



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102738337 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 04

(21) 申请号 201110087736. 3

CN 101452980 A, 2009. 06. 10,

(22) 申请日 2011. 04. 08

CN 101853909 A, 2010. 10. 06,

CN 101208810 A, 2008. 06. 25,

(73) 专利权人 展晶科技(深圳)有限公司

审查员 张卉

地址 518109 广东省深圳市宝安区龙华街道  
办油松第十工业区东环二路二号

专利权人 荣创能源科技股份有限公司

(72) 发明人 黄嘉宏 涂博闵 黄世晟 杨顺贵

(74) 专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代  
理有限公司 44334

代理人 谢志为

(51) Int. Cl.

H01L 33/22(2010. 01)

H01L 33/06(2010. 01)

H01L 33/00(2010. 01)

(56) 对比文件

CN 101346827 A, 2009. 01. 14,

JP 特开 2005-72092 A, 2005. 03. 17,

US 2009/0008624 A1, 2009. 01. 08,

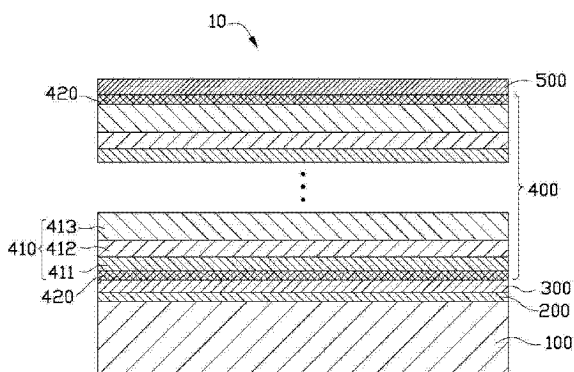
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

发光二极管及其制造方法

(57) 摘要

一种发光二极管,其包括衬底、依次生长在衬底上的 n 型半导体层、有源层以及 p 型半导体层。所述有源层包括至少一量子阱层及夹设该量子阱层的阻障层。所述量子阱层包括 InN 层以及成长在该 InN 层上的 InGaN 层。其中,在成长 InN 层之后与生长 InGaN 层之前,通入氢气或者氨气并加热反应,使 InN 层表面凹凸不平。从而在 InN 层上成长 InGaN 层中的 In 原子会不均匀的聚集与分布,部分区域达到高 In 含量,从而能够提高发光亮度。本发明还提供一种发光二极管的制造方法。



1. 一种发光二极管,其包括衬底、依次生长在衬底上的 n 型半导体层、有源层以及 p 型半导体层,其特征在于:所述有源层包括至少一量子阱层及夹设该量子阱层的阻障层,所述量子阱层包括 InN 层以及成长在该 InN 层上的 InGaN 层,其中,在成长 InN 层之后与生长 InGaN 层之前,通入氢气或者氨气并加热反应,使 InN 层表面凹凸不平。

2. 如权利要求 1 所述的发光二极管,其特征在于:所述衬底上还生长有一层缓冲层,所述 n 型半导体层生长在该缓冲层上。

3. 如权利要求 1 所述的发光二极管,其特征在于:所述量子阱层还包括一形成在 InN 层上的保护层,用于保护 InN 层与氢气或者氨气反应之后的表面。

4. 一种发光二极管制造方法,其包括以下几个步骤:

步骤 1,提供一衬底,在该衬底上成长 n 型半导体层;

步骤 2,在 n 型半导体层上成长一层阻障层;

步骤 3,接着成长一 InN 层,在成长 InN 层后,通入氢气或者氨气并加热反应,使 InN 层表面凹凸不平;

步骤 4,在 InN 层上成长一 InGaN 层;

步骤 5,重复上述步骤 3 和步骤 4,形成多组量子阱层;

步骤 6,在该多组量子阱层上成长阻障层,接着在该阻障层上成长 p 型半导体层。

5. 如权利要求 4 所述的发光二极管制造方法,其特征在于:在步骤 1 中,所述衬底上还生长有一层缓冲层,所述 n 型半导体层生长在该缓冲层上。

6. 如权利要求 4 所述的发光二极管制造方法,其特征在于:步骤 4 中,在 InN 层上还成长一保护层,InGaN 层生长在该保护层上。

7. 一种发光二极管制造方法,其包括以下几个步骤:

步骤 1,提供一衬底,在该衬底上成长 n 型半导体层;

步骤 2,在 n 型半导体层上成长一层阻障层;

步骤 3,接着成长一 InN 层,在成长 InN 层后,通入氢气或者氨气并加热反应,使 InN 层表面凹凸不平;

步骤 4,在 InN 层上成长一 InGaN 层;

步骤 5,在 InGaN 层上成长阻障层,接着在该阻障层上成长 p 型半导体层。

8. 如权利要求 7 所述的发光二极管制造方法,其特征在于:在步骤 1 中,所述衬底上还生长有一层缓冲层,所述 n 型半导体层生长在该缓冲层上。

9. 如权利要求 7 所述的发光二极管制造方法,其特征在于:步骤 4 中,在 InN 层上还成长一保护层,InGaN 层生长在该保护层上。

## 发光二极管及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种发光二极管及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 发光二极管是一种节能、环保、长寿命的固体光源,因此近十几年来对发光二极管技术的研究一直非常活跃,发光二极管也有渐渐取代日光灯、白炽灯等传统光源的趋势。对于发光二极管来说,器件的发光亮度是一个非常关键的指标,因此如何提高发光二极管的发光亮度成为业内人士一直努力研究的方向。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,有必要提供一种能够提高发光亮度的发光二极管及其制造方法。

[0004] 一种发光二极管,其包括衬底、依次生长在衬底上的 n 型半导体层、有源层以及 p 型半导体层。所述有源层包括至少一量子阱层及夹设该量子阱层的阻障层。所述量子阱层包括 InN 层以及成长在该 InN 层上的 InGaN 层。其中,在成长 InN 层之后与生长 InGaN 层之前,通入氢气或者氨气并加热反应,使 InN 层表面凹凸不平。

[0005] 一种发光二极管制造方法,其包括以下几个步骤:

[0006] 步骤 1,提供一衬底,在该衬底上成长 n 型半导体层;

[0007] 步骤 2,在 n 型半导体层上成长一层阻障层;

[0008] 步骤 3,接着成长一 InN 层,在成长 InN 层后,通入氢气或者氨气并加热反应,使 InN 层表面凹凸不平;

[0009] 步骤 4,在 InN 层上成长一 InGaN 层;

[0010] 步骤 5,重复上述步骤 3 和步骤 4,形成多组量子阱层;

[0011] 步骤 6,在该多组量子阱层上成长阻障层,接着在该阻障层上成长 p 型半导体层。

[0012] 一种发光二极管制造方法,其包括以下几个步骤:

[0013] 步骤 1,提供一衬底,在该衬底上成长 n 型半导体层;

[0014] 步骤 2,在 n 型半导体层上成长一层阻障层;

[0015] 步骤 3,接着成长一 InN 层,在成长 InN 层后,通入氢气或者氨气并加热反应,使 InN 层表面凹凸不平;

[0016] 步骤 4,在 InN 层上成长一 InGaN 层;

[0017] 步骤 5,在 InGaN 层上成长阻障层,接着在该阻障层上成长 p 型半导体层。

[0018] 上述的发光二极管及其制造方法在制作量子阱层时,成长 InN 层后,通入氢气或者氨气与 InN 层反应,使 InN 层表面变得凹凸不平,然后再在 InN 层上成长 InGaN 层,使 InGaN 层中的 In 原子不均匀的聚集与分布,部分区域达到高 In 含量,从而能够提高发光亮度。

### 附图说明

- [0019] 图 1 为本发明实施方式中的发光二极管结构示意图。
- [0020] 图 2 为图 1 中所示的发光二极管的 InGaN 层的微观 In 原子分布示意图。
- [0021] 图 3 为本发明实施方式中的发光二极管制造方法流程图。
- [0022] 主要元件符号说明
- |        |         |     |
|--------|---------|-----|
| [0023] | 发光二极管   | 10  |
| [0024] | 衬底      | 100 |
| [0025] | 缓冲层     | 200 |
| [0026] | n 型半导体层 | 300 |
| [0027] | 有源层     | 400 |
| [0028] | p 型半导体层 | 500 |
| [0029] | 量子阱层    | 410 |
| [0030] | 阻障层     | 420 |
| [0031] | InN 层   | 411 |
| [0032] | 保护层     | 412 |
| [0033] | InGaN 层 | 413 |
- [0034] 如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本发明。

### 具体实施方式

- [0035] 下面将结合附图,对本发明作进一步的详细说明。
- [0036] 请参阅图 1,本发明一较佳实施方式提供的一种发光二极管 10 包括衬底 100、生长在该衬底 100 上的缓冲层 200、生长在该缓冲层 200 上的 n 型半导体层 300、生长在该 n 型半导体层 300 上的有源层 400 以及生长在该有源层 400 上的 p 型半导体层 500。
- [0037] 所述衬底 100 通常为蓝宝石 (Sapphire)、碳化硅 (SiC)、硅 (Si)、砷化镓 (GaAs)、偏铝酸锂 (LiAlO<sub>2</sub>)、氧化镁 (MgO)、氧化锌 (ZnO)、氮化镓 (GaN)、氮化铝 (AlN)、或氮化铟 (InN) 等,本实施例中,该衬底 100 为蓝宝石基板。
- [0038] 所述有源层 400 包括多组量子阱层 410 以及夹设多组量子阱层 410 的阻障层 420。每一量子阱层 410 包括 InN 层 411、形成在该 InN 层 411 上的保护层 412 以及形成在该保护层 412 上的 InGaN 层 413。所述阻障层 420 以及保护层 412 为 GaN。所述量子阱层 410 的数量可以为 2 ~ 20 组。当然,能够想到的是,有源层 400 也可以只包括一组量子阱层 410。
- [0039] 制作量子阱层 410 的过程中,在成长 InN 层 411 之后,通入大量的氢气或者氨气并加热,然后控制通入气体的时间以及加热温度,InN 层 411 会与通入的氢气或者氨气进行反应,使 InN 层 411 表面凹凸不平。从微观而言,通入的氢气或者氨气会使 InN 层 411 上磊晶品质较差的 InN 被破坏键解,从而使 InN 层 411 表面变的不平整。通入时间以及加热温度主要取决于 InN 层 411 的厚度,例如,在本实施方式中,InN 层 411 的厚度为 0.002 微米,此时通入气体的时间大致为 12 秒,加热温度为 550 度,当加热温度越高时,所需要的时间越短。
- [0040] 当 InN 层 411 通入氢气或者氨气反应完成之后,在 InN 层 411 上生长一保护层 412。该保护层 412 为 GaN 层,用于保护 InN 层 411 反应之后的表面形貌,防止后续的升温破坏 InN 层 411 的表面。
- [0041] 请一并参阅图 2,在保护层 412 上生长 InGaN 层 413,由于 InGaN 层 413 的晶格常

数与 InN 层 411 的晶格常数接近, InGaN 层 413 中的 In 原子分布会受到反应完成后的 InN 层 411 中的 In 原子分布的影响, InGaN 层 413 会优先在 InN 层 411 上被破坏的表面位置处进行生长, 从而使得 InGaN 层 413 中的 In 原子分配不均匀, 产生聚集。由于量子阱发光层中的 In 原子不均匀的聚集与分布, 部分区域 In 原子聚集达到高含量 In, 从而能够提高发光二极管 10 的发光亮度。

[0042] 请参阅图 3, 本发明实施方式提供的一种发光二极管制造方法包括以下几个步骤:

[0043] 步骤一, 提供一蓝宝石衬底 100, 在该蓝宝石衬底 100 上依次成长缓冲层 200 以及 n 型半导体层 300。

[0044] 步骤二, 在 n 型半导体层 300 上成长一层阻障层 420。在本实施方式中, 所述阻障层 420 为 GaN 层。

[0045] 步骤三, 接着成长一 InN 层 411, 在成长 InN 层 411 后, 通入氢气或者氨气并加热, 使 InN 层 411 与氢气或者氨气反应, 使 InN 层 411 表面凹凸不平。从微观而言, 通入的氢气或者氨气会使 InN 层 411 上磊晶品质较差的 InN 被破坏键解, 从而使 InN 层 411 的表面变的不平整。通入时间以及加热温度主要取决于 InN 层 411 的厚度, 例如, 在本实施方式中, InN 层 411 的厚度为 0.002 微米, 此时通入气体的时间大致为 12 秒, 加热温度为 550 度, 当加热温度越高时, 所需要的时间越短。

[0046] 步骤四, 在 InN 层 411 上成长一保护层 412, 接着再成长一 InGaN 层 413。由于 InGaN 层 413 的晶格常数与 InN 层 411 的晶格常数接近, 所述 InGaN 层 413 会优先在 InN 层 411 上被破坏的表面位置处进行生长, 从而使得 InGaN 层 413 中的 In 原子分配不均匀, 产生聚集。由于量子阱发光层中的 In 原子不均匀的聚集与分布, 部分区域 In 原子聚集达到高含量 In。在本实施方式中, 保护层 412 为 GaN。

[0047] 步骤五, 重复上述步骤三和步骤四, 形成多组量子阱层 410。当然, 能够想到的是, 也可以省略此步骤, 只形成一组量子阱层 410。

[0048] 步骤六, 在该多组量子阱层 410 上成长阻障层 420, 接着在该阻障层 420 上成长 p 型半导体层 500, 此时该发光二极管 10 制造完成。

[0049] 相较于现有技术, 本发明的发光二极管及其制造方法在制作量子阱层时, 成长 InN 层后, 通入氢气或者氨气与 InN 层反应, 使 InN 层表面变得凹凸不平, 然后再在 InN 层上成长 InGaN 层, 使 InGaN 层中的 In 原子不均匀的聚集与分布, 部分区域达到高 In 含量, 从而能够提高发光亮度。

[0050] 可以理解的是, 对于本领域的普通技术人员来说, 可以根据本发明的技术构思做出其它各种像应的改变与变形, 而所有这些改变与变形都应属于本发明权利要求的保护范围。

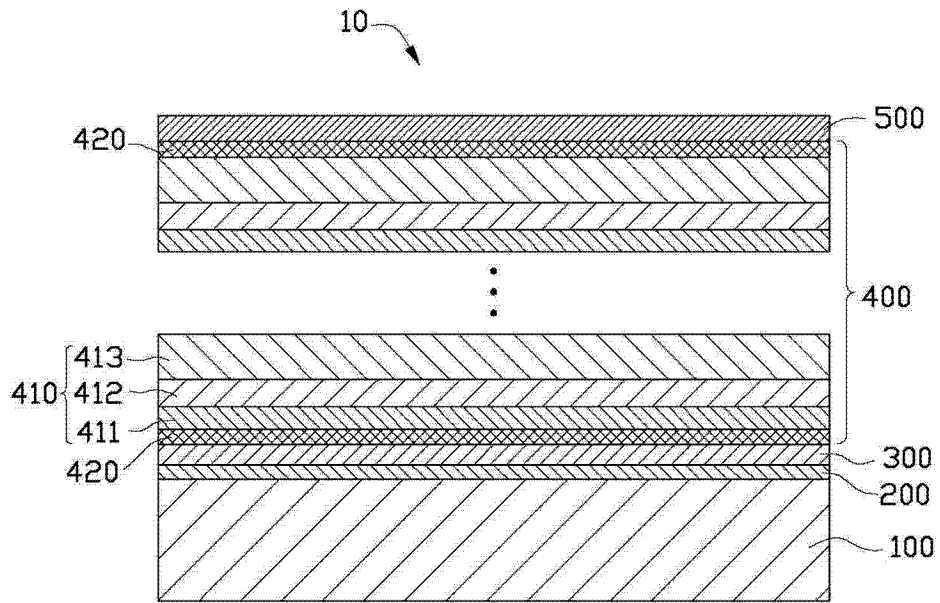


图 1

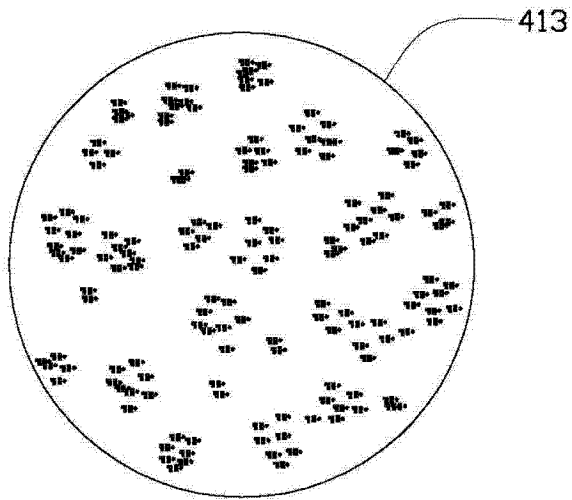


图 2

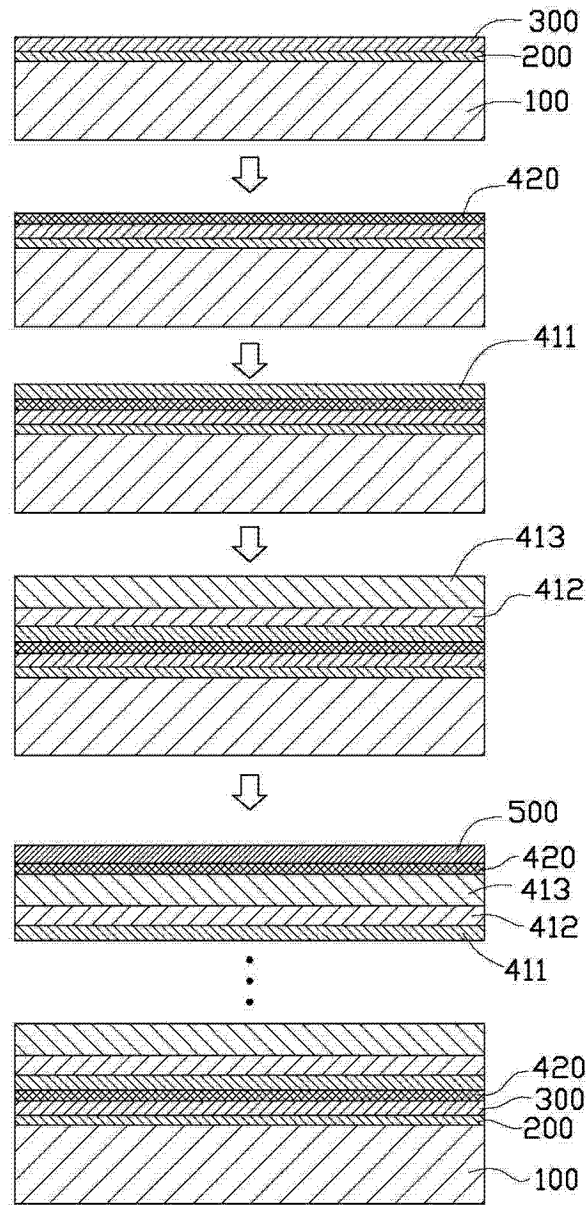


图 3