

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102339945 A

(43) 申请公布日 2012. 02. 01

(21) 申请号 201110334926. 0

(22) 申请日 2011. 10. 29

(71) 申请人 华南师范大学

地址 510275 广东省广州市天河区中山大道西 55 号

(72) 发明人 姚光锐 范广涵 郑树文 张涛
周德涛 赵芳 宋晶晶

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 江裕强

(51) Int. Cl.

H01L 33/64 (2010. 01)

H01L 33/48 (2010. 01)

H01L 33/60 (2010. 01)

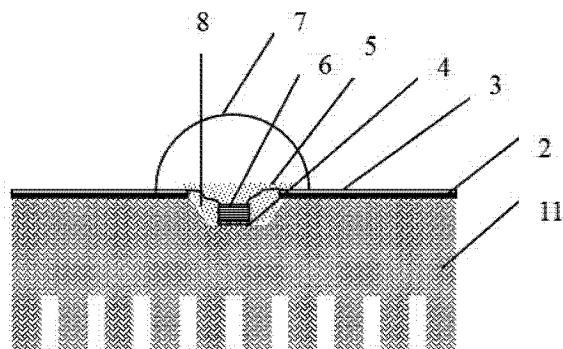
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

散热基板为金刚石粉-铜粉复合材料的大功率发光二极管

(57) 摘要

本发明公开了散热基板为金刚石粉-铜粉复合材料的大功率发光二极管,包括 LED 芯片、透镜和金刚石粉-铜粉复合材料制成的散热基板;所述散热基板的下表面直接和空气接触,上表面设有凹坑,LED 芯片通过固晶胶或金属共晶焊直接安置在散热基板上表面的所述凹坑底部;所述凹坑中填充有绝缘弹性透明物质,绝缘弹性透明物质覆盖整个 LED 芯片及其引线,透镜盖在凹坑上。复合材料以最短路径从大功率 LED 提取热量,并且直接向空气散热。由于该复合材料的热导率很大,再结合优化的结构设计,可以用来为单个大功率 LED 和 LED 模组散热,达到提高光输出功率和延长 LED 使用寿命的目的。



1. 散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管,包括 LED 芯片(6)和透镜(7),其特征在于还包括金刚石粉 - 铜粉复合材料制成的散热基板(11);所述散热基板(11)的下表面直接和空气接触,上表面设有凹坑(112),LED 芯片(6)通过固晶胶(4)或金属共晶焊直接安置在散热基板(11)上表面的所述凹坑(112)底部;所述凹坑(112)中填充有绝缘弹性透明物质(8),绝缘弹性透明物质(8)覆盖整个 LED 芯片(6)及其引线,透镜(7)盖在凹坑上。

2. 根据权利要求 1 所述散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管,其特征在于,散热基板(11)下表面设有电极,所述凹坑开有贯穿至散热基板(11)下表面的穿孔,LED 芯片(6)的引线通过穿孔与散热基板(11)下表面的电极连接。

3. 根据权利要求 1 所述散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管,其特征在于,所述散热基板除所述凹坑外的上表面设有电路层(3),电路层(3)通过粘合层(2)粘在散热基板上表面,LED 芯片(6)的引线与电路层(3)上的电极连接。

4. 根据权利要求 1 所述散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管,其特征在于,所述散热基板(11)的下表面加工成散热鳍片(111)。

5. 根据权利要求 1 所述散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管,其特征在于,所述透镜(7)覆盖 LED 芯片(6)及其引线。

6. 根据权利要求 1 所述散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管,其特征在于,所述绝缘弹性透明物质(8)为硅胶。

7. 根据权利要求 1 所述散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管,其特征在于,所述绝缘弹性透明物质(8)中掺有荧光粉。

8. 根据权利要求 1~7 任一项所述散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管,其特征在于,所述凹坑(112)中安置有多个 LED 芯片(6)。

9. 根据权利要求 1~7 任一项所述散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管,其特征在于,所述凹坑(112)表面有高反射物质。

