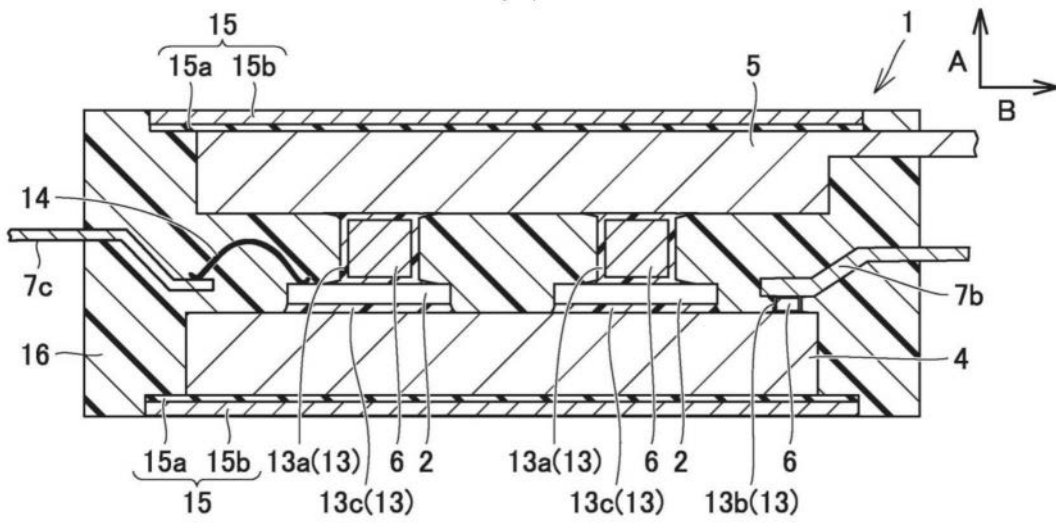


图8

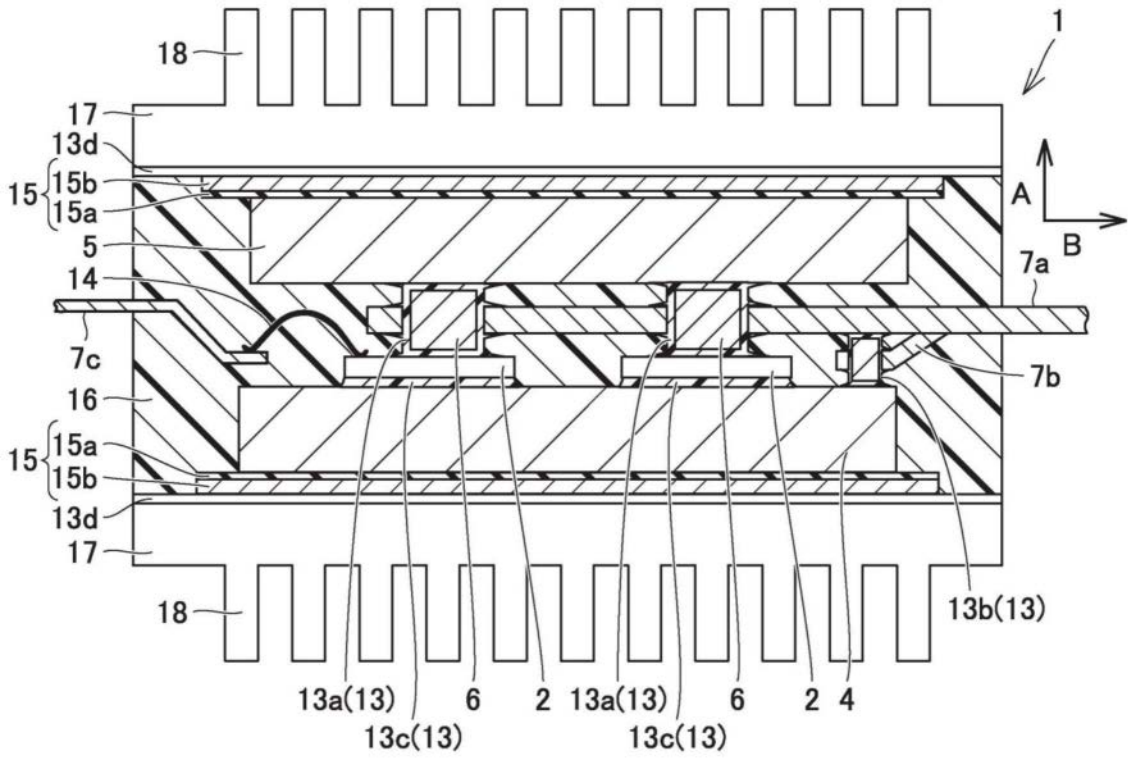


图9

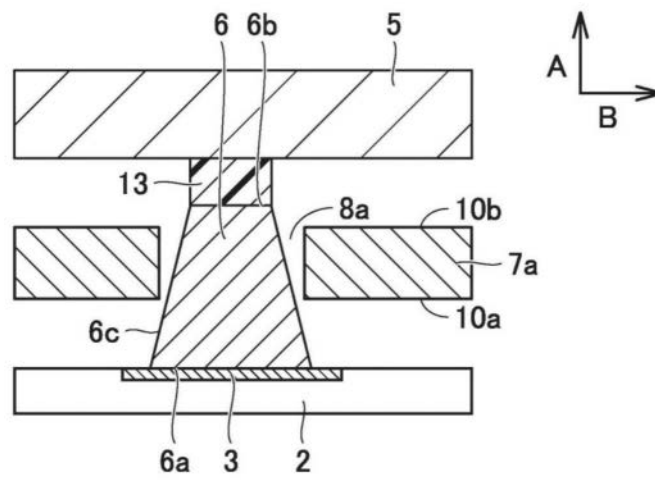


图10

