



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 221486489 U

(45) 授权公告日 2024. 08. 06

(21) 申请号 202323521565.8

(22) 申请日 2023.12.22

(73) 专利权人 斯达半导体股份有限公司

地址 314000 浙江省嘉兴市南湖区科兴路
988号

(72) 发明人 唐灏 杨黎丽

(74) 专利代理机构 上海申新律师事务所 31272

专利代理师 党蕾

(51) Int. Cl.

H01L 23/367 (2006.01)

H02M 1/00 (2007.01)

H01L 25/18 (2023.01)

H01L 23/473 (2006.01)

H01L 23/467 (2006.01)

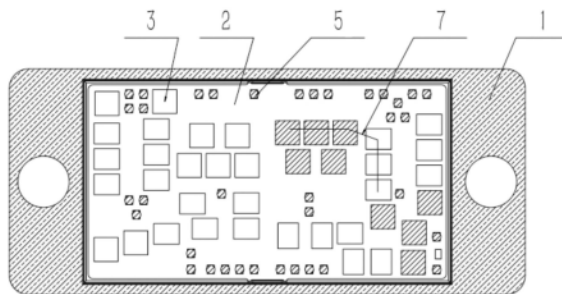
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 实用新型名称

一种具有针翅散热基板的三电平功率模块

(57) 摘要

本实用新型公开了一种具有针翅散热基板的三电平功率模块,属于功率模块技术领域;包括针翅散热基板,针翅散热基板的第一面设有多个散热针翅,针翅散热基板上与第一面相背的第二面上设有绝缘基板;绝缘基板上设有功率器件的芯片部和信号端子,功率器件的芯片部之间通过金属引线键合连接,绝缘基板、功率器件的芯片部、信号端子以及金属引线上各自覆有硅凝胶。上述技术方案的有益效果是:由于采用以上技术方案,降低了功率模块热阻,增强了对抗瞬态热冲击的能力,提高了散热效率。



1. 一种具有针翅散热基板的三电平功率模块,其特征在于,包括,
针翅散热基板(1),所述针翅散热基板(1)的第一面设有多个散热针翅(9),所述针翅散热基板(1)上与所述第一面相背的第二面上设有绝缘基板(2);
所述绝缘基板(2)上设有功率器件的芯片部(3)和信号端子(5),所述功率器件的芯片部(3)之间通过金属引线(7)键合连接,所述绝缘基板(2)、所述功率器件的芯片部(3)、所述信号端子(5)以及所述金属引线(7)上各自覆有硅凝胶(4)。
2. 根据权利要求1所述的具有针翅散热基板的三电平功率模块,其特征在于,所述功率器件的芯片部(3)与所述绝缘基板(2)之间设有焊料;
所述绝缘基板(2)与所述针翅散热基板(1)之间设有所述焊料。
3. 根据权利要求1所述的具有针翅散热基板的三电平功率模块,其特征在于,所述功率器件的芯片部(3)是绝缘栅双极型晶体管以及二极管的芯片部分。
4. 根据权利要求1所述的具有针翅散热基板的三电平功率模块,其特征在于,所述散热针翅(9)的高度为5mm~25mm,所述散热针翅(9)之间的空隙为1mm~10mm。
5. 根据权利要求1所述的具有针翅散热基板的三电平功率模块,其特征在于,所述散热针翅(9)的数量为20~100,所述散热针翅(9)的形状为圆形或椭圆形。
6. 根据权利要求1所述的具有针翅散热基板的三电平功率模块,其特征在于,沿所述针翅散热基板(1)的长度方向的两侧设有挡板,两个所述挡板将全部所述散热针翅(9)包括在内。
7. 根据权利要求1所述的具有针翅散热基板的三电平功率模块,其特征在于,所述功率器件的芯片部(3)的表面设有电镀层。
8. 根据权利要求1所述的具有针翅散热基板的三电平功率模块,其特征在于,还包括一塑料外壳(6),所述塑料外壳(6)位于所述针翅散热基板(1)的上方,所述塑料外壳(6)与所述针翅散热基板(1)之间设有密封胶。
9. 根据权利要求1所述的具有针翅散热基板的三电平功率模块,其特征在于,所述针翅散热基板(1)的两端设有用于安装的螺孔(8)。
10. 根据权利要求1所述的具有针翅散热基板的三电平功率模块,其特征在于,所述绝缘基板(2)包括,
第一导电层;
中间绝缘层,位于所述第一导电层的下方;
第二导电层,位于所述中间绝缘层的下方。