10. 根据权利要求 1~7 任一项所述散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管,其特征在于,所述金刚石粉 - 铜粉复合材料由如下方法制备:把超高导热的金刚石 200~300 目粉颗粒和高导热的铜粉 300~400 目颗粒按混合,其中金刚石的体积比是 40%~60%,利用磁控溅射的方法在混合颗粒表面镀覆质量比为 0.1%~0.3% 的过渡族金属,所述过渡族金属包括铬、钛或钼;把处理后的混合物放入模具中,然后置于等离子体真空高压烧结炉中烧结,升温时间 10~15min,温度达到 1000~1050℃,压强 20~40MPa,烧结时间 10~15min;烧结后的复合材料,再做氩气氛围下的热等静压,压强为 150~200MPa,温度 1000~1040℃,保温 3~4h,得所述金刚石粉 - 铜粉复合材料。

散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管

技术领域

[0001] 本发明涉及 LED 发明技术领域,特别地,涉及一种直接采用金刚石粉 - 铜粉复合材料作为散热基板的大功率 LED。

背景技术

[0002] 过去 LED 只能拿来做为状态指示灯的时代,其封装散热从来就不是问题,但近年来 LED 的亮度、功率皆积极提升,并开始用于背光与电子发明等应用后,LED 的封装散热问题已出现。在相同的单颗封装内送入倍增的电流,发热自然也会倍增,如此散热情况当然会恶化。例如,由于要将白光 LED 拿来作照相手机的闪光灯、要拿来作小型发明用灯泡、要拿来作投影机内的发明灯泡,如此只是高亮度是不够的,还要用上高功率,这时散热就成了问题。更有甚者,在液晶电视的背光上,既是使用高亮度 LED,也要密集排列,且为了讲究短小轻薄,使背部可用的散热设计空间更加拘限,且若高标要求来看也不应使用散热风扇,因为风扇的吵杂声会影响电视观赏的品味情绪。倘若不解决散热问题,而让 LED 的热无法排解,进而使 LED 的工作温度上升,如此会有什么影响吗?关于此最主要的影响有二:(1) 发光亮度减弱、(2) 使用寿命衰减。现有的大功率 LED 芯片封装材料多是铝基板和共烧陶瓷基板,这是不能满足散热需求的,另外现有的封装结构还需要作出很多改进。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是克服现有 LED 芯片的散热问题,提供金刚石粉 - 铜粉复合材料做散热基板的大功率发光二极管。本发明主要通过如下技术方案来实现。

[0004] 散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管,包括 LED 芯片、透镜和金刚石粉 - 铜粉复合材料制成的散热基板;所述散热基板的下表面直接和空气接触,上表面设有凹坑,LED 芯片通过固晶胶或金属共晶焊直接安置在散热基板上表面的所述凹坑底部;所述凹坑中填充有绝缘弹性透明物质,绝缘弹性透明物质覆盖整个 LED 芯片及其引线,透镜盖在凹坑上。

[0005] 作为上述的散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管进一步优化的技术方案,散热基板下表面设有电极,所述凹坑开有贯穿至散热基板下表面的穿孔,LED 芯片的引线通过穿孔与散热基板下表面的电极连接。

[0006] 作为上述的散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管进一步优化的技术方案,所述散热基板除所述凹坑外的上表面设有电路层,电路层通过粘合层粘在散热基板上表面,LED 芯片的引线与电路层上的电极连接。

[0007] 作为上述的散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管进一步优化的技术方案,所述散热基板的下表面加工成散热鳍片。

[0008] 作为上述的散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管进一步优化的技术方案,所述透镜覆盖 LED 芯片及其引线。

