



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108231968 A

(43)申请公布日 2018.06.29

(21)申请号 201711306978.0

(22)申请日 2017.12.11

(71)申请人 厦门市三安光电科技有限公司
地址 361009 福建省厦门市思明区吕岭路
1721-1725号

(72)发明人 吴政 李佳恩 徐宸科

(51)Int.Cl.

H01L 33/20(2010.01)

H01L 21/683(2006.01)

H01L 33/00(2010.01)

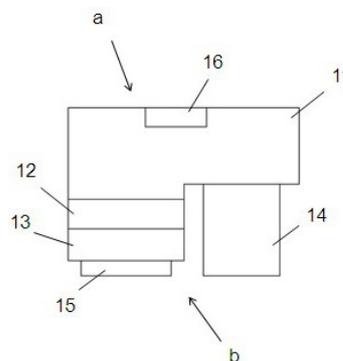
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

微发光二极管及其转移方法

(57)摘要

本发明公开了微发光二极管及其转移方法,提供顶面具有孔洞的微发光二极管芯粒,在芯粒的侧面和底面镀上牺牲层,芯粒通过牺牲层与键合层固定,芯粒再通过键合层键合到临时基板上,设置分别连接键合层和芯粒的桥结构,消耗掉牺牲层,形成转移装置。转移膜通过挤压孔洞,施加给芯粒一个相对于桥结构的扭矩,在扭矩作用下,芯粒与桥脱离,通过转移膜固定芯粒进行转移。



1. 微发光装置,包括:

微发光二极管,微发光二极管具有外延叠层,依次包含第一类型半导体层、有源层、第二类型半导体层,微发光二极管具有相对的第一表面和第二表面,

第一电极,与第一类型半导体层连接,

第二电极,与第二类型半导体层连接,

第一表面具有孔洞或槽体,孔洞或槽体开口大小面积为第一表面面积的30%~50%;

具有凹槽的键合层;

连接键合层凹槽开口边缘与微发光二极管第一表面的桥结构;

微发光二极管与键合层之间存在间隙。

2. 根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,孔洞或槽体开口由第一表面开始逐步缩小。

3. 根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,桥结构数量不少于两个。

4. 根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,桥结构数量为两个,孔洞设置于两个桥结构与第一表面连接位置连线的一侧。

5. 根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,微发光二极管的尺寸为 $100\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ 以内。

6. 根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,孔洞或槽体开口中心与第一表面中心不重合。

7. 根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,孔洞或槽体开口深度为 $0.1\sim 1\mu\text{m}$ 。

8. 根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,桥结构为介电质。

9. 根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,桥结构材料为 SiO_2 、 SiN 、 AlN 或 Al_2O_3 。

10. 根据权利要求9所述的微发光装置,其特征在于,桥结构具有台阶,台阶的位置在微发光二极管和键合层之间,台阶的厚度为整个介电层厚度的10%~50%。

11. 根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,微发光二极管距离凹槽底部距离为桥结构厚度的一倍以上。

12. 根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,第一电极和第二电极位于同面或异面。

13. 根据权利要求1中任意一项所述的微发光装置,其特征在于,微发光二极管为倒装结构、正装结构或者垂直结构。

14. 根据权利要求1所述的微发光装置,其特征在于,键合层材料为BCB胶、UV胶或者树脂。

15. 根据权利要求14所述的微发光装置,其特征在于,键合层下方具有支架。

16. 微发光装置阵列,其特征在于,包含一系列前述权利要求1-15所述的任意一种微发光装置。

17. 微发光二极管,包括:

外延叠层,依次包含第一类型半导体层、有源层、第二类型半导体层,微发光二极管具有相对的第一表面和第二表面;

第一电极,与所述第一类型半导体层连接;

第二电极,与所述第二类型半导体层连接;

其特征在于:第一表面具有孔洞或槽体,孔洞或槽体开口大小面积为芯片第一表面面积的30%~50%。

18.根据权利要求17所述的微发光二极管,其特征在于:孔洞或槽体开口中心与芯片中心不重合。

19.根据权利要求17所述的微发光二极管,其特征在于:孔洞或槽体开口深度为0.1~1 μm 。

20.根据权利要求17所述的微发光二极管,其特征在于:孔洞或槽体开口由第一表面开始逐步缩小。

21.根据权利要求17所述的微发光二极管,其特征在于,第一电极和第二电极位于同面或异面。

22.根据权利要求17所述的微发光二极管,其特征在于:微发光二极管为倒装结构、正装结构或者垂直结构。

23.根据权利要求17所述的微发光二极管,其特征在于:微发光二极管的尺寸为100 μm ×100 μm 以内。

24.微发光二极管的转移方法,

(1)提供微发光二极管,微发光二极管具有外延叠层,依次包含第一类型半导体层、有源层、第二类型半导体层,微发光二极管具有相对的第一表面和第二表面,

第一电极,与第一类型半导体层连接,

第二电极,与第二类型半导体层连接,

第一表面具有孔洞或槽体,孔洞或槽体开口大小面积为第一表面面积的30%~50%;