一种具有针翅散热基板的三电平功率模块

技术领域

[0001] 本实用新型涉及功率模块技术领域,尤其涉及一种具有针翅散热基板的三电平功率模块。

背景技术

[0002] 目前三电平功率模块主要应用于光伏市场,电网对于功率模块的质量要求严格,由此提出了高功率密度,高散热性等要求,这就要求功率模块在结构和电路拥有高可靠性的同时,芯片的抗热冲击能力、模块的整体热阻以及散热能力均要得到进一步提升。

[0003] 在现有技术中,光伏市场应用模块大多采用平面基板涂布导热硅脂的方式进行散热,使用钢网将金属平面基板进行导热硅脂印刷,然后将模块安装于散热板上,芯片的抗热冲击能力不强,模块的整体热阻较高;导热硅脂的导热特性决定了光伏模块的散热效果,但是平面基板与散热板的接触面积较小,而且导热硅脂在干燥、高温等环境中变质速度快,导致模块的散热效果较差。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的在于,提供一种具有针翅散热基板的三电平功率模块,解决以上技术问题;

[0005] 一种具有针翅散热基板的三电平功率模块,包括,

[0006] 针翅散热基板,所述针翅散热基板的第一面设有多个散热针翅,所述针翅散热基板上与所述第一面相背的第二面上设有绝缘基板;

[0007] 所述绝缘基板上设有功率器件的芯片部和信号端子,所述功率器件的芯片部之间通过金属引线键合连接,所述绝缘基板、所述功率器件的芯片部、所述信号端子以及所述金属引线上各自覆有硅凝胶。

[0008] 优选地,所述功率器件的芯片部与所述绝缘基板之间设有焊料;

[0009] 所述绝缘基板与所述针翅散热基板之间设有所述焊料。

[0010] 优选地,所述功率器件的芯片部是绝缘栅双极型晶体管以及二极管的芯片部分。

[0011] 优选地,所述散热针翅的高度为5mm~25mm,所述散热针翅之间的空隙为1mm~10mm。

[0012] 优选地,所述散热针翅的数量为20~100,所述散热针翅的形状为圆形或椭圆形。

[0013] 优选地,沿所述针翅散热基板的长度方向的两侧设有挡板,两个所述挡板将全部所述散热针翅包括在内。

[0014] 优选地,所述功率器件的芯片部的表面设有电镀层。

[0015] 优选地,还包括一塑料外壳,所述塑料外壳位于所述针翅散热基板的上方,所述塑料外壳与所述针翅散热基板之间设有密封胶。

[0016] 优选地,所述针翅散热基板的两端设有用于安装的螺孔。

[0017] 优选地,所述绝缘基板包括,

- [0018] 第一导电层；
- [0019] 中间绝缘层,位于所述第一导电层的下方；
- [0020] 第二导电层,位于所述中间绝缘层的下方。
- [0021] 本实用新型的有益效果是:由于采用以上技术方案,降低了功率模块热阻,增强了对抗瞬态热冲击的能力,提高了散热效率。

附图说明

- [0022] 图1是本实用新型的具有针翅散热基板的三电平功率模块的结构示意图；
- [0023] 图2是本实用新型的具有针翅散热基板的三电平功率模块的电路结构示意图；
- [0024] 图3是本实用新型的具有针翅散热基板的三电平功率模块的后视图；
- [0025] 图4是本实用新型的具有针翅散热基板的三电平功率模块在长度方向上的侧视图；
- [0026] 图5是本实用新型的具有针翅散热基板的三电平功率模块在宽度方向上的侧视图；
- [0027] 图6是本实用新型的针翅散热基板的侧视图。
- [0028] 附图中:1、针翅散热基板;2、绝缘基板;3、功率器件的芯片部;4、硅凝胶;5、信号端子;6、塑料外壳;7、金属引线;8、螺孔;9、散热针翅。

