



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113906557 A

(43) 申请公布日 2022. 01. 07

(21) 申请号 202080032796.2

(22) 申请日 2020.04.30

(30) 优先权数据

102019111367.9 2019.05.02 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.11.01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2020/062038 2020.04.30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/221864 DE 2020.11.05

(71) 申请人 丹佛斯硅动力有限责任公司

地址 德国弗伦斯堡

(72) 发明人 斯特凡·贝伦特 罗纳德·艾泽勒

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 赵金强

(51) Int. Cl.

H01L 23/367 (2006.01)

H01L 23/40 (2006.01)

H01L 23/373 (2006.01)

H01L 23/433 (2006.01)

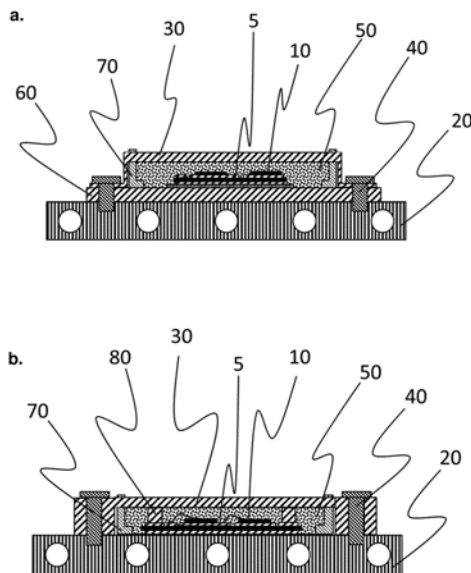
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

改善冷却的功率电子模块

(57) 摘要

一种功率电子模块,其具有平坦的电路载体(5)和电接触地布置在该电路载体(5)的上平面侧上的电子结构组件(10)以及与该电路载体(5)的下侧热接触的冷却体(20),其特征在于布置在该电路载体(5)的上侧上的、跨越该结构组件(10)并且面型地覆盖该结构组件的导热桥(30),其中该导热桥(30)在布置在该结构组件(10)附近的安装点处与该冷却体(20)热接触,并且在该导热桥(30)与该电路载体(5)之间的空间填充有导热性的浇注料(50)。



1. 一种功率电子模块,该功率电子模块具有平坦的电路载体(5)和电接触地布置在该电路载体(5)的上平面侧上的电子结构组件(10)以及与该电路载体(5)的下侧热接触的冷却体(20),

其特征在于,

布置在该电路载体(5)的上侧上的、跨越该结构组件(10)并且面型地覆盖该结构组件的导热桥(30),其中该导热桥(30)在布置在该结构组件(10)附近的安装点处与该冷却体(20)热接触,并且在该导热桥(30)与该电路载体(5)之间的空间填充有导热性的浇注料(50)。

2. 根据权利要求1所述的功率电子模块,其特征在于,该冷却体(20)力配合地和/或形状配合地与该电路载体(5)的下侧热接触。

3. 根据前述权利要求之一所述的功率电子模块,其特征在于,该导热桥(30)由金属形成。

4. 根据前述权利要求之一所述的功率电子模块,其特征在于,该导热桥(30)由金属板材形成。

5. 根据前述权利要求之一所述的功率电子模块,其特征在于,该结构组件(10)嵌入在该导热性的浇注料中。

6. 根据前述权利要求之一所述的功率电子模块,其特征在于,该导热桥(30)借助安装器件(40)安装在这些安装点处,其中这些安装器件(40)伸入到该冷却体(20)中并且热接触该冷却体(20)。

7. 根据权利要求6所述的功率电子模块,其特征在于,这些安装器件(40)是销或螺钉。

8. 根据权利要求7所述的功率电子模块,其特征在于,这些销或这些螺钉是金属的销或螺钉。

9. 根据前述权利要求之一所述的功率电子模块,其特征在于,该导热桥(30)在已安装的状态下在其面向该结构组件(10)的侧面上具有带有预先确定的凸出位置和凸出高度的至少一个凸出部(80,90,100),该凸出部由至少具有该导热桥(30)的材料的导热值的材料形成。