(2)在微发光二极管除了第一表面外,覆盖牺牲层,再在牺牲层外覆盖键合层;

(3)微发光二极管通过键合层键合到基架上;

(4)制作连接键合层凹槽开口边缘与微发光二极管第一表面桥结构;

(5)去除牺牲层,在微发光二极管与键合层之间设置间隙;

(6)通过图形化转移膜向孔洞或槽体施加压力,转移膜表面具有与孔洞或槽体匹配的凸起,转移膜吸附住微发光二极管并让桥结构断裂。

25.根据权利要求24所述的转移方法,其特征在于:孔洞或槽体开口中心与芯片中心不重合,孔洞或槽体开口由第一表面开始逐步缩小。

26.根据权利要求24所述的转移方法,其特征在于:微发光二极管为倒装结构、正装结构或者垂直结构。

27.根据权利要求24所述的转移方法,其特征在于:转移膜材料为PDMS、Si胶、热解胶、UV胶等。

28.根据权利要求24所述的转移方法,其特征在于:桥结构的材料为SiO₂、SiN、AlN、Al₂O₃等。

29.根据权利要求24所述的转移方法,其特征在于:转移膜仅凸起与微发光二极管接触。

微发光二极管及其转移方法

技术领域

[0001] 本发明属于半导体制造领域,具体涉及微发光二极管及其转移方法。

背景技术

[0002] 微型LED(mLED)是目前热门研究的下一代显示器光源。它具有低功耗、高亮度、超高分辨率与色彩饱和度、响应速度快、能耗低、寿命长等优点。此外,它的功率消耗量约为LCD的10%,OLED的50%。而与同样是自发光的OLED相比较,亮度高了30倍,且分辨率可以达到1500PPI(像素密度)。mLED这些明显的优势,使得它有望取代现在的OLED和LCD,成为下一代显示器的光源。mLED目前还无法量产,是因为目前还有许多技术难题需要攻克,其中一个重要的技术难题就是如何提高转移效率。而本发明就是针对此问题提出一种可行的解决方案,通过此方案可以实现高效率的mLED的转移。

发明内容

[0003] 针对由于微发光二极管太小的尺寸,大批量转移时因为脆弱很难通过常规方法完成。相反,这些阵列使用微转印技术。对微发光二极管可制成基材和印刷到目标衬底(例如,塑料金属,玻璃,蓝宝石,透明材料,或柔性材料),从而避免了对象的基板上的微发光二极管制造。

[0004] 本发明提供的第一个技术方案为一种微发光二极管,包括:外延叠层,依次包含第一类型半导体层、有源层、第二类型半导体层,其具有相对的第一表面和第二表面;第一电极,与所述第一类型半导体层连接;第二电极,与所述第二类型半导体层连接;第一表面具有孔洞,孔洞开口大小面积为芯片第一表面面积的30%~50%。

[0005] 根据本发明优选的,孔洞开口由第一表面开始逐步缩小。

[0006] 根据本发明优选的,孔洞开口中心与芯片中心不重合。

[0007] 根据本发明优选的,孔洞开口深度为0.1~1 μm 之间。

[0008] 根据本发明优选的,第一电极和第二电极位于同面或异面。

[0009] 根据本发明优选的,微发光二极管的尺寸为100 μm ×100 μm 以内。

[0010] 根据本发明优选的,微发光二极管为倒装结构、正装结构或者垂直结构。

[0011] 本发明提供的第二个技术方案为一种微发光装置,包括:

微发光二极管,微发光二极管具有外延叠层,依次包含第一类型半导体层、有源层、第二类型半导体层,其具有相对的第一表面和第二表面,第一电极,与第一类型半导体层连接,第二电极,与第二类型半导体层连接,第一表面具有孔洞,孔洞开口大小面积为芯片第一表面面积的30%~50%;具有凹槽的键合层;连接键合层凹槽开口边缘与微发光二极管第一表面的桥结构;微发光二极管与键合层之间存在间隙。