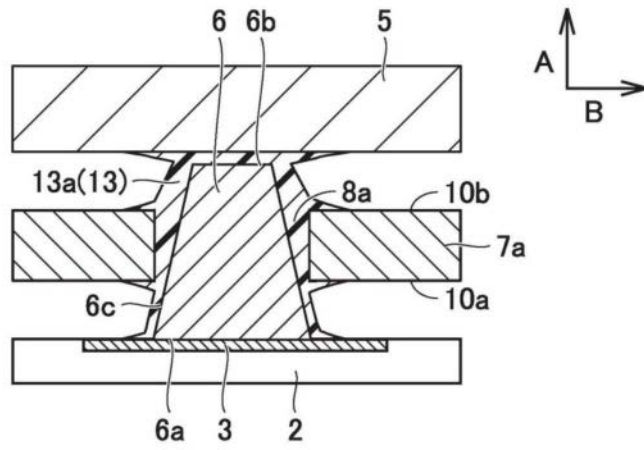


图11

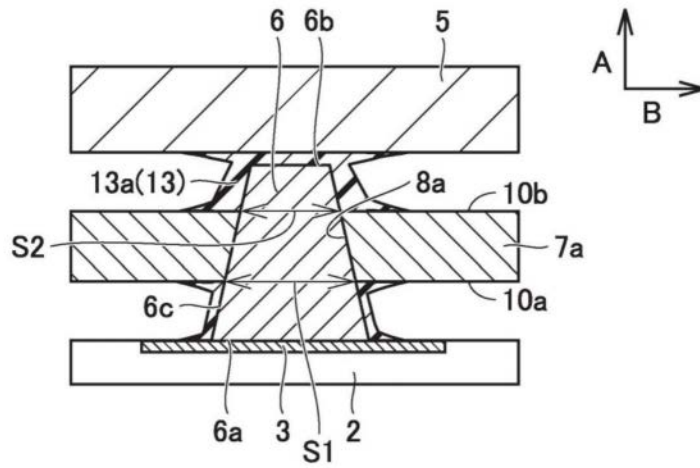


图12

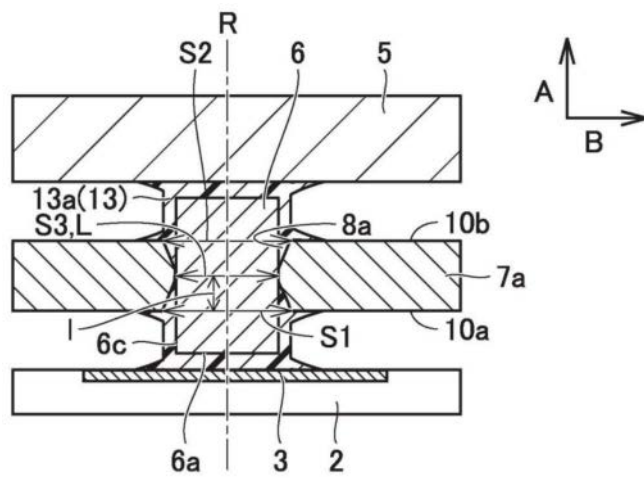


图13