具体实施方式

[0029] 下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本实用新型保护的范围。

[0030] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本实用新型中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0031] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型作进一步说明,但不作为本实用新型的限定。

[0032] 一种具有针翅散热基板的三电平功率模块,如图1、图4、图5所示,包括,

[0033] 针翅散热基板1,针翅散热基板1的第一面设有多个散热针翅9,针翅散热基板1上与第一面相背的第二面上设有绝缘基板2;

[0034] 绝缘基板2上设有功率器件的芯片部3和信号端子5,功率器件的芯片部3之间通过金属引线7键合连接,绝缘基板2、功率器件的芯片部3、信号端子5以及金属引线7上各自覆有硅凝胶4。

[0035] 具体地,本实用新型提供一种具有针翅散热基板的三电平功率模块,用于功率模块散热,针翅(pinfins)散热基板1有利于功率模块热阻和芯片结温降低,有效增强了对抗瞬态热冲击的能力,有利于提高整体散热性能和可靠性,针翅散热基板1可在水冷或风冷条件下增强流体湍流效果,提高了散热效率。

[0036] 进一步具体地,功率器件的芯片部3通过金属引线7键合的方式来实现电气连接,功率器件的芯片部3与绝缘基板2相应的导电层通过铜片和真空回流焊接工艺实现电气连

接,信号端子5通过真空回流焊接在绝缘基板2的导电铜层上,绝缘基板2通过真空回流焊接或者直接集成在针翅散热基板1上,覆盖有耐高温绝缘硅凝胶4以提高各元件之间的耐压,铜材料的热容一般比较大,有利于提高绝缘栅双极型晶体管以及二极管的芯片部分对抗瞬态热冲击的能力,减小芯片结温的波动;通过将绝缘基板2直接焊接在针翅散热基板1上的方法实现了功率模块与散热基板2的有效集成。

[0037] 更进一步具体地,金属引线7采用纯铝,纯铜或者铝合金等材料制成,通过超声波焊接方式键合连接于绝缘栅双极型晶体管以及二极管的芯片部分、绝缘基板2的导电铜层和信号端子5之间,信号端子5的表面为裸铜或电镀铬或镍或金或银通过真空回流焊焊接于绝缘基板2的导电铜层上,裸铜具有良好的导电性能,可以有效地传输信号,提高信号传输质量;电镀铬可以增加信号端子5的硬度和耐磨性,减少接触电阻,提高信号传输的稳定性和可靠性;镍具有良好的耐腐蚀性能,可以防止信号端子5氧化腐蚀,延长使用寿命;金具有优异的导电性能和耐腐蚀性能,可以提高信号传输的稳定性和可靠性,同时还具有良好的外观效果;银具有最佳的导电性能,可以提供最佳的信号传输质量,同时也具有良好的耐腐蚀性能。

[0038] 在一种较优的实施例中,功率器件的芯片部3与绝缘基板2之间设有焊料;

[0039] 绝缘基板2与针翅散热基板1之间设有焊料。

[0040] 具体地,焊料采用锡铅或锡银或锡银铜或铅锡银材料制成,针翅散热基板1主体材质为铜或铝或铜合金或铝合金,锡铅焊料具有低熔点、良好的润湿性和可靠的焊接性能,能够形成良好的焊接接头,提供良好的电气连接和热传导性能;锡银焊料具有较高的熔点和良好的电气导电性能,在高温环境下具有较好的稳定性和可靠性,适用于高温应用场景;锡银铜焊料是一种多组分合金焊料,具有较高的熔点和良好的电气导电性能,能够提供更高的强度和耐热性,适用于高功率和高温应用;铅锡银焊料是一种低温焊料,具有较低的熔点和良好的润湿性,适用于对温度敏感的器件,能够减少热应力和热损伤。

[0041] 进一步具体地,绝缘基板2由DBC(直接键合铜)技术或AMB(活性金属钎焊)技术制成,绝缘基板2与针翅散热基板1之间焊接的最高温度控制在 $150^{\circ}\text{C} \sim 420^{\circ}\text{C}$;功率器件的芯片部3与绝缘基板2之间焊接的最高温度也控制在 $150^{\circ}\text{C} \sim 420^{\circ}\text{C}$ 。