[0012] 桥结构数量不少于两个。

[0013] 为了更佳的转移效果,在一些实施例中,桥结构数量为两个,孔洞设置于两个桥结构与第一表面连接位置连线的一侧。

- [0014] 根据本发明优选的,桥结构为介电质。
- [0015] 根据本发明优选的,桥结构材料为 SiO_2 、 SiN 、 AlN 、 Al_2O_3 等。
- [0016] 根据本发明优选的,桥结构具有台阶,台阶的位置在微发光二极管和键合层之间,台阶的厚度为整个介电层厚度的10%~50%。
- [0017] 根据本发明优选的,孔洞开口中心与第一表面中心不重合。
- [0018] 根据本发明优选的,孔洞开口深度为0.1~1 μm 之间。
- [0019] 根据本发明优选的,孔洞开口由第一表面开始逐步缩小。
- [0020] 根据本发明优选的,微发光二极管距离凹槽底部距离为介电层厚度的1倍以上。
- [0021] 根据本发明优选的,第一电极和第二电极位于同面或异面。
- [0022] 根据本发明优选的,微发光二极管为倒装结构、正装结构或者垂直结构。
- [0023] 根据本发明优选的,微发光二极管的尺寸为100 μm ×100 μm 以内。
- [0024] 根据本发明优选的,键合层材料为BCB胶、UV胶或者树脂。
- [0025] 根据本发明优选的,键合层下方具有支架。
- [0026] 在一些实施例中,微发光装置阵列由一系列微发光装置构成。
- [0027] 基于以上微发光二极管、微发光装置或者微发光装置阵列,本发明提出第三个高效且可靠的技术方案,公开了一种微发光二极管的转移方法,
- (1) 提供微发光二极管,微发光二极管具有外延叠层,依次包含第一类型半导体层、有源层、第二类型半导体层,微发光二极管具有相对的第一表面和第二表面,
 - 第一电极,与第一类型半导体层连接,
 - 第二电极,与第二类型半导体层连接,
 - 第一表面具有孔洞或槽体,孔洞或槽体开口大小面积为芯片第一表面面积的30%~50%;
 - (2) 在微发光二极管除了第一表面外,覆盖牺牲层,再在牺牲层外覆盖键合层;
 - (3) 微发光二极管通过键合层键合到基架上;
 - (4) 制作连接键合层凹槽开口边缘与微发光二极管第一表面桥结构;
 - (5) 去除牺牲层,在微发光二极管与键合层之间设置间隙;
 - (6) 通过图形化转移膜向孔洞或槽体施加压力,转移膜表面具有与孔洞或槽体匹配的凸起,转移膜吸附住微发光二极管并让桥结构断裂。
- [0028] 根据本发明优选的,孔洞或槽体开口中心与芯片中心不重合,孔洞或槽体开口由第一表面开始逐步缩小。
- [0029] 根据本发明优选的,微发光二极管为倒装结构、正装结构或者垂直结构。
- [0030] 根据本发明优选的,转移膜材料为PDMS固态聚二甲基硅氧烷、Si胶、热解胶、UV胶等。
- [0031] 根据本发明优选的,桥结构的材料为 SiO_2 、 SiN 、 AlN 、 Al_2O_3 等。
- [0032] 根据本发明优选的,转移膜仅凸起与微发光二极管接触。
- [0033] 本发明在微发光二极管的第一表面设置有利于与转移膜匹配的孔洞,显著地提高了微发光二极管转移效率,且具有很高的可靠性。
- [0034] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利

要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0035] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明的实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。此外,附图数据是描述概要,不是按比例绘制。

[0036] 图1、图2为实施例1的微发光二极管示意图

图3为实施例1的微发光二极管俯视示意图

图4~图6为实施例2的微发光装置示意图

图7~图9为实施例3的微发光二极管的转移方法示意图

图中标示:11、第一类型半导体层,12、有源层,13、第二类型半导体层,14、第一电极,15、第二电极,16、孔洞,20、凹槽,21、键合层,22、桥结构,31、基架,41、牺牲层,51、转移膜,52、凸起。

具体实施方式

[0037] 以下将结合附图及实施例来详细说明本发明的实施方式,借此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题,并达成技术效果的实现过程能充分理解并据以实施。需要说明的是,只要不构成冲突,本发明中的各个实施例以及各实施例中的各个特征可以相互结合,所形成的技术方案均在本发明的保护范围之内。