10. 根据权利要求9所述的功率电子模块,其特征在于,该至少一个凸出部(90)的凸出位置被预先确定在该结构组件(10)的结构元件上方,其中该凸出高度根据该结构元件的结构高度以避免电接触的方式进行适配。

11. 根据权利要求9或10所述的功率电子模块,其特征在于,该至少一个凸出部(80,100)的凸出位置被预先确定为远离该结构组件,其中该凸出高度被适配为使得该凸出部热接触该电路载体(5)。

12. 根据前述权利要求之一所述的功率电子模块,其特征在于,该浇注料(50)的导热值是至少 $3\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

13. 根据前述权利要求之一所述的功率电子模块,其特征在于,该导热桥(30)的材料的导热值至少是该浇注料(50)的导热值的20倍。

14. 根据前述权利要求之一所述的功率电子模块,其特征在于,单个导热桥(30)跨越多个相邻布置的、彼此电分离的结构组件(10)并且面型地覆盖这些结构组件。

## 改善冷却的功率电子模块

[0001] 本发明涉及一种功率电子模块,其具有平坦的电路载体和电接触地布置在电路载体的上平面侧上的电子结构组件以及与电路载体的下侧力配合地和/或形状配合地热连接的、即导热地连接至电路载体的下侧的冷却体。

[0002] 功率电子器件的结构组件包括为了电连接而预先结构化的结构组件载体、例如印刷电路板,该结构组件载体装备有针对高电流而设计的结构元件。结构组件体现了功率电子模块的在运行中被电流流过的组成部分。因此,该结构组件由于欧姆功率损耗而表示热源。

[0003] 此外,模块的其他的组成部分用于通过接触面将产生的热量传送至散热器,其中主散热器通常是空气冷却或水冷却的冷却体。在电流较高并且同时冷却不充分的情况下,面临结构组件损坏的威胁。

[0004] 常见的电路载体例如是铜冲压网格或者具有导体线路结构的有机绝缘或陶瓷绝缘的电路板或结构组件载体。结构元件通过挤压的或材料结合的接触元件、例如接合线或带子与电路载体的导体线路电连接。电路载体要么例如通过下侧上的厚的金属层设计为自身散热的,该金属层通过介电涂层与上侧的引导电流的导体电绝缘,电路载体要么陶瓷地构造有布置在上侧上的通常薄的导体线路并且安装在单独的金属散热板上。

[0005] 在本说明书的上下文中,热量总是在电路载体的下侧扩散,即电路载体可以具有附加地安装的散热板或者也可以本身起散热作用。电路载体的下侧力配合地和形状配合地与主散热器热接触。与之相反地,在电路载体的上侧,由于结构组件中的欧姆损耗而产生热量。

[0006] 结构组件通常嵌入、或也浇注在电绝缘材料、例如硅胶或电绝缘的环氧树脂中,其中绝缘材料通常具有同样高品质的热绝缘。仅功率电子模块的外部的接头触点保持裸露。

[0007] 热量从结构组件至冷却体的传送在两个时间尺度上发生:脉冲功率( $<1$ 秒)和连续功率( $>>1$ 秒)。脉冲功率是很短的,从而无法直接到达散热器,并且必须暂时被吸收在结构组件附近的绝缘材料的热质量中。相反,连续功率导致通过所有导热的材料沿热梯度到达散热器的连续的功率损耗热流。

[0008] 为了改善冷却,已经提出将导热性好的并且同时电绝缘的浇注料作为绝缘材料,例如在DE 1 514 413 A1中是无机质水泥。文献EP 3 066 684 B1同样公开了一种导热性水泥,以便在其表面上以处于热接触的方式布置第二冷却体(尤其参见EP 3 066 684 B1的图3和图4),该表面在散热板的装备侧上位于结构组件的上方。

