



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104103720 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201410354965. 0

(22) 申请日 2014. 07. 24

(71) 申请人 安徽三安光电有限公司

地址 241000 安徽省芜湖市经济技术开发区  
东梁路 8 号

(72) 发明人 谢翔麟 徐志波 李政鸿 林旣旣  
卓昌正 张家宏

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2010. 01)

H01L 33/10 (2010. 01)

H01L 33/32 (2010. 01)

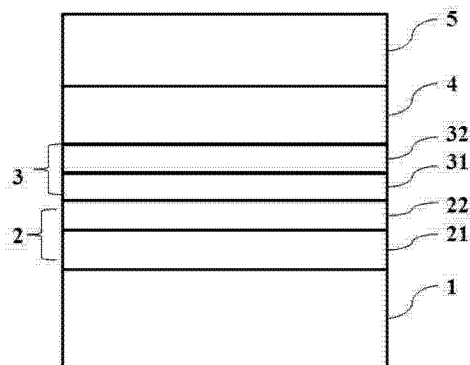
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种氮化物半导体的制备方法

(57) 摘要

本发明提出了一种氮化物半导体的制备方法,通过在PVD法AlN薄膜层与CVD法氮化镓系列层之间沉积一CVD法 $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$ 材料层,利用该材料层可减小AlN薄膜层与氮化镓系列层之间的应力作用,改善发光二极管的整体质量,从而最终改善发光效率。



1. 一种氮化物半导体的制备方法,包括以下步骤:

步骤一:提供一衬底,利用物理气相沉积法(PVD法)在所述衬底上沉积一AlN层,形成第一缓冲层;

步骤二:在所述AlN层上利用化学气相沉积法(CVD)沉积一 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 < x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ )层,形成第二缓冲层;所述第二缓冲层与所述第一缓冲层组合构成底层;

步骤三:在所述底层上利用化学气相沉积法沉积n型氮化镓层、发光层和p型氮化镓层。

2. 根据权利要求1所述的氮化物半导体的制备方法,其特征在于:所述第二步骤与第三步骤沉积方式相同,均为金属有机化学气相沉积(MOCVD)法。

3. 根据权利要求1所述的氮化物半导体的制备方法,其特征在于:所述形成的第一缓冲层的厚度范围为5埃~350埃。

4. 根据权利要求1所述的氮化物半导体的制备方法,其特征在于:所述形成的第二缓冲层的厚度范围为5埃~1500埃。

5. 根据权利要求1所述的氮化物半导体的制备方法,其特征在于:所述第二缓冲层的生长温度范围为400~1150°C。

6. 根据权利要求1所述的氮化物半导体的制备方法,其特征在于:所述步骤三中形成的n型氮化镓层为n型掺杂氮化镓层或无掺杂氮化镓层与n型氮化镓层之组合层。

7. 根据权利要求1所述的氮化物半导体的制备方法,其特征在于:所述形成的底层为无掺杂或掺杂有n型或p型杂质。

8. 根据权利要求7所述的氮化物半导体的制备方法,其特征在于:所述n型杂质为硅或锡。

9. 根据权利要求7所述的氮化物半导体的制备方法,其特征在于:所述p型杂质为锌或镁或钙或钡的其中一种。

10. 根据权利要求7所述的氮化物半导体的制备方法,其特征在于:所述n型或p型杂质的浓度范围为 $10^{17} \sim 10^{20}/\text{cm}^3$ 。

## 一种氮化物半导体的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及发光二极管制备技术领域,特别涉及一种氮化物半导体的制备方法。

### 背景技术

[0002] 物理气相沉积 (Physical Vapor Deposition, PVD) 技术是指在真空条件下,采用物理方法,将材料源——固体或液体表面气化成气态原子、分子或部分电离成离子,并通过低压气体(或等离子体)过程,在基体表面沉积具有某种特殊功能的薄膜的技术。物理气相沉积方法主要包括:真空蒸镀、溅射镀膜、电弧等离子体镀、离子镀膜,及分子束外延等;其不仅可以沉积金属膜、合金膜、还可以沉积化合物、陶瓷、半导体、聚合物膜等;该技术工艺过程简单,对环境污染小,原材料消耗少,且成膜均匀致密,与基板的结合力强。

[0003] 鉴于 PVD 法的以上优势,在发光二极管 (Light-emitting diode, LED) 研究快速发展的情况下,该法也被广泛应用与发光二极管的制备中。美国专利文献 US2013/ 0285065 揭示了利用 PVD 法形成的 AlN 薄膜层表面平整,其粗糙度小于 1nm;晶格质量较优,其 002 半峰宽小于 200;后在此薄膜层上利用化学气相沉积法 (CVD 法)再沉积 n 型层、发光层和 p 型层等氮化物层。而在实际制备中,后续利用化学气相沉积法沉积的晶体层与前述 PVD 法的生长腔室环境差异加大,且材料组成为 GaN 系,其与 AlN 薄膜层的晶格失配较大,因而造成 PVD 法 AlN 薄膜层与 CVD 法氮化物层之间存在较大应力,从而易导致发光二极管质量变差,发光效率降低。

### 发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明提出了一种氮化物半导体的制备方法,通过在 PVD 法 AlN 薄膜层与 CVD 法氮化物层之间沉积一 CVD 法  $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$  材料层,利用该材料层可减小 AlN 薄膜层与氮化物层之间的应力作用,改善发光二极管的整体质量,从而最终改善发光效率。

[0005] 本发明解决上述问题的技术方案为:一种氮化物半导体的制备方法,包括以下步骤:

步骤一:提供一衬底,利用物理气相沉积法 (PVD 法) 在所述衬底上沉积一 AlN 层,形成第一缓冲层;

步骤二:在所述 AlN 层上利用化学气相沉积法 (CVD) 沉积一  $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$  ( $0 < x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ) 层,形成第二缓冲层;所述第二缓冲层与所述第一缓冲层组合构成底层;

步骤三:在所述氮化物底层上利用 CVD 法沉积 n 型氮化镓层、发光层和 p 型氮化镓系层;该 CVD 法形成的  $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$  材料组成的第二缓冲层与所述 AlN 材料组成的第一缓冲层均为含铝材料层,故其材料系数相近,晶格失配较小;且因第二缓冲层的沉积方式与第三步沉积层的沉积方式相同,可优选金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 法,因而可减小步骤一与步骤三之间的材料应力,从而改善底层的晶格层质量,改善整体外延结构质量。

[0006] 优选的,所述形成的第一缓冲层的厚度范围为 5 埃~ 350 埃。

[0007] 优选的,所述形成的第二缓冲层的厚度范围为 5 埃~ 1500 埃。

- [0008] 优选的,所述形成的第二缓冲层的生长温度范围为 400 ~ 1150℃。
- [0009] 优选的,所述步骤三形成的 n 型氮化镓层为 n 型掺杂氮化镓层或无掺杂氮化镓层与 n 型氮化镓层之组合层。
- [0010] 优选的,所述形成的底层为无掺杂或掺杂有 n 型或 p 型杂质。
- [0011] 优选的,所述 n 型杂质为硅或锡的其中一种。
- [0012] 优选的,所述 p 型杂质为锌、镁、钙、钡的其中一种。
- [0013] 优选的,所述 n 型或 p 型杂质的浓度范围为  $10^{17} \sim 10^{20}/\text{cm}^3$ 。
- [0014] 优选的,所述第一缓冲层在 PVD 腔室中沉积形成;所述第二缓冲层在 MOCVD 腔室中沉积形成。
- [0015] 本发明至少具有以下有益效果:本发明方法中,该 MOCVD 法形成的  $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  材料组成的第二缓冲层与所述 AlN 材料组成的第一缓冲层晶格失配小,且其沉积腔室环境与所述第三步骤沉积层生长环境一致,因而可减小步骤一与步骤三之间的材料应力,改善整体外延结构质量。

### 附图说明

- [0016] 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。
- [0017] 图 1~2 为本发明之实施例的发光二极管结构示意图。
- [0018] 图 3 为本发明之一种氮化物半导体的制备方法流程图。
- [0019] 图中:1. 衬底;2. 底层;21. 第一缓冲层;22. 第二缓冲层;3. n 型氮化镓层;31. 无掺杂氮化镓层;32. n 型掺杂氮化镓层;4. 发光层;5. p 型氮化镓系层。

### 具体实施方式

[0020] 下面结合附图和实施例对本发明的具体实施方式进行详细说明。

#### [0021] 实施例 1

请参看附图 1~3,一种氮化物半导体的制备方法,包括以下步骤:

步骤一:提供衬底 1,衬底可为蓝宝石衬底或硅衬底,也可以是图形化衬底,将其置于物理气相沉积腔室中,利用物理气相沉积法(PVD 法)在衬底 1 上沉积厚度为 5 埃~ 350 埃的 AlN 层,形成第一缓冲层 21;

步骤二:将沉积有第一缓冲层 21 的衬底置于化学气相沉积(CVD)腔室中,利用 CVD 法沉积一厚度范围为 5 埃~ 1500 埃  $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 < x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ )层,调节 Al 组分,使其晶格常数介于 AlN 层与氮化镓系列层之间,形成第二缓冲层 22,生长温度范围为 400 ~ 1150℃;第二缓冲层 22 与所述第一缓冲层 21 组合形成底层 2;

步骤三:继续在步骤二的 CVD 腔室中,调节温度、气流等生长参数,在底层 2 上利用 CVD 法沉积 n 型氮化镓层 3、发光层 4 和 p 型氮化镓系层 5。其中, n 型氮化镓层 3 依次为无掺杂氮化镓层 31 和 n 型掺杂氮化镓层 32 组合层;此外 n 型氮化镓层 3 亦可直接为 n 型掺杂氮化镓层 32 (如图 2 所示)。

[0022] 在本实施例中,利用 PVD 法沉积第一缓冲层后,如直接进行步骤三在 CVD 腔室中

沉积 n 型氮化镓层 3、发光层 4 和 p 型氮化物层 5 时,由于 PVD 腔室沉积环境与 CVD 腔室沉积环境差异较大,其沉积的薄膜晶体状态有较大差异,且 AlN 层材料与后续氮化物层材料晶格系数有较大差异,从而易造成底层 2 与后续氮化镓系列层 3 之间存在一定应力,进而影响发光二极管的整体质量和性能。而当插入  $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  材料的第二缓冲层 22 时,因  $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  材料与 AlN 及氮化镓系层之间材料晶格系数差异缩小,晶格匹配度增加,且该层与后续层均在 CVD 腔室中沉积,沉积方式差异较小,因此可减小 n 型氮化镓层 3 及后续层与 AlN 层之间的应力,改善整体晶体质量。

**[0023] 实施例 2**

本实施例与实施例 1 的区别在于:底层 2 中包含的第一缓冲层和第二缓冲层可掺杂有 n 型杂质,优选硅杂质,掺杂浓度为  $10^{17}\sim 10^{20}/\text{cm}^3$  左右。

**[0024] 实施例 3**

本实施例与实施例 1 的区别在于:底层 2 中包含的第一缓冲层和第二缓冲层可掺杂有 p 型杂质,优选镁杂质,掺杂浓度为  $10^{17}\sim 10^{20}/\text{cm}^3$  左右。

**[0025]** 应当理解的是,上述具体实施方案为本发明的优选实施例,本发明的范围不限于该实施例,凡依本发明所做的任何变更,皆属本发明的保护范围之内。

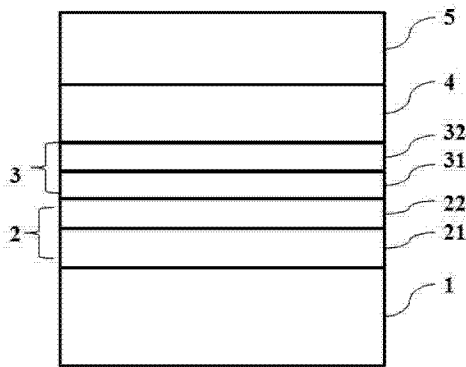


图 1

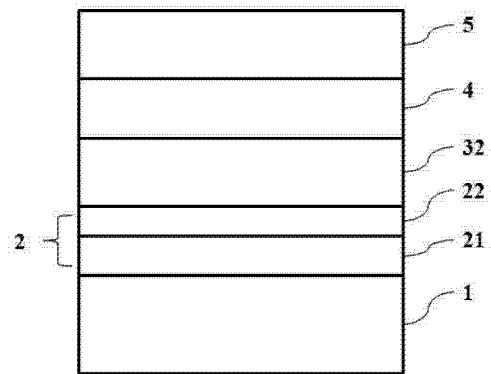


图 2

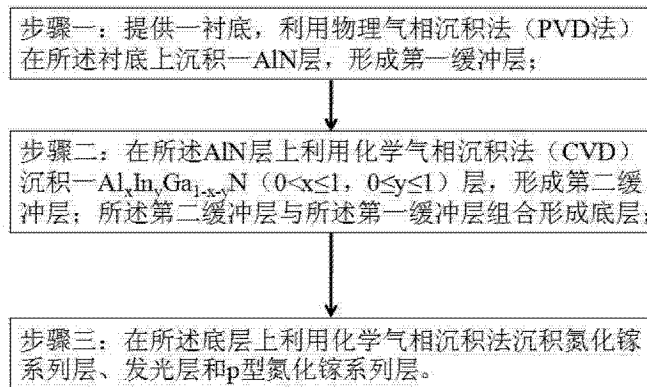


图 3