[0038] 实施例一

参看附图1,一种微发光二极管,根据本实施例选择的尺寸在 $100\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ 以内的微型芯片,包括:发光外延叠层,依次包含第一类型半导体层11、有源层12、第二类型半导体层13,其具有相对的第一表面a和第二表面b;第一电极14,与所述第一类型半导体层11连接;第二电极15,与所述第二类型半导体层13连接;第一电极14和第二电极15位于同面或异面,根据产品需要,微发光二极管可以选择为第一电极14和第二电极15位于同面的倒装结构、正装结构或者位于异面的垂直结构。

[0039] 第一表面具有在转移过程中使用的孔洞16或槽体,处于第一表面的孔洞16或槽体更多可能位于第一类型半导体层上,也可能位于采用垂直结构的第一电极上,或者正装结构或者倒装结构的衬底上,孔洞16或槽体开口大小面积为芯片第一表面面积的30%~50%,孔洞16或槽体不限于采用规则形状,例如一字型、十字型都是可以选用的形状。参看图2,为了在微发光二极管的转移过程中形成转动扭矩效果,孔洞16或槽体开口中心与芯片中心不重合。孔洞16或槽体开口深度为 $0.1\sim 1\mu\text{m}$ 之间,参看图3,孔洞16或槽体开口由第一表面开始逐步缩小,利于挤压孔洞16时排除内部气体,提升定位功能。

[0040] 实施例二

参看图4,一种微发光装置,包括:

微发光二极管,微发光二极管具有外延叠层,依次包含第一类型半导体层11、有源层12、第二类型半导体层13,其具有相对的第一表面和第二表面,第一电极14,与第一类型半导体层11连接,第二电极15,与第二类型半导体层13连接,第一表面具有孔洞16或槽体,孔洞16或槽体开口大小面积为芯片第一表面面积的30%~50%;具有凹槽20的键合层21;连接

键合层21凹槽20开口边缘与微发光二极管第一表面的桥结构22;微发光二极管与键合层21之间存在间隙,设置间隙的目的为微发光二极管提取预留缓冲空间。

[0041] 为了保障桥结构22对更大微发光二极管有足够的粘附力,本实施例桥结构22数量可以选择不少于两个,如果只有一个桥结构22,一方面桥结构22需要做的比较大,造成在转移时断裂难度加大,另一方面,也难以承载稍大尺寸的微发光二极管,微发光装置受到一定冲击就可能出现桥结构22断裂。

[0042] 以桥结构22数量为两个为例,桥结构22的宽度为所在微发光二极管边长的8%~20%,在此范围内,桥结构22可以保证足够的承载力,又能降低断裂难度。

[0043] 参看图5,孔洞16或槽体开口中心与第一表面中心不重合,孔洞16或槽体设置于两个桥结构22与第一表面连接位置连线的一侧,孔洞16或槽体与桥结构22距离形成扭矩臂。为了避免残留桥结构22,适合选择为脆性的介电质,例如选择为SiO₂、SiN、Al₂O₃等,桥结构22也不适合采用延展性良好的金属,受力时难以断裂,可能有金属残留在微发光二极管表面,也会在后续工艺的使用上造成干扰。孔洞16或槽体开口深度为0.1~1um之间。在转移微发光二极管时,微发光二极管利用扭矩与桥结构22脱离,需在凹槽20底部预留出足够空间,避免由于挤压造成微发光二极管损伤,微发光二极管距离凹槽20底部距离为介电层厚度的一倍以上。

[0044] 第一电极14和第二电极15位于同面或异面。微发光二极管的尺寸为100um×100um以内,可以根据不同产品需要选择为倒装结构、正装结构或者垂直结构。

[0045] 键合层21厚度为1~20um,材料为BCB胶、Si胶、UV胶体或者树脂等惰性键合材料。基于键合层21厚度比较薄时不适合独立作为支撑结构,为提供更稳定的支撑,在键合层21下方具有支架31,支架31设计避免了形变造成的定位上的影响,支架31材料包括蓝宝石、硅片、金属等。

[0046] 参看图6,本实施例的一种变形为,桥结构22具有台阶,台阶的位置在微发光二极管和键合层21之间,台阶的厚度为整个桥结构厚度的10%~50%。台阶主要作用为控制断裂位置,可控制的选择残余桥结构的长度,有利于大批量地进行微发光二极管转移。