[0009] 作为上述的散热基板为金刚石粉 - 铜粉复合材料的大功率发光二极管进一步优

化的技术方案,所述绝缘弹性透明物质为硅胶。

[0010] 作为上述的散热基板为金刚石粉-铜粉复合材料的大功率发光二极管进一步优化的技术方案,所述绝缘弹性透明物质中掺有荧光粉。

[0011] 作为上述的散热基板为金刚石粉-铜粉复合材料的大功率发光二极管进一步优化的技术方案,所述凹坑中安置有多个 LED 芯片。

[0012] 作为上述的散热基板为金刚石粉-铜粉复合材料的大功率发光二极管进一步优化的技术方案,所述金刚石粉-铜粉复合材料由如下方法制备:把超高导热的金刚石 200~300 目粉颗粒和高导热的铜粉 300~400 目颗粒按混合,其中金刚石的体积比是 40%~60%,利用磁控溅射的方法在混合颗粒表面镀覆质量比为 0.1%~0.3% 的过渡族金属,所述过渡族金属包括铬、钛或钼;把处理后的混合物放入模具中,然后置于等离子体真空高压烧结炉中烧结,升温时间 10~15min,温度达到 1000~1050℃,压强 20~40MPa,烧结时间 10~15min;烧结后的复合材料,再做氩气氛围下的热等静压,压强为 150~200MPa,温度 1000~1040℃,保温 3~4h,得所述金刚石粉-铜粉复合材料。

[0013] 作为上述的散热基板为金刚石粉-铜粉复合材料的大功率发光二极管进一步优化的技术方案,所述超高导热的金刚石热导率为 2000 W/m.K,所述高导热的铜粉热导率为 400 W/m.K。

[0014] 本发明的散热基板是金刚石粉和铜粉经过高压烧结制成,可以做出不同的尺寸和外形,增大散热基板与空气的接触面积,形成对流散热,增强散热效果。电路层和粘合层没有覆盖整个散热基板表面,在 LED 芯片下方及附近裸露出散热基板,LED 芯片过(固晶胶)银胶或金属共晶焊与散热基板直接相连。LED 芯片的热量直接通过散热基板向空气辐射,这样传热路径就很短,传热效率大大提高。而且结合散热基板的本身优良的热学特性,将极大地抑制 LED 芯片结温的上升。LED 芯片被反射杯包围,反射杯把侧向光线反射出去,反射杯由高热导物质构成,比如金刚石粉-铜粉复合材料做成,这样就有一个横向的散热效果。反射杯上方盖上透镜,透镜的结构对应光的出射角度。

[0015] 与现有技术相比,本发明具有如下优点和技术效果:

1) 本发明使用金刚石粉和铜粉复合材料作为 LED 芯片的散热基板,而且,在基板上同时加工出鳍片和凹坑。

[0016] 2) 本发明中,在金刚石粉和铜粉复合材料穿孔,把电极做到散热基板的底端,散热基板上表面进行设计出凹坑,LED 芯片安放在凹坑内,凹坑有反射杯功能。而且,LED 芯片可以倒装封装。

[0017] 3) 本发明的 LED 芯片直接粘合在金刚石粉和铜粉复合材料上,两者之间没有小金属热沉块。并且,该散热基板不用安放在其它类型散热基板之上。

[0018] 4) 本发明进一步优化的技术方案中,通过特定参数下制得的金刚石粉-铜粉复合材料,具有较高的热导率,远远高出现有的铝,共烧陶瓷等材料的热导率。其次,金刚石粉和铜粉复合材料的表面,十分粗糙,增大这种复合材料与空气的接触面积,增强对流热辐射。再次,这种复合材料是有颗粒变成的块状结构,所以很容易制成各种需要的结构。这些特征都有利于用这种复合材料做 LED 照明装置的散热装置。这无疑得到散热效果很好的 LED 照明装置,一方面拓展了这种复合材料的应用领域,另一方面这种散热装置可以适用于不同的 LED 应用场合。

[0019] 总之,本发明在使用金刚石粉和铜粉复合散热基板的基础上,改变 LED 芯片的封装结构,从导热路径和散热板向空气散热等角度提供优化设计方案,有效地解决大功率 LED 因为大量发热带来的亮度下降和寿命缩短的问题。以有效散热为主要目标,同时兼顾发光特性,可以为不同应用的 LED 发明提供帮助。

附图说明

[0020] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细描述。

[0021] 图 1 本发明第一实施例的剖面图。

[0022] 图 2a 本发明第二实施例的剖面图。

[0023] 图 2b 本发明第二实施例的散热基板的剖面图。

[0024] 图 3 本发明第三实施例的剖面图。

[0025] 图 4a 本发明第四实施例的剖面图。

[0026] 图 4b 本发明第四实施例的仰视图。

[0027] 本发明图注说明:

- 11 散热基板 ;2 粘合层 ;3 电路层 ;4 固晶胶 ;5 引线 ;6LED 芯片 ;
7 透镜 ;8 弹性透明物质 ;9 下表面电极 ;111 鳍片 ;112 凹坑 ;113 穿孔。

具体实施方式

[0028] 参阅图 1 至图 4 所示,本发明给出的采用金刚石粉-铜粉复合材料作为散热基板的大功率 LED 封装结构的较佳实施例,但本发明的实施方式和保护范围不限于此。

[0029] 如图 1 所示:金刚石粉和铜粉复合材料制成的散热基板 11 上表面在中心位置有凹坑 112, LED 芯片 6 通过固晶胶 4 直接放置在凹坑 112 的底面上,凹坑 112 相当反射杯,凹坑 112 表面有高反射物质,比如聚合物,金属银,铝等,把 LED 芯片 6 侧向的光发射出去。凹坑里填充弹性透明物质 8,通常用硅胶,硅胶有很多优点,它折射率大;不会变黄;保持凝胶状。弹性透明物质 8 也可以和荧光物质混合,起到波长转换作用,比如把蓝光转换成黄光,最终合成白光。弹性透明物质 8 里面也可以加入光发散介质,改变出射光的光场分布。弹性透明物质上面盖上透镜 7 透镜的形状可以改变,根据不同的出光角度的要求。透镜 7 可以由弹性塑料、玻璃、树脂、亚克力等物质制成。散热基板上面有粘合层 2 和电路层 3;粘合层 2 和电路层 3 中心都有孔,孔的位置和 LED 芯片 6 的位置对应。粘合层 2 是高热导绝缘物质,比如环氧树脂,或者填充了纳米碳纤维的粘胶。电路层 3 通过金线 5 把外界的电供给 LED 芯片 6。

[0030] 金刚石是热导率最高的物质,它利用声子传热,热导率可达 $2000\text{W/m}\cdot\text{K}$;金刚石的线热膨胀系数可低至 1.2ppm/K 。铜的热导率在金属中都是名列前茅的,其值为 $397\text{W/m}\cdot\text{K}$,热膨胀系数 18ppm/K 。利用铜材料延展性把铜填充在金刚石颗粒空隙中制成的复合散热基板热导率可达 $800\text{W/m}\cdot\text{K}$,热膨胀系数 5ppm/K 左右。这种材料最适合制作高功率半导体芯片的衬底及导热材料,例如本发明中的 LED 的芯片的散热基板。除了高热导率,金刚石-铜复合片的热膨胀系数可以调整到接近半导体芯片的热膨胀系数,避免热应力对半导体芯片的破坏。从散热基板向空气散热的角度来看,散热基板与空气的接触面积以及对流散热方式都极其重要,而金刚石粉和铜粉复合散热基板的表面,不经额外加工,就已经十分粗糙,这

对导热效率非常有益；从结构的角度来看，金刚石粉和铜粉复合散热基板容易塑形，因为从颗粒制成块状，最终的散热基板的外形依模具的形状而改变，而不像金属基板需要打孔、切割等复杂工序。这个优势使得金刚石粉和铜粉复合散热基板与 LED 芯片更加有效地耦合。

[0031] 散热基板 11 的制作方法是，把超高导热的金刚石（2000 W/m.K）200~300 目粉颗粒和高导热的铜粉 300~400 目（400 W/m.K）颗粒按（以体积为比例，金刚石的体积比是 40%~60%）混合，由于金刚石和铜的浸润性不好，金刚石粉表面进行表面金属化处理，利用磁控溅射的方法在颗粒表面镀覆质量比为 0.1%~0.3% 的过渡族金属，例如铬、钛、钼。表面金属化处理有利于铜粉和金刚石粉在后期的粉末烧结工艺中提高晶界润湿性。我们把混合物放入事先做好的模具中，模具形状可以根据需求改变，然后置于等离子体真空高压烧结炉中烧结，升温时间 10~15min，温度达到 1000~1050℃，压强 20~40MPa，烧结时间 10~15min。烧结后的复合材料，再做氩气氛围下的热等静压，压强为 150~200MPa，温度 1000~1040℃，保温 3~4h。进一步使晶界处的金属原子和碳原子之间形成化学键，两者有机结合，把空隙数量降至最少。因为金刚石是声子传热，空隙会造成大的热阻。这样就制备出致密的块状金刚石粉-铜粉复合材料。我们可以机械加工出我们想要的散热基板，如果前面工艺中的模具做的合适，甚至就不需要机械加工步骤了。我们调整实验数据得到不同热导率的金刚石粉铜粉复合材料。实验结果数据表格如表 1 所示，其中金刚石为 200 目，铜粉为 300 目。