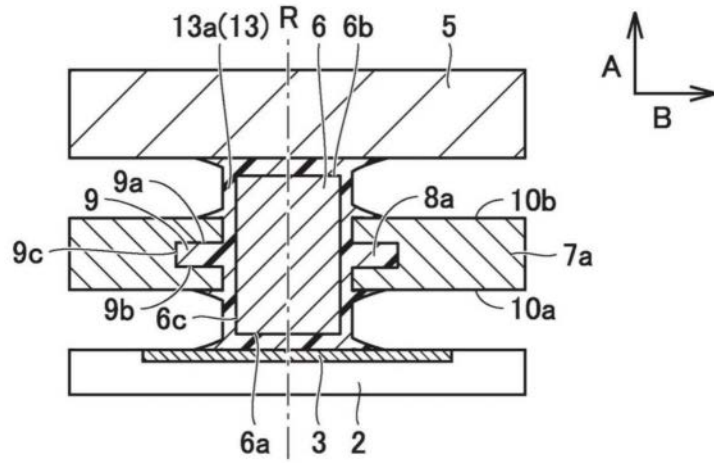


图14

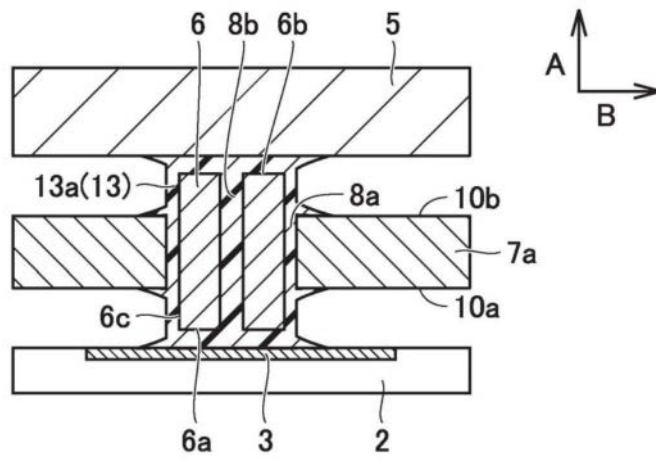


图15

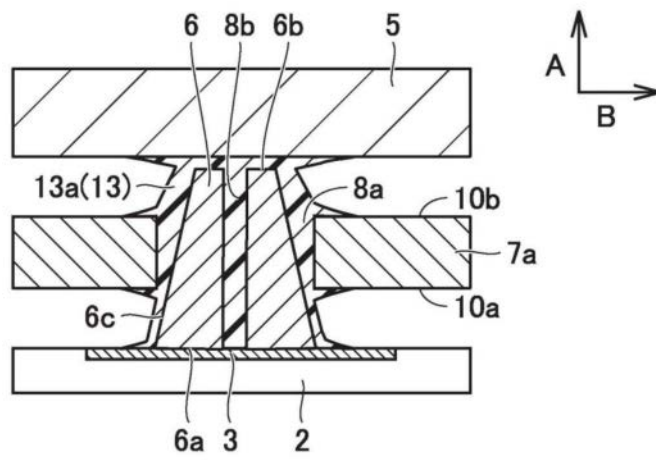


图16