[0009] 导热水泥非常好地适用于吸收脉冲功率。然而,导热水泥的导热性(以下也称为导热值)介于 $1\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 与 $20\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 之间的范围内,并且因此比普通的冷却体的导热值低一到两个数量级。在连续运行中,尽管在结构组件的两侧进行冷却,但是EP 3 066 684 B1的功率模块的生热非常不对称,因为产生的大部分热量主要输出到散热板的下侧上的冷却体。在浇注料的表面上的第二冷却体因此远非有效地工作。

[0010] 市面上可获得的功率模块总归具有一侧的平坦的散热板,通过该散热板,热量仅在一侧朝向主散热器、即空气冷却或水冷却的冷却体传送。这种结构在世界范围内是常见

的,并且一方面具有散热板的既定的安装尺寸,并且另一方面具有印刷电路板安装技术(通孔安装销),其改变是成本高且占用空间的。

[0011] 因此,本发明的目的是,在安装和冷却布置不变的情况下改善一侧的冷却的效率。

[0012] 该目的通过具有权利要求1的特征的功率电子模块来实现。从属权利要求说明了有利的设计方案。

[0013] 本发明基于以下认识,即已经提到的作为浇注料的导热性水泥虽然提供足够的热质量来吸收脉冲功率,但在连续功率的情况下,通过水泥的热传送不足以冷却结构组件的基于结构元件的结构高度而相对远地远离电路载体安置的区域。在那里产生的热量需要比目前根据现有技术提供的更短的通过水泥的传送路径,以便将其快速传送走。

[0014] 根据本发明,这种更短的热路径可以以如下方式实现,即导热性非常好的导热桥布置成与远离电路载体的结构元件区域相距较近的距离,但不与这些结构元件区域直接接触。在此,作为跨越并且面型地覆盖结构组件的结构,导热桥由具有比水泥或导热性的浇注料高得多的导热值的材料形成。优选地,导热桥由金属(例如由铜或铝)、优选由金属板材(特别优选由铜或铝)构成。导热桥至少在为此设置的安装点处与冷却体热接触,即导热桥可以将导热桥传导性地从结构组件的上侧所引来的热量直接输出到冷却体。例如并且优选地,导热桥通过合适的安装器件、优选通过销或螺钉安装,其中这些安装器件特别优选地伸入到冷却体内并且将冷却体热连接至导热桥。安装器件尤其是金属的,并且可以特别优选地要么在电路载体旁引导经过,要么与结构组件相邻地引导穿过电路载体。尤其,通过安装器件不仅将导热桥,而且还将电路载体固定在冷却体上。导热桥、安装器件和冷却体特别地连续地与结构组件电绝缘,并且处于电中性的电势中。在将结构组件嵌入到浇注料中的情况下,导热桥与电路载体之间的空间填充有导热性的浇注料。由此存在结构组件在朝向电路载体的下侧和在朝向导热桥的上侧的相对好的热连接的可能性,这两者都向冷却体输出热量。

[0015] 可被视为本发明的特别有利的设计方案的是,导热桥可以在其面对结构组件的侧面附加地设有至少一个凸出部。如果凸出位置和凸出高度适当地被预先确定,并且至少一个凸出部由至少具有导热桥的材料的导热值的材料形成,那么这种凸出部还可以进一步缩短通过浇注料的热路径。

[0016] 例如具体地有利的是,至少一个凸出部的凸出位置被确定为紧挨着结构组件的结构元件上方,其中凸出高度根据结构元件的结构高度以避免接触的方式进行适配。在该情况下,凸出部从导热桥凸出,尽可能靠近结构元件的上侧,从而使得在结构元件中产生的热量仅须横穿通过浇注料的短的路径,直到热量进入导热桥的导热性非常好的凸出部中,用以进一步传送走。在此,出于安全原因必需的是,在凸出部与结构元件之间始终有最小层厚度的浇注料,以进行电绝缘。从结构组件的预先已知的架构和浇注料的预先已知的特性可以精确地确定在导热桥上预先确定哪些凸出位置和凸出高度。在极端情况下,导热桥可以具有多个凸出部,这些凸出部以不同的高度布置在不同的位置处,从而使得它们近似地(作为阴模)呈现结构组件的结构高度轮廓。在该情况下,结构组件的每个表面区域与导热桥具有大约一样大的距离以及因此通过浇注料的热路径。

