



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109920893 A

(43)申请公布日 2019.06.21

(21)申请号 201910126473.9

H01L 33/00(2010.01)

(22)申请日 2019.02.20

(71)申请人 南昌大学

地址 330031 江西省南昌市红谷滩新区学府大道999号

申请人 南昌硅基半导体科技有限公司

(72)发明人 陈芳 吴小明 刘军林 杨梦琳

卢瑶 吴家艳 江风益

(74)专利代理机构 江西省专利事务所 36100

代理人 张文

(51)Int.Cl.

H01L 33/14(2010.01)

H01L 33/22(2010.01)

H01L 33/30(2010.01)

H01L 33/40(2010.01)

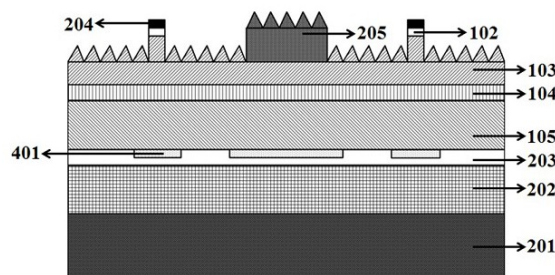
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片及制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片及制备方法,该反极性AlGaInP LED芯片从下至上依次包括:基板、键合金属层、P面反射电极、P面电流扩展层、发光层、粗化层、N面欧姆接触层、N面扩展电极和焊盘。本发明的反极性AlGaInP LED芯片的制备方法采用等于或小于N面扩展电极线宽的掩膜版对N面欧姆接触层进行图案化蚀刻,完全去除N面扩展电极两侧具有吸光作用的N面欧姆接触层,先完成粗化腐蚀、腐蚀切割道等化学蚀刻工艺,最后制备N面扩展电极和焊盘,提高产品的光提取效率和良率;并在P面电流扩展层上制备P面反射电极,可以避免遮光的N面扩展电极和焊盘正下方区域不必要的出光,更大程度地提高反极性AlGaInP LED芯片的光提取效率。



1. 一种具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片,其特征在于:所述反极性AlGaInP LED芯片从下至上依次包括:基板、键合金属层、P面反射电极、P面电流扩展层、发光层、粗化层、N面欧姆接触层、N面扩展电极和焊盘;

所述P面反射电极包括高光反射金属层和低折射率介质层;所述高光反射金属层与所述低折射率介质层接触,所述低折射率介质层与所述P面电流扩展层接触,所述低折射率介质层和高光反射金属层之间具有二者复合的导电小孔结构,N面扩展电极正下方对应的低折射率介质层区域不制备导电小孔结构;

所述N面扩展电极的面积大于或等于接触的N面欧姆接触层的面积。

2. 根据权利要求1所述的具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片,其特征在于:所述高光反射金属层为Ag或Au金属单层,或者为NiAg、NiAu、AuBe或AuZn合金的任意一种或多种,厚度为1nm-1000nm。

3. 根据权利要求1所述的具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片,其特征在于:所述低折射率介质层为SiO₂、SiN_x或SiON任意一种或多种,厚度为1nm-1000nm。

4. 根据权利要求1所述的具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片,其特征在于:所述N面扩展电极制备在N面欧姆接触层上,所述N面扩展电极的面积大于或等于接触的N面欧姆接触层的面积。

5. 根据权利要求1所述的具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片,其特征在于:所述焊盘制备在粗化腐蚀后的粗化层上。

6. 根据权利要求1所述的具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片,其特征在于:所述N面扩展电极和焊盘为Au、Ge、Ni的任意一种或多种,厚度是100nm-3000nm。

7. 一种具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片的制备方法,其特征在于:包括以下步骤:

(1) 在临时衬底上外延生长腐蚀截止层、N面欧姆接触层、粗化层、发光层、P面电流扩展层;

(2) 在P面电流扩展层上制备P面反射电极、制备键合金属层、与永久基板键合、去除临时衬底、去除腐蚀截止层;

(3) 采用线宽小于或等于N面扩展电极的掩膜版湿法蚀刻图案化的N面欧姆接触层,将大部分N面欧姆接触层去除,仅保留待制备N面扩展电极区域的N面欧姆接触层;

(4) 采用湿法粗化腐蚀上述暴露出来的粗化层,粗化区域不包括待制备的N面扩展电极区域;

(5) 制备切割道;

(6) 最后制备N面扩展电极和焊盘,N面扩展电极是制备在面积小于或等于N面扩展电极的N面欧姆接触层上;焊盘是制备在粗化腐蚀后的粗化层上。

8. 根据权利要求7所述的具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片的制备方法,其特征在于:步骤(2)中P面反射电极的制备方法,包括以下步骤:

A. 在P面电流扩展层上制备低折射率介质层;

B. 利用光刻图形化方法,采用P面反射电极/N面扩展电极、焊盘对准光刻方法,结合湿法腐蚀或干法刻蚀工艺,将N面扩展电极和焊盘正下方对应区域以外区域的低折射率介质层去除,完成避开N面扩展电极和焊盘正下方对应区域排列的小孔结构制备;

C. 在步骤B的基础上利用电子束蒸发方式蒸镀或溅射方式制备高光反射金属层。

9. 根据权利要求7所述的具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片的制备方法,其特征在於:所述步骤(5)中的切割道的制备方法为等离子体干法刻蚀或湿法腐蚀。

10. 根据权利要求7所述的具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片的制备方法,其特征在於:所述步骤(6)中的N面扩展电极和焊盘的制备方法为金属剥离或湿法腐蚀。

一种具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片及制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及发光二极管领域,尤其是涉及一种具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片及制备方法。

背景技术

[0002] 常规结构的AlGaInP四元系红光LED芯片的光提取效率很低,只有10%左右,主要的原因是:(1)GaAs衬底对可见光有吸收作用,使得有源层射向衬底的光线和上表面反射下来的光线完全被GaAs衬底吸收;(2)芯片出光层是高折射率材料,在出光面上存在全反射损耗和菲涅尔损耗。

[0003] 为了提高光的提取效率,将向下发射的光和从上表面反射回半导体内部的光尽可能多的提取出来,所采用的一种方法是在GaAs衬底和有源区之间加入DBR(分布布拉格反射镜)结构,以减少GaAs衬底的光吸收,但DBR的反射率角度有限,仅对接近法向入射的光有较高的反射率,因此效果不大。

[0004] 图1所示为第一种常规LED芯片结构,从下至上依次包括:永久Si基板201,键合金属层202,金属反射层203,P面电流扩展层105,多量子阱有源层104,n-AlGaInP粗化层103,N面欧姆接触层102,N面扩展电极204,焊盘205。图1所示的LED芯片结构是以金属替代DBR作为反射镜,扩大了反射光的入射角度,因此具有更高的光提取效率;由于N面欧姆接触层102通常以N面扩展电极204为掩模版进行湿法蚀刻,其必然存在过蚀刻的现象,从而使N面扩展电极204的边缘处于悬空状态,其导致的结果是:一方面,悬空部分的N面扩展电极204在后续如粗化、腐蚀切割道等化学蚀刻工艺过程中容易破损,造成N面扩展电极204边缘的参差不齐,严重影响芯片的外观;另一方面,N面扩展电极204边缘的破损也极易引起N面欧姆接触层102正上方处的N面扩展电极204的脱落,影响到两者之间的欧姆接触和电流扩展,进而造成正向工作电压的升高和亮度的降低。上述这些问题严重影响了产品的质量,降低了产品的良率,而且极不利于产品的批量生产。

[0005] 图2所示为第二种常规LED芯片结构,与图1所示第一种常规LED芯片结构的区别主要在于:其制作方法是先完成粗化工艺,粗化区域不包括待制备N面扩展电极204和焊盘205区域,然后在N面欧姆接触层102上制备包覆式N面扩展电极204,在光滑平整的n-AlGaInP粗化层103上制备焊盘。虽然可以改善第一种常规LED芯片结构中N面扩展电极204易破损、脱落的问题,但是仍没有彻底解决焊盘205易脱落导致后期产品封装不良以及电流扩展不均匀的问题,且工艺复杂。

发明内容

[0006] 本发明的第一个目的在于提供一种提高产品的光提取效率和良率、能避免遮光的N面扩展电极和焊盘下方区域不必要的出光、更大程度提高反极性AlGaInP LED芯片光提取效率的具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片。

[0007] 本发明的第二个目的在于提供一种具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片的制备方法。

[0008] 本发明的第一个目的是这样实现的：

一种具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片，特征是：所述反极性AlGaInP LED芯片从下至上依次包括：基板、键合金属层、P面反射电极、P面电流扩展层、发光层、粗化层、N面欧姆接触层、N面扩展电极和焊盘；

所述P面反射电极包括高光反射金属层和低折射率介质层；所述高光反射金属层与所述低折射率介质层接触，所述低折射率介质层与所述P面电流扩展层接触，所述低折射率介质层和高光反射金属层之间具有二者复合的导电小孔结构，N面扩展电极正下方对应的低折射率介质层区域不制备导电小孔结构。

[0009] 所述高光反射金属层为Ag或Au金属单层，或者为NiAg、NiAu、AuBe或AuZn合金的任意一种或多种，厚度为1nm-1000nm。

[0010] 所述低折射率介质层为SiO₂、SiN_x或SiON任意一种或多种，厚度为1nm-1000nm。

[0011] 所述N面扩展电极制备在N面欧姆接触层上，所述N面扩展电极的面积大于或等于接触的N面欧姆接触层的面积。

[0012] 所述焊盘制备在粗化腐蚀后的粗化层上。

[0013] 所述N面扩展电极和焊盘为Au、Ge、Ni的任意一种或多种，厚度是100nm-3000nm。

[0014] 本发明的第二个目的是这样实现的：

一种具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片的制备方法，特征是：包括以下步骤：

(1) 在临时衬底上外延生长腐蚀截止层、N面欧姆接触层、粗化层、发光层、P面电流扩展层；

(2) 在P面电流扩展层上制备P面反射电极、制备键合金属层、与永久基板键合、去除临时衬底、去除腐蚀截止层；

(3) 采用线宽小于或等于N面扩展电极的掩膜版湿法蚀刻图案化的N面欧姆接触层，将大部分N面欧姆接触层去除，仅保留待制备N面扩展电极区域的N面欧姆接触层；

(4) 采用湿法粗化腐蚀上述暴露出来的粗化层，粗化区域不包括待制备的N面扩展电极区域；

(5) 制备切割道；

(6) 最后制备N面扩展电极和焊盘，N面扩展电极是制备在面积小于或等于N面扩展电极的N面欧姆接触层上；焊盘是制备在粗化腐蚀后的粗化层上。

[0015] 其中，步骤(2)中P面反射电极的制备方法，包括以下步骤：

A. 在P面电流扩展层上制备低折射率介质层；

B. 利用光刻图形化方法，采用P面反射电极/N面扩展电极、焊盘对准光刻方法，结合湿法腐蚀或干法刻蚀工艺，将N面扩展电极和焊盘正下方对应区域以外区域的低折射率介质层去除，完成避开N面扩展电极和焊盘正下方对应区域排列的小孔结构制备；

C. 在步骤B的基础上利用电子束蒸发方式蒸镀或溅射方式制备高光反射金属层。

[0016] 其中，所述步骤(5)中的切割道的制备方法为等离子体干法刻蚀或湿法腐蚀。

[0017] 其中，所述步骤(6)中的N面扩展电极和焊盘的制备方法为金属剥离或湿法腐蚀。

[0018] 本发明采用等于或小于N面扩展电极线宽的掩膜版对N面欧姆接触层进行图案化蚀刻,完全去除N面扩展电极两侧具有吸光作用的N面欧姆接触层,先完成粗化腐蚀、腐蚀切割道等化学蚀刻工艺,最后制备N面扩展电极和焊盘,从而能提高产品的光提取效率和良率;并在避开N面扩展电极和焊盘正下方对应的P面电流扩展层引入低折射率介质层,可以避免遮光的N面扩展电极和焊盘下方区域不必要的出光,更大程度地提高反极性AlGaInP LED芯片的光提取效率。

附图说明

[0019] 图1为第一种常规AlGaInP LED芯片结构的示意图;
图2为第二种常规AlGaInP LED芯片结构的示意图;
图3为本发明的AlGaInP LED芯片的外延结构示意图;
图4为本发明实施例的粗化前制作过程截面示意图;
图5为本发明实施例的粗化后制作过程截面示意图;
图6为本发明实施例的AlGaInP LED芯片的结构示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合实施例并对照附图对本发明作进一步详细说明。

[0021] 一种具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片,所述反极性AlGaInP LED芯片从下至上依次包括:永久Si基板201、键合金属层202、P面反射电极、P面电流扩展层105、发光层、n-AlGaInP粗化层103、N面欧姆接触层102、N面扩展电极204和焊盘205。

[0022] 所述P面反射电极包括高光反射金属层203和低折射率介质层401,所述高光反射金属层203与所述低折射率介质层401接触,所述低折射率介质层401与所述P面电流扩展层105接触,所述低折射率介质层401和高光反射金属层203之间具有二者复合的导电小孔结构,N面扩展电极204正下方对应的低折射率介质层401区域不制备导电小孔结构。

[0023] 高光反射金属层203为Ag或Au金属单层,或者为NiAg、NiAu、AuBe或AuZn合金的任意一种或多种,厚度为1nm-1000nm;低折射率介质层401为SiO₂、SiN_x或SiON任意一种或多种,厚度为1nm-1000nm。

[0024] 所述N面扩展电极204制备在N面欧姆接触层102上,N面扩展电极面积大于或等于接触的N面欧姆接触层102的面积。

[0025] 所述焊盘205制备在粗化腐蚀后的n-AlGaInP粗化层103上。

[0026] 所述N面扩展电极204和焊盘205为Au、Ge、Ni的任意一种或多种,厚度是100nm-3000nm。

[0027] 一种具有良好电流扩展特性的反极性AlGaInP LED芯片的制备方法,包括以下步骤:

(1) 首先利用常规的MOCVD生长方法制备AlGaInP LED外延材料,如图3所示,在与AlGaInP晶格相匹配的暂时基板GaAs衬底100上依次生长n-GaInP腐蚀截止层101,N面欧姆接触层102,n-AlGaInP粗化层103,多量子阱有源层104和P面电流扩展层105;

(2) 如图4所示,首先在P面电流扩展层105上制备P面反射电极,先生长1nm-1000nm低折射率介质层401:SiO₂层,采用与N面扩展电极204和焊盘205对准的掩膜版,结合湿法腐蚀或

干法刻蚀工艺,只保留N面扩展电极204和焊盘205正下方对应区域上的折射率介质层401;在此基础上,蒸镀1nm-1000nm厚度的Ag金属反射层203,完成P面反射电极的制备;然后将暂时基板GaAs衬底100和永久Si基板201通过键合金属层202键合在一起,再利用湿法腐蚀将暂时基板GaAs衬底100和n-GaInP腐蚀截止层101去除,采用等于或小于N面扩展电极线宽的掩膜版,湿法腐蚀图案化N面欧姆接触层102,保证N面扩展电极204两侧具有吸光作用的N面欧姆接触层102被完全去除,仅保留待制备N面扩展电极204区域的N面欧姆接触层102;

(3) 采用粗化液粗化腐蚀暴露的n-AlGaInP粗化层103,获得如图5所示的结构;

(4) 最后制备N面扩展电极204和焊盘205的制备,如图6所示;在N面欧姆接触层102上制备N面扩展电极204,在n-AlGaInP粗化层103上制备焊盘205,焊盘205与n-AlGaInP粗化层103的接触面为粗化腐蚀后的粗化层,保证了N面扩展电极204和焊盘205与外延层的粘附力,并且极大地提高了LED芯片的电流扩展均匀性;N面扩展电极204和焊盘205的材料为AuGeNi,厚度为100nm-3000nm。

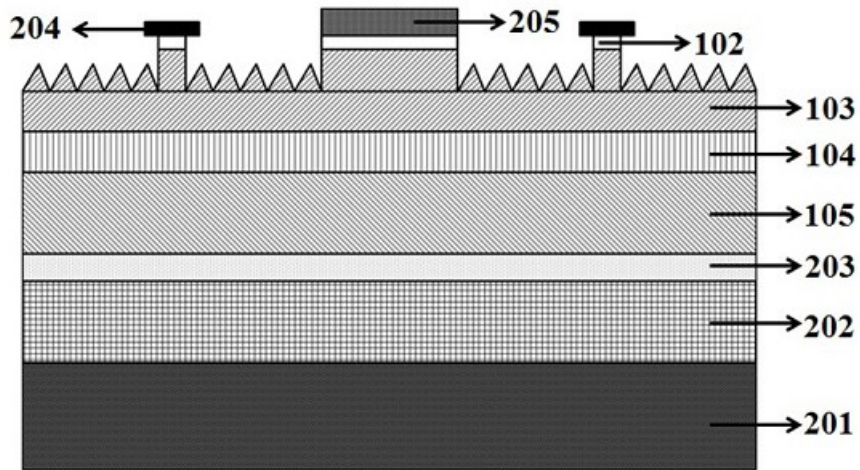


图1

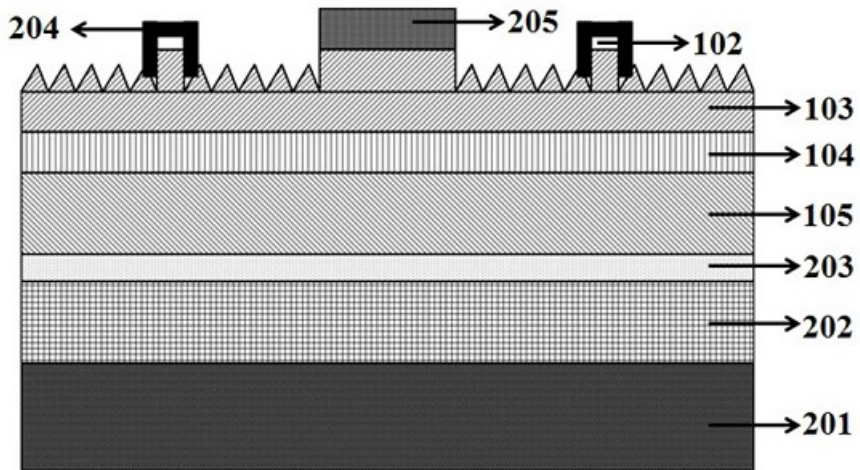


图2

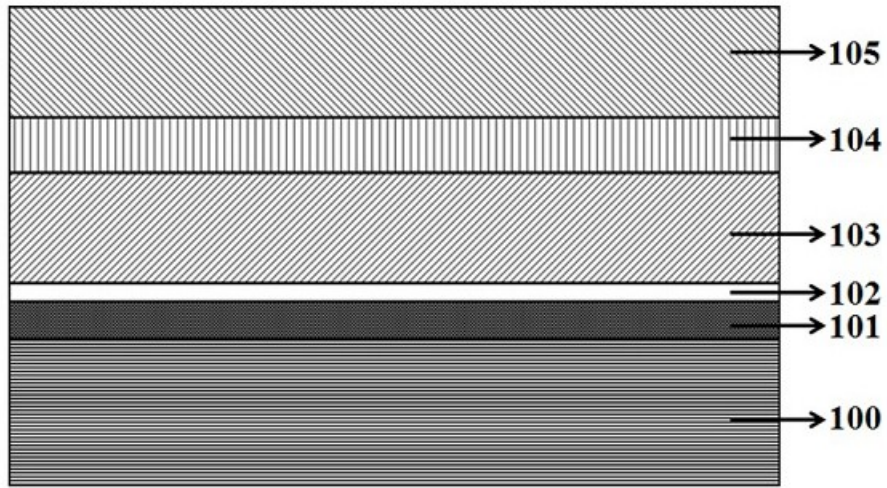


图3

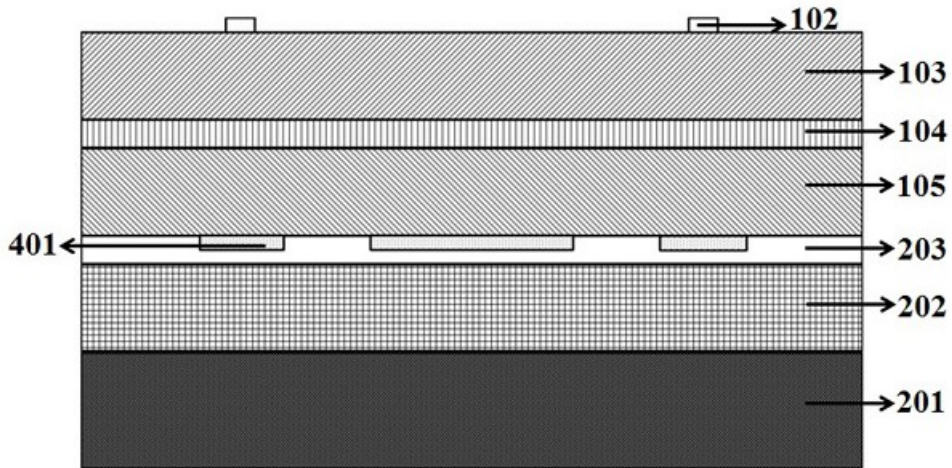


图4

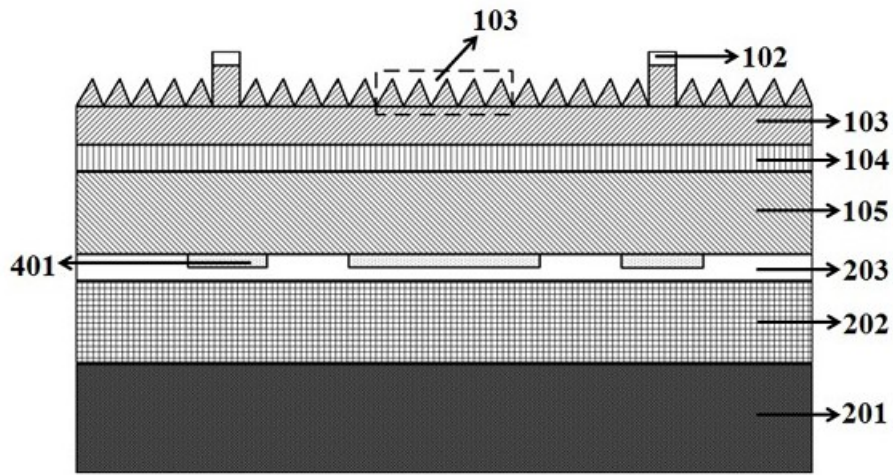


图5

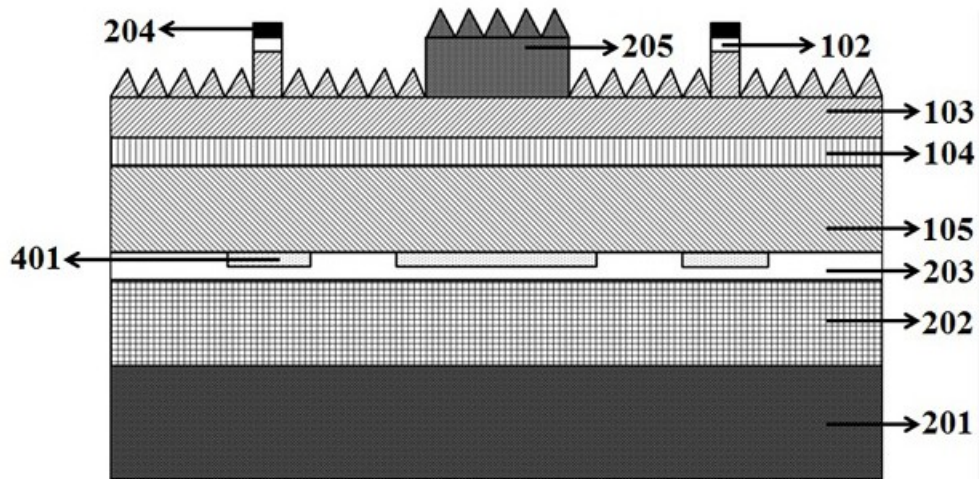


图6