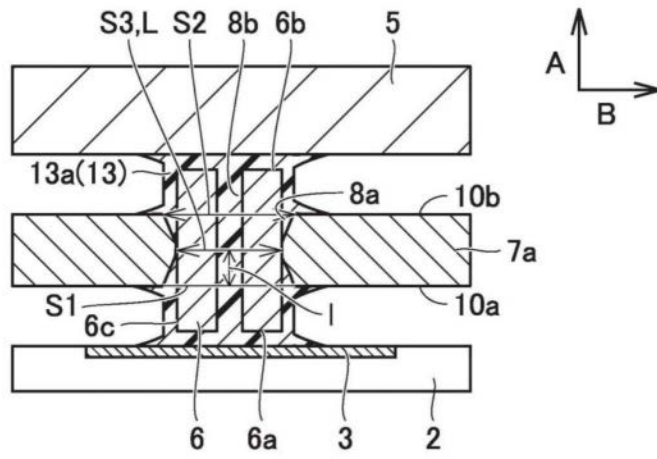


图17

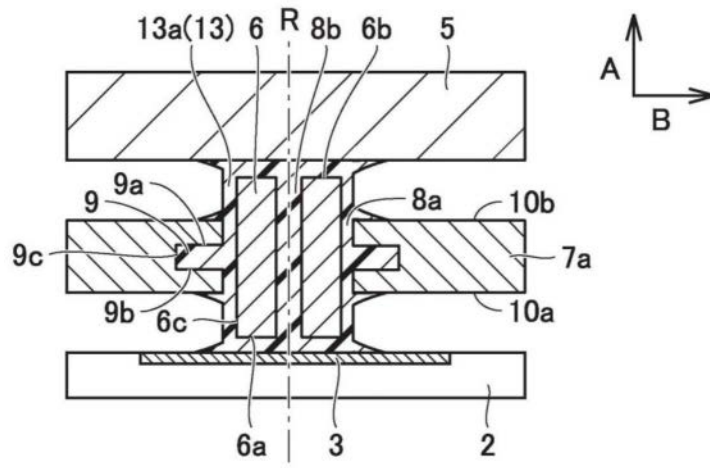


图18

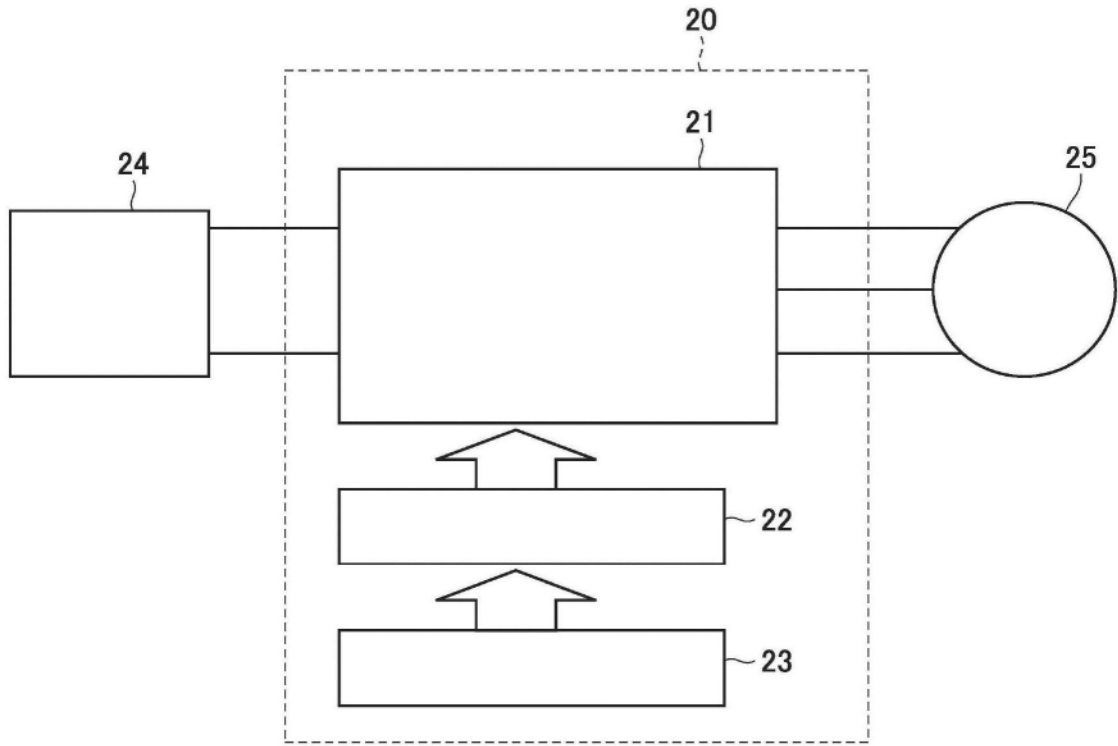


图19