



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106486575 A

(43)申请公布日 2017. 03. 08

(21)申请号 201610928037.X

(22)申请日 2016.10.31

(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 钟志白 李佳恩 郑锦坚 杨力勋
徐宸科 康俊勇

(51)Int.Cl.

H01L 33/24(2010.01)

H01L 33/44(2010.01)

H01L 33/46(2010.01)

H01L 33/00(2010.01)

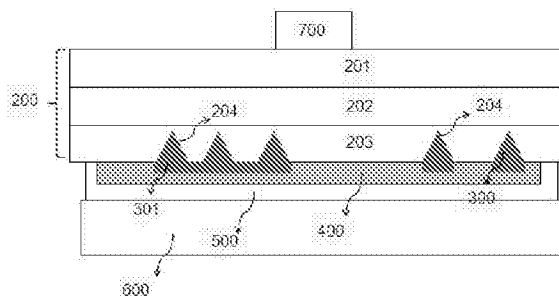
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种薄膜发光二极管芯片及其制作方法

(57)摘要

本发明公开了一种薄膜发光二极管芯片及其制作方法,包括:永久基材和位于其上的发光结构,所述发光结构为III-V族材料所生长的薄膜,有相对的两个表面,其中第一表面为发光的出光面及第一电极所构成,第二表面与所述永久基材进行连接,其特征在于:所述发光结构的第二表面具有若干个V-Pits,所述永久基材从上到下包含金属反射层、镜面层、金属键合层以及导热层,所述金属反射层填充于所述V-Pits中。



1. 一种薄膜发光二极管芯片,包括:永久基材和位于其上的发光结构,所述发光结构为III-V族材料所生长的薄膜,有相对的两个表面,其中第一表面为发光的出光面及第一电极所构成,第二表面与所述永久基材进行连接,其特征在于:所述发光结构的第二表面具有若干个V-Pits,所述永久基材从上到下包含金属反射层、镜面层、金属键合层以及导热层,所述金属反射层对应填充于所述V-Pits中。

2. 根据权利要求1所述的一种薄膜发光二极管芯片,其特征在于:所述金属反射层的材料选用Ag。

3. 根据权利要求1所述的一种薄膜发光二极管芯片,其特征在于:所述金属反射层填满于所述V-Pits,并延伸于所述发光结构的部分第二表面上。

4. 根据权利要求1所述的一种薄膜发光二极管芯片,其特征在于:所述金属反射层填充于V-Pits稀疏的位置形成单体反射点,填充于V-Pits密集的位置会形成整块的反射岛或反射层。

5. 根据权利要求1所述的一种薄膜发光二极管芯片,其特征在于:所述金属反射层呈整面分布或者无序分布或者网格状分布。

6. 根据权利要求1所述的一种薄膜发光二极管芯片,其特征在于:所述镜面层为金属反射层或者分布布拉格反射结构或者全方位反射结构。

7. 一种薄膜发光二极管芯片的制作方法,包括工艺步骤:

(1) 提供一生长衬底,在其上生长III-V族材料薄膜,构成发光结构,定义所述发光结构具有相对的两个表面,其中第一表面为发光的出光面,第二表面具有若干个V-Pits;

(2) 在所述V-Pits中填充金属反射层;

(3) 在所述金属反射层以及发光结构的第二表面上形成镜面层;

(4) 在所述镜面层上形成金属键合层;

(5) 在所述金属键合层上形成导热层;

(6) 移除生长衬底,并在所述发光结构的第一表面上形成第一电极,构成薄膜发光二极管芯片。

8. 根据权利要求7所述的一种薄膜发光二极管芯片的制作方法,其特征在于:所述步骤2)包括:采用电子束蒸镀工艺,沉积金属反射层,利用热处理条件,使得金属在V-pits中聚集成团,由于V-Pits的缺陷存在,凹槽位置表面悬挂键多,吸引力较大,从而增加金属与发光结构的第二表面的附着性,并形成聚集中中心。

9. 根据权利要求7所述的一种薄膜发光二极管芯片的制作方法,其特征在于:所述步骤2)中所述金属反射层填满于所述V-Pits,并延伸于所述发光结构的部分第二表面上。

10. 根据权利要求7所述的一种薄膜发光二极管芯片的制作方法,其特征在于:所述步骤2)中金属反射层填充于V-Pits稀疏的位置形成单体反射点,填充于V-Pits密集的位置会形成整块的反射岛或反射层。

一种薄膜发光二极管芯片及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体发光器件及其制作方法,更具体地为一种薄膜发光二极管芯片及制作方法。

背景技术

[0002] 发光二极管已经广泛应用开发,众所周知,LED芯片包括横向结构(Lateral)和垂直结构(Vertical)。横向结构LED芯片的两个电极在LED芯片的同一侧,电流在N和P限制层中横向传导。垂直结构的LED芯片的两个电极分别在LED外延层的两侧,电流几乎全部垂直流过LED外延层,极少横向传导的电流,可以改善横向结构的电流分布问题,提高发光效率,也可以解决电极的遮光问题,从而提升LED的发光面积。

[0003] 目前,横向结构(Lateral)和垂直结构(Vertical)的芯片通常都需要用到反射层(Mirror),目前常用的反射层,比如银(Ag),其在蓝绿光波段具有极高的反射率,是理想的反射层材料,但是由于Ag的稳定性差,而且纯Ag与外延层(如P-GaN层)的欧姆接触较差,因此影响了Ag反射层的应用,制约了LED器件的可靠性。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于:克服现有技术的不足,提供一种薄膜发光二极管芯片及制作方法。

[0005] 为解决上述技术问题,根据本发明的第一方面,提供一种薄膜发光二极管芯片,包括:永久基材和位于其上的发光结构,所述发光结构为III-V族材料所生长的薄膜,有相对的两个表面,其中第一表面为发光的出光面及第一电极所构成,第二表面与所述永久基材进行连接,其特征在于:所述发光结构的第二表面具有若干个V-Pits,所述永久基材从上到下包含金属反射层、镜面层、金属键合层以及导热层,所述金属反射层填充于所述V-Pits中。

[0006] 优选地,所述薄膜由P型的III-V族薄膜、N型的III-V族薄膜以及发光主动层所构成。

[0007] 优选地,所述永久基材的厚度范围介于 $10\mu\text{m}$ ~5mm。

[0008] 优选地,所述第一电极的材料选用Al或Ti或C或Ni或Au或Pt或ITO或前述组合。

[0009] 优选地,所述金属反射层的材料选用Ag。

[0010] 优选地,所述金属反射层填满于所述V-Pits,并延伸于所述发光结构的部分第二表面上。

[0011] 优选地,所述金属反射层填充于V-Pits稀疏的位置形成单体反射点,填充于V-Pits密集的位置会形成整块的反射岛或反射层。

[0012] 优选地,所述金属反射层呈整面分布或者无序分布或者网格状分布。

[0013] 优选地,所述镜面层为金属反射层或者分布布拉格反射结构或者全方位反射结构。

[0014] 优选地,所述镜面层对于200~1150nm波段的光线反射率为50%以上。

[0015] 优选地,所述金属键合层的材料选用Au。

[0016] 优选地,所述导热层的材料选用Ag或Cu或Al或MgO或BeO或钻石或石墨或炭黑或AlN或前述组合。

[0017] 优选地,所述导热层的导热系数大于100 W/mK。

[0018] 根据本发明的第二方面,提供一种薄膜发光二极管芯片的制作方法,包括工艺步骤:

(1) 提供一生长衬底,在其上生长III-V族材料薄膜,构成发光结构,定义所述发光结构具有相对的两个表面,其中第一表面为发光的出光面,第二表面具有若干个V-Pits;

(2) 在所述V-Pits中填充金属反射层;

(3) 在所述金属反射层以及发光结构的第二表面上形成镜面层;

(4) 在所述镜面层上形成金属键合层;

(5) 在所述金属键合层上形成导热层;

(6) 移除生长衬底,并在所述发光结构的第一表面上形成第一电极,构成薄膜发光二极管芯片。

[0019] 优选地,所述步骤1)中薄膜由P型的III-V族薄膜、N型的III-V族薄膜以及发光主动层所构成。

[0020] 优选地,所述步骤2)包括:采用电子束蒸镀工艺,沉积金属反射层,利用热处理条件,使得金属在V-pits中成团,由于V-Pits的缺陷存在,凹槽位置表面悬挂键多,吸引力较大,从而增加金属与发光结构的第二表面的附着性,并形成聚集中心。

[0021] 优选地,所述步骤2)中所述金属反射层填满于所述V-Pits,并延伸于所述发光结构的部分第二表面上。

[0022] 优选地,所述步骤2)中金属反射层填充于V-Pits稀疏的位置形成单体反射点,填充于V-Pits密集的位置会形成整块的反射岛或反射层。

[0023] 优选地,所述金属反射层呈整面分布或者无序分布或者网格状分布。

[0024] 优选地,所述镜面层为金属反射层或者分布布拉格反射结构或者全方位反射结构。

[0025] 优选地,所述镜面层对于200nm~1150nm波段的光线反射率为50%以上。

[0026] 优选地,所述金属键合层的材料选用Au。

[0027] 优选地,所述导热层的材料选用Ag或Cu或Al或MgO或BeO或钻石或石墨或炭黑或AlN或前述组合。

[0028] 优选地,所述导热层的导热系数大于100 W/mK。

[0029] 优选地,所述第一电极的材料选用Al或Ti或C或Ni或Au或Pt或ITO或前述组合。

[0030] 本发明旨在提出一种薄膜发光二极管芯片及制作方法。与现有LED的传统镜面层结构相比,本发明在形成镜面层前,通过在具有V-Pits的发光结构中填充金属反射层,利用V-Pits位置多面悬挂键,从而增加金属与发光结构之外延层的附着性,提高反射率,适合用于制作倒装结构或者垂直结构的LED。

[0031] 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

[0032] 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。

[0033] 图1~6是本发明实施例的制作薄膜发光二极管芯片的工艺步骤示意图。

[0034] 图7是本发明实施例的薄膜发光二极管芯片的结构示意图。

[0035] 图中各标号表示如下:

100:生长衬底;200:发光结构;201:N型半导体层(第一表面);202:活性层;203:P型半导体层(第二表面);204:V-pits;300、301:金属反射层;400:镜面层;500:金属键合层;600:导热层;700:第一电极。

具体实施方式

[0036] 下面结合示意图对本发明的薄膜发光二极管芯片及其制作方法进行详细的描述,在进一步介绍本发明之前,应当理解,由于可以对特定的实施例进行改造,因此,本发明并不限于下述的特定实施例。还应当理解,由于本发明的范围只由所附权利要求限定,因此所采用的实施例只是介绍性的,而不是限制性的。除非另有说明,否则这里所用的所有技术和科学用语与本领域的普通技术人员所普遍理解的意义相同。

实施例

[0037] 如图1所示,在蓝宝石或砷化镓单晶生长衬底100上生长发光结构200,具体来说,可以是包括N型半导体层201、活性层202和P型半导体层203构成的外延薄膜,薄膜由P型的III-V族薄膜、N型的III-V族薄膜以及发光主动层所构成,III-V族薄膜中可以由III族的硼、铝、镓、铟与V族的氮、磷、砷排列组合而成。活性层的发光波长在200~1150nm之间,优选紫外波段,如UV-A波段(315~380nm)。定义前述的发光结构具有相对的两个表面,其中第一表面为发光的出光面,第二表面具有若干个V-Pits(V型坑)204,可以通过控制外延工艺参数获得。

[0038] 如图2所示,在V-Pits 204中填充Ag金属反射层300、301,填充工艺可以包括:采用电子束蒸镀工艺,沉积10nm厚度以下的Ag膜层,再利用热处理条件(比如温度300~500℃),由于Ag薄膜受热,为降低体系自由能将形成团聚,由连续膜的反浸润而变成孤岛,基于缺陷的存在,使这种团聚加速,从而使得Ag膜层在V-pits中成团,由于V型坑的凹槽位置表面悬挂键多,吸引力较大,从而增加了Ag金属与发光结构的第二表面(P型半导体层203)的附着性,并形成聚集中心。由于V-Pits在外延层表面分布的不均匀性,而金属反射层与V-Pits成对应关系,因此填充于V-Pits稀疏的位置的金属反射层300会形成单体反射点;而填充于V-Pits密集的位置的金属反射层301会形成整块的反射岛或反射层,即金属反射层填满于V-Pits并延伸于发光结构的部分第二表面上。从整体上看,金属反射层可以呈整面分布或者无序分布或者网格状分布。

[0039] 如图3所示,在Ag金属反射层以及发光结构的第二表面203上形成镜面层(Mirror)

400,用于形成良好欧姆接触和镜面效果,镜面层可以是金属反射层或者分布布拉格反射结构或者全方位反射结构,对于200nm~1150nm波段的光线反射率为50%以上。制作镜面层可以是方法(a):采用镀2nm以下厚度的粘附金属Ni或者Cr,然后镀100nm以上的Ag厚膜,从形成镜面层;也可以是方法(b),镀10nm厚度以上的ITO层,然后镀DBR层,形成镜面层。

[0040] 如图4所示,在镜面层400上形成Au金属键合层(Bonding Metal)500;

如图5所示,在金属键合层500上形成导热层,导热系数优选大于100 W/mK,导热层的材料可以选用Ag或Cu或Al或MgO或BeO或钻石或石墨或炭黑或AlN或前述组合,本实施例优选Cu金属。

[0041] 如图6所示,通过激光剥离或蚀刻方式去除生长衬底,从裸露出发光结构200的第一表面201,并在第一表面201上形成第一电极700,材料可以选用Al或Ti或C或Ni或Au或Pt或ITO或前述组合,从而构成薄膜发光二极管芯片。需要说明的是,第一表面201出光面可以是平面,也可以是随机粗糙面或经过几何加工过的面,本实施例示意出的第一表面201出光面为平面。

[0042] 如图7所示,经由上述工艺步骤制得的薄膜发光二极管芯片结构,包括:永久基材和位于其上的发光结构200,所述发光结构为III-V族材料所生长的薄膜,有相对的两个表面,其中第一表面201为发光的出光面及第一电极700所构成,第二表面203与所述永久基材进行连接,其中所述发光结构的第二表面具有若干个V-Pits 204,所述永久基材从上到下依次包含金属反射层300/301、镜面层400、金属键合层500以及导热层600,厚度范围介于10 μm ~5mm;填充于V-Pits稀疏的位置的金属反射层300会形成单体反射点;而填充于V-Pits密集的位置的金属反射层301会形成整块的反射岛或反射层,即金属反射层填满于V-Pits并延伸于发光结构的部分第二表面203上。

[0043] 本发明提供的薄膜发光二极管芯片及其制作方法,适合制作垂直或者倒装等结构的LED发光器件,也适用于制作UV-LED,具有可以实现更大单位面积下的光输出的优势。此外,由于容易导热的关系,UV-LED可以更容易达到更大电流密度操作。

[0044] 应当理解的是,上述具体实施方案仅为本发明的部分优选实施例,以上实施例还可以进行各种组合、变形。本发明的范围不限于以上实施例,凡依本发明所做的任何变更,皆属本发明的保护范围之内。

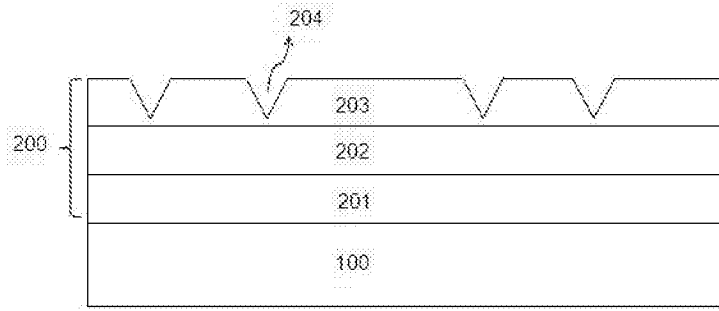


图1

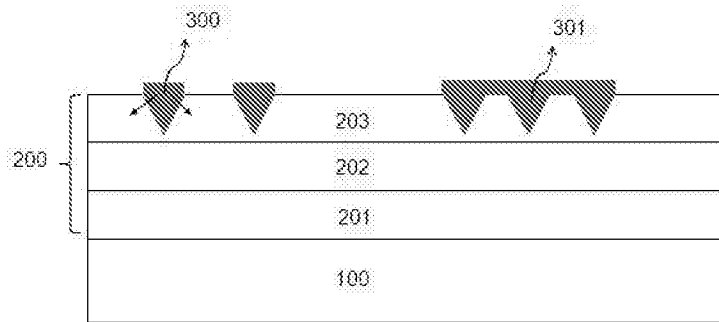


图2

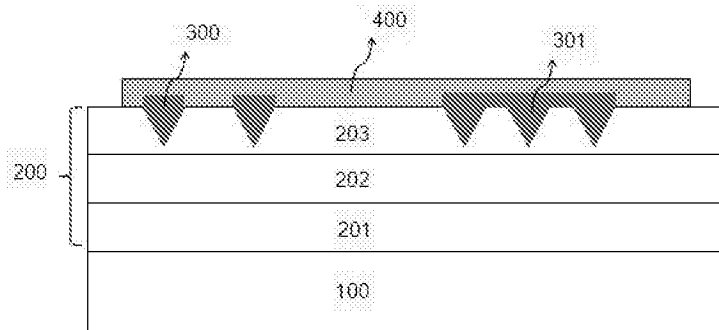


图3

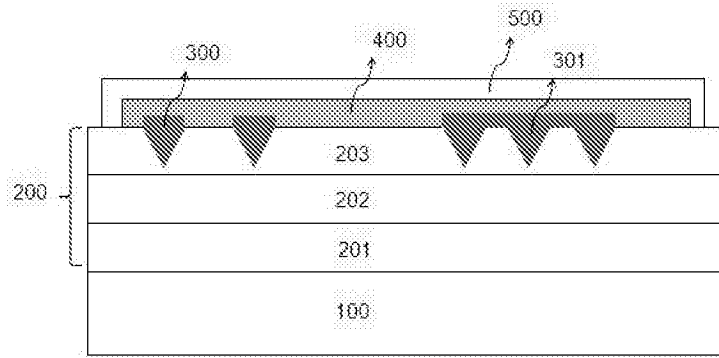


图4

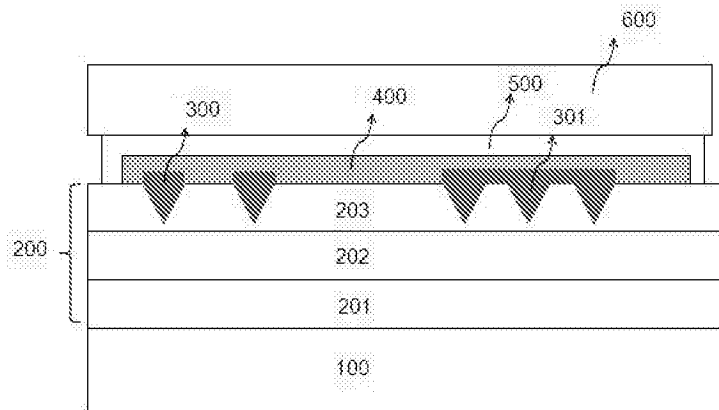


图5

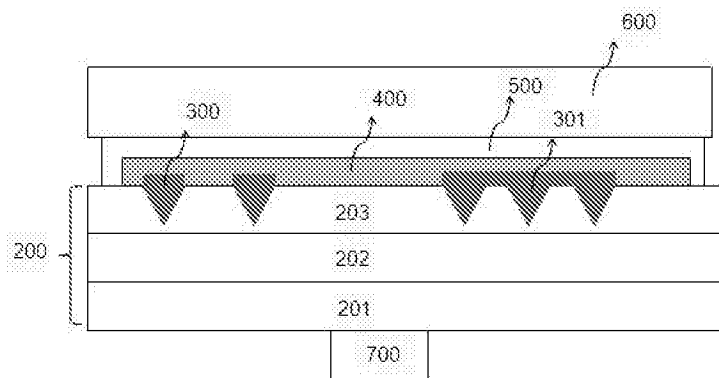


图6

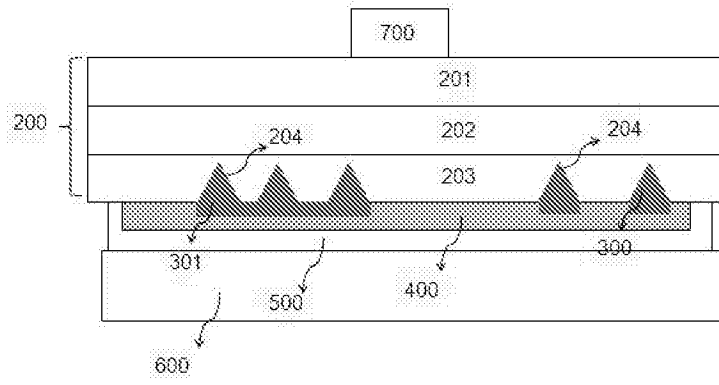


图7