[0032] 表 1

实验	比例(金刚石体积百分比)	烧结温度(°C)	压强(MPa)	烧结时间(min)	热导率(W/m.K)
实验 1	40	1010	20	10	513
实验 2	40	1030	30	10	525
实验 3	40	1040	40	10	517
实验 4	50	1010	30	10	533
实验 5	50	1030	40	10	547
实验 6	50	1040	20	10	482
实验 7	60	1010	40	10	606
实验 8	60	1030	20	10	589
实验 9	60	1040	30	10	734

如图 2a 所示：该结构和图 1 基板相同，差别在于散热基板 11 的下表面作出散热鳍片 111。LED 工作时的热量通过散热基板向下经由散热鳍片向空气辐射，也可以由散热基板的侧面像空气散热。这里，散热基板的侧面也可以加工出鳍片，或者其他粗化样式，以加强空气对流散热。

[0033] 如图 2b 所示：散热基板 11 的结构图，上表面有凹坑 112，下表面有散热鳍片 111，散热鳍片的尺寸和排布可以根据需求作出改变。这样大大简化了封装结构，用同一块金刚石粉和铜粉复合材料，加工一体化加工，做出一个集散热基板，鳍片，反射杯与一体的形状，这样使得 LED 封装工序简化，降低了批量生产的成本。另一个重要优点体现在 LED 性能方面，使用图中结构封装 LED 芯片 6，热传导路径很短，即 LED 芯片 6，固晶胶 4 到散热基板到空气，中间没有其他介质。除了固晶胶 4 热阻大些，固晶除了用银胶，也可以用金锡合金，为了减少热阻，使用金锡共晶焊更好。没有散热金属小块，没有其他散热材料，所以导热效果肯定很好。

[0034] 如图 3 所示：该结构和图 2a 基板相同，差别在于凹坑 112 里面放置多个 LED 芯片 6。LED 芯片 6 可以发相同波长的光，也可以发不同波长的光，不如红、绿、蓝三色。或者黄光和蓝光搭配。可以调整凹坑 112 的深度和侧边的倾斜角度，以及里面的 LED 芯片的排布方式，来改变出光的配光曲线。

[0035] 如图 4a 所示:散热基板 11 上方有凹坑 112, LED 芯片放置在凹坑 112 的底面上。凹坑 112 的中心部位有穿孔 113, 穿孔 113 里面有导线, 通过散热基板 11 下表面的电极, 向 LED 芯片 6 供电。凹坑 112 内表面有该反射涂层, 凹坑 112 相当于反射杯。图中的穿孔可以多于两个, 比如四个, 该图中的凹坑中也可放置大于 1 个 LED 芯片 6。另外在这种结构中, 可以使用 LED 芯片的倒装封装方式, 这样的话, 就可以免去引线 5, 因为此种情形下, 芯片的两个电极都与穿孔非常近, 只有调整穿孔的位置, 就可以用导热导电胶把两个电极连接至穿孔位置处。

[0036] 如图 4b 所示: 外部电路通过下表面电极 9, 再经过穿孔 113 向 LED 芯片供电, 这里的穿孔可以大于两个, 对应的引线 5 也可以大于两条。也可以考虑多个 LED 芯片集成封装。

