(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102770976 B
(45)授权公告日 2015.10.07

(21)申请号 201080064139.2
(22)申请日 2010.12.23
(30)优先权数据
12/725,424 2010.03.16 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.08.16
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2010/062086 2010.12.23
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/115654 EN 2011.09.22
(73)专利权人 株式会社东芝
地址 日本东京
(72)发明人 G·哈斯奈恩 S·D·莱斯特
S-y·胡 J·拉默
(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
代理人 张伟 王英
(51)Int.Cl.
H01L 33/44(2006.01)
H01L 33/36(2006.01)
H01L 33/62(2006.01)
(56)对比文件
US 2001/0017378 A1,2007.08.30, 全文.
US 2007/0284598 A1,2007.12.13, 全文.
CN 101270915 A,2008.09.24, 全文.
CN 100421266 C,2008.09.24, 全文.
审查员 刘莉

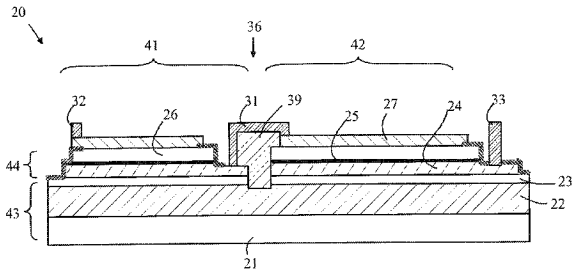
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

改进的多结点LED

(57)摘要

在此披露了一种光源以及用于制造该光源的方法。该光源包括一个基板以及沉积在该基板上的一个发光结构。一个屏障体将该发光结构分成彼此电气隔离的第一和第二区段。一个串联电极将该第一区段与该第二区段串联连接在一起。一个位于该发光结构与该基板之间的第一阻挡二极管在该发光结构发光时防止了电流在该发光结构与该基板之间流动。该屏障体延伸穿过该发光结构并且进入该第一阻挡二极管。



CN 102770976 B

1. 一种改进的区段型 LED，包括：

一个基板；

一个 LED 发光结构，该 LED 发光结构沉积在所述基板上；

一个屏障体，该屏障体将所述 LED 发光结构分成第一区段和第二区段；

一个串联电极，该串联电极将所述第一区段与所述第二区段串联连接在一起；以及

一个第一相反偏压二极管，该第一相反偏压二极管位于所述 LED 发光结构与所述基板之间；在所述 LED 发光结构发光时，所述第一相反偏压二极管防止了电流在所述 LED 发光结构与所述基板之间流动，

其中所述屏障体延伸穿过所述 LED 发光结构进入所述第一相反偏压二极管。

2. 如权利要求 1 所述的区段型 LED，其中所述基板包括一个半导体材料的过渡层，该过渡层对于所述 LED 发光结构产生的光是透明的，并且其中所述屏障体包括延伸通过所述 LED 发光结构并且终止于所述过渡层内的一个沟道。

3. 如权利要求 1 所述的区段型 LED，进一步包括一个第二相反偏压二极管，该第一相反偏压二极管位于所述第二相反偏压二极管与所述基板之间；在所述 LED 发光结构生成光时，所述第二相反偏压二极管防止了电流在所述 LED 发光结构与所述基板之间流动。

4. 如权利要求 1 所述的区段型 LED，其中所述串联电极包括横跨所述屏障体的多个隔离的导体。

5. 如权利要求 2 所述的区段型 LED，其中所述屏障体不阻碍在所述过渡层内行进的光。

6. 如权利要求 2 所述的区段型 LED，其中所述串联电极包括沉积在所述沟道内的一个导电材料层，所述沟道具有一个绝缘层，该绝缘层防止了所述导电材料层直接与暴露在所述沟道内的所述 LED 发光结构的多个壁相接触。

7. 如权利要求 2 所述的区段型 LED，包括一个绝缘层，该绝缘层位于处在所述 LED 发光结构上方的所述串联电极的一部分之下。

8. 如权利要求 2 所述的区段型 LED，其中所述半导体材料包括来自定义为 GaN、InN 和 AlN 的所有合金组合物的 GaN 材料族的多种材料。

9. 一种用于制造改进的区段型 LED 的方法，所述方法包括：

在一个基板上沉积一个过渡层，该过渡层包括一种具第一导电性类型的半导体材料；

在所述过渡层上沉积一个具相反导电性类型的第一相反偏压二极管层；

在所述第一相反偏压二极管层上沉积一个 LED 发光结构；

产生一个屏障体，该屏障体将所述 LED 发光结构分成第一区段和第二区段；并且

沉积一个串联电极，该串联电极将所述第一区段和所述第二区段串联连接，其中所述屏障体延伸通过所述 LED 发光结构进入所述第一相反偏压二极管层，所述第一相反偏压二极管层在所述 LED 发光结构产生光时防止了电流从所述 LED 发光结构流入所述基板。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其中所述屏障体是通过蚀刻出一个延伸通过所述 LED 发光结构到达所述过渡层但是未到达所述基板的沟道来产生的。

11. 如权利要求 10 所述的方法，其中沉积所述串联电极包括：在所述沟道内沉积一个绝缘层，并且在所述沟道内在所述绝缘层上沉积一个导电材料层，所述绝缘层防止了所述导电材料层直接与暴露在所述沟道内的所述 LED 发光结构的多个壁相接触。

12. 如权利要求 11 所述的方法，其中所述绝缘层位于处在所述 LED 发光结构上方的所

述串联电极的一部分之下。

13. 如权利要求 9 所述的方法，其中沉积在所述基板上的半导体层包括具有不同导电性类型的多个层，这些层被安排成使得所述多个层在所述 LED 发光结构产生光时包括多个串联连接的相反偏压的二极管。

改进的多结点 LED

背景技术

[0001] 发光二极管 (LED) 是重要的一类将电能转换成光的固态器件。这些器件的改进已经导致了其在照明设备上的用途，这些照明设备被设计为代替传统的白炽灯以及荧光灯光源。这些 LED 具有明显更长的寿命，并且在某些情况下，在将电能转换成光的效率方面明显更高。基于 LED 的白光源典型地通过将一个或多个蓝色 LED 芯片与合适的黄色以及红色的荧光粉封装在一起而进行制造。

[0002] 为了讨论，一种 LED 芯片可视为具有三个层的一种半导体，活性层夹在其他两和层之间。当来自外层的空穴与电子在该活性层内结合时，该活性层会发出光。利用使将电流通过该 LED 芯片来产生这些空穴与电子。该 LED 芯片透过置于该顶层上的一个电极以及提供至该底层的电连接的一个接触进行供电。

[0003] LED 芯片的成本及其功率转换效率是决定这项新技术取代传统光源并且运用于高功率应用中的速度的重要因素。一个 LED 芯片的功率转换效率定义为 LED 芯片在所希望的光谱范围内所发出的光功率与该光源所消耗的电功率的比率。未转换成光就离开 LED 的电功率被转换成热，使 LED 的温度上升。这种芯片温度上升限制了 LED 运作的功率水平。此外，LED 的转换效率总体上会随着电流提高而下降，尤其是在使能降低光成本的较高电流密度下；因此当通过提高电流来增加 LED 的光输出而提高总光输出时，电转换效率也会通过这种策略而下降。此外，在高电流运作下 LED 的寿命也会缩短。

[0004] 即使由大小为高达几平方毫米的单一 LED 芯片所制造的 LED 光源，也无法产生充足的光来取代许多应用中的传统光源。总体而言，LED 于特定可接受的功率转换效率下所产生的每单位面积光仍存有限制。这种限制是由于 LED 材料系统的功率消耗与电转换效率所产生。因此，为了提供一种具更高密度的单一 LED 光源，就必须运用大面积芯片；然而，对于大多数 LED 芯片而言，尺寸越大，光提取的效率越低，并且用来制造 LED 芯片的制程也对单一 LED 芯片尺寸有所限制。随着芯片尺寸增加，芯片产量会因为随机缺陷而降低，因此，一旦芯片尺寸增加超过预定尺寸，每一 LED 芯片成本的增加将超过光输出的增加。

[0005] 因此，对于许多应用而言，LED 型光源必须运用多个 LED 以提供所希望的光输出。例如，若要取代传统照明应用当中的 100 瓦白炽灯泡，大约需要 25 个等级为 $1mm^2$ 的 LED 芯片。此数量会随所要的色温 (color temperature) 以及芯片的确切尺寸而改变。典型的 GaN LED 芯片的驱动电压大约是 3.2-3.6V。若所有 LED 芯片都并联，则 DC 电源必须在低电压下提供大电流，这对于 AC 至 DC 功率转换效率和必须用于输送高电流而不在阻抗耗损中消散过多功率的导体的尺寸而言都提出了问题。

[0006] 减少这些问题的一种方法涉及将大体上最佳尺寸的裸片 (die) 分成多个串联的 LED 区段，这种结构于 2008 年 9 月 11 日提交的申请案号为 12/208,502 的共同未决的专利申请中示出，将其通过引用结合在此。裸片的最佳尺寸取决于芯片设计细节，以及用来制造裸片的半导体方法的产量。针对任何已知方法，从成本观点来看存在一种最佳尺寸。若该裸片用来作为具有 3 伏特的驱动电压的单一 LED，则必须在裸片上提供一个大电流，以将光输出最大化。若裸片被分成 N 个串联的较小 LED 区段，则驱动电压增加了一个因子 N，并且

驱动电流降低了一个因子 N，这提供了对于提供驱动电流的电源的效率以及在裸片内的阻抗耗损的减少这两者上的改进。

[0007] 一种用于将裸片分成多个部分 LED 区段的现有技术的方法涉及：切割多个自裸片表面延伸到底部阻抗基板的隔离沟道，以将单独的部分 LED 彼此隔离。然后利用提供导线将每个组件 LED 的 n 型层连接至相邻组件 LED 的 p 型层上，以将单独组件 LED 串联。这些深沟道增加了裸片的生产成本，并且干扰了从裸片侧面的光的提取。

发明内容

[0008] 本发明包括光源以及制造该光源的方法。该光源包括一个基板以及沉积在该基板上的一个发光结构。一个屏障体将该发光结构分成彼此电性隔离的第一和第二区段。一个串联电极将该第一区段与该第二区段串联连接在一起。一个位于该发光结构与该基板之间的第一阻挡二极管防止了在该发光结构发光时电流在该发光结构与该基板之间流动。该屏障体延伸穿过该发光结构并进入该第一阻挡二极管。

[0009] 在本发明的一个方面中，该基板包括一个半导体材料的过渡层，该过渡层对于该发光结构产生的光是透明的。该屏障体包括一个延伸穿过该发光结构并且终止于该过渡层的沟道。来自该第一区段的光可在这些区段之间经过该过渡层。

附图说明

[0010] 图 1 为区段型 LED 60 的俯视图。

[0011] 图 2 为图 1 的该区段型 LED 60 沿 2-2 线的截面图。

[0012] 图 3 为根据本发明一个实施方案的 GaN 区段型 LED 光源的截面图。

[0013] 图 4 为根据本发明另一实施方案的区段型 LED 70 的俯视图。

[0014] 图 5A-5C 为在不同的制造过程阶段的光源 80 的截面图。

[0015] 图 6 为根据本发明的光源的另一个实施方案的截面图。

具体实施方式

[0016] 在此参考图 1 和图 2 可更容易理解本发明提供其优点的方式，这些图展示了一个含区段型 LED(segmented LED) 的裸片。图 1 为区段型 LED60 的俯视图，并且图 2 为图 1 的区段型 LED 60 沿 2-2 线的截面图。该区段型 LED 60 包括两个区段 64 和 65；然而从下列讨论中将理解，从本发明的传授内容中可建构具有更多区段的光源。该区段型 LED 60 是由同样具有三层的 LED 结构所建构的，其中这些层于一个蓝宝石基板 51 上生长。n 型层 52 于该基板 51 上生长，然后活性层 55 和 p 型层 53 于该 n 型层 52 上生长。

[0017] 这些区段 64 和 65 由一个隔离沟道 66 分离，该沟道 66 从层 52 延伸至该基板 51，由此电性隔离这些区段 64 和 65。该隔离沟道 66 包括只有延伸进入部份该层 52 的一个平坦区 (plateau)67。该隔离沟道 66 的壁由一个绝缘层 57 覆盖，并留具有一个开口区 58，以供与每一区段相关联的该层 52 的部分进行电接触。该绝缘层 57 可由提供无针孔缺陷的绝缘层的任何材料所建构而成，例如：SiNx、SiOx 或其他像是半导体器件制造中用来作为绝缘材料常用的介电膜。其他材料可包括聚酰亚胺、BCB、玻璃上旋涂物 (spin-on-glass) 以及半导体工业常用于器件平坦化的材料。

[0018] 在该区段型 LED 60 的端部提供了类似沟道，如在 68 和 69 处所示的。一个串联电极 59 沉积在该隔离沟道 66 内，使得该串联电极 59 经由该绝缘层 57 内的一开口区 58 接触该层 52。该串联电极 59 也与相邻区段内的一个氧化铟锡 (ITO) 层 56 电接触。因此，通过电极 61 和 62 提供电源时，这些区段 64 和 65 系以串联的方式连结。结果是，该区段型 LED 60 按一个常规的 LED 的两倍电压和一半电流来运作。

[0019] 应指出的是，图 2 并未依照比例显示层 52、53 和 55。总体而言，该层 52 比该层 53 厚很多，因为该 p 型材料由于所使用的 GaN 族材料而具有非常高的阻抗，因此该层的厚度尽可能薄，以避免该层内的阻抗耗损。还应指出的是，因为 GaN 材料层与周围介质之间有较大的折射系数差，所以活性层 55 内产生的大部份光会在该层 52 和 53 内被捕获。通常来说，此光通过该裸片的侧面以离开裸片，并且由一适当反射器引导向上。因为该层 52 比层 53 厚很多，所以大部分这种水平前进光都在该层 52 内。因此，穿过该层 52 的这些深沟道中断这种捕获的光的传播。若该沟道内的材料（即隔离沟道壁或导体的材料）不透明，此光将会损失。甚至在该沟道填满一种对光透明的材料的情况下，该材料与 GaN 材料之间的折射系数差还是会导致反射，这进而造成光损失。最后，如上所指出的，切割通过所有三层的深沟道使得制造成本增加。

[0020] 因此，有利的是提供一个区段型 LED 设计，其中上述深沟道并不用于隔离单独的组分 LED。原则上可减少该层 52 的厚度以减少这些沟道的深度。然而，此层还是具有补偿 LED 材料与该基板 51 之间晶格常数差异所需的最低厚度限制。此外，减少厚度并无法解决该层 52 被该等沟道中断而造成的光损失问题。

[0021] 现参照图 3，该图为根据本发明的一个实施方案的 GaN 区段型 LED 光源的截面图。光源 20 只包括两个组件 LED，分别显示为 41 和 42；然而，可用类似方式建构具有更多组分 LED 的光源。该光源 20 可视为建构在一个复合基板 43 上的区段型 LED 44。该复合基板 43 建构在一个蓝宝石基板 21 上，其中该蓝宝石基板 21 上依序沉积一个 n 型 GaN 层 22 及一个 p 型 GaN 层 23。该层 22 的厚度与传统 LED 所使用的传统 n 型 GaN 层的厚度一样，因此提供了与此相关联的优点，像是补偿该蓝宝石基板与各种 GaN 层之间的晶格失配。一个相反偏压二极管由以下将讨论的层 24 和层 23 所形成，而电流因此在光源运作过程中被阻挡流入层 22 中。

[0022] 该区段型 LED 44 由一个薄 n 型 GaN 层 24、活性层 25 和 p 型 GaN 层 26 所构成。一个电流扩散层 27 沉积在该层 26 上。该层 27 通常为 ITO。光源 20 通过应用电极 32 与 33 之间的电势来供电。

[0023] 区段型 LED 44 的这些区段由一个沟道 36 而彼此分隔，该沟道 36 从层 24-26 延伸进入该层 22 中。因为并无电流可流过该层 24 与层 23 的接点处，所以该沟道不需要延伸到该蓝宝石基板 21。因此，可使用一个浅很多的沟道来隔离这些区段。此外，往侧面传播通过该层 22 的光不再被该沟道以及该沟道内沉积的任何材料中断，像是提供结构让串联电极 31 沉积的一个绝缘体 39。因此，显著地减少了与中断水平方向的光流动所关联的问题。

[0024] 原则上，该沟道只需要延伸至该层 22 的顶表面。然而，控制蚀刻率让该沟道停止在该层 22 上呈现出了问题。因此，该沟道系稍微蚀刻进入该层 22，如图 3 所示，以确保阻挡电流的水平传输。

[0025] 在图 1 和图 2 所示的实施方案中，该电极 59 在该区段型 LED 60 的整个宽度上延

伸。该区段 65 位在该电极 59 下方的部分并无生产力，因为该电极 59 下方产生的光会遭到该电极 59 阻挡并被吸收。这导致光转换效率以及裸片表面运用率的降低，并且因此必须提供额外的裸片活性区域来补偿此损失的区域而提高光源的成本。现在参见图 4，该图为依照本发明其他实施方案的区段型 LED 70 的俯视图。

[0026] 该区段型 LED 70 与该区段型 LED 60 不同处在于宽的互连电极 (wide interconnect eletrode)59 已经由多个串联电极所替代，像是电极 78 和 79。这些电极的宽度可以只有 5-10 微米，并且相隔大约 150 微米，并且因此覆盖在该区段 65 上的面积远小于该电极 59 的覆盖面积。因此，上面讨论的效率损失被显著减小。此外，n 型电极 72 和 p 型电极 71 已经由窄电极取代，这些窄电极包括较宽的焊垫 (wider pad)71′ 与 72′，这些焊垫用于引线接合至外部电路上。在一个优选实施方案中，这些串联电极相隔超过电极宽度 5 倍以上的距离，使得这些串联电极覆盖的面积明显少于该区段型 LED 中被连接的这些区段的宽度。

[0027] 所需串联电极的数量取决于 ITO 层 56 的导电性。必须存在足够的串联电极以确保电流平均分散在该 ITO 层 56 之上。这些串联电极的宽度由必须通过区段之间的电流量所设定，因此根据所使用的导体、该导体厚度以及串联电极的数量而定。在区段 65 区域内，未被串联电极层所覆盖的区域内的隔离沟道 77 不需要绝缘层，因此下面的 LED 结构接收了电力并且产生了有用的光。

[0028] 现在参照图 5A-5C，这些图为不同方法阶段的光源 80 的截面图。该方法通过在一个蓝宝石基板 81 上生长不同的 GaN 层开始。这些层包括形成了一个复合基板 82 的层以及形成了该 LED 区段的层 83。该复合基板层包括可减轻与 GaN 同蓝宝石之间晶格失配相关联的问题的一个 n 型 GaN 层 82a，以及提供了一个电流阻挡层来防止电流在光源操作过程中流入该层 82a 中的一个 p 型 GaN 层 82b。

[0029] 这些 LED 区段由在 83a-83c 处所示的三个层所构成，换即，一个 n 型 GaN 层 83a、一个活性层 83b 以及一个 p 型 GaN 层 83c。该层 83c 和层 82b 的组合形成了一个相反偏压二极管，该相反偏压二极管防止了电流在光源操作过程中流入该层 82b 和 82a 中。

[0030] 应指出的是，上面讨论的每一层可包括多个子层。例如，该活性层 83b 通常包括多个由缓冲层分隔的量子井层。为了简化讨论，已经省略了不同的子层，因为那些层是本领域内常规的。

[0031] 现参见图 5B，该图展示了一个光源 80，它已通过蚀刻这一个或多个隔离沟道来隔离用以串联形成最终光源的各组分 LED。该隔离沟道在 84b 处示出并且向下延伸至 82a。额外沟道，如 84a 和 84c 所示，亦被切割为提供阳极与阴极接触。然后将像是 SiNx 这类绝缘体的一带图案层沉积，以保护这些 LED 相关层的侧面，并且隔离不产生光的区域，从而防止了电力浪费在这些区域上。

[0032] 现在参见图 5C。沉积该绝缘层 85 之后，沉积一个绝缘桥 87 并且在 86 处沉积一个 ITO 图案化层。最后，以沉积图案化金属层的方式分别沉积阳极 88、串联电极 89 与阴极 90。

[0033] 上述实施方案运用了一个单一相反偏压电极以将下面的 n 型 GaN 层与这些 LED 区段隔离。然而，也可建构其中在沉积 LED 区段层之前先沉积多个二极管的实施方案。现在参见图 6，此图为根据本发明的光源的另一个实施方案的截面图。光源 110 包括两个用类似

上面关于图 5A 图 5C 内所示实施方案所讨论方式建构的组分 LED。光源 110 与上述实施方案不同处在于运用了两个相反偏压二极管来隔离 n 型 GaN 层 115 与 LED。该第一二极管位于 p 型 GaN 层 111 与 n 型 GaN 层 112 之间的边界处。该第二相反偏压二极管位于 p 型 GaN 层 113 与 n 型 GaN 层 114 之间的边界处。

[0034] 这些额外相反偏压二极管提供了附加地隔离这些组分 LED 与下面的 n 型 GaN 基板，并且提供了增加的对抗静电放电损害的防护，因为此时，使器件短路的放电电压已因为加入这些相反偏压二极管的击穿电压总和而增加。应指出的是，只要一个漏电流的强度小于流过这些串联 LED 的电流，则其便可在该等隔离的组分 LED 之间流动。为了讨论的母的，若漏电流少于通过该连接桥流过这些串联组分 LED 的电流的 2％，则定义这些组件 LED 已被该等相反偏压二极管电气隔离。

[0035] 上述实施方案使用 GaN 族材料。为了该讨论的母的，GaN 族材料定义为 GaN、InN 和 AlN 的所有合金组合物。然而，也可根据本发明的传授内容，构建运用其他材料系统与基板的实施方案。

[0036] 上述实施方案运用逆二极管安排，以阻挡在这些组分 LED 分隔的这些屏障体下方通过的电流。然而，亦可使用阻挡电流的任何二极管形式。

[0037] 上述本发明实施方案以及本发明概述被提供为说明本发明的不同方面。然而，应理解的是，本发明的不同方面在不同的特定实施方案中示出，并且可以结合，以提供本发明的其他实施方案。此外，从上面的描述以及附图中可理解本发明的不同的变更将变得明显。因此，本发明只受限于以下的权利要求。

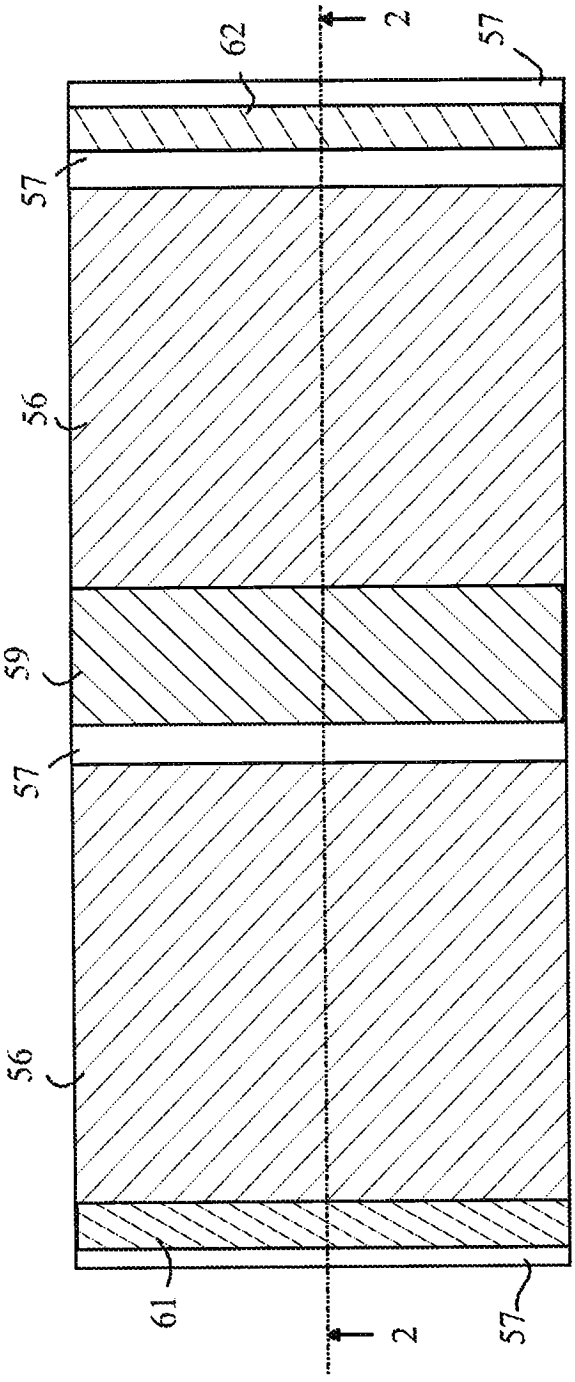

62
2
57
57
56
59
57
56
61
2
57

图 1

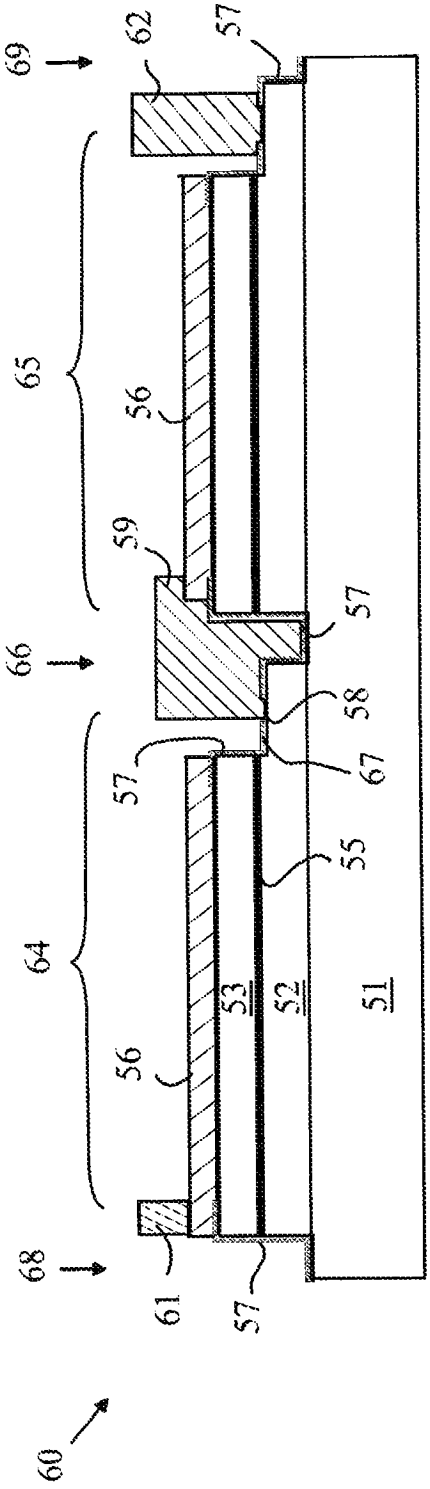

69
62
57
65
56
59
57
66
58
67
57
55
64
53
52
51
56
68
61
57
60

图 2

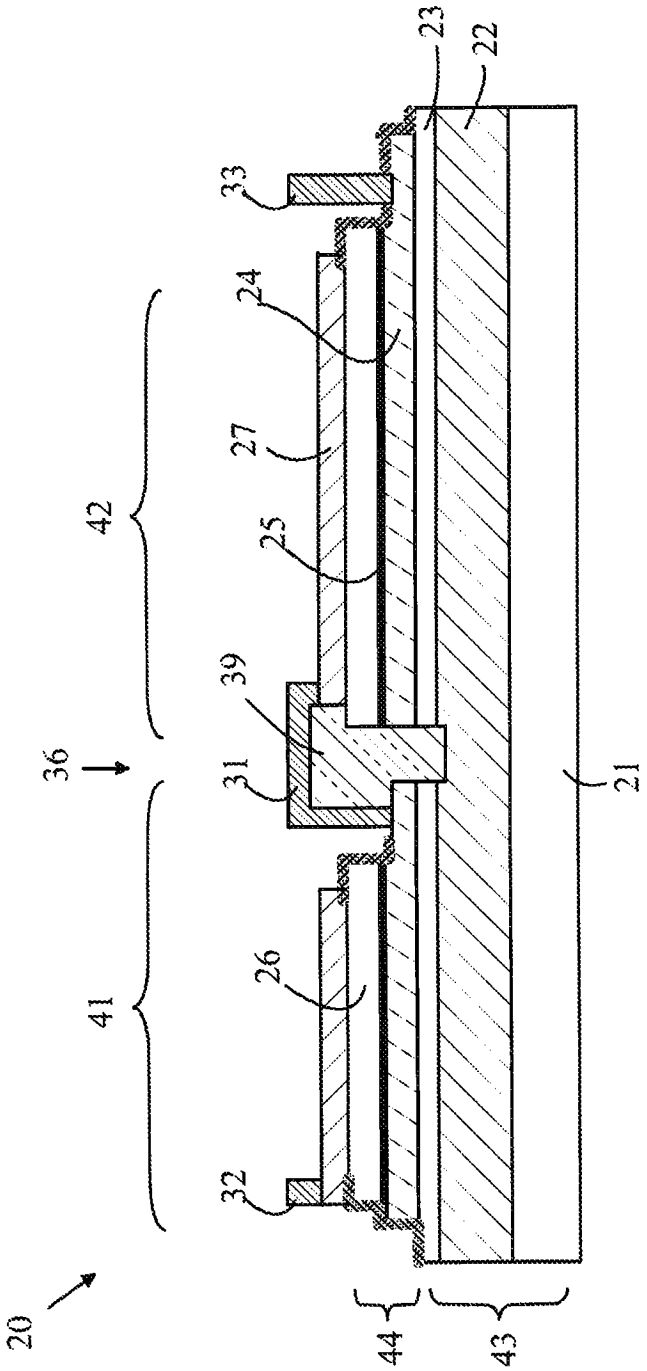


图 3

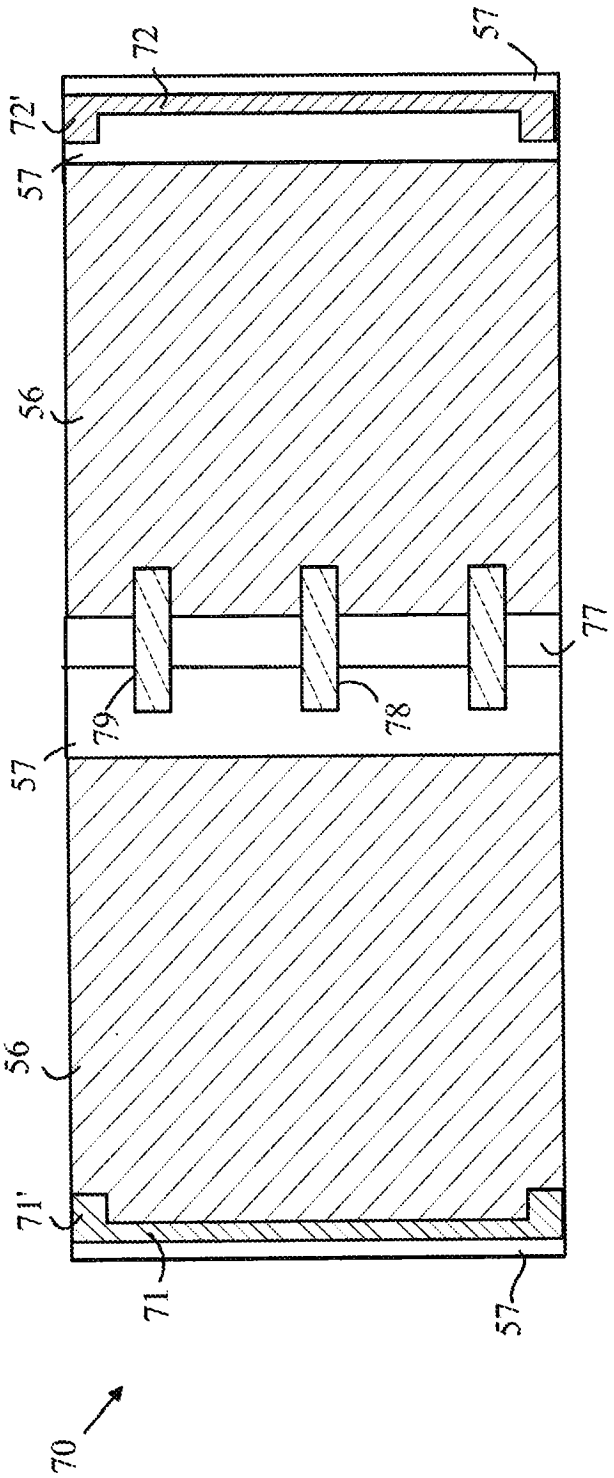

72
57
72'
57
56
77
79
78
57
56
71'
71
57
70

图 4

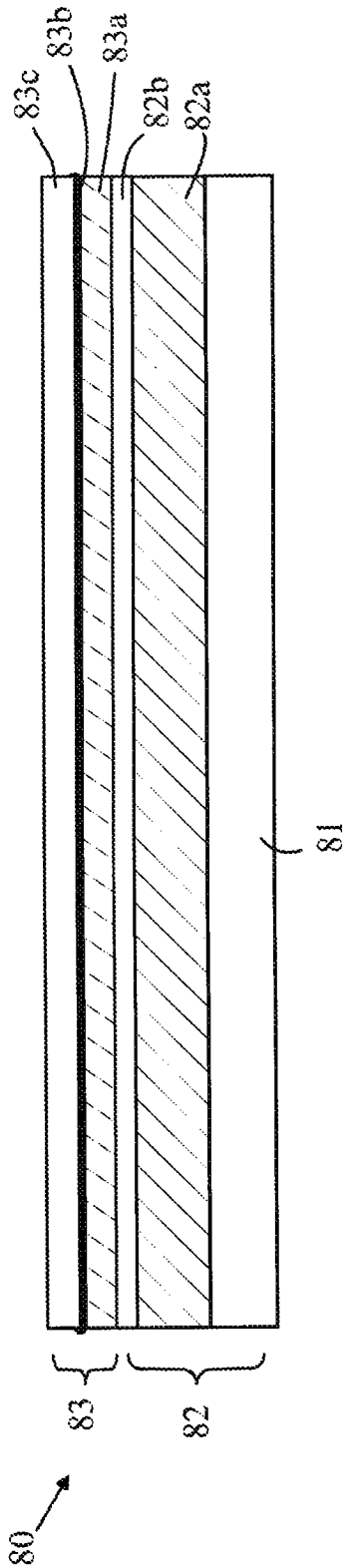

83c
83b
83a
82b
82a
81
83
82
80

图 5A

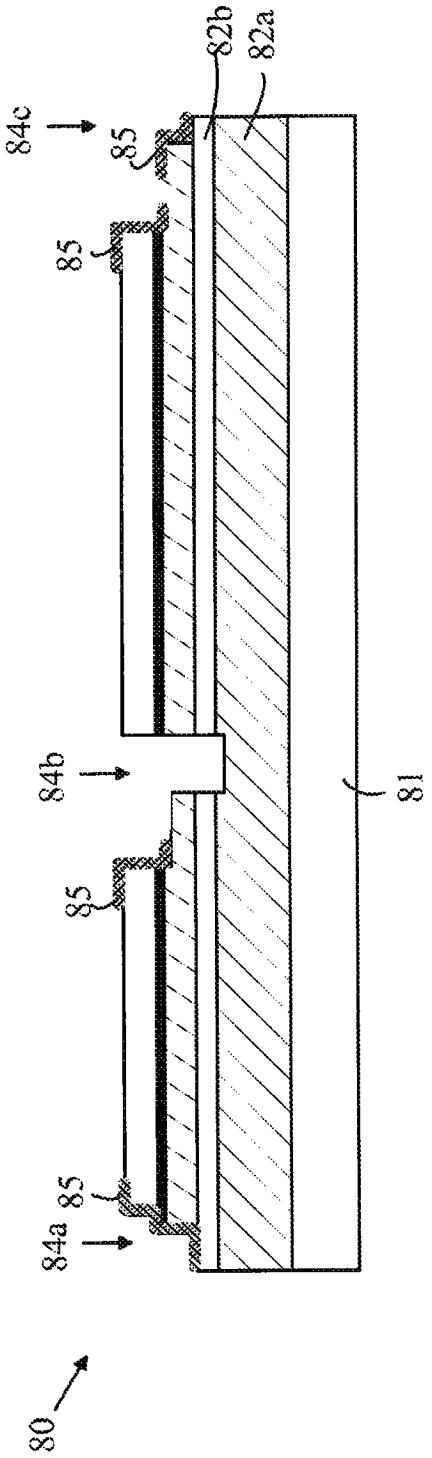


图 5B

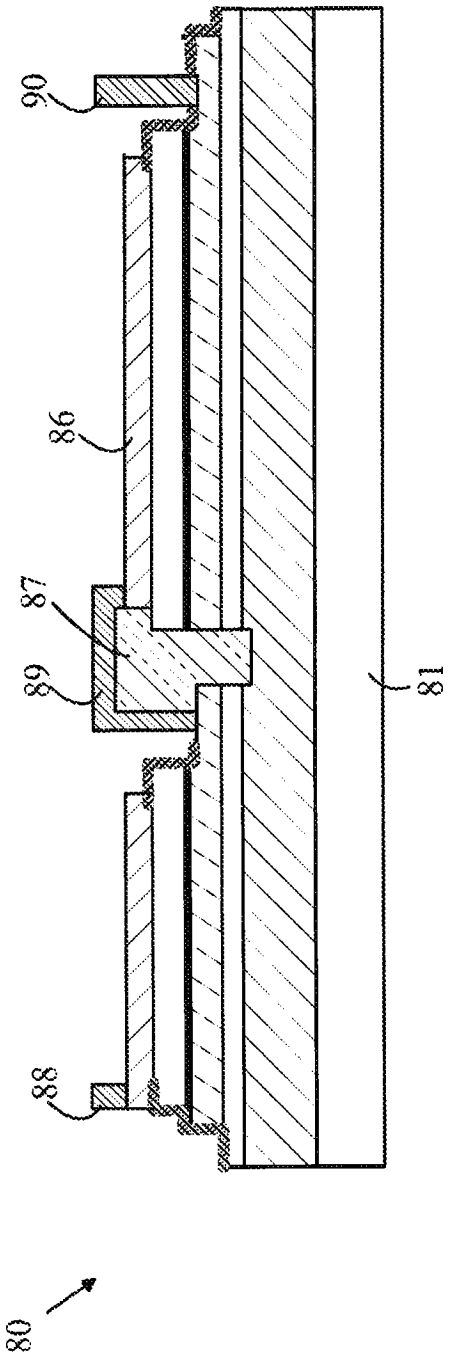


图 5C

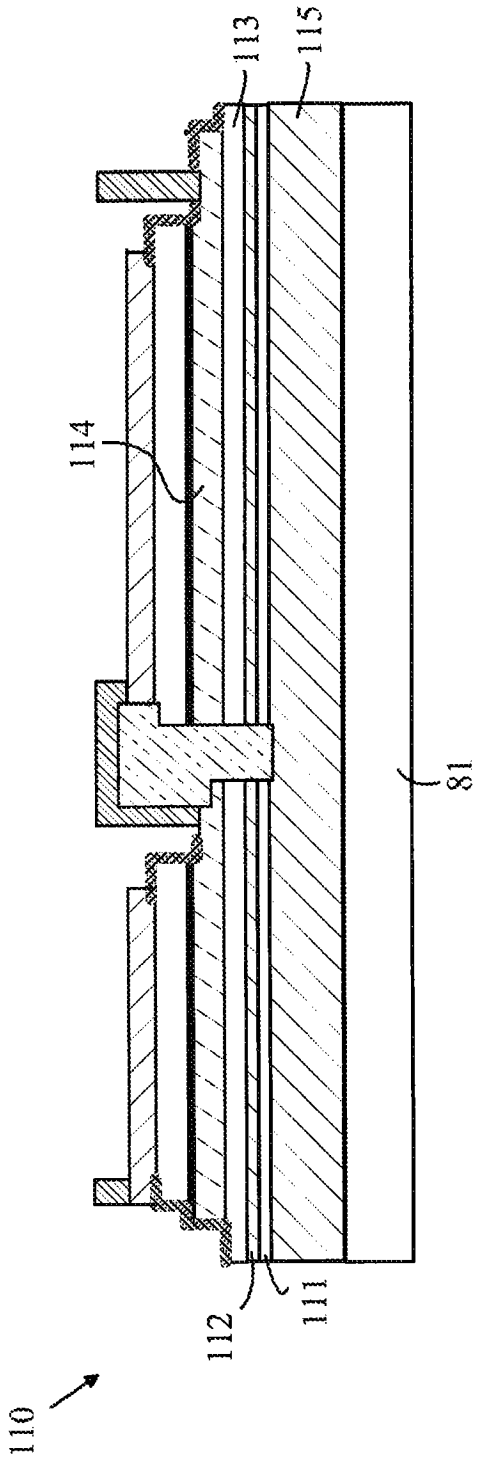


图 6