



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101908593 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 08

(21) 申请号 201010226996. X

(22) 申请日 2010. 07. 15

(71) 申请人 山东华光光电子有限公司

地址 250101 山东省济南市高新区天辰大街
1835 号

(72) 发明人 沈燕 徐现刚 郑鹏 刘存志
李树强

(51) Int. Cl.

H01L 33/38 (2010. 01)

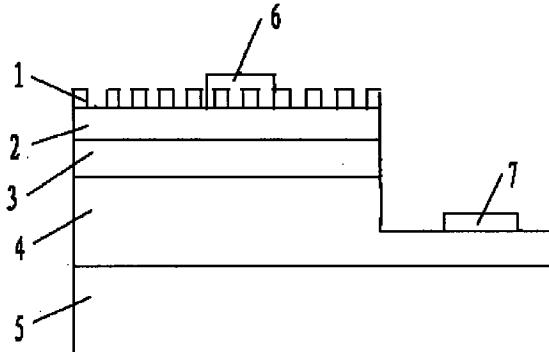
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

GaN 基 LED 图形化透明导电薄膜的制作方法

(57) 摘要

本发明提供了一种 GaN 基 LED 图形化透明导电薄膜的制作方法，在 GaN 基 LED 的外延片上蒸发或沉积一层透明导电薄膜层，通过常规光刻掩膜腐蚀工艺在透明导电薄膜层上制作上孔洞，使透明导电薄膜层成为网状结构，所有孔洞所占面积为透明导电薄膜层表面积的 5% -40%，每个孔洞的深度为透明导电薄膜层厚度的 50% -100%，然后再按常规工艺对透明导电薄膜进行退火。本发明通过光刻腐蚀方法把透明导电薄膜制作成网状图形，在网状孔洞区域导电层可以很薄或没有导电层，既能起到欧姆接触导电的作用，又有效提高了出光效率。这样能够提高出光效率。本发明工艺简单，相对出光表面粗化工艺更容易控制，且工艺的一致性好，不会影响 LED 器件的电学性能。



1. 一种GaN基LED图形化透明导电薄膜的制作方法,其特征是:在GaN基LED的外延片上蒸发或沉积一层透明导电薄膜层,通过常规光刻掩膜腐蚀工艺在透明导电薄膜层上制作上孔洞,使透明导电薄膜层成为网状结构,所有孔洞所占面积为透明导电薄膜层表面积的5% -40%,每个孔洞的深度为透明导电薄膜层厚度的50% -100%,然后再按常规工艺对透明导电薄膜进行退火。

GaN 基 LED 图形化透明导电薄膜的制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种优化配比 P-GaN 透明导电接触薄膜的分布以提高 GaN 基 LED(发光二极管)的光效率的方法，属于发光二极管器件制备技术领域。

背景技术

[0002] 随着蓝光 LED 在照明和显示屏方面的广泛应用，对 GaN 基 LED 管芯的性能指标要求越来越高，LED 出光强度的高低成为产品市场竞争中的热点。常规蓝宝石衬底的 GaN 二极管管芯的结构如图 1 所示，由上至下依次包括电流扩展层(透明导电薄膜)1、P 型 GaN 层 2、量子阱有源区 3、N 型 GaN 层 4 和蓝宝石衬底 5，电流扩展层 1 上设有 P 电极 6，N 型 GaN 层 4 上设有 N 电极 7。目前，很多提高 LED 出光强度的技术往往体现在 LED 管芯外延生长结构、倒装、衬底更换等方面，而这些技术工艺复杂、成本高。

[0003] GaN 基 LED 因为不容易得到足够高浓度载流子掺杂的 p 型材料，结果是 P-GaN 不容易形成欧姆接触同时其材料的电洞迁移率也很低(电流不能很好的扩展)。这就使得生长好的 GaN 外延片上制作 LED 管芯结构在 P 电极和 P-GaN 层之间加上一层电流扩展层，即图 1 中的电流扩展层 1。对于电流扩展层 1 一方面要求其导电，能够与 P-GaN 形成良好的欧姆接触，保证 LED 的电学特性，另一方面要求其尽可能透明使得有源层的光能够发射出来，保证其光学特性及应用。

[0004] 目前常见的电流扩展层主要有薄 NiAu 透明导电薄膜、ITO 透明导电薄膜、ZnO 透明导电薄膜等，其中前两种常见。NiAu 导电薄膜特点是低欧姆接触及较高的可靠性，但受其材料特性及厚度的影响，透过率不是很高，一般蓝光段在 60% 左右。因此，在显示屏高亮蓝光 LED 的市场需求下 NiAu 工艺的 GaN 基 LED 并没有太强的竞争力。另一种透明导电薄膜 ITO 即铟锡氧化物半导体薄膜，具有很好的导电性和透明性，薄膜的透过率可达 90% 以上。通过退火工艺处理能够与 P-GaN 形成欧姆接触，且选择合适材料也能在 ITO 上制作接触良好的 P 焊线电极。在 GaN 基 LED 管芯结构中 ITO 透明导电层存在一个厚度优化配比的问题，ITO 薄膜过厚电流分布扩展良好，但光透过率受影响较大，且光散射吸收也严重；ITO 薄膜过薄光透过率高，但电流扩展不好电子空穴的复合效率受限。

[0005] 美国专利 US2005/0082547 A1 中《LIGHT EMITTING DEVICE HAVING A TRANSPARENT CONDUCTING LAYER》(具有透明导电层结构的发光二极管)给出一种在 P 型半导体层上有均匀分布的点、网、蜂窝状形状欧姆接触层，然后在其上面镀有均匀的透明 ITO 层或 ZnO 层的 LED 结构。该专利文献中提到点、网、蜂窝形状的欧姆接触层只针对 P 型欧姆接触而言，一般为不透光的金属或金属合金材料，在其上镀有透明导电层，整个 LED 结构出光在欧姆接触层上已有部分比例损失，在透明导电层上又会损失部分，该专利文献中提到的结构甚至比目前常见的 P 型层上直接做透明导电层的 LED 结构在出光效率上还弱，但指出了均匀点、网、蜂窝形状层结构。中国专利文献 CN10196819.4《纳米图案 p 型氮化物半导体欧姆接触电极及其制备方法》指出 P 型氮化物上面制作一层纳米图案的导电层，覆盖层通过纳米微孔与 P 型氮化物表面接触，纳米微孔结构可以使接触处肖特基势垒四周分散而降低接触电

压,同时改善电流横向扩展提高光效。该专利文献中提到的纳米微孔结构主要还是覆盖层与材料颗粒欧姆接触及微观微孔出光方面改善器件光电性能,并不是从宏观发光与导电面积优化配比提高光效。

[0006] 针对 P-GaN 材料上的透明导电薄膜,如何获得一种电流扩展良好能很好导电同时光透过率又很高的薄膜成了提高蓝光 LED 光亮度的争相研究的热点。

发明内容

[0007] 本发明针对现有 GaN 基 LED 上的透明导电薄膜存在的问题,提供一种既能导电、又具有高透过率的 GaN 基 LED 图形化透明导电薄膜的制作方法。

[0008] 本发明的 GaN 基 LED 图形化透明导电薄膜的制作方法,是:

[0009] 在 GaN 基 LED 的外延片上蒸发或沉积一层透明导电薄膜层,通过常规光刻掩膜腐蚀工艺在透明导电薄膜层上制作上孔洞,使透明导电薄膜层成为网状结构,所有孔洞所占面积为透明导电薄膜层表面积的 5% -40%,每个孔洞的深度为透明导电薄膜层厚度的 50% -100%,然后再按常规工艺对透明导电薄膜进行退火。

[0010] 透明导电薄膜层可以是 ITO 层、薄 NiAu 层、ZnO 层或其他能形成欧姆接触的透明导电层。

[0011] 孔洞可以是圆孔、长方形或其他任意形状。

[0012] 本发明通过光刻腐蚀方法把透明导电薄膜制作成网状图形,既能起到欧姆接触导电的作用,同时提高了光透过率,有效提高了出光效率。在网状孔洞区域导电层可以很薄或没有导电层,形成表面梯度折射率分布,类光子晶体结构,这样能够提高出光效率。本发明工艺简单,相对出光表面粗化工艺更容易控制,且工艺的一致性好,不会影响 LED 器件的光学性能。

附图说明

[0013] 图 1 是常规蓝宝石衬底或 SiC 衬底的 GaN 二极管管芯结构示意图。

[0014] 图 2 是采用本发明制作的 GaN 基二极管管芯的结构示意图。

[0015] 图 3 是制作的网状透明导电薄膜层的示意图。

[0016] 图 4 是另一种图形分布的网状透明导电薄膜层的示意图。

[0017] 图中:1、电流扩展层(透明导电薄膜),2、P型 GaN 层,3、量子阱有源区,4、N型 GaN 层,5、蓝宝石衬底,6、P 电极,7、N 电极。

具体实施方式

[0018] 本发明的 GaN 基 LED 图形化透明导电薄膜的制作方法通过增加一次光刻腐蚀工艺,把原来 P-GaN 层上的导电薄膜做成网状图形结构,该工艺简单、成本低、能够有效提高出光效率。具体过程如下:

[0019] (1) 先在 GaN 基 LED 的外延片上用电子束蒸发台蒸发一层足够电流扩展的透明导电薄膜,透明导电薄膜可以是 ITO 层、薄 NiAu 层、ZnO 层或其他能形成欧姆接触的透明导电层。采用 ITO 层时,电子束蒸发的温度 280℃ -350℃,通氧量在 5sccm-25sccm,蒸镀的 ITO 薄膜厚度为 250nm-500nm 之间。采用其它材料导电薄膜时可以采用常规的工艺进行蒸镀。

[0020] (2) 在蒸发好透明导电薄膜层的外延片上涂上约 2um 厚的光刻胶, 用孔洞面积占透明导电薄膜表面积 5% -40% 的光刻版图光刻曝光, 最后用酸性腐蚀液腐蚀出 ITO 网状图形, 并去除光刻胶。腐蚀出的 ITO 导电薄膜层的图形如图 3, 孔洞为圆形。每个孔洞的深度为透明导电薄膜层厚度的 50% -100%, 这样起到接触导电作用, 而在孔洞上由于导电层薄或没有导电层, 使光能够很好的透过。

[0021] 得到的 GaN 基二极管管芯的结构如图 2 所示, 电流扩展层(透明导电薄膜)1 成为网状结构。网状图形也可以制成如图 4 所示的形状, 孔洞是一系列的长方形。透明导电薄膜层的网状图形形状分布可以根据 LED 管芯结构的电极电流分布选择不同尺寸比例等。

[0022] (3) 在做好上述处理的外延片上按照常规工艺制作 LED 管芯。

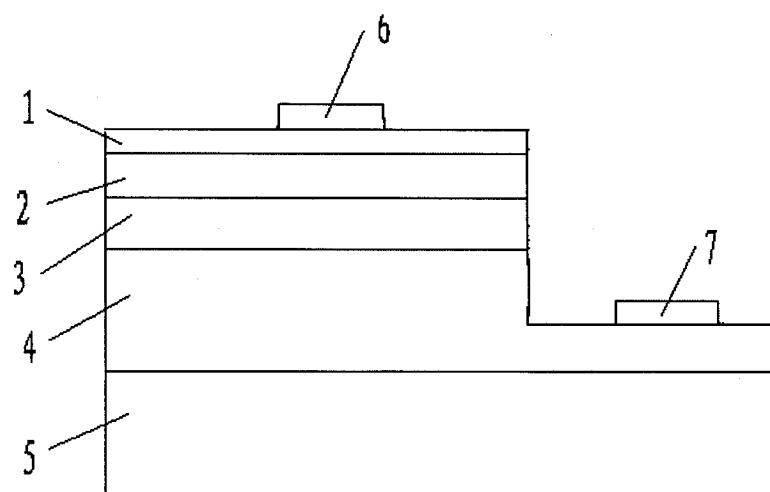


图 1

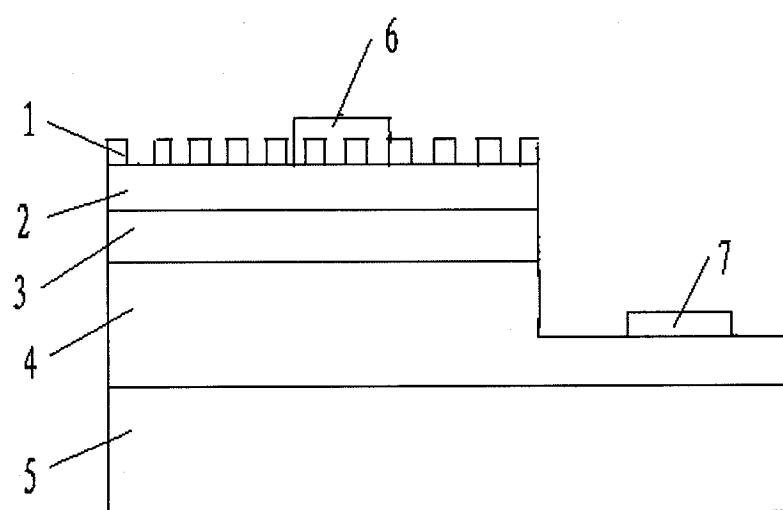


图 2

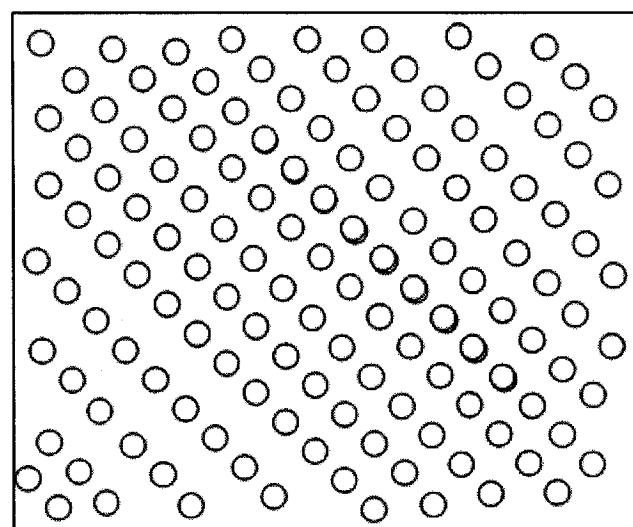


图 3

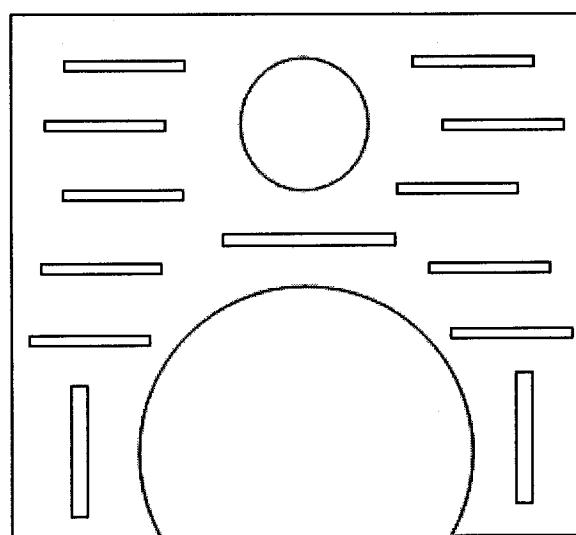


图 4