



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104300048 B

(45)授权公告日 2017.02.15

(21)申请号 201410594339.9

(22)申请日 2014.10.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104300048 A

(43)申请公布日 2015.01.21

(73)专利权人 山东浪潮华光光电子股份有限公司

地址 261061 山东省潍坊市高新区金马路9号

(72)发明人 刘岩 马玉玲 彭璐 徐现刚

(74)专利代理机构 济南日新专利代理事务所

37224

代理人 王书刚

(51)Int.Cl.

H01L 33/02(2010.01)

(56)对比文件

CN 102412348 A,2012.04.11,

CN 103633205 A,2014.03.12,

CN 103426981 A,2013.12.04,

US 2010167434 A1,2010.07.01,

CN 104022200 A,2014.09.03,

审查员 刘天飞

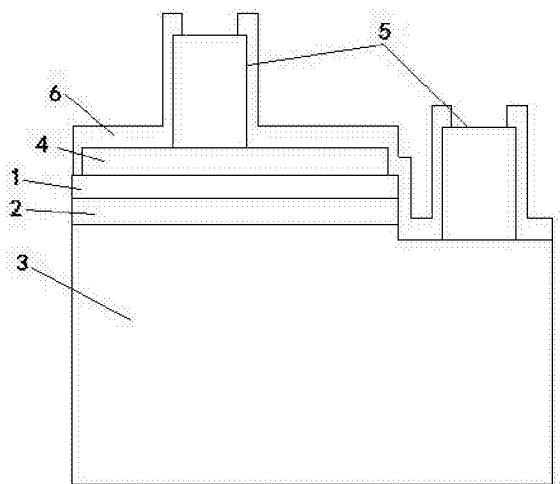
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种GaN基发光二极管芯片的制备方法

(57)摘要

一种GaN基发光二极管芯片的制备方法,包括以下步骤:(1)通过干法刻蚀沿GaN基外延片的p型GaN层到n型GaN层刻蚀出台面结构,在n型GaN层上制备出台面,同时去除表面残留的光刻胶;所述干法刻蚀为ICP刻蚀,包括两步,第一步采用Cl<sub>2</sub>和BCl<sub>2</sub>为刻蚀气体,刻蚀GaN基外延片,第二步采用O<sub>2</sub>,去除残留的光刻胶;(2)在p型GaN层的表面生长一层ITO透明导电膜;(3)分别在ITO透明导电膜和n型GaN层的台面上制备p型电极和n型电极;(4)在GaN基发光二极管芯片表面上制作钝化层。该方法在ICP刻蚀中通过增加一步O<sub>2</sub>等离子体去除光刻胶的步骤,可彻底的去除残留的光刻胶,保证芯片表面干净,简化了工艺流程,缩短了生产周期。



1. 一种GaN基发光二极管芯片的制备方法,其特征是,包括以下步骤:

(1) 在GaN基外延片的p型GaN层的上表面涂正性光刻胶,对正性光刻胶进行光刻,光刻出所需台面结构的图形;根据台面结构的图形通过干法刻蚀沿GaN基外延片的p型GaN层到n型GaN层刻蚀出台面结构,在n型GaN层上制备出台面,同时去除表面残留的光刻胶;所述干法刻蚀为ICP刻蚀,刻蚀过程包括两步,第一步采用Cl<sub>2</sub>和BCl<sub>2</sub>为刻蚀气体,刻蚀GaN基外延层至n型GaN层,第二步采用O<sub>2</sub>作为刻蚀气体,去除残留的光刻胶;经过干法刻蚀,不仅完成台面结构图形的制作,而且将表面清洗干净,能够直接进行下一步的ITO生长;

(2) 在p型GaN层的表面生长一层ITO(Indium Tin Oxide,氧化铟锡)透明导电膜;

(3) 分别在ITO透明导电膜和n型GaN层的台面上制备p型电极和n型电极;

(4) 在GaN基发光二极管芯片表面上制作钝化层;

所述步骤(1)中刻蚀过程的第一步采用Cl<sub>2</sub>/BCl<sub>2</sub>为刻蚀气体,50-100sccm/5-20sccm,2-8mTorr,RF Power1 200-500W,RF Power2 100-300W,温度0-20℃;

所述步骤(1)中刻蚀过程的第二步采用O<sub>2</sub>为刻蚀气体,20-80sccm,5-20mTorr,RF1 200-800W,RF250-300W,温度0-20℃。

## 一种GaN基发光二极管芯片的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种GaN基发光二极管芯片的制备方法,属于光电子技术领域。

### 背景技术

[0002] GaN、InN、AlN等具有对称六方晶系结构的Ⅲ-V族半导体材料,都是直接能隙,因此非常适合于作为发光器件的材料,其中根据成分的不同,可以得到禁带宽度从6.5eV到0.7eV的三元或四元化合物半导体,所对应的发光波长涵盖深紫外光到远红外光的波段范围。由于GaN系列半导体的这个特点,使得GaN系列半导体材料广泛应用于LED与LD等光电器件上。

[0003] 早期由于GaN晶体与生长衬底的晶格常数不匹配,使得GaN系列蓝绿光LED外延生长品质与GaAs系列红黄光LED相比相差甚远,直到将GaN蓝绿光LED结构生长于(0001)蓝宝石衬底上,使得人类拥有全彩LED的梦想得以实现。相对于Si、SiC等其它衬底,蓝宝石衬底有稳定性高、技术成熟、机械强度高、性价比高等优点,因此使用蓝宝石衬底仍然是现在发光二极管产业的主流。

[0004] 由于蓝宝石衬底是不导电的,因此在GaN基LED芯片的制备中就必须将LED外延片从表面去除部分材料至重掺杂的n型GaN,并分别在p型和n型GaN材料上制备p型和n型电极。GaN的化学键合能较高,高的结合能和宽带隙使Ⅲ族氮化物材料本质上是化学惰性的,在常温下不受化学酸和碱等溶液的腐蚀,用化学腐蚀法腐蚀GaN等材料,无论是腐蚀速率还是腐蚀的各向异性都不能令人满意。因此在GaN基LED芯片的制备中就必须采用干法刻蚀技术,目前主流的干法刻蚀方法为ICP(Inductive Coupled Plasma,感应耦合等离子体)刻蚀。

[0005] ICP刻蚀过程中,在高频射频源的作用下ICP刻蚀设备腔室内通入的气体会形成等离子体,在内建电场的作用下会轰击晶片表面以物理的作用刻蚀GaN外延层,同时形成的原子团会以化学作用刻蚀GaN外延层。ICP刻蚀过程中晶片表面的温度会升高,使晶片表面的光刻胶发生变化而导致ICP刻蚀后的光刻胶很难去除。而光刻胶去除不彻底会导致后续芯片制备完成后出现掉电极、难焊线等质量问题,一般会在去胶工艺之后增加一步O<sub>2</sub>等离子体清洗工艺,以保证芯片表面无残留胶,但是增加O<sub>2</sub>等离子体清洗工艺会延长生产周期,增加生产成本。

### 发明内容

[0006] 针对现有ICP刻蚀技术存在的不足,本发明提出一种无残留胶、工艺流程简化的GaN基发光二极管芯片的制备方法。

[0007] 本发明的GaN基发光二极管芯片的制备方法,包括以下步骤:

[0008] (1) 在GaN基外延片的p型GaN层的上表面涂正性光刻胶,对正性光刻胶进行光刻,光刻出所需台面结构的图形;根据台面结构的图形通过干法刻蚀沿GaN基外延片的p型GaN层到n型GaN层刻蚀出台面结构,在n型GaN层上制备出台面,同时去除表面残留的光刻胶;所述干法刻蚀为ICP刻蚀,刻蚀过程包括两步,第一步采用Cl<sub>2</sub>和BCl<sub>2</sub>为刻蚀气体,刻蚀GaN基外

延层至n型GaN层,第二步采用O<sub>2</sub>作为刻蚀气体,去除残留的光刻胶;经过干法刻蚀,不仅完成台面结构图形的制作,而且将表面清洗干净,能够直接进行下一步的ITO生长;

[0009] (2) 在p型GaN层的表面生长一层ITO(Indium Tin Oxide,氧化铟锡)透明导电膜;

[0010] (3) 分别在ITO透明导电膜和n型GaN层的台面上制备p型电极和n型电极;

[0011] (4) 在GaN基发光二极管芯片表面上制作钝化层。

[0012] 所述步骤(1)中p型GaN层的上表面所涂正性光刻胶的厚度为2-6 $\mu$ m。

[0013] 所述步骤(1)中刻蚀过程的第一步采用Cl<sub>2</sub>/BCl<sub>2</sub>为刻蚀气体,50-100sccm/5-20sccm,2-8mTorr,RF Power1 200-500W,RF Power2 100-300W,温度0-20 $^{\circ}$ C。

[0014] 所述步骤(1)中刻蚀过程的第二步采用O<sub>2</sub>为刻蚀气体,20-80sccm,5-20mTorr,RF1200-800W,RF250-300W,温度0-20 $^{\circ}$ C。

[0015] 所述步骤(2)的ITO透明导电膜的厚度为1000-3000埃。

[0016] 所述步骤(4)中GaN基发光二极管芯片的上表面沉积的钝化层厚度为500-1500 $\text{Å}$ 。

[0017] 所述步骤(4)中钝化层为氧化硅薄膜。

[0018] 本发明通过在常规的ICP刻蚀工艺中的GaN刻蚀步骤后面增加一步O<sub>2</sub>等离子体去除光刻胶的步骤,取消了GaN基发光二极管芯片制备过程中的去胶及等离子体清洗步骤,简化了工艺流程,缩短了生产周期。增加的O<sub>2</sub>等离子体去除光刻胶的步骤,可彻底的去掉残留的光刻胶,保证芯片表面干净,避免了后续工艺中出现掉电极、难焊线等质量问题。

#### 附图说明

[0019] 图1是本发明中步骤(1)制得的具有台面结构的GaN基外延片示意图。

[0020] 图2是本发明步骤(2)制得具有透明导电膜的GaN基外延片示意图。

[0021] 图3是本发明步骤(3)制得具有金属电极的GaN基外延片示意图。

[0022] 图4是本发明中的步骤(4)制得具有钝化层的GaN基外延片示意图。

[0023] 图中:1、p型GaN层,2、量子阱层,3、n型GaN层,4、透明导电膜,5、金属电极,6、钝化层。

#### 具体实施方式

[0024] 本发明的GaN基发光二极管芯片的制备方法,适用于正装的蓝宝石衬底的GaN基发光二极管芯片,具体步骤如下:

[0025] (1) 首先在GaN基外延片的p型GaN层1的上表面涂2-6 $\mu$ m(优选3 $\mu$ m)厚的正性光刻胶,通过对准、曝光、显影、烘干步骤对所述正性光刻胶进行光刻,光刻出可供后续ICP刻蚀出台面结构的图形。使用热板在98 $^{\circ}$ C下烘烤1分钟-2分钟进行对准,然后在紫外线下曝光5秒-20秒,再烘干后使用四甲基氢氧化铵显影10秒-30秒,使用热板在98 $^{\circ}$ C下烘烤1-2分钟。

[0026] 如图1所示,利用ICP干法刻蚀方法,沿GaN基外延片的p型GaN层1、量子阱层2到n型GaN层3刻蚀出台面结构,同时去除表面残留的光刻胶。

[0027] 具体ICP刻蚀过程分为两步,第一步采用Cl<sub>2</sub>/BCl<sub>2</sub>为刻蚀气体,50-100sccm/5-20sccm,2-8mTorr,RF Power1 200-500W,RF Power2 100-300W,温度0-20 $^{\circ}$ C,刻蚀GaN基外延片;优选80sccm/10sccm,6mTorr,RF Power1 300W,RF Power2 200W,温度10 $^{\circ}$ C。

[0028] 第二步采用O<sub>2</sub>为刻蚀气体,20-80sccm,5-20mTorr,RF1 200-800W,RF250-300W,温

度0-20℃,去除残留的光刻胶;优选50sccm,15mTorr,RF1 500W,RF2 100W,温度10℃。

[0029] (2)如图2所示,在p型Ga<sub>N</sub>层1的表面沉积一层ITO透明导电膜4。具体步骤为:首先,利用电子束蒸发方法在Ga<sub>N</sub>基外延片的上表面(这里在整个外延片的表面沉积ITO,后面通过光刻、腐蚀去除p-GaN之外的ITO,最终的结果是在p型Ga<sub>N</sub>层表面沉积ITO)沉积一层1000-3000埃的ITO透明导电膜作为电流扩展层;其次,在电流扩展层上涂上2μm厚的正性光刻胶,然后通过对准、曝光、显影、烘干、腐蚀步骤对所述正性光刻胶进行光刻,光刻出只保留p型Ga<sub>N</sub>层上对应的ITO透明导电膜,其中使用热板在98℃下烘烤1-2分钟对准,然后在紫外线下曝光5-20秒,再烘干后使用四甲基氢氧化铵显影10-30秒,使用热板在98℃下烘烤1-2分钟,放入浓度为25-30wt%的HCl溶液中腐蚀15-30分钟,腐蚀掉未被正性光刻胶保护的ITO透明导电膜,放入丙酮中超声5-10分钟,然后在乙醇中超声10分钟,取出后使用去离子水冲洗10分钟,进而去除Ga<sub>N</sub>基外延片表面的光刻胶。

[0030] (3)如图3所示,制备金属电极5,也就是分别在ITO透明导电膜4和n型Ga<sub>N</sub>层3的台面上制备p型电极和n型电极,得Ga<sub>N</sub>基发光二极管芯片。

[0031] 具体方法为:在经步骤(2)处理后的Ga<sub>N</sub>基外延片上涂上3.5μm厚的负性光刻胶,进行对准、曝光、显影、烘干步骤后对所述负性光刻胶进行光刻,其中用热板在98℃下烘烤1-2分钟对准,然后在紫外线下曝光5-20秒,再烘干后使用四甲基氢氧化铵显影10-30秒,使用热板在98℃下烘烤1-2分钟,在ITO透明导电膜4和n型Ga<sub>N</sub>层3上光刻出p型电极和n型电极区域;最后利用电子束蒸发法在所述p型电极区域和n型电极区域分别沉积2μm厚的Cr金属层和Au金属层,剥离负性光刻胶后得到p型金属电极和n型金属电极。

[0032] (4)如图4所示,对步骤(3)所制得的Ga<sub>N</sub>基发光二极管芯片制备钝化层6

[0033] 使用PECVD(化学气相沉积法)首先在Ga<sub>N</sub>基发光二极管芯片的上表面沉积一层500-1500Å的氧化硅薄膜作为钝化层6(露出金属电极5),然后在钝化层6的表面涂上2μm的正性光刻胶,使用热板在98℃下烘烤1-2分钟对准,然后在紫外线下曝光5-20秒,再烘干后使用四甲基氢氧化铵显影10-30秒,使用热板在98℃下烘烤1-2分钟,放入SiO<sub>2</sub>腐蚀液中腐蚀30-60秒,腐蚀掉未被光刻胶保护的SiO<sub>2</sub>薄膜,放入丙酮中超声5-10分钟,然后在乙醇中超声10分钟,取出后使用去离子水冲洗10分钟,去除表面的光刻胶,形成钝化层的制作,得到Ga<sub>N</sub>基发光二极管。

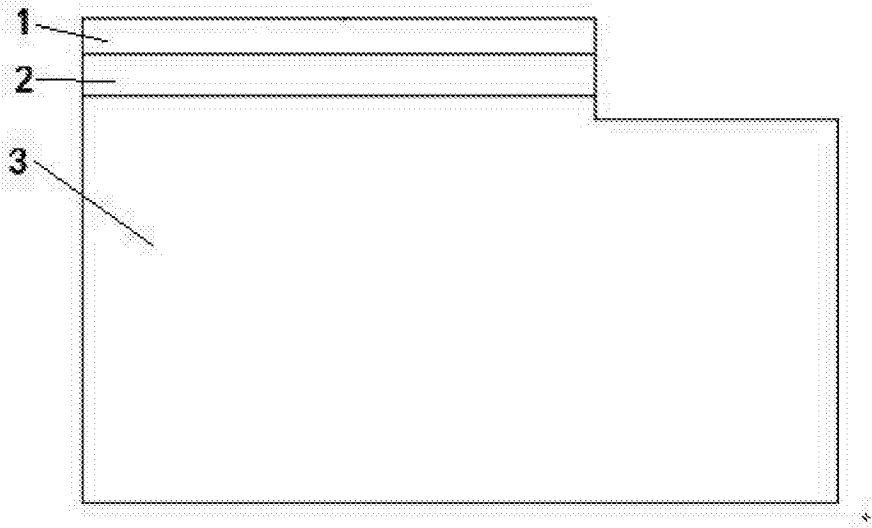


图1

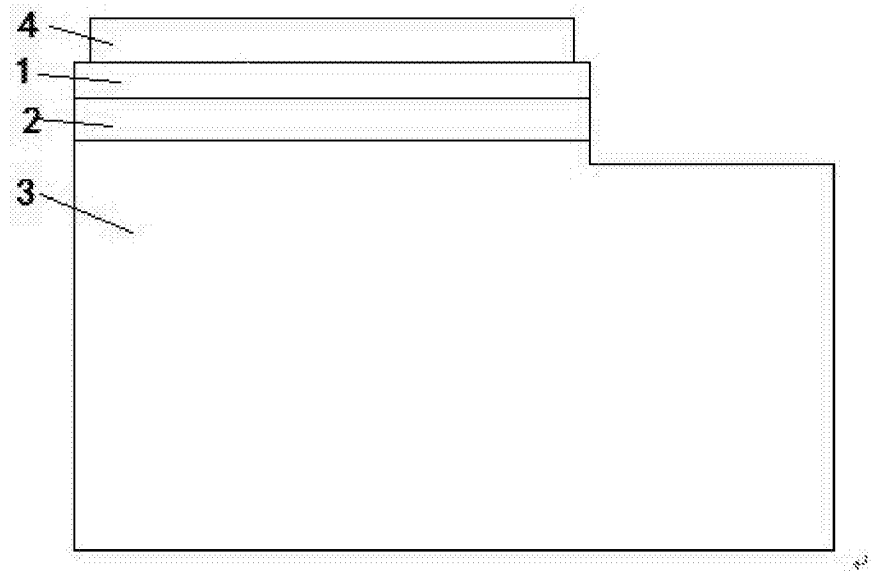


图2

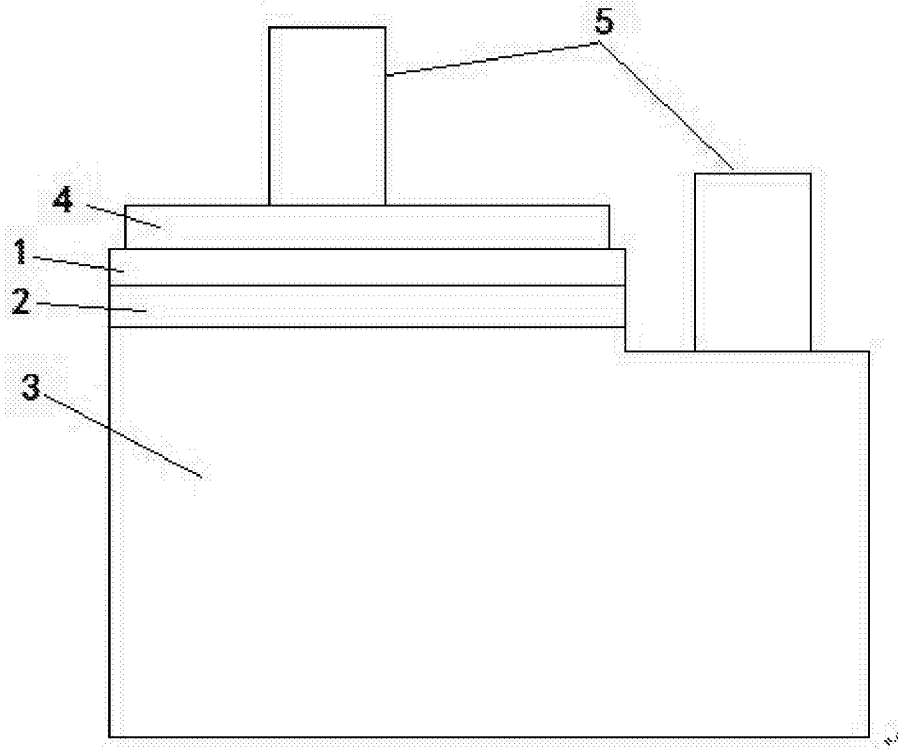


图3

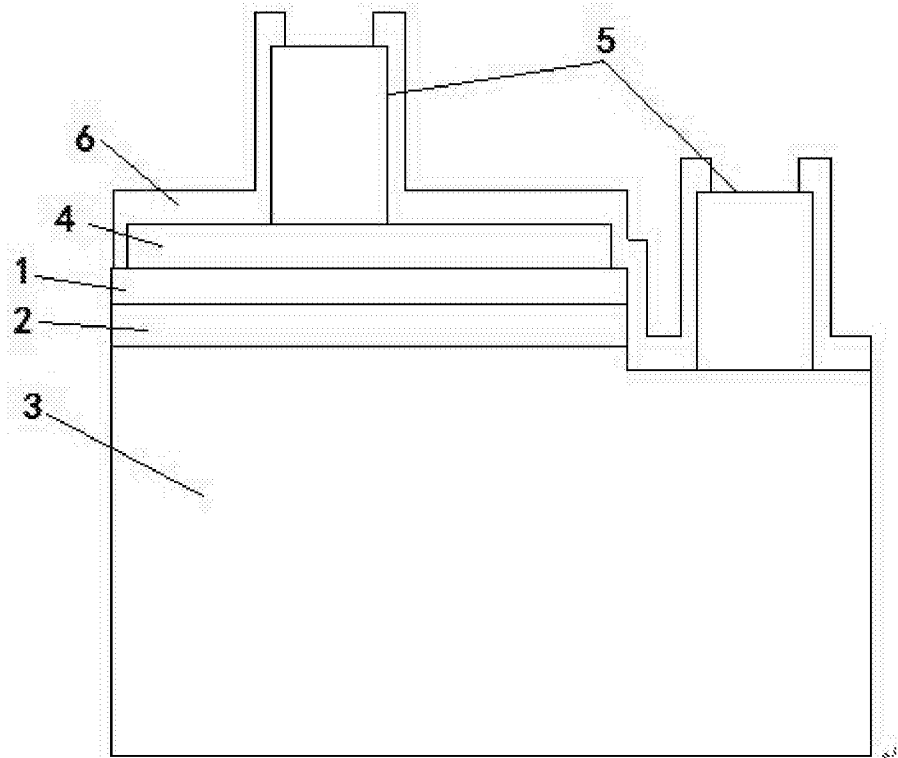


图4