



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103887384 B

(45)授权公告日 2018.05.04

(21)申请号 201210559322.0

(22)申请日 2012.12.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103887384 A

(43)申请公布日 2014.06.25

(73)专利权人 广东量晶光电科技有限公司

地址 528251 广东省佛山市南海区平洲永安北路1号金谷光电社区

(72)发明人 李琦

(74)专利代理机构 北京瑞恒信达知识产权代理

事务所(普通合伙) 11382

代理人 苗青盛 黄庆芳

(51)Int.Cl.

H01L 33/14(2010.01)

H01L 33/10(2010.01)

(56)对比文件

CN 202025790 U,2011.11.02,说明书第0020-0026段及附图1-4.

审查员 林少华

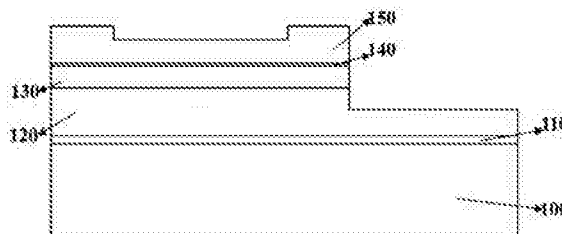
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种具有反射和电流阻挡特性的发光元件及其制造方法

(57)摘要

本申请提供一种具有反射和电流阻挡特性的发光元件及其制造方法,包括1)在衬底上依次外延生长缓冲层、n型氮化镓基外延层、有源层和p型氮化镓基层;2)在p型氮化镓层上表面蚀刻出凹槽;3)用金属反射材料填充p型氮化镓层上的凹槽;4)制备电流阻挡层,该电流阻挡层覆盖所述金属反射材料;5)在电流阻挡层制备透明导电层,最后再制备p型电极和n型电极。本发明能够提升发光元件外量子效率,并且成本低、工艺简单且可靠性高。



1. 一种具有反射和电流阻挡特性的发光元件制造方法,包括下列步骤:

1) 在衬底上依次外延生长缓冲层、n型氮化镓基外延层、有源层和p型氮化镓基层;

2) 在p型氮化镓层上表面蚀刻出凹槽;

3) 用金属反射材料填充p型氮化镓层上的凹槽;填充所述凹槽的金属反射层厚度略大于凹槽深度,使金属反射层部分从所述凹槽中溢出;

4) 制备电流阻挡层,该电流阻挡层覆盖所述金属反射材料;在空气下对所述金属反射层进行热退火处理或者在氧气环境下做快速退火,在所填充的金属反射层表面形成金属氧化物,该金属氧化物形成所述电流阻挡层;

5) 在电流阻挡层制备透明导电层,最后再制备p型电极和n型电极;

所述凹槽由多个间隙性柱状孔洞组成,所述多个间隙性柱状孔洞排列成的形状与所述p型电极图案匹配。

2. 根据权利要求1所述的发光元件制造方法,其特征在于,所述步骤3)中,所述金属反射材料为铝、银、铯或者它们中任意二者或三者的合金。

3. 根据权利要求2所述的发光元件制造方法,其特征在于,所述步骤3)中,通过电子束蒸镀方法或者磁控溅射方法或者化学镀膜方法得到所述金属反射层。

4. 根据权利要求2所述的发光元件制造方法,其特征在于,所述凹槽的深度不小于50 Å。

5. 根据权利要求3所述的发光元件制造方法,其特征在于,填充所述凹槽的金属反射层不小于100 Å。

6. 根据权利要求1所述的发光元件制造方法,其特征在于,所述步骤3)中,所述凹槽的形状与p型电极图案匹配。

7. 根据权利要求1所述的发光元件制造方法,其特征在于,所述步骤4)中,所述电流阻挡层可置换为绝缘性氧化物层或致密性金属层。

8. 根据权利要求1所述的发光元件制造方法,其特征在于,所述步骤4)中,所述电流阻挡层可置换为二氧化硅、二氧化钛、氧化锌、镉或铂层。

9. 一种具有反射和电流阻挡特性的发光元件,其特征在于,该发光元件按权利要求1~8中任意一项所述的发光元件制造方法制成。

10. 一种具有反射和电流阻挡特性的发光元件,包括衬底和依次制备在所述衬底上的缓冲层、n型氮化镓层、有源层、p型限制层、p型氮化镓层,p型氮化镓层上表面具有凹槽,凹槽中具有金属反射层,金属反射层上表面制备有电流阻挡层,所述电流阻挡层为所述金属反射层的金属氧化后形成的金属氧化物层,所述金属反射层与所述p型氮化镓层之间形成金属原子扩散层;电流阻挡层上制备透明电流扩展层,所述n型氮化镓层上制备有n极金属焊垫,所述透明电流扩展层上制备有p极金属焊垫;所述凹槽由多个间隙性柱状孔洞组成,所述多个间隙性柱状孔洞排列成的形状与所述p型电极图案匹配。

11. 根据权利要求10所述的发光元件,其特征在于,所述金属反射层为铝、银、铯或者它们中任意二者或三者的合金层。

12. 根据权利要求10所述的发光元件,其特征在于,所述金属反射层为铝反射层,所述电流阻挡层为氧化铝层,所述铝反射层与所述p型氮化镓层的凹槽之间具有铝原子扩散层。

13. 根据权利要求10所述的发光元件,其特征在于,所述电流阻挡层可置换为绝缘性氧化物层或致密性金属层。

14. 根据权利要求13所述的发光元件,其特征在于,所述电流阻挡层可置换为二氧化硅、二氧化钛、氧化锌、镉或铂层。

15. 根据权利要求10所述的发光元件,其特征在于,所述凹槽的形状与p型电极图案匹配。

16. 根据权利要求11所述的发光元件,其特征在于,所述凹槽是一个形状与所述p型电极图案匹配的连续的凹槽,或者所述凹槽由多个间隙性柱状孔洞组成,所述多个间隙性柱状孔洞排列成的形状与所述p型电极图案匹配。

## 一种具有反射和电流阻挡特性的发光元件及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及氮化镓基发光元件技术,具体地说,本发明涉及一种同时具有反射和电流阻挡特性的发光元件及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 随着人类社会的不断发展,能源的消耗越来越大,全球范围的能源短缺已成为了大家的共识。而半导体发光元件所具有的高耐久性、寿命长、轻巧、低耗电等优点,使其成为各国政府、院校和相关机构关注的重点。从现有技术看,氮化镓基发光元件是目前实现半导体照明的基础。随着外延生长和芯片工艺技术不断发展进步,它的内量子效率可达到90%以上。相对来说,外量子效率还较低,一般仅有40%左右,因此,如何提升外量子效率是半导体发光元件的一个重要课题。

[0003] 中国专利200610092282.8公开了一种具有金属反射层的发光二极管封装及其制造方法。其中,发光二极管芯片被密封体覆盖,围绕密封体的侧表面设置有金属反射层,以在密封体的顶表面形成光透射表面,从而使光损失减小,一定程度上提升了外量子效率,然而它并未考虑位于顶表面的金属电极对光的吸收而造成的外量子效率损失。

[0004] 中国专利申请201010200860.1公开了一种侧面具有上反射层的氮化镓基倒装发光二极管及其制备方法,其侧面兼具布拉格反射层和金属反射层,能够在一定程度上提升外量子效率,但它也未考虑位于发光表面的金属电极对光的吸收而造成的外量子效率损失。

[0005] 中国发明专利200980149203.4公开了一种用于发光二极管芯片的复合高反射层。复合高反射层沉积在p型层上,电流扩散层设于反射层和p型层之间。复合高反射层由多个不同材料的子层组成,相对于传统的分布式布拉格反射体和金属接触反射层具有更高的反射率,但是其结构和工艺复杂,成本高昂。

[0006] 中国专利申请201210183838.X公开了一种氮化镓基发光二极管及其制作方法,其包括衬底,外延层由p型层、发光区、n型层组成,金属反射层形成于外延层上,电流阻挡层完全包覆在金属反射层上,p电极形成于电流扩展层上,n电极形成于n型层上。这种方案直接将金属反射层制作在外延层上,然而金属层直接与p型氮化镓外延层接触粘合不牢,容易发生电极脱落的现象,导致该方案可靠性较低。

[0007] 另一方面,p层电流扩展不均匀也是造成氮化镓基发光元件外量子效率较低的重要原因。为了使氮化镓基发光元件电流扩展更加均匀,通常会在电极下面引入一电流阻挡层,在电极下面置入一层不导电的二氧化硅作为电流阻挡层,从而阻止电流大量注入电极正下方的发光层而造成电流聚集,使电流向电极各方向更均匀地扩展。但是二氧化硅的引入,较大地增加了设备成本和生产成本,也使工艺更加复杂化。

[0008] 因此,当前迫切需要一种成本低、工艺简单且可靠性高的提升发光元件外量子效率的方案。

## 发明内容

[0009] 为克服现有技术的上述缺陷,本发明提出一种成本低、工艺简单且可靠性高的能够提升发光元件外量子效率的、具有反射和电流阻挡特性的发光元件及其制造方法。

[0010] 根据本发明的一个方面,提出了一种具有反射和电流阻挡特性的发光元件制造方法,包括下列步骤:1)在衬底上依次外延生长缓冲层、n型氮化镓基外延层、有源层和p型氮化镓基层;2)在p型氮化镓层上表面蚀刻出凹槽;3)用金属反射材料填充p型氮化镓层上的凹槽;4)制备电流阻挡层,该电流阻挡层覆盖所述金属反射材料;5)在电流阻挡层制备透明导电层,最后再制备p型电极和n型电极。

[0011] 其中,所述步骤3)中,所述金属反射材料为铝、银、铯或者它们中任意二者或三者的合金。

[0012] 其中,所述步骤3)中,填充所述凹槽的金属反射层厚度略大于凹槽深度,使金属反射层部分从所述凹槽中溢出。

[0013] 其中,所述步骤3)中,通过电子束蒸镀方法或者磁控溅射方法或者化学镀膜方法得到所述金属反射层。

[0014] 其中,所述凹槽的深度不小于 $50 \text{ \AA}$ 。

[0015] 其中,填充所述凹槽的金属反射层不小于 $100 \text{ \AA}$ 。

[0016] 其中,所述步骤4)中,在空气下对所述金属反射层进行热退火处理或者在氧气环境下做快速退火,在所填充的金属反射层表面形成金属氧化物,该金属氧化物形成所述电流阻挡层。

[0017] 其中,所述步骤3)中,所述凹槽的形状与p型电极图案匹配。

[0018] 其中,所述步骤3)中,所述凹槽是一个形状与所述p型电极图案匹配的连续的凹槽,或者所述凹槽由多个间隙性柱状孔洞组成,所述多个间隙性柱状孔洞排列成的形状与所述p型电极图案匹配。

[0019] 其中,所述步骤4)中,所述电流阻挡层可置换为绝缘性氧化物层或致密性金属层。

[0020] 其中,所述步骤4)中,所述电流阻挡层可置换为二氧化硅、二氧化钛、氧化锌、镉或铂。

[0021] 另外,本发明还提供了一种具有反射和电流阻挡特性的发光元件,包括衬底和依次制备在所述衬底上的缓冲层、n型氮化镓层、有源层、p型限制层、p型氮化镓层,p型氮化镓层上表面具有凹槽,凹槽中具有金属反射层,金属反射层上表面制备有电流阻挡层,电流阻挡层上制备透明电流扩展层,所述n型氮化镓层上制备有n极金属焊垫,所述透明电流扩展层上制备有p极金属焊垫。

[0022] 其中,所述金属反射层为铝、银、铯或者它们中任意二者或三者的合金层。

[0023] 其中,所述电流阻挡层为所述金属反射层的金属氧化后形成的金属氧化物层。

[0024] 其中,所述金属反射层为铝反射层,所述电流阻挡层为氧化铝层,所述铝反射层与所述p型氮化镓层的凹槽之间具有铝原子扩散层。

[0025] 其中,所述电流阻挡层为绝缘性氧化物层或致密性金属层。

[0026] 其中,所述电流阻挡层可置换为二氧化硅、二氧化钛、氧化锌、镉或铂层。

[0027] 其中,所述凹槽的形状与p型电极图案匹配。

[0028] 其中,所述凹槽是一个形状与所述p型电极图案匹配的连续的凹槽,或者所述凹槽由多个间隙性柱状孔洞组成,所述多个间隙性柱状孔洞排列成的形状与所述p型电极图案匹配。

[0029] 与现有技术相比,本发明具有下列技术效果:

[0030] 1、本发明金属反射层与氮化镓层接触面积增加,使两者的粘合力增大,金属反射层不易脱落,可靠性高;

[0031] 2、在本发明一个实施例中,凹槽外的铝层被氧化成致密的氧化铝层,氧化铝层与p型氮化镓层形成三维盒子结构保护了孔洞内的铝层不被氧化,同时金属与氮化镓层接触面积的增加使两者的粘合力增大,从而根本上解决了金属铝反射层与p型氮化镓层接触时易脱落的问题。同时,使用退火形成的金属氧化层作为电流阻挡层,避免二氧化硅的引入,简化了工艺,降低了成本;

[0032] 3、在本发明一个实施例中,在p型氮化镓外延层上形成的孔洞结构,进一步增加了铝层与p型氮化镓外延层的接触面积,即进一步增大了铝层与p型氮化镓外延层的粘合力,具有更高的可靠性。

## 附图说明

[0033] 图1是本发明一个实施例的p型氮化镓外延层上制作凹槽的截面示意图;

[0034] 图2是本发明一个实施例的金属铝填充孔洞结构时的截面示意图;

[0035] 图3是本发明一个实施例的铝层退火后氧化铝层及铝层扩散截面示意图;

[0036] 图4是本发明一个实施例的一种具有反射和电流阻挡特性的发光元件的截面示意图。

[0037] 附图标记说明:

[0038]	100:衬底	110:缓冲层	120:n型氮化镓层
[0039]	130:有源层	140:p型限制层	150:p型氮化镓层
[0040]	151:凹槽	160:铝镀层	161:铝原子扩散层
[0041]	162:铝反射层	163:氧化铝层	170:透明导电层
[0042]	181:p极金属焊盘	182:n极金属焊盘	

## 具体实施方式

[0043] 下面结合附图和具体实施例对本发明的技术方案进行详细描述。

[0044] 根据本发明的一个实施例,提供了一种具有反射和电流阻挡特性的发光元件。对于氮化镓基发光元件,为了减少由有源层发出的光射向金属电极而被焊盘吸收,一种办法是在金属电极和p型氮化镓外延层之间引入一层金属反射层,如银或铝反射层。但是银和铝直接与p型氮化镓外延层接触粘合不牢,容易发生电极脱落的现象,因此阻碍了金属反射电极的应用。而本实施例克服了上述问题。

[0045] 本实施例的具有反射和电流阻挡特性的发光元件的制备步骤依次如下:

[0046] 步骤1:首先在一蓝宝石衬底100上采用金属有机化学气相沉积(MOCVD)依次外延生长缓冲层110、n型氮化镓层120、有源层130、p型限制层140、p型氮化镓层150。通过蚀刻去除部分区域的p型氮化镓基外延层和有源层,暴露出部分n型氮化镓层以便制作n极金属焊

盘。

[0047] 步骤2:如图1所示,通过干法刻蚀ICP使局部n型氮化镓层暴露出来,再使用干法刻蚀ICP在较小功率条件下刻蚀p型氮化镓层150,形成凹槽151,凹槽深度在50Å以上。该凹槽151俯视角度的形状与p型电极形状相匹配。

[0048] 步骤3:如图2所示,在形成的凹槽上采用化学镀膜方法或者电子束蒸镀方法或者磁控溅射方法制作金属铝镀层160,根据孔洞结构的深度其厚度在100Å以上。其中,通过磁控溅射方法或者化学镀膜方法得到的铝层将具有更好的凹槽填充效果。一般来说,金属铝镀层160的厚度略大于凹槽151深度,使部分金属铝镀层160从凹槽151中溢出。

[0049] 步骤4:如图3所示,铝层在空气氛围下进行高温热退火处理或者在氧气氛围下快速退火,通过控制氧气流量、温度及时间使凹槽151外围溢出的铝充分氧化形成致密的氧化铝,这样,金属铝镀层的被氧化的上层部分形成氧化铝电流阻挡层163,未被氧化的下层部分形成金属铝反射层162(也可称为包覆铝层)。氧化铝层与p型氮化镓层形成三维盒子结构保护了凹槽内的铝层不被氧化。同时高温热退火处理中,铝层与p型氮化镓层形成共晶键合,形成铝原子扩散层161,使得铝与p型氮化镓紧密粘合。并且凹槽151也增加了铝层与p型氮化镓外延层的接触面积,从而增大了铝层与氮化镓层的粘合力,这些因素的影响下从根本上解决了金属铝反射层与p型氮化镓层接触时易脱落的问题。

[0050] 步骤5:如图4所示,在步骤4的元件半成品表面采用电子束蒸发方法依次镀上透明导电层170和电极焊盘层,电极焊盘层包括p极金属焊盘181和n极金属焊盘182。具体地,在p型氮化镓层和氧化铝层上形成一透明导电层,退火,使透明导电层与p型氮化镓基外延层之间形成欧姆接触;在透明导电层上形成p极金属焊盘181并制作p金属电极,在暴露出的n型氮化镓层上形成n极金属焊盘182并制作n金属电极,退火后形成良好的发光元件。

[0051] 根据上述步骤1至5,就可以制备出同时具有反射和电流阻挡特性的发光元件。由于注入电流均匀地分布在中央局部之外的发光层中,同时金属反射层避免了电极焊盘对有源层发射光的吸收,因此,本实施例大大地提高了发光元件的取光效率(即外量子效率)。同时,本实施例的反射层和电流阻挡层的制备简单,结构简洁,因此具有成本低的优势。

[0052] 参考图4,上述方法所制备的发光元件包括衬底100和依次制备在所述衬底上的缓冲层110、n型氮化镓层120、有源层130、p型限制层140、p型氮化镓层150、铝镀层160和透明电流扩展层170,所述n型氮化镓层120上制备有n极金属焊垫182(可连接n型金属电极),所述透明电流扩展层150上制备有p极金属焊垫181(可连接p型金属电极)。其中,p型氮化镓层150上表面具有凹槽151,铝镀层160填充在凹槽151中并且其厚度略大于凹槽151的深度,使部分金属铝镀层160从凹槽151中溢出。具体地,所述铝镀层160包括与铝原子扩散层161、铝反射层162和氧化铝层163,其中铝原子扩散层161是铝层与p型氮化镓层的接触部位共晶键合形成,它是与p型氮化镓层接触层,位于铝反射层162与p型氮化镓层的凹槽151之间,其形状凹槽151的形状基本一致。铝反射层162被铝原子扩散层161中,铝反射层162上表面具有氧化铝层163,氧化铝层163可作为电流阻挡层。

[0053] 图3所示的金属填充层也可采用与铝类似的其它反射性金属或合金,如银、铯等或者铝、银、铯等金属的合金。仅用来避免外部因素对金属的污染和加大金属与p型氮化镓层的接触面积。

[0054] 上述实施例中,可通过将金属反射材料表面氧化后形成的金属氧化物层,将该金

属氧化物层作为电流阻挡层,金属反射层与p型氮化镓层之间的接触部位共晶键合形成金属原子扩散层。在其它实施例中,也可以采用传统的电流阻挡层,即通过直接在金属反射层上用传统工艺制备绝缘性氧化物层或致密性金属层,例如二氧化硅、二氧化钛、氧化锌、镉或铂层等,形成电流阻挡层。

[0055] 上述实施例中,对于p型氮化镓层150的凹槽,本实施例中,凹槽151是一个形状与所述p型电极图案匹配的连续的凹槽。

[0056] 本发明适用于所有具有电极结构的大功率、小功率、高压等的芯片结构。

[0057] 最后应说明的是,以上实施例仅用以描述本发明的技术方案而不是对本技术方法进行限制,本发明在应用上可以延伸为其他的修改、变化、应用和实施例,并且因此认为所有这样的修改、变化、应用、实施例都在本发明的精神和教导范围内。



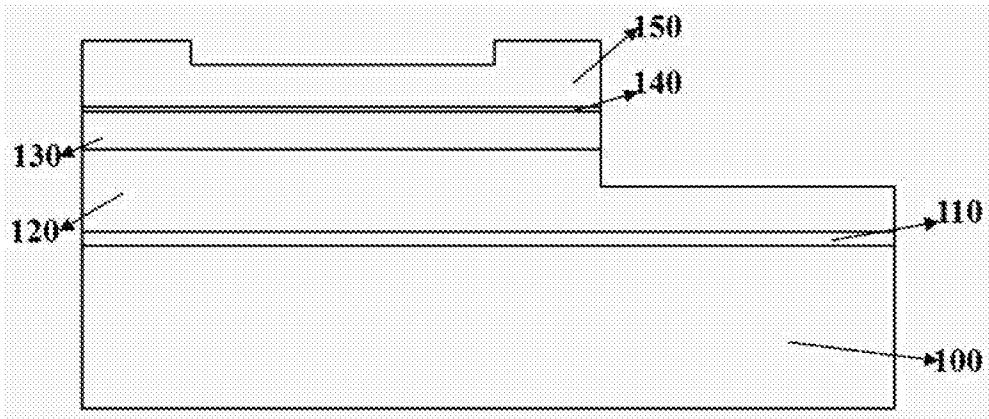


图1

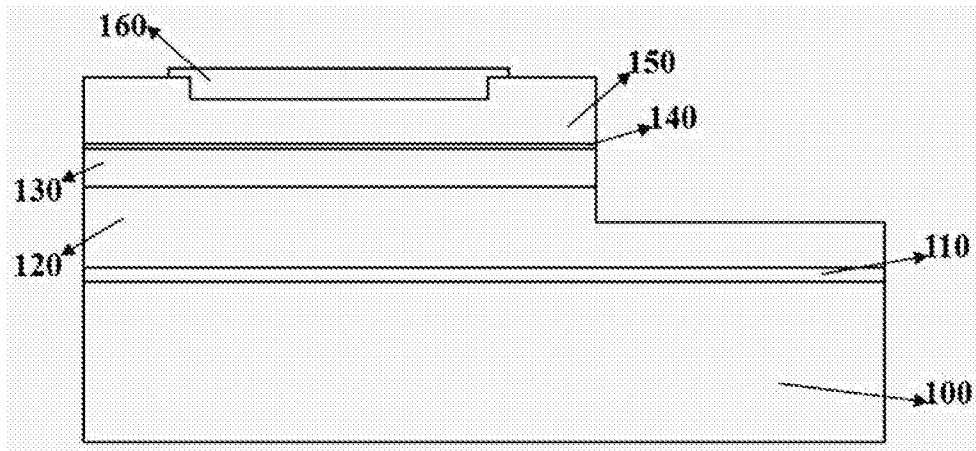


图2

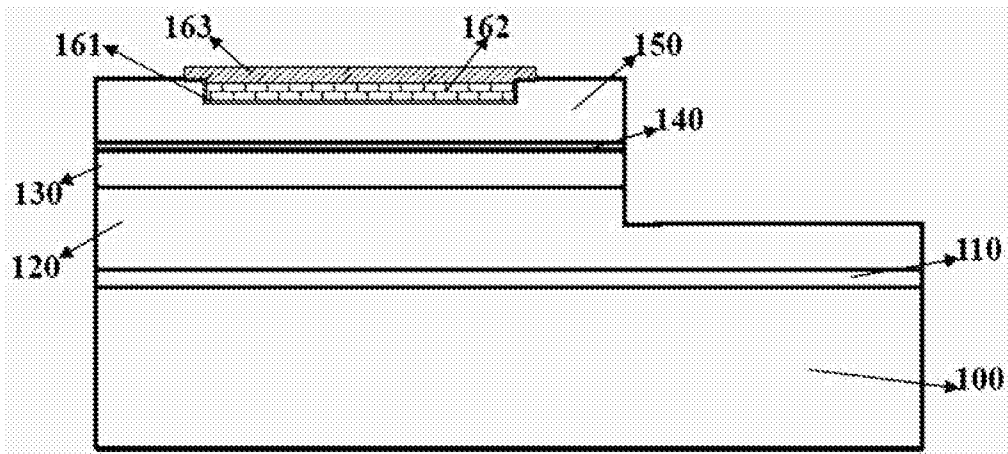


图3

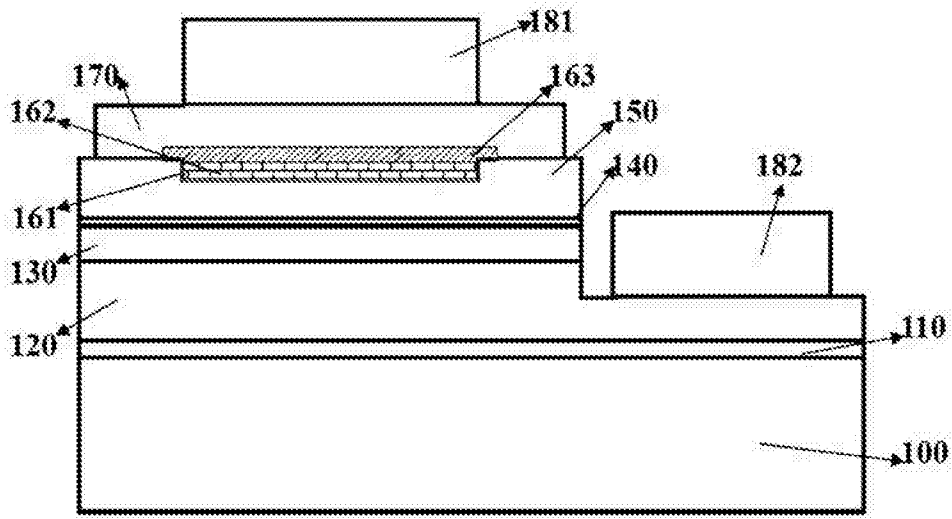


图4