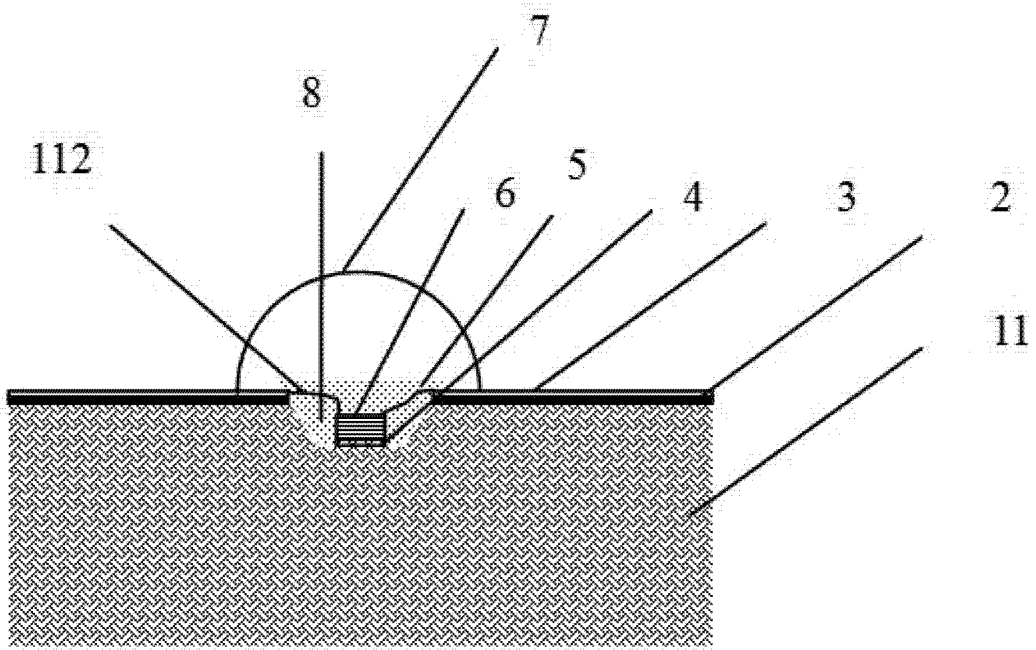


图 1

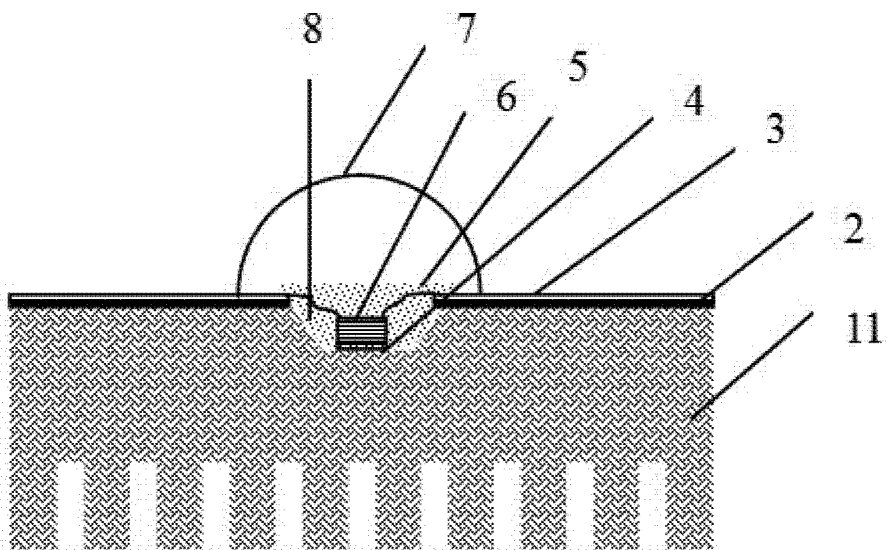


图 2a

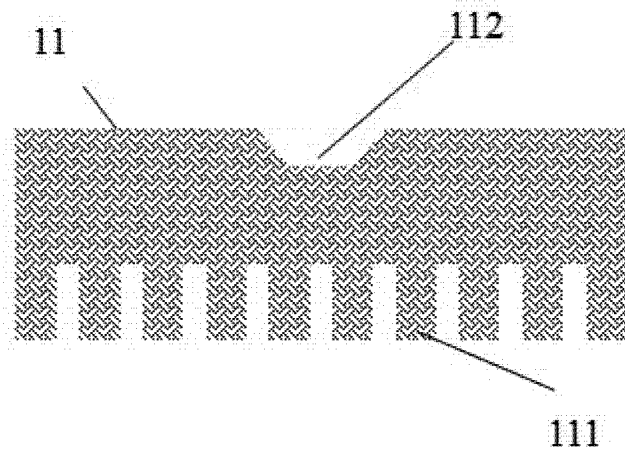


图 2b