[0042] 在一种较优的实施例中,功率器件的芯片部3是绝缘栅双极型晶体管以及二极管的芯片部分。

[0043] 具体地,绝缘栅双极型晶体管,即IGBT,是一种高压、高电流功率开关器件,结合了MOSFET(金属氧化物半导体场效应晶体管)的高输入阻抗和双极型晶体管的低饱和压降特性,二极管具有单向导电性;所以功率器件的芯片部3具有低导通压降、高开关速度和较高的功率密度等优点。

[0044] 在一种较优的实施例中,散热针翅9的高度为 $5\text{mm} \sim 25\text{mm}$,散热针翅9之间的空隙为 $1\text{mm} \sim 10\text{mm}$ 。

[0045] 具体地,散热针翅9的长宽分布不等,高度相等,散热针翅9(pin针)的设计使得冷却液或空气能够在空隙间循环流动带走热量,而且大大增加了冷却液或空气与基板的接触面积,比传统采用导热硅脂散热的方式更加高效,有利于功率模块整体热阻的降低和工作时芯片结温的降低。

[0046] 在一种较优的实施例中,散热针翅9的数量为 $20 \sim 100$,散热针翅9的形状为圆形或

椭圆形。

[0047] 具体地,散热针翅9的数量越多,表面积就越大,可以提供更多的散热面,从而增加散热效果。而形状为圆形或椭圆形的散热针翅9,可以更好地覆盖散热器表面,增加与周围空气的接触面积,提高散热效率。

[0048] 在一种较优的实施例中,沿针翅散热基板1的长度方向的两侧设有挡板,两个挡板将全部散热针翅9包括在内。

[0049] 具体地,针翅散热基板1的冷却方式为:冷却液或空气从pin针的一面流入pin针间的间隙,并经另一侧流出,沿基板长度方向两侧设有挡板,挡板将基板的全部pin针包括在内,有助于散热基板冷却。

[0050] 在一种较优的实施例中,功率器件的芯片部3的表面设有电镀层。

[0051] 具体地,电镀层采用银或含银的合金材料制成,银是一种优良的导电材料,具有很高的电导率,因此电镀层可以提高功率器件的导电性能,减小电阻,提高电流传输效率,电镀层可以提高功率器件的散热能力,有效降低芯片温度,提高器件的稳定性和可靠性,银具有较好的抗氧化和耐腐蚀性能,电镀层可以保护芯片连接部3的金属材料不受氧化、腐蚀等环境因素的影响,延长器件的使用寿命。

[0052] 在一种较优的实施例中,还包括一塑料外壳6,塑料外壳6位于针翅散热基板1的上方,塑料外壳6与针翅散热基板1之间设有密封胶。

[0053] 具体地,塑料外壳6采用PBT(聚对苯二甲酸丁二酯)\PPS(聚苯硫醚)、尼龙耐高温以及绝缘性能良好的塑料制成,密封胶能够有效封闭塑料外壳6与针翅散热基板1之间的间隙,防止灰尘、杂质等外界物质进入,保护针翅散热基板1的内部结构和元件;密封胶具有一定的防水性能,能够有效阻止水分渗入塑料外壳6和针翅散热基板1之间的空隙,避免水分对电路板和元件的腐蚀和损坏。

[0054] 进一步具体地,密封胶填充在塑料外壳6与针翅散热基板1之间的空隙中,能够填平不平整的表面,增加接触面积,提高散热效果,有助于将针翅散热基板1产生的热量迅速传导到塑料外壳6上,提高整体散热效率。

[0055] 更进一步具体地,密封胶能够填充塑料外壳6与针翅散热基板1之间的空隙,增加结构的稳定性,减少震动和冲击对针翅散热基板1的影响,提高设备的可靠性和稳定性。

[0056] 在一种较优的实施例中,如图1、图3、图6所示,针翅散热基板1的两端设有用于安装的螺孔8。

[0057] 具体地,可以方便地将散热基板安装在其他设备或结构上,通过螺孔8,可以使用螺丝将散热基板牢固地固定在所需的位置。

[0058] 在一种较优的实施例中,绝缘基板2包括,

[0059] 第一导电层;

[0060] 中间绝缘层,位于第一导电层的下方;

[0061] 第二导电层,位于中间绝缘层的下方。

[0062] 具体地,第一导电层和第二导电层由纯铜或铜合金制成,具有良好的导电性能,可以有效传导电流,陶瓷制成的中间绝缘层具有较高的强度和耐久性,可以提供良好的机械支撑和保护作用,防止导电层之间的短路或损坏。

[0063] 进一步具体地,中间绝缘层具有良好的绝缘性能,可以有效隔离第一导电层和第

二导电层,防止电流泄漏或干扰。

[0064] 更进一步具体地,由于第一导电层和第二导电层均由铜或铜合金制成,具有良好的热传导性能,可以有效散热,保持电路的稳定性和可靠性,能够提供良好的信号传输和抗干扰能力。

[0065] 参照图1、图2,具有针翅散热基板1的三电平功率模块的电路包括:

[0066] 一功率输入正极端BUS+和一功率输入负极端BUS-;

[0067] 第一绝缘栅双极型晶体管Q1,第一绝缘栅双极型晶体管Q1的集电极连接功率输入正极端BUS+;

[0068] 第二绝缘栅双极型晶体管Q2,第二绝缘栅双极型晶体管Q2的集电极连接第一绝缘栅双极型晶体管Q1的发射极,第二绝缘栅双极型晶体管Q2的发射极连接一功率输出端OUT1;

[0069] 第三绝缘栅双极型晶体管Q3,第三绝缘栅双极型晶体管Q3的集电极连接功率输出端OUT1;

[0070] 第四绝缘栅双极型晶体管Q4,第四绝缘栅双极型晶体管Q4的集电极连接第三绝缘栅双极型晶体管Q3的发射极,第四绝缘栅双极型晶体管Q4的发射极连接功率输入负极端BUS-;

[0071] 第一二极管D1,第一二极管D1的阴极连接第一绝缘栅双极型晶体管Q1的集电极,第一二极管D1的阳极连接第一绝缘栅双极型晶体管Q1的发射极;

[0072] 第二二极管D2,第二二极管D2的阴极连接第二绝缘栅双极型晶体管Q2的集电极,第二二极管D2的阳极连接第二绝缘栅双极型晶体管Q2的发射极;

[0073] 第三二极管D3,第三二极管D3的阴极连接第三绝缘栅双极型晶体管Q3的集电极,第三二极管D3的阳极连接第三绝缘栅双极型晶体管Q3的发射极;

[0074] 第四二极管D4,第四二极管D4的阴极连接第四绝缘栅双极型晶体管Q4的集电极,第四二极管D4的阳极连接第四绝缘栅双极型晶体管Q4的发射极;

[0075] 第一信号端子TP1,设于第一绝缘栅双极型晶体管Q1的发射极和第二绝缘栅双极型晶体管Q2的集电极之间;

[0076] 第二信号端子TP2,设于第三绝缘栅双极型晶体管Q3的发射极和第四绝缘栅双极型晶体管Q4的集电极之间;

[0077] 第五二极管D5,第五二极管D5的阳极连接第一零点BUSN1,第五二极管D5的阴极连接第一信号端子TP1;

[0078] 第六二极管D6,第六二极管D6的阴极连接第二零点BUSN2,第六二极管D6的阳极连接第二信号端子TP2;

[0079] 热敏电阻RT,热敏电阻RT包括第一连接端T1和第二连接端T2。

[0080] 综上,本实用新型提供一种具有针翅散热基板的三电平功率模块,主要用于模块散热,结构简单、可靠,有利于功率模块热阻和芯片结温降低,通过真空回流焊焊接实现了绝缘栅双极型晶体管、二极管的芯片部分和绝缘基板2的上铜材料层之间的电气连接,因为铜材料的热容一般比较大,有利于提高绝缘栅双极型晶体管、二极管的芯片部分对抗瞬态热冲击的能力,减小芯片结温的波动;通过将绝缘基板2直接焊接在散热pinfin基板上的方法实现了功率模块与散热基板的有效集成,pin针的设计使得冷却液或空气能够在空隙间

循环流动带走热量,而且大大增加了冷却液或空气与基板的接触面积,比传统采用导热硅脂散热的方式更加高效,对于三电平功率模块在恶劣的光伏应用场景中面对长期高温、干燥的环境挑战有很大的帮助。

[0081] 以上所述仅为本实用新型较佳的实施例,并非因此限制本实用新型的实施方式及保护范围,对于本领域技术人员而言,应当能够意识到凡运用本实用新型说明书及图示内容所作出的等同替换和显而易见的变化所得到的方案,均应当包含在本实用新型的保护范围内。

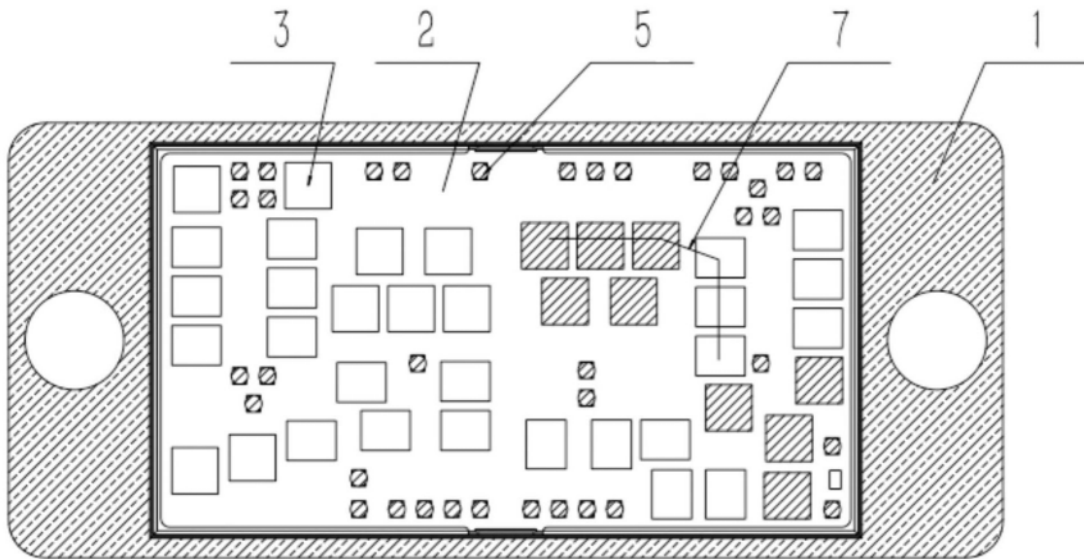


图1

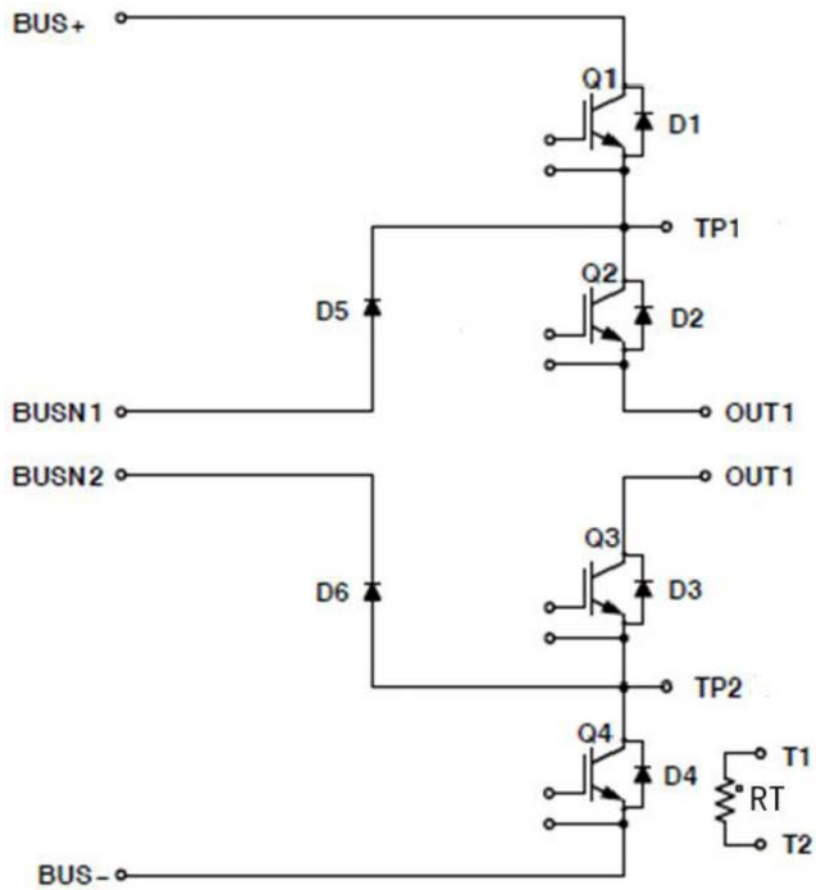


图2

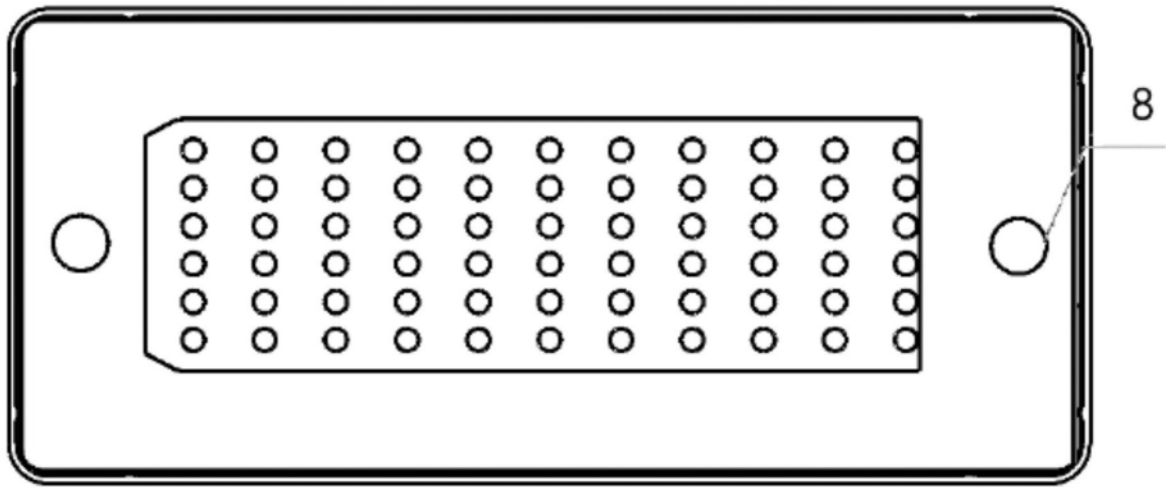


图3

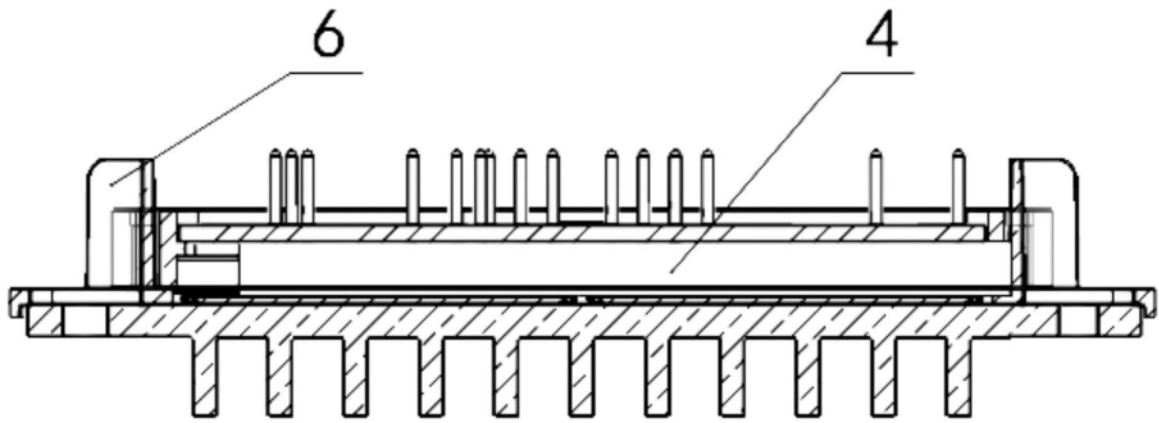


图4

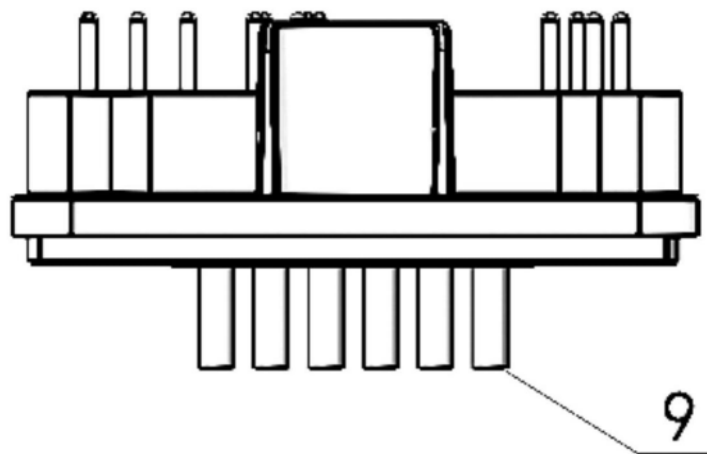


图5

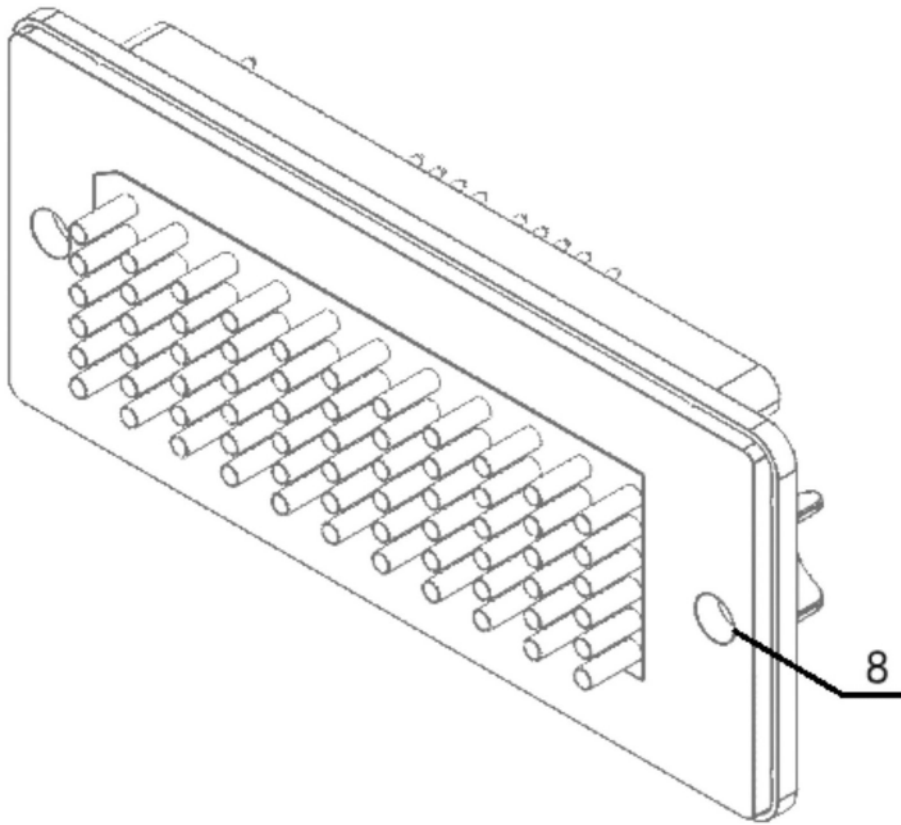


图6