[0047] 使用相同的技术和方法可以被用来形成微发光装置阵列。

[0048] 实施例三

在实施例一和实施例二的微发光二极管和微发光装置基础上,本发明公开了一种微发光二极管的转移方法,用于克服现有技术中低效、低可靠的缺陷,包括如下步骤:

一种微发光二极管的转移方法,

(1) 提供微发光二极管,微发光二极管具有外延叠层,依次包含第一类型半导体层11、有源层12、第二类型半导体层13,微发光二极管具有相对的第一表面和第二表面,

第一电极14,与第一类型半导体层11连接,

第二电极15,与第二类型半导体层13连接,

第一表面具有孔洞16或槽体,孔洞16或槽体开口大小面积为芯片第一表面面积的30%~50%;

(2) 参看图7,在微发光二极管除了第一表面外,覆盖牺牲层41,再在牺牲层41外覆盖键合层21;

(3) 微发光二极管通过键合层21键合到基架31上;

(4) 参看图8,制作连接键合层21凹槽20开口边缘与微发光二极管第一表面桥结构22;

(5) 去除牺牲层41,在微发光二极管与键合层21之间设置间隙;

(6) 参看图9,通过图形化转移膜51向孔洞16或槽体施加压力,转移膜51材料适合选择为PDMS、Si胶、热解胶、UV胶等吸附性好的材料,转移膜51表面具有与孔洞16或槽体匹配的凸起52,转移膜51吸附住微发光二极管并让桥结构22断裂。为了避免转移膜51整面接触粘附性太强,在释放微发光二极管时,难以与微发光二极管分离,转移过程中,转移膜51仅凸起52部分与微发光二极管接触,孔洞16或槽体的设计也增加了扭断时的受力点,避免转移膜51在第一表面上滑动导致的转移精度降低。

[0049] 孔洞16或槽体开口中心与芯片中心不重合,孔洞16或槽体开口中心与芯片中心不重合,孔洞16或槽体开口深度为0.1~1 μ m之间,孔洞16或槽体开口由第一表面开始逐步缩小,更好地与转移膜51匹配,容易在匹配过程中排出缝隙的空气,提高转移的精度。

[0050] 基于孔洞16或槽体开口中心与芯片中心不重合,以实施例2中描述的两个桥结构22为例,孔洞16或槽体设置于两个桥结构22与第一表面连接位置连线的一侧,孔洞16或槽体与桥结构22距离形成扭矩臂。在转移膜51凸起52与孔洞16或槽体接触,并通过孔洞16或槽体内壁向微发光二极管施加作用力,形成相对两个桥结构22的扭矩,轻松将微发光二极管与桥结构22分离。

[0051] 与前两个实施例相同的,微发光二极管可以选择为倒装结构、正装结构或者垂直结构,桥结构22的材料为SiO₂、SiN、AlN、Al₂O₃等介质材料。

[0052] 以上所述仅为本发明创造的较佳实施例而已,并不用以限制本发明创造,凡在本发明创造的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明创造的保护范围之内。

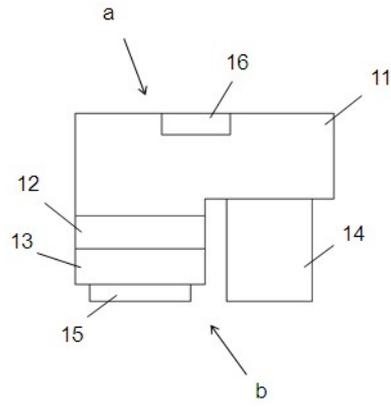


图 1

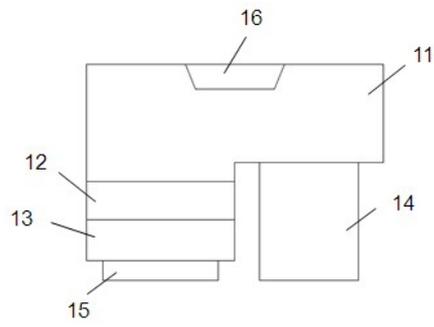


图 2

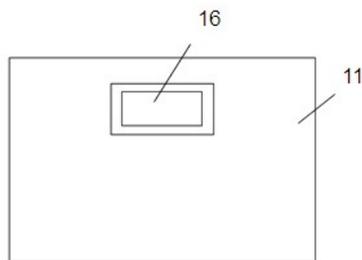


图 3

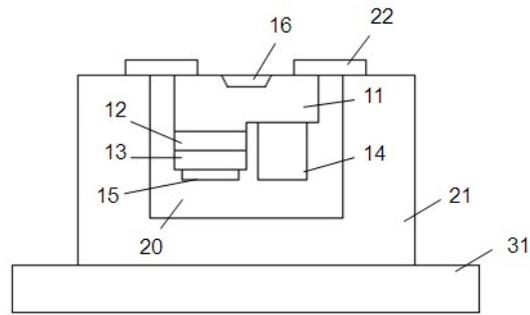


图 4

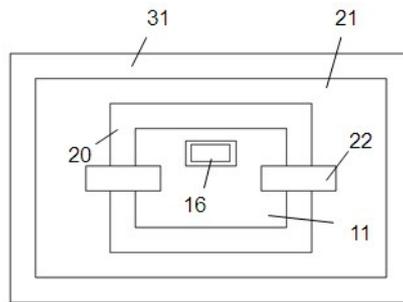


图 5

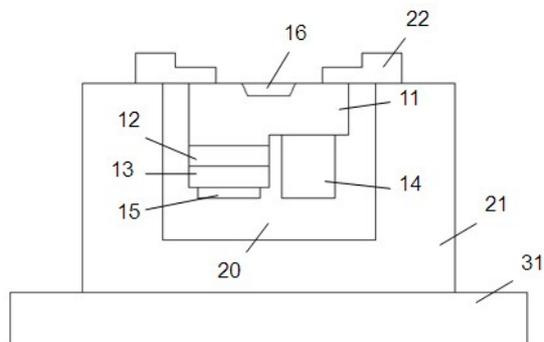


图 6

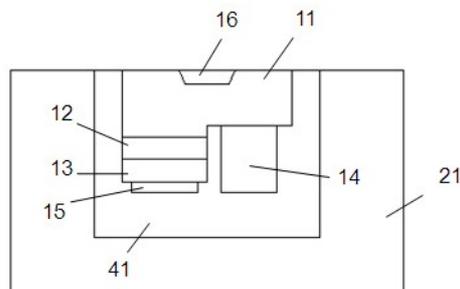


图 7

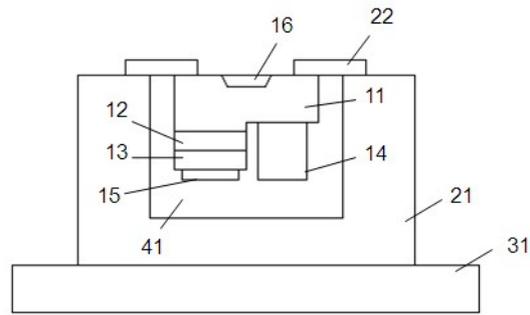


图 8

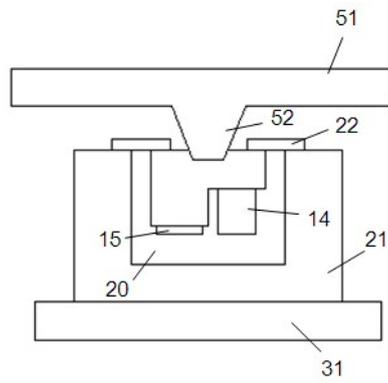


图 9

专利名称(译)	微发光二极管及其转移方法		
公开(公告)号	CN108231968A	公开(公告)日	2018-06-29
申请号	CN2017111306978.0	申请日	2017-12-11
[标]申请(专利权)人(译)	厦门市三安光电科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	厦门市三安光电科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	厦门市三安光电科技有限公司		
[标]发明人	吴政 李佳恩 徐宸科		
发明人	吴政 李佳恩 徐宸科		
IPC分类号	H01L33/20 H01L21/683 H01L33/00		
CPC分类号	H01L21/6835 H01L33/005 H01L33/20 H01L2221/68363		
其他公开文献	CN108231968B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了微发光二极管及其转移方法，提供顶面具有孔洞的微发光二极管芯粒，在芯粒的侧面和底面镀上牺牲层，芯粒通过牺牲层与键合层固定，芯粒再通过键合层键合到临时基板上，设置分别连接键合层和芯粒的桥结构，消耗掉牺牲层，形成转移装置。转移膜通过挤压孔洞，施加给芯粒一个相对于桥结构的扭矩，在扭矩作用下，芯粒与桥脱离，通过转移膜固定芯粒进行转移。