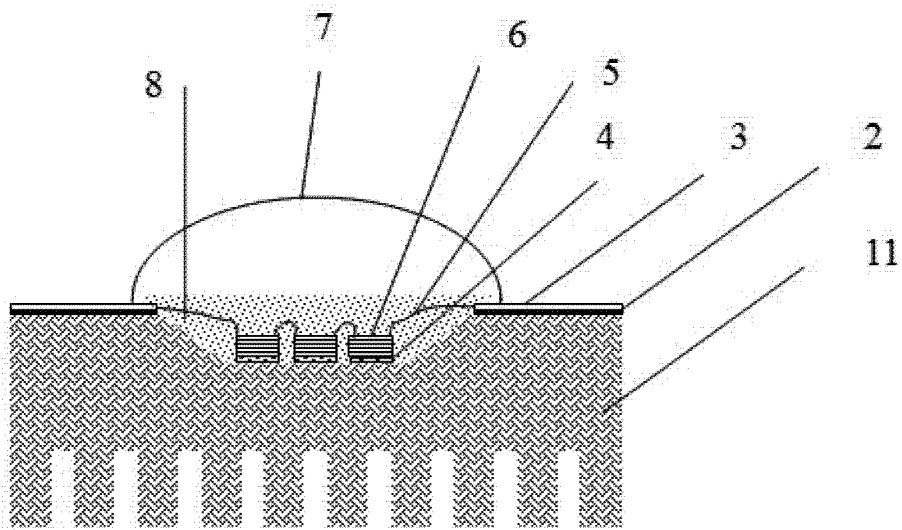


图 3

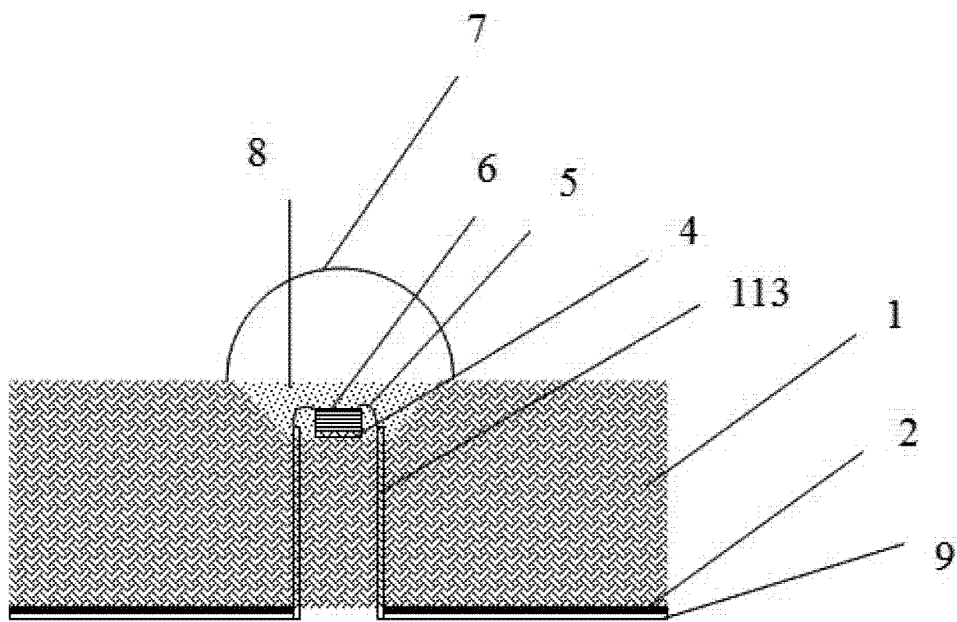


图 4a

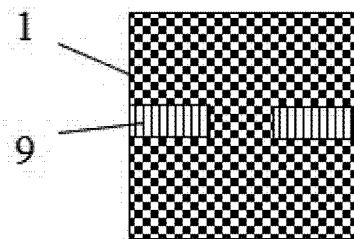


图 4b