



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102856446 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201110349563. 8

US 2004/0150865 A1, 2004. 08. 05, 全文.

(22) 申请日 2011. 11. 08

审查员 周洁

(30) 优先权数据

100122659 2011. 06. 28 TW

(73) 专利权人 兆鑫光电科技股份有限公司

地址 中国台湾台南市

(72) 发明人 罗信明 许世昌

(74) 专利代理机构 北京泰吉知识产权代理有限公司 11355

代理人 张雅军 顾以中

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2010. 01)

(56) 对比文件

CN 101373714 A, 2009. 02. 25, 全文.

CN 101624208 A, 2010. 01. 13, 全文.

US 2011/0024880 A1, 2011. 02. 03, 全文.

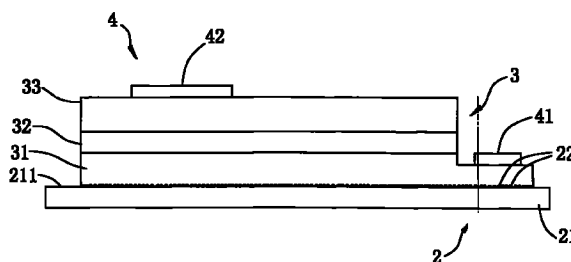
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

具有纳米结构的磊晶基板及发光二极管的制作方法

(57) 摘要

一种具有纳米结构的磊晶基板制作方法, 包含一阻挡层形成步骤, 于该磊晶基板的表面形成一由多个氧化锌纳米颗粒构成的阻挡层, 一蚀刻步骤, 以该阻挡层为蚀刻屏蔽, 利用干式蚀刻方式蚀刻该磊晶基板未被该阻挡层遮蔽的表面, 于该磊晶基板形成具有与该阻挡层的氧化锌纳米颗粒所形成的图案对应的纳米结构, 及一移除步骤, 将该阻挡层自该磊晶基板表面移除, 即可完成该具有纳米结构的磊晶基板制作。此外, 本发明还提供一种发光二极管制作方法。



1. 一种具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其特征在于:该制作方法包含一个阻挡层形成步骤,一个蚀刻步骤,及一个移除步骤,该阻挡层形成步骤包括一个第一次步骤,将一个磊晶基板浸入一个具有锌氨错离子的第一溶液,一个第二次步骤,将该磊晶基板自该第一溶液取出,并再将其浸入温度不高于 35℃ 的水中,令该锌氨错离子水解析出的氢氧化锌沉积于该磊晶基板的表面,及一个第三次步骤,将该表面形成氢氧化锌的磊晶基板浸入一个含有水,且温度不小于 80℃ 的第二溶液中,令该氢氧化锌脱水,而于该磊晶基板的上表面形成一个由多个氧化锌纳米颗粒构成的阻挡层;该蚀刻步骤是以该阻挡层为蚀刻屏蔽,利用干式蚀刻方式蚀刻该磊晶基板未被该阻挡层遮蔽的区域,于该磊晶基板形成具有与该阻挡层的氧化锌纳米颗粒所形成的图案对应的纳米结构;该移除步骤则是将该阻挡层自该磊晶基板表面移除,即可制作完成该具有纳米结构的磊晶基板。

2. 根据权利要求 1 所述的具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其特征在于:该第一溶液的 pH 值不大于 10,且锌氨错离子的浓度不小于 0.1M。

3. 根据权利要求 1 所述的具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其特征在于:该第一溶液的锌氨错离子浓度介于 0.1 ~ 0.2M。

4. 根据权利要求 1 所述的具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其特征在于:该第二溶液还具有乙二醇,且乙二醇和水的体积比介于 1:1 ~ 1:4。

5. 根据权利要求 1 所述的具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其特征在于:该第二溶液的温度不小于 90℃。

6. 根据权利要求 1 所述的具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其特征在于:该磊晶基板具有一个以氧化铝、碳化硅、硅或氮化铝为构成材料的基材,及一个形成于该基材表面,以氧化硅、氮氧化硅、氮化硅或氟化镁为构成材料的蚀刻层,该阻挡层是形成于该蚀刻层上,该蚀刻步骤是蚀刻该蚀刻层未被该阻挡层遮蔽的区域,令该蚀刻层形成与该阻挡层的图案对应的纳米结构。

7. 根据权利要求 1 所述的具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其特征在于:所述氧化锌纳米颗粒的平均粒径介于 100 ~ 500nm,且所述氧化锌纳米颗粒之间的平均间隙介于 100 ~ 500nm。

8. 一种发光二极管的制作方法,其特征在于:该制作方法包含:

(a) 准备一个具有纳米结构的磊晶基板,该磊晶基板是经由一个阻挡层形成步骤、一个蚀刻步骤,及一个移除步骤而制得,该阻挡层形成步骤是将一个磊晶基板浸入一个具有锌氨错离子的第一溶液,接着将该磊晶基板自该第一溶液取出,并再将其浸入温度不高于 35℃ 的水中,令经由该锌氨错离子水解析出的氢氧化锌沉积于该磊晶基板的表面,接着将该表面形成氢氧化锌的磊晶基板浸入一个含有水,且温度不小于 80℃ 的第二溶液中,令该氢氧化锌脱水,而于该磊晶基板的上表面形成一个由多个氧化锌纳米颗粒构成的阻挡层,该蚀刻步骤是以该阻挡层为蚀刻屏蔽,以干式蚀刻方式蚀刻该磊晶基板未被该阻挡层遮蔽的区域,于该磊晶基板形成具有与该阻挡层的氧化锌纳米颗粒所形成的图案对应的纳米结构,该移除步骤是将该阻挡层自该磊晶基板表面移除,即可得到该具有纳米结构的磊晶基板;

(b) 于该磊晶基板具有纳米结构的表面磊晶形成一个于接收电能时可发光的半导体发光单元;

(c) 形成一个可配合提供电能至该半导体发光单元的电极单元,即可完成该发光二极管的制作。

9. 根据权利要求 8 所述的发光二极管的制作方法,其特征在于:该第一溶液的 pH 值不大于 10,且锌氨错离子的浓度不小于 0.1M。

10. 根据权利要求 9 所述的发光二极管的制作方法,其特征在于:该第一溶液的锌氨错离子浓度介于 0.1 ~ 0.2M。

11. 根据权利要求 8 所述的发光二极管的制作方法,其特征在于:该第二溶液还具有乙二醇,且乙二醇和水的体积比介于 1:1 ~ 1:4。

12. 根据权利要求 8 所述的发光二极管的制作方法,其特征在于:该第二溶液的温度不小于 90℃。

13. 根据权利要求 8 所述的发光二极管的制作方法,其特征在于:该磊晶基板具有一个以氧化铝、碳化硅、硅,或氮化铝为构成材料的基材,及一个形成于该基材表面,以氧化硅、氮氧化硅、氮化硅、或氟化镁为构成材料的蚀刻层,该阻挡层是形成于该蚀刻层上,该蚀刻步骤是蚀刻该蚀刻层未被该阻挡层遮蔽的区域,并令该蚀刻层形成与该阻挡层的图案对应的纳米结构。

14. 根据权利要求 8 所述的发光二极管的制作方法,其特征在于:所述氧化锌纳米颗粒的平均粒径介于 100 ~ 500nm,且所述氧化锌纳米颗粒之间的平均间隙介于 100 ~ 500nm。

具有纳米结构的磊晶基板及发光二极管的制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种磊晶基板及发光二极管的制作方法,特别是涉及一种具有纳米结构的磊晶基板及含有该磊晶基板的发光二极管的制作方法。

背景技术

[0002] 参阅图 1,现有发光二极管(以下简称 LED)结构具有一磊晶基板 11、一形成于该磊晶基板 11 的发光单元 12,及一可配合提供电能至该发光单元 12 的电极单元 13,当外界经由该电极单元 13 配合提供电能至该发光单元 12 时,该发光单元 12 则会向外发光。

[0003] 以近年来深获重视的 III 族氮化物(III-Nitride)LED,例如 GaN LED 为例说明,该发光单元 12 是将 GaN 以磊晶(Epitaxial)方式成长在以蓝宝石构成的磊晶基板 11 上而制得;但是因为 GaN 与该蓝宝石磊晶基板 11 之间的晶格常数(Lattice Constant)及热膨胀系数(Coefficient of Thermo Expansion;CTE)差异性极大,所以,该发光单元 12 于磊晶过程会产生高密度线差排(Thread Dislocation),而此种高密度线差排则会限制该发光单元 12 的发光效率;此外,由于该发光单元 12 是由具有高折射系数(High Refractive Index)的半导体材料所构成(GaN,折射率为 2.5),因此,自该发光单元 12 发出的光在到达该发光单元 12 与周围空气(空气折射率为 1)的界面时,容易产生内全反射(Total Internal Reflection),使得光会被局限(Trapped)于该发光单元 12 中,而令该 LED 的光取出率(Light Extraction Efficiency)降低,进而降低其发光效率。

[0004] 因此,为了降低蓝宝石基板与氮化镓晶格的错位密度,达到增加辐射结合,提升内部量子效率,并降低光线因被局限于该发光单元 12 中,所造成的光取出率(即外部量子效率)不佳的问题,「图案化磊晶基板」,已是近年来解决前述问题的常用技术手段。且由相关文献记载(J. J. Chen et al., IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 20, pp. 1193-1195, 2008)可知,具有纳米级图案的磊晶基板的光萃取效率会高于具有微米图案的磊晶基板,即,在同样的磊晶基板面积条件下,减小图案尺寸可增加图案数目及光脱离的机会,而可有效提升磊晶基板的光萃取效率,因此,如何制作具有纳米结构的磊晶基板已为目前业者积极开发的方向。

[0005] 目前制作纳米结构磊晶基板的方式主要有:步进快闪式压印蚀刻(M. Colburn et al., Proc. SPIE, Vol. 3676, pp. 379-389, 1999)、SiO₂ 纳米球蚀刻(J. Bang et al., Thin Solid Films, Vol. 516, pp. 7744-7747, 2008)、纳米压印蚀刻(S. J. Chang et al., Superlattices and Microstructures, Vol. 48, pp. 358-364, 2010),或金属(Ni)自组合蚀刻(H. Gao et al., Physica Status Solids, Vol. 205, pp. 1719-1723, 2008),其中,纳米压印与金属自组合蚀刻方式都必须执行金属蒸镀,这表示会增加制作成本,且纳米压印尚有均匀性不佳的问题需要克服;而利用步进快闪式压印及 SiO₂ 纳米球蚀刻方式虽不需要执行金属蒸镀,但是步进快闪式压印需配合反应式离子蚀刻系统辅助,且步进快闪式压印机台价格相当昂贵,而 SiO₂ 纳米球价格昂贵,再加上对于要控制 SiO₂ 纳米球大小也相对地困难,因此,以降低量产成本角度而言也并不适合。

[0006] 由前述说明可知,要在磊晶基板表面形成纳米级几何图案的制程方式仍有许多需要改善的空间,因此,如何提供易于制备并能达到纳米结构的制作方式,制作具有纳米结构的磊晶基板,以提升发光二极管的光取出率一直是业者努力发展的方向。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种制程简便且容易控制的具有纳米结构的磊晶基板制作方法。

[0008] 此外,本发明的另一目的在于提供一种发光二极管的制作方法。

[0009] 本发明具有纳米结构的磊晶基板制作方法,包含一阻挡层形成步骤、一蚀刻步骤,及一移除步骤;其中该阻挡层形成步骤包括一第一次步骤,将一磊晶基板浸入一具有锌氨错离子的第一溶液,一第二次步骤,将该磊晶基板自该第一溶液取出,并再将其浸入温度不高于 35℃ 的水中,令该锌氨错离子水解析出的氢氧化锌沉积于该磊晶基板的表面,及一第三次步骤,将该表面形成氢氧化锌的磊晶基板浸入一含有水,且温度不小于 80℃ 的第二溶液中,令该氢氧化锌脱水,而于该磊晶基板的表面形成一由多个氧化锌纳米颗粒构成的阻挡层;该蚀刻步骤是以该阻挡层为蚀刻屏蔽,利用干式蚀刻方式蚀刻该磊晶基板未被该阻挡层遮蔽的区域,于该磊晶基板形成具有与该阻挡层的氧化锌纳米颗粒所形成的图案对应的纳米结构;该移除步骤则是将该阻挡层自该磊晶基板表面移除,即可完成该具有纳米结构的磊晶基板制作。

[0010] 本发明具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其中该第一溶液的 pH 值不大于 10,且锌氨错离子的浓度不小于 0.1M。

[0011] 本发明具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其中该第一溶液的锌氨错离子浓度介于 0.1 ~ 0.2M。

[0012] 本发明具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其中该第二溶液还具有乙二醇,且乙二醇和水的体积比介于 1 : 1 ~ 1 : 4。

[0013] 本发明具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其中该第二溶液的温度不小于 90℃。

[0014] 本发明具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其中该磊晶基板具有一以氧化铝、碳化硅、硅,或氮化铝为构成材料的基材,及一形成于该基材表面,以氧化硅、氮氧化硅、氮化硅、或氟化镁为构成材料的蚀刻层,该阻挡层是形成于该蚀刻层上,该蚀刻步骤是蚀刻该蚀刻层未被该阻挡层遮蔽的区域,令该蚀刻层形成与该阻挡层的图案对应的纳米结构。

[0015] 本发明具有纳米结构的磊晶基板制作方法,其中所述氧化锌纳米颗粒的平均粒径介于 100 ~ 500nm,且所述氧化锌纳米颗粒之间的平均间隙介于 100 ~ 500nm。

[0016] 此外,本发明发光二极管的制作方法,包含:

[0017] (a) 准备一具有纳米结构的磊晶基板,该磊晶基板是经由一阻挡层形成步骤、一蚀刻步骤,及一移除步骤而制得,该阻挡层形成步骤是将一磊晶基板浸入一具有锌氨错离子的第一溶液,接着将该磊晶基板自该第一溶液取出,并再将其浸入温度不高于 35℃ 的水中,令经由该锌氨错离子水解析出的氢氧化锌沉积于该磊晶基板的表面,接着将该表面形成氢氧化锌的磊晶基板浸入一含有水,且温度不小于 80℃ 的第二溶液中,令该氢氧化锌脱水,而于该磊晶基板的表面形成一由多个氧化锌纳米颗粒构成的阻挡层,该蚀刻步骤是以该阻挡层为蚀刻屏蔽,以干式蚀刻方式蚀刻该磊晶基板未被该阻挡层遮蔽的区域,于该磊晶基板

形成具有与该阻挡层的氧化锌纳米颗粒所形成的图案对应的纳米结构,该移除步骤是将该阻挡层自该磊晶基板表面移除,即可得到该具有纳米结构的磊晶基板。

[0018] (b) 于该磊晶基板具有纳米结构的表面磊晶形成一于接收电能时可发光的半导体发光单元。

[0019] (c) 形成一可配合提供电能至该半导体发光单元的电极单元,即可完成该发光二极管的制作。

[0020] 本发明发光二极管的制作方法,其中该第一溶液的 pH 值不大于 10,且锌氨错离子的浓度不小于 0.1M。

[0021] 本发明发光二极管的制作方法,其中该第一溶液的锌氨错离子浓度介于 0.1 ~ 0.2M。

[0022] 本发明发光二极管的制作方法,其中该第二溶液还具有乙二醇,且乙二醇和水的体积比介于 1 : 1 ~ 1 : 4。

[0023] 本发明发光二极管的制作方法,其中该第二溶液的温度不小于 90℃。

[0024] 本发明发光二极管的制作方法,其中该磊晶基板具有一以氧化铝、碳化硅、硅或氮化铝为构成材料的基材,及一形成于该基材表面,以氧化硅、氮氧化硅、氮化硅或氟化镁为构成材料的蚀刻层,该阻挡层是形成于该蚀刻层上,该蚀刻步骤是蚀刻该蚀刻层未被该阻挡层遮蔽的区域,并令该蚀刻层形成与该阻挡层的图案对应的纳米结构。

[0025] 本发明发光二极管的制作方法,其中所述氧化锌纳米颗粒的平均粒径介于 100 ~ 500nm,且所述氧化锌纳米颗粒之间的平均间隙介于 100 ~ 500nm。

[0026] 本发明的有益效果在于:利用离子吸附与反应制程直接于该磊晶基板的表面形成由氧化锌纳米颗粒构成的阻挡层,并以该阻挡层为蚀刻屏蔽,即可于该磊晶基板形成纳米结构,制程简单且可有效降低制程成本,且由该具有纳米结构的磊晶基板所制得的发光二极管可有效提升光取出率。

附图说明

[0027] 图 1 是一种以往发光二极管的结构示意图;

[0028] 图 2 是本发明较佳实施例所制得的发光二极管结构示意图;

[0029] 图 3 是一方块图,说明本发明发光二极管的制作方法的较佳实施例;

[0030] 图 4 是一个流程示意图,辅助说明图 3;

[0031] 图 5 是一个电子扫描显微镜图谱,说明该较佳实施例于锌氨错离子浓度为 0.166M 时制得的阻挡层;

[0032] 图 6 是一个扫描式电子显微镜图谱,说明该较佳实施例于锌氨错离子浓度为 0.15M 时制得的阻挡层;

[0033] 图 7 是一个扫描式电子显微镜图谱,说明该较佳实施例于锌氨错离子浓度为 0.133M 时制得的阻挡层;

[0034] 图 8 是一个扫描式电子显微镜图谱,说明该较佳实施例于锌氨错离子浓度为 0.118M 时制得的阻挡层。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图及实施例对本发明进行详细说明。

[0036] 参阅图 2, 本发明发光二极管制作方法的一较佳实施例, 是用以制得如图 2 所示的发光二极管, 该发光二极管包含一磊晶基板 2、一半导体发光单元 3, 及一电极单元 4。

[0037] 该磊晶基板 2, 具有一基材 21, 及一自该基材 21 的表面 211 向上突起的纳米结构 22。适用于本较佳实施例的基材 21 的构成材料选自: 硅、氧化铝、碳化硅, 及氮化铝等, 该纳米结构 22 是选自氧化硅、氮氧化硅、氮化硅、氟化镁等材料构成。

[0038] 该半导体发光单元 3 具有一与该基材 21 的表面 211 及该纳米结构 22 的表面连接的第一型半导体层 31、一形成在该第一型半导体层 31 部分表面的发光层 32, 及一形成于该发光层 32 表面且电性与该第一型半导体层 31 相反的第二型半导体层 33。

[0039] 该电极单元 4 具有一形成于该第一型半导体层 31 上的底电极 41, 及一形成于该第二型半导体层 33 上的顶电极 42, 由于该发光单元 3 及该电极单元 4 的相关材料选择为本技术领域技术人员所周知, 且非为本发明之重点, 因此不再多加赘述。

[0040] 当外界经由该底电极 41 及顶电极 42 配合提供电能至该半导体发光单元 3 时, 该发光层 32 即会以光电效应向外发光, 而自该发光层 32 发出朝向该磊晶基板 2 方向行进的光, 在接触到该纳米结构 22 后会进行反射, 令光线改变行进方向, 实质朝向外界发出, 而提升发光二极管的光取出率; 此外, 借由该纳米结构 22 与该基材 21 的折射率差, 还可让自该发光单元 3 发出的光线于接触到该纳米结构 22 时, 进行二次折射及反射而提升光取出率, 可更有效提升该发光二极管的发光效率。

[0041] 参阅图 3, 图 3 为本发明发光二极管制作方法的该较佳实施例, 包含步骤 51 ~ 53 三个步骤。

[0042] 首先进行该步骤 51, 准备一具有纳米结构 22 的磊晶基板 2。

[0043] 详细地说, 该步骤 51 的磊晶基板 2 的制作方法包括一阻挡层形成步骤、一蚀刻步骤, 及一移除步骤。

[0044] 配合参阅图 4, 首先进行该阻挡层形成步骤, 该阻挡层形成步骤具有一第一次步骤 (a)、一第二次步骤 (b), 及一第三次步骤 (c)。

[0045] 该第一次步骤 (a) 是将一磊晶基板 2 浸入一具有锌氨络离子且 pH 值不大于 10 的第一溶液中, 该第一溶液是将氯化锌 (ZnCl_2) 溶于氨水溶液中, 令锌离子与氨形成锌氨络离子 ($\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$), 而锌氨络离子 ($\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$) 会在该磊晶基板 2 浸入该第一溶液时吸附在该磊晶基板 2 的表面。

[0046] 具体的说, 该磊晶基板 2 具有一基材 21 及一形成在该基材 21 的表面的蚀刻层 22a, 该基材 21 可由蓝宝石、硅、氧化铝、碳化硅, 或氮化铝等材料构成, 该蚀刻层 22a 可由二氧化硅、氮氧化硅、氮化硅、氟化镁或氮化铝等材料构成, 于本实施例中该基材 21 是由蓝宝石构成, 该蚀刻层 22a 是由氧化硅构成。当该磊晶基板 21 浸入该第一溶液时, 锌氨络离子 ($\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$) 会吸附于该蚀刻层 22a 表面, 形成一离子吸附层。

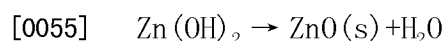
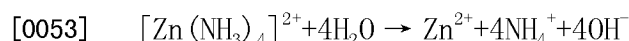
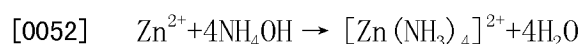
[0047] 该第二次步骤 (b) 是将该磊晶基板 2 自该第一溶液取出, 并浸入温度不高于 35°C 的水中, 令经由锌氨络离子水解析出的氢氧化锌沉积于该磊晶基板 2 的表面。

[0048] 具体的说, 该第二次步骤 (b) 是利用吸附于该磊晶基板 2 的锌氨络离子于水中会水解形成不溶性的氢氧化锌 ($\text{Zn}(\text{OH})_2$) 的特性, 而于该蚀刻层 22a 的表面形成不溶性氢氧化锌 ($\text{Zn}(\text{OH})_2$) 固体。

[0049] 该第三次步骤(c)是将该表面形成氢氧化锌的磊晶基板2浸入一含有水,且温度不小于80℃的第二溶液中,令该氢氧化锌脱水,而于该磊晶基板2的表面形成一由多个纳米级氧化锌颗粒构成的阻挡层100。

[0050] 要说明的是,当前述该磊晶基板2不具有该蚀刻层22a时,该第一次步骤(a)的锌氨错离子($\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$)则会直接吸附于该基材21表面,因此,经由该第二次步骤(b)、第三次步骤(c)形成的阻挡层100则会直接形成于该基材21上,如此,后续的蚀刻制程则可直接对该基材21进行。

[0051] 具体的说,该第三次步骤(c)是利用氢氧化锌于高温时会脱水形成氧化锌的特性,而于该蚀刻层22a的表面形成一由多个氧化锌纳米颗粒构成的阻挡层100,现将所述氧化锌颗粒的形成机制简示如下。



[0056] 较佳地,该第三次步骤(c)的反应温度不小于90℃,更佳地,该第三次步骤(c)的反应温度不小于95℃。

[0057] 要说明的是,所述氧化锌的颗粒粒径及颗粒疏密程度可借由该锌氨错离子的浓度控制,而控制所形成的氧化锌颗粒的粒径大小,较佳地,该锌氨错离子的浓度不小于0.1M,更佳地,该锌氨错离子的浓度介于0.1~0.2M;此外,由于所述氧化锌纳米颗粒需用以当成后续蚀刻制程的屏蔽,因此,当所述氧化锌纳米颗粒的粒径过小,或是所述氧化锌纳米颗粒之间的间隙过于紧密时,会无法充分达成屏蔽的效果而无法得到预期的纳米结构,而当氧化锌纳米颗粒的粒径过大,或是氧化锌纳米颗粒之间的间隙过于松散时,则会有氧化锌纳米颗粒形成的制程时间过长且形成的纳米结构粗化程度不足的缺点,较佳地,所述氧化锌颗粒的平均粒径介于100~500nm,且所述氧化锌纳米颗粒之间的平均间隙介于100~500nm。

[0058] 要再说明的是,该第三次步骤(c)的第二溶液可更包含乙二醇,借由加入具有高沸点的乙二醇不仅可提升该第三次步骤(c)的脱水反应温度,此外,由于乙二醇对氧化锌纳米颗粒具有较佳的分散性,因此还可利用乙二醇进一步控制该氧化锌纳米颗粒的粒径,较佳地,该乙二醇与水的体积比介于1:1~1:4。

[0059] 值得一提的是,为了得到粒径较大且均匀的氧化锌纳米颗粒,可重复执行该第一次步骤(a)至第三次步骤(c),直到得到预定的氧化锌颗粒粒径。

[0060] 参阅图5至图8,图5至图8是在该锌氨错离子的浓度分别为0.166M、0.15M、0.133M,及0.118M的条件下,且该第三次步骤(c)的乙二醇与水的体积比为1:1,并重复执行该第一次步骤(a)至第三次步骤(c)6次后所得到的该阻挡层100的氧化锌纳米颗粒的扫描式电子显微镜(SEM)图谱,由图5~8的结果可知,利用锌氨错离子的浓度控制,可有效的控制所述氧化锌纳米颗粒的粒径。

[0061] 接着进行该蚀刻步骤,利用该阻挡层100为蚀刻屏蔽,并以电感耦合电浆蚀刻机(ICP)、活性离子蚀刻(RIE)等方式对该蚀刻层22a未被该阻挡层100遮蔽的表面执行干蚀刻,而令该蚀刻层22a转变成具有与该阻挡层100对应的纳米结构22。

[0062] 最后进行该移除步骤,将该阻挡层 100 移除,即可得到该具有纳米结构 22 的磊晶基板 2。

[0063] 具体的说,该移除步骤是利用盐酸溶液将所述氧化锌颗粒溶解,即可将该阻挡层 100 自该磊晶基板 2 移除。

[0064] 接着进行该步骤 52,于该磊晶基板 2 具有纳米结构 22 的表面磊晶形成一半导体发光单元 3。

[0065] 该步骤 52 是以有机金属化学气相沉积方式先于该基材 21 及该纳米结构 22 的表面形成该第一型半导体层 31,再由该第一型半导体层 31 的部份表面形成该发光层 32,接着,再于该发光层 32 表面形成该第二型半导体层 33,然后自该第二型半导体层 33 的预定表面向下蚀刻移除该第二型半导体层 33、该发光层 32 至使该第一型半导体层 31 露出,即可完成该半导体发光单元 3。

[0066] 最后进行该步骤 53,形成一可配合提供电能至该半导体发光单元 3 的电极单元 4,完成该发光二极管的制作。

[0067] 具体的说,该步骤 53 是分别于该第一型半导体层 31、第二型半导体层 33 表面沉积形成由导电性佳的金属、合金金属等材料构成的该底电极 41 及顶电极 42,即可完成该发光二极管的制作。由于该步骤 52 及步骤 53 的相关材料选择及制程参数控制为本技术领域技术人员所知悉,且非为本发明的重点,因此不再多加赘述。

[0068] 综上所述,本发明利用离子吸附及反应方式,直接于该基材 21 表面形成由氧化锌纳米颗粒构成的阻挡层 100,并借由该阻挡层 100 为蚀刻屏蔽进行蚀刻,即可得到该具有纳米结构的磊晶基板 2,不仅方法简便且可有效节省制程成本。此外,还可进一步利用先于该基材 21 表面形成一由氧化硅等折射率与该基材 21 不同的材料构成的蚀刻层 22a,并将该阻挡层 100 形成于该蚀刻层 22a 上,利用该阻挡层 100 为蚀刻屏蔽对该蚀刻层 22a 进行蚀刻而得到具有纳米结构的磊晶基板 2,由于不需直接对蓝宝石基材 21 进行蚀刻,因此,不仅制程更为简便且更容易控制,且利用该基材 21 与该纳米结构 22 之间的折射率差,可让自该发光单元 3 发出的光线于接触到该纳米结构 22 时,进行二次折射及反射,而更可有效提升发光二极管的光取出率,故确实能达成本发明的目的。

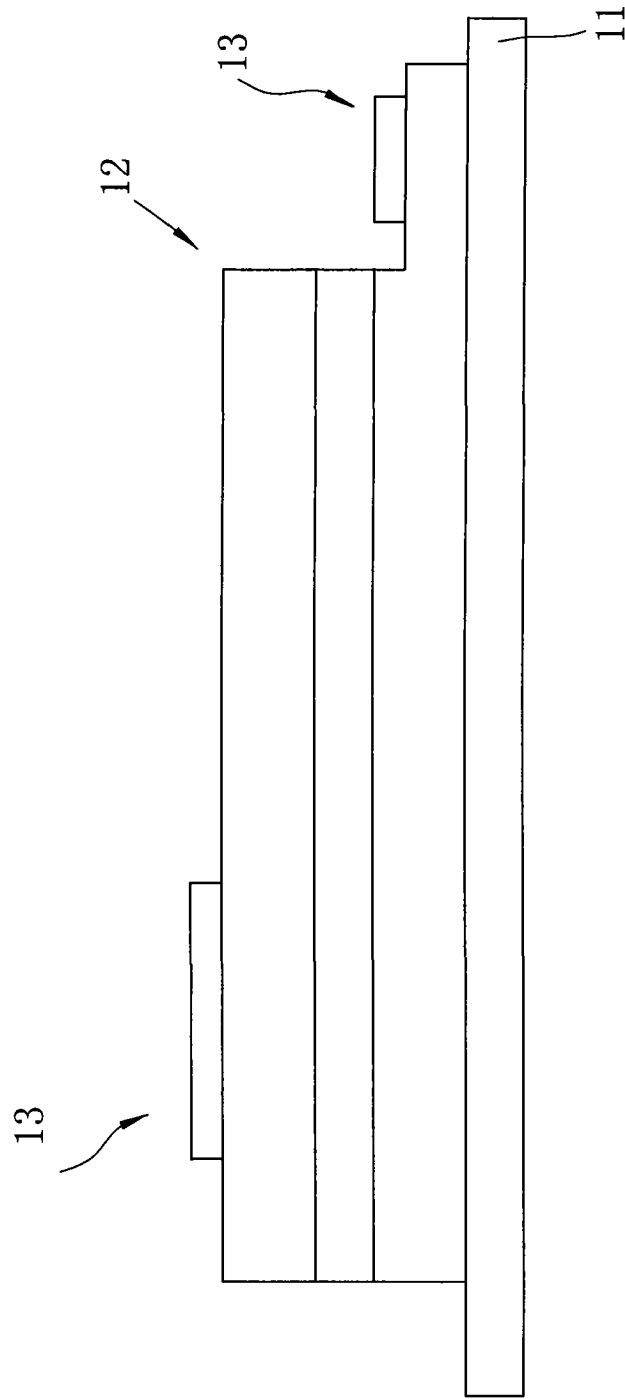


图 1

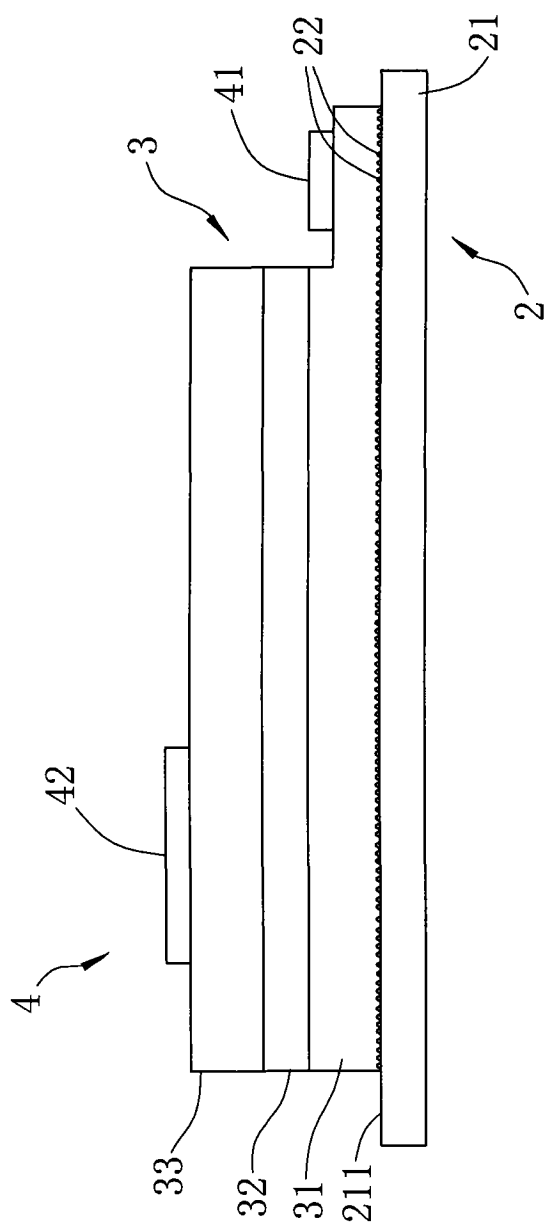


图 2

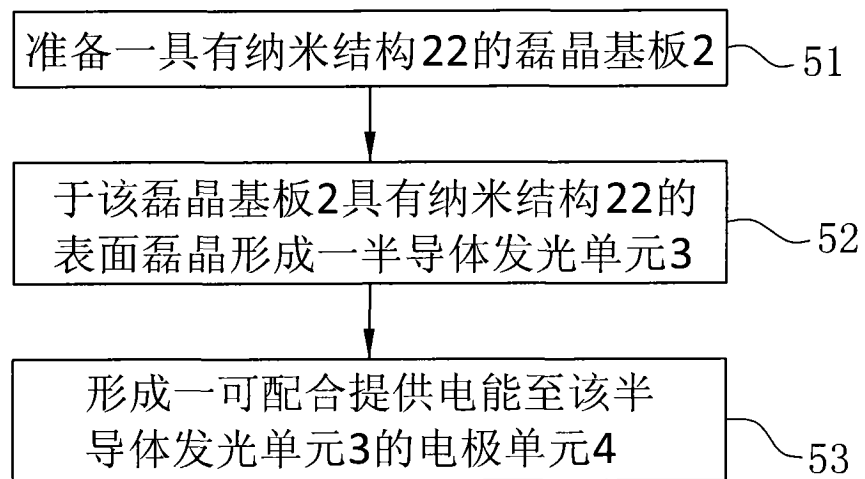


图 3

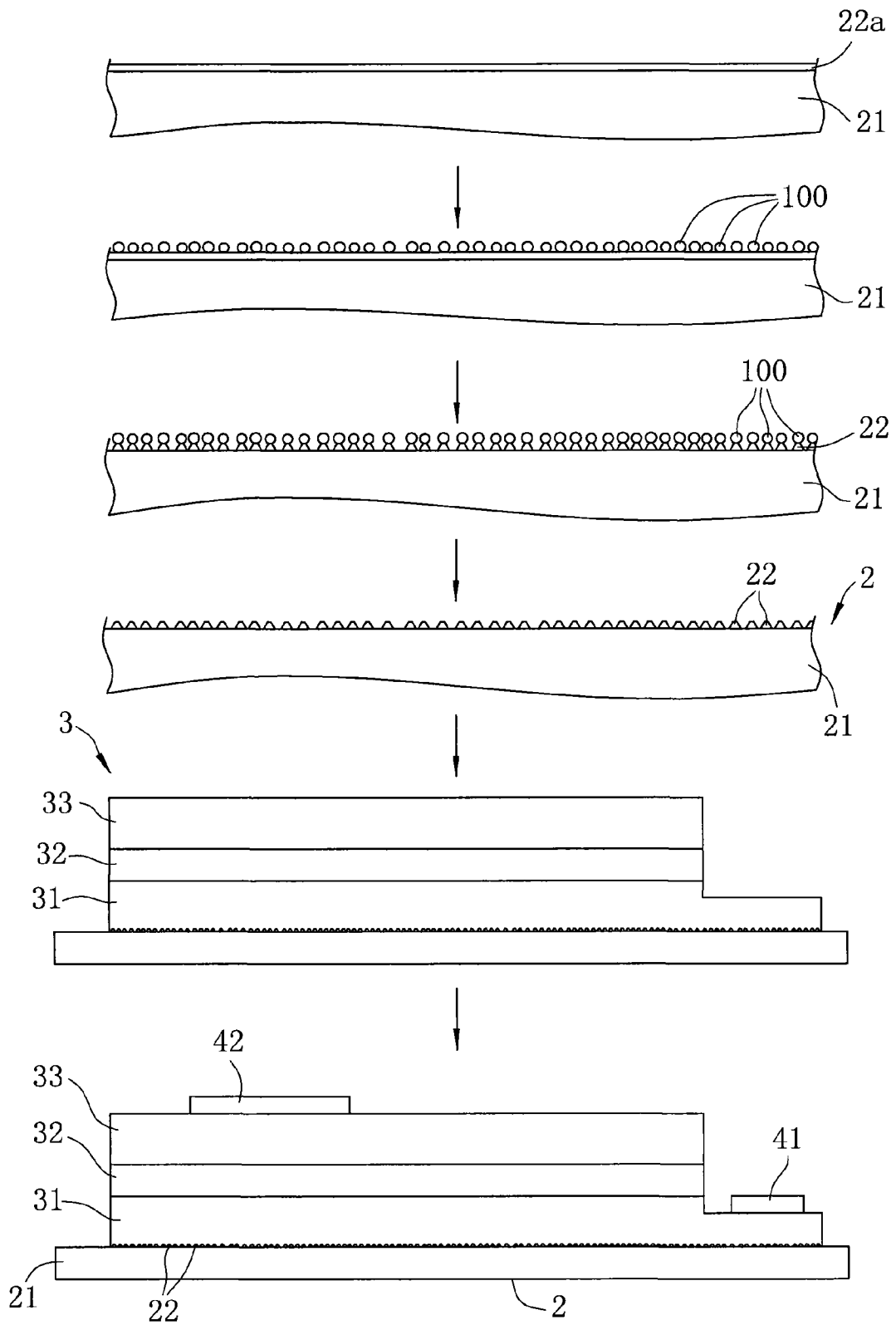


图 4