[0017] 此外具体地可以有利的是,至少一个凸出部的凸出位置被预先确定为远离结构组件,其中凸出高度被适配成使得凸出部热接触电路载体。在该变型方案中,凸出部完全在结

构组件旁经过、直接延伸至电路载体,电路载体进而可以将热量输出至冷却体。至少一个凸出部表示热传送的捷径,否则热传送主要通过安装器件进行。如果导热桥构造为非常广阔的,并且例如跨越且面型地覆盖多个相邻布置的、彼此电分离的结构组件,那么这种捷径是特别优选的。导热桥的安装点在此可以位于功率模块的边缘处,并且模块的内部区域中的作为捷径而预先确定的凸出部加速向主散热器的热传送。在此也可能的是,在结构组件的电路载体之间存在中间空间,其提供通向共同使用的冷却体或散热板的自由的入口。至少一个凸出部也可以具有这样的位置和高度,使得凸出部从导热桥直接热接触冷却体或散热板。

[0018] 根据本发明的导热桥可以具有多个凸出部,这些凸出部满足各种前述的功能,即可以同时实现不同的变体。

[0019] 视为有利的是,浇注料的导热值是至少 $3\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。与此相对,优选地,导热桥的材料的导热值应该至少是浇注料的导热值的20倍。

[0020] 下面应基于附图来说明本发明。在附图中:

[0021] 图1(a)示出了具有第一导热桥的功率模块的草图,并且(b)示出了具有第二导热桥的功率模块的草图,该第二导热桥具有凸出部作为热传送的捷径;

[0022] 图2示出了具有三个结构组件的功率模块的草图,这些结构组件由具有不同功能的凸出部的共用的导热桥跨越并面型地覆盖。

[0023] 在图1a中,作为实施例简略地画出了功率电子模块,其由带有功率结构组件10的电路载体5构成,该电路载体安装在散热板60上。散热板60进而借助安装器件40(例如螺钉或销)固定在冷却体20上。环绕的塑料框架70在模块的边缘限界浇注料,并且同时用于机械加固。安装器件40此外将导热桥30越过结构组件10压紧到下方的散热板60上,并且同时压紧到冷却体20上,安装器件40伸入到该冷却体中。导热性的浇注料50在此是功率结构元件的具有功率损耗的表面、即接触表面(包括电线、带子和夹子)与功率结构组件10和导热桥30的导体线路表面之间的热连接。浇注料50优选填充导热桥30与电路载体5或散热板60之间的整个空间。以这种方式,借助安装器件40也产生安装压力,该安装压力提供最佳的面挤压。

[0024] 图1b作为图1a)的变体首先示出了由带有功率结构组件10的电路载体5构成的功率模块,该电路载体直接安装到主冷却体20上。在该结构方式中,陶瓷或有机的电路载体5与冷却体20直接热接触。导热桥30与浇注料50热接触,并且将热流引导至内部的传导连接部80,其作为凸出部80从导热桥30凸出,并且与结构组件10相邻地挤压在电路载体的表面上。安装压力由安装器件40施加,这些安装器件在此也被设计为其将热量从导热桥30直接传送到冷却体20中。在此,塑料框架70也是可选的和有利的。

[0025] 导热桥30优选由导热性高的材料、例如铜或铜合金或铝或铝合金构成。

[0026] 作为第三实施例,图2示出了功率电子模块,其由三个带有结构组件10的电路载体5构成,这些电路载体相邻地并且彼此电分离地、尤其彼此间隔开地共同安装在散热板60上。散热板60进而借助安装器件40固定在冷却体20上。安装器件40将导热桥30越过所有三个结构组件10压紧到散热板60上,并且同时压紧到冷却体20上,安装器件40伸入到该冷却体中。附加地,导热桥30经由作为凸出部从导热桥30凸出的内部的传导连接部100、穿过浇注料50与下方的散热板60直接热接触。凸出部100的接触面明确地布置在带有结构组件10

的功率电子电路载体5的旁边或之间。凸出部100在此例如由与导热桥30相同的材料构成。

[0027] 证实的是,还可以附加地改善功率损耗散热,其方法是将热桥30的另外的凸出部90直接布置在结构组件10上方,从而使得热桥30以凸出部90的轮廓遵循结构组件10的结构高度轮廓,也就是说,凸出部90的下侧位于结构组件10的半导体和接合线上方的大致恒定地预先确定的距离处。在此尤其要注意的是,结构元件上方的相应的凸出高度根据结构元件的结构高度以避免电接触的方式进行适配。这在技术上可容易地例如通过轮廓压印的桥板或通过附加固定的加厚的元件90实现。

[0028] 利用根据图1的类型的布置进行冷却的实验测试表明,利用导热值为 $5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的导热性的浇注料(无机质水泥)和根据本发明的由导热值为 $180\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的铝构成的导热桥,可以在连续功率的情况下将半导体结构组件的温度降低约 $10^\circ\text{C}$ 。

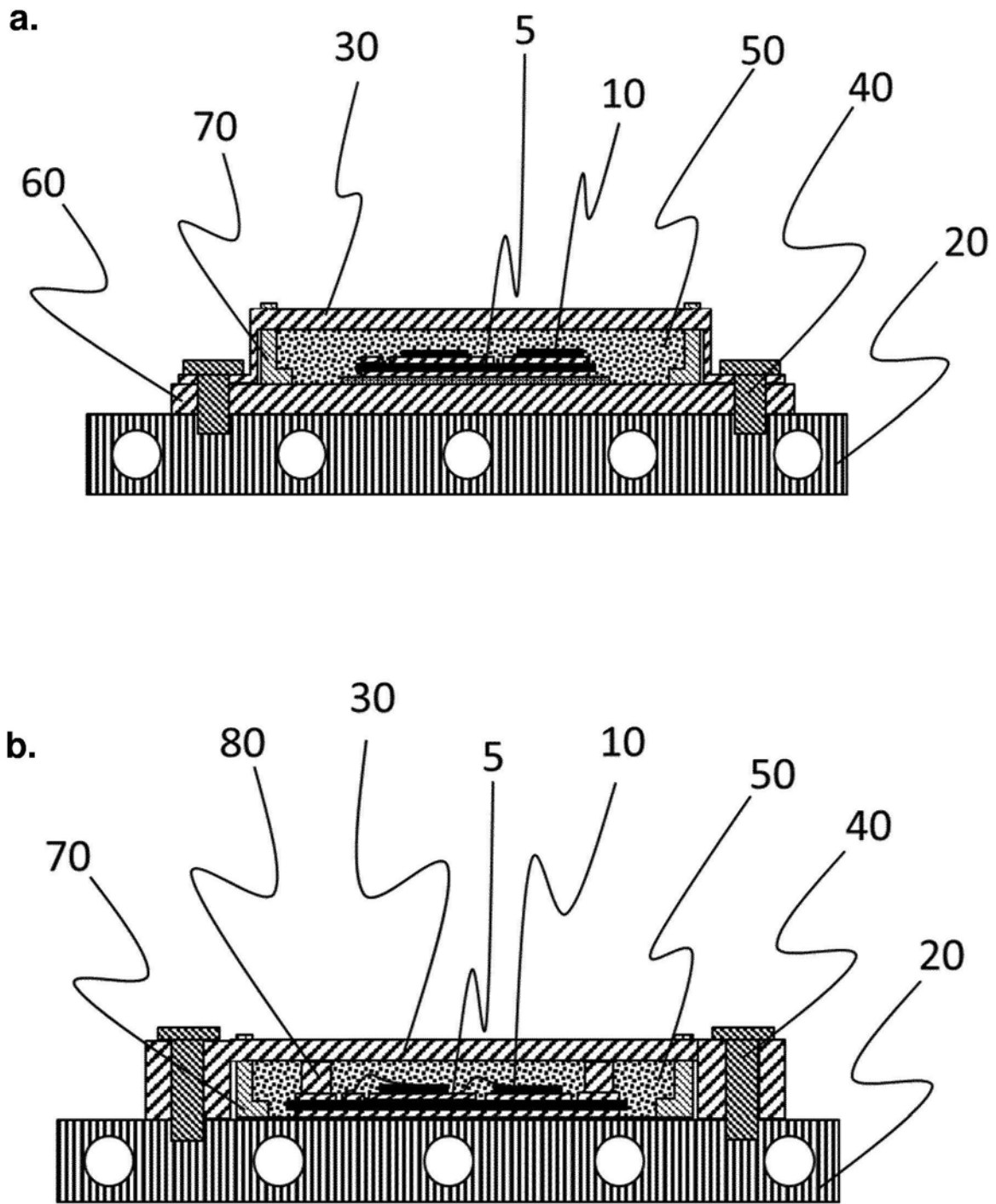


图1

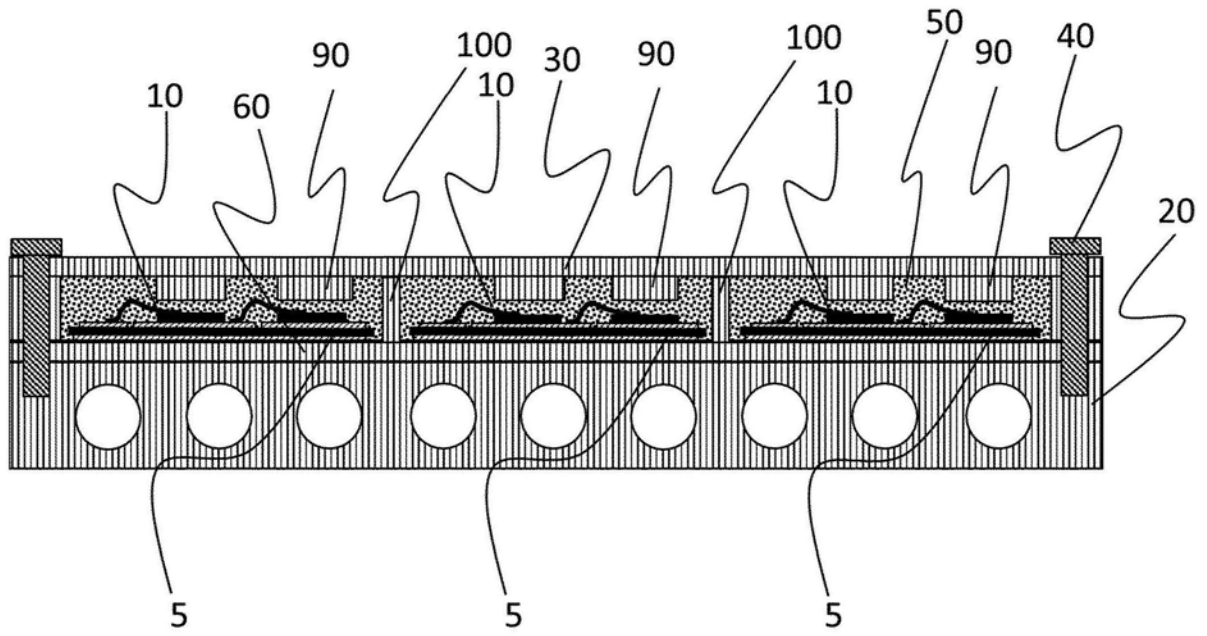


图2