



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104821352 B

(45)授权公告日 2018.09.25

(21)申请号 201510249514.5

(22)申请日 2015.05.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104821352 A

(43)申请公布日 2015.08.05

(73)专利权人 上海世湖材料科技有限公司
地址 201306 上海市浦东新区临港海洋高新技术产业化基地A0201街坊1110号

(72)发明人 徐丽萍

(51) Int. Cl.
H01L 33/00(2010.01)
H01L 33/06(2010.01)
H01L 33/32(2010.01)
H01L 21/02(2006.01)

(56)对比文件

WO 2004/061909 A1, 2004.07.22,
CN 1553524 A, 2004.12.08,
CN 102280542 A, 2011.12.14,
CN 204696142 U, 2015.10.07,

审查员 潘好帅

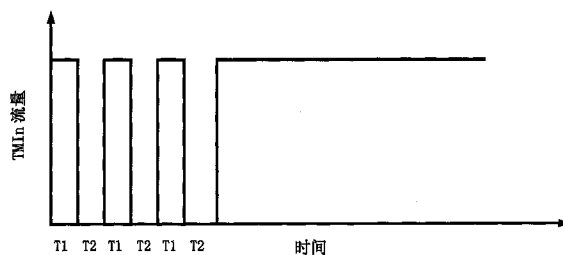
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54)发明名称

一种InGaN/GaN量子阱界面中断生长结构及方法

(57)摘要

本发明提出一种InGaN/GaN量子阱界面中断生长外延结构,所述外延结构依次包括蓝宝石衬底、低温Ga_{0.9}N成核层、非故意掺杂高温Ga_{0.9}N层、n型Ga_{0.9}N层、InGaN/GaN多量子阱层、p型AlGa_{0.9}N层和p型Ga_{0.9}N层,所述外延结构的特征在于,所述多量子阱层中InGaN层依次包括In_{0.1}N层和InGa_{0.9}N层,所述In_{0.1}N层是在InGa_{0.9}N量子阱初期周期性地通入/停止TMIn进入反应室生长而成。所述外延结构有效提高InGa_{0.9}N量子阱初期In组分,使得InGa_{0.9}N量子阱中In组分更加均匀,界面更加陡峭,从而提高LED波长均匀性和发光效率。



1. 一种InGaN/GaN量子阱界面中断结构的生长方法,具体实施步骤如下:

在蓝宝石衬底上生长低温Ga₂O₃成核层、非故意掺杂高温Ga₂O₃层和n型Ga₂O₃层;在所述n型Ga₂O₃层上采用InGaN/GaN界面中断生长技术生长多量子阱层,步骤如下:(1)在蓝宝石衬底上生长低温Ga₂O₃成核层、非故意掺杂高温Ga₂O₃层和n型Ga₂O₃层;(2)在所述n型Ga₂O₃层上采用InGaN/GaN界面中断生长技术生长多量子阱层,步骤如下:①调整反应室气氛为完全N₂气氛,生长压力为200~600mbar,N₂流量为42slm,根据目标波长调整反应室温度至745℃,NH₃流量为30slm;保持NH₃流量不变,准备生长InGaN/GaN多量子阱;在InGaN量子阱生长初期的30s内,保持TMIn的流量为正常生长量子阱的流量1200sccm,周期性地通入/停止TMIn进入反应室,周期数为5;通入TMIn进入反应室时间T₁为2s,停止通入TMIn进入反应室时间T₂为3s,此时TMIn进入Vent管路,不进入反应室,如此循环6个周期;②完成上述周期性生长后,开始通入正常流量的TMIn和TEGa同时进入反应室生长InGaN,阱磊厚度和为5-20nm,直至InGaN量子阱生长完成;③反复进行步骤①和②,周期数为12,完成InGaN/GaN多量子阱的生长;(3)在步骤(2)所述多量子阱层上依次生长p型AlGa₂O₃层和p型Ga₂O₃层,完成整个LED的生长。

一种InGaN/GaN量子阱界面中断生长结构及方法

技术领域

[0001] 本发明属于半导体技术领域,具体涉及一种InGaN/GaN量子阱界面中断生长结构及方法。

背景技术

[0002] 相比于其它传统光源,高性能GaN基LED具有光电转换效率高、寿命长、损耗低、无污染等显著优势,目前已经普遍应用于通用照明、交通信号指示、显示屏和背光源等领域。随着大规模生产的不断进步,GaN基LED在提高发光效率和降低成本方面取得了飞速发展,尤其在照明领域,GaN基LED的渗透率稳步提高。对GaN基LED的外延生产来讲,提高InGaN/GaN量子阱界面陡峭性和量子阱中In组分均匀性是提高LED发光效率和波长均匀性的关键,对提高LED发光效率和生产良率以及降低生产成本具有非常重要意义。

[0003] 研究表明,在InGaN量子阱中In组分并不是恒定不变的,而是随着量子阱厚度的变化而变化。由于In原子的引入导致InGaN/GaN界面处应变能增加,这种应变能会排斥In原子的引入,这种现象被称为pulling effect。在InGaN量子阱生长初期,In原子引入效率较低,随着InGaN厚度增加,In原子引入效率逐渐增加,直至达到饱和。在量子阱生长初期In组分明显低导致In组分在InGaN量子阱中分布不均匀,使得LED波长均匀性差,InGaN/GaN界面不陡峭,LED发光效率低。由于InGaN量子阱的厚度只有约3nm,因此如何提高InGaN量子阱生长初期In组分是关键。为改善LED波长均匀性,中国发明专利(CN 101872719 A)提出一种改善InGaN量子阱In组分均匀性的外延生长方法,在InGaN量子阱生长初期,通过直接增加In在反应室中气相分压,以期达到增加量子阱生长初期In组分的目的。由于In组分由温度、In气相分压、扩散时间决定,在温度不变的情况下,In组分由In气相分压和扩散时间共同决定。因此,该方法只考虑了In气相分压,没有考虑扩散时间对In组分均匀性的影响。

发明内容

[0004] 本发明针对现有InGaN量子阱In组分不均匀问题,提供一种InGaN/GaN量子阱界面中断生长结构及方法,目的是改善InGaN量子阱In组分均匀性和InGaN/GaN界面陡峭性。该方法在InGaN量子阱生长初期采用界面中断生长技术,在增加In气相分压的同时,增加In扩散时间,更加有效地提高InGaN量子阱生长初期In组分,使得InGaN量子阱In组分更加均匀,InGaN/GaN界面更加陡峭,从而提高LED波长均匀性和量子阱发光效率。该方法无需进行流量调整,简单实用,可操作性强。

[0005] 具体实现步骤如下:

[0006] (1) 在蓝宝石衬底上生长低温GaN成核层、非故意掺杂高温GaN层和n型GaN层。

[0007] (2) 在所述n型GaN层上采用InGaN/GaN界面中断生长技术生长多量子阱层,步骤如下:①在InGaN量子阱生长初期的20-30s内,在TMIn流量保持不变的情况下,周期性地通入/停止TMIn进入反应室,周期数为1-10。通入TMIn进入反应室时间为T1,停止通入TMIn进入反应室时间为T2,此时TMIn进入Vent管路,不进入反应室,如此循环1-10个周期。在TMIn流量

不变的情况下,通过改变T1调整量子阱生长初期In组分。延长通入TMIn进入反应室时间T1可以增加量子阱生长初期In组分,使量子阱生长初期In组分与量子阱生长后期In组分相等,InGaN/GaN量子阱界面更加陡峭,In组分随量子阱厚度的增加分布更加均匀。停止通入TMIn进入反应室T2时,增加In在衬底表面扩散时间不仅可以增加In引入效率,而且使得In组分在整个衬底表面分布更加均匀,提高片内波长均匀性。②完成上述周期性生长后,开始通入正常流量的TMIn和TEGa进入反应室生长InGaN,直至InGaN量子阱生长完成。③反复进行步骤①和②,周期数为3-20,完成InGaN/GaN多量子阱的生长。

[0008] (3) 在步骤(2)所述多量子阱层上依次生长p型AlGaIn层和p型GaIn层,完成整个LED的生长。

附图说明

[0009] 图1是本发明所述InGaN/GaN量子阱界面中断生长技术示意图。

具体实施方式

[0010] 结合图1,本发明提供一种InGaN/GaN量子阱界面中断生长结构及方法,目的是改善InGaN量子阱In组分均匀性和InGaN/GaN界面陡峭性。具体实施步骤如下:

[0011] (1) 在蓝宝石衬底上550℃生长低温GaIn成核层、非故意掺杂高温GaIn层和n型GaIn层,高温生长温度为1050~1100℃。

[0012] (2) 在所述n型GaIn层上采用InGaN/GaN界面中断生长技术生长多量子阱层,步骤如下:①调整反应室气氛为完全N₂气氛,生长压力为200~600mbar,N₂流量为42s1m,根据目标波长调整反应室温度至745℃,NH₃流量为30s1m。保持NH₃流量不变,准备生长InGaN/GaN多量子阱。在InGaN量子阱生长初期的30s内,保持TMIn的流量为正常生长量子阱的流量1200sccm,周期性地通入/停止TMIn进入反应室,周期数为5。通入TMIn进入反应室时间T1为2s,停止通入TMIn进入反应室时间T2为3s,此时TMIn进入Vent管路,不进入反应室,如此循环6个周期。②完成上述周期性生长后,开始通入正常流量的TMIn和TEGa同时进入反应室生长InGaN,阱层厚度和为5-20nm,直至InGaN量子阱生长完成。③反复进行步骤①和②,周期数为12,完成InGaN/GaN多量子阱的生长。

[0013] (3) 在步骤(2)所述多量子阱层上依次生长p型AlGaIn层和p型GaIn层,完成整个LED的生长。

[0014] 以上实例仅用于说明而非限制本发明技术方案。任何不脱离本发明范围的技术方案,均应涵盖在本发明专利保护范围之内。

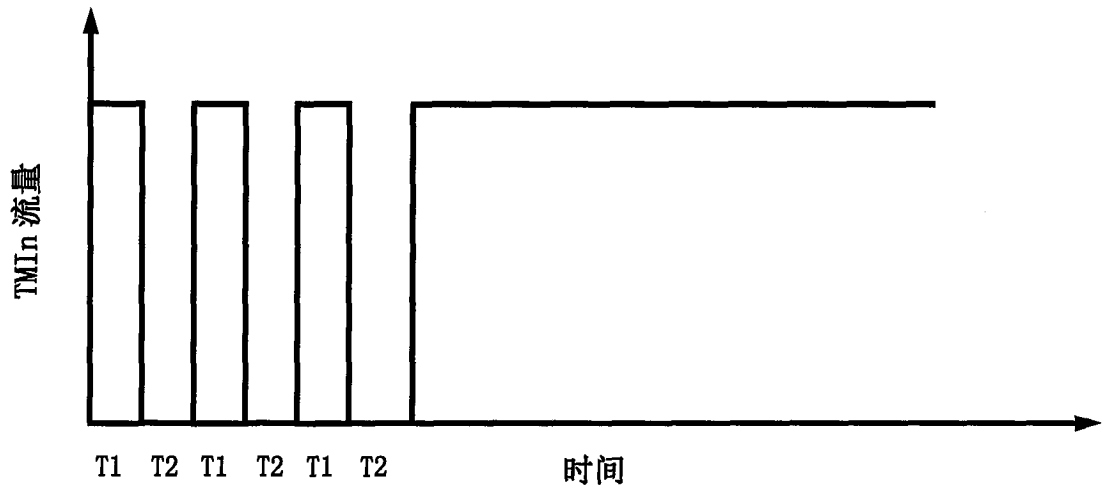


图1本发明所述InN层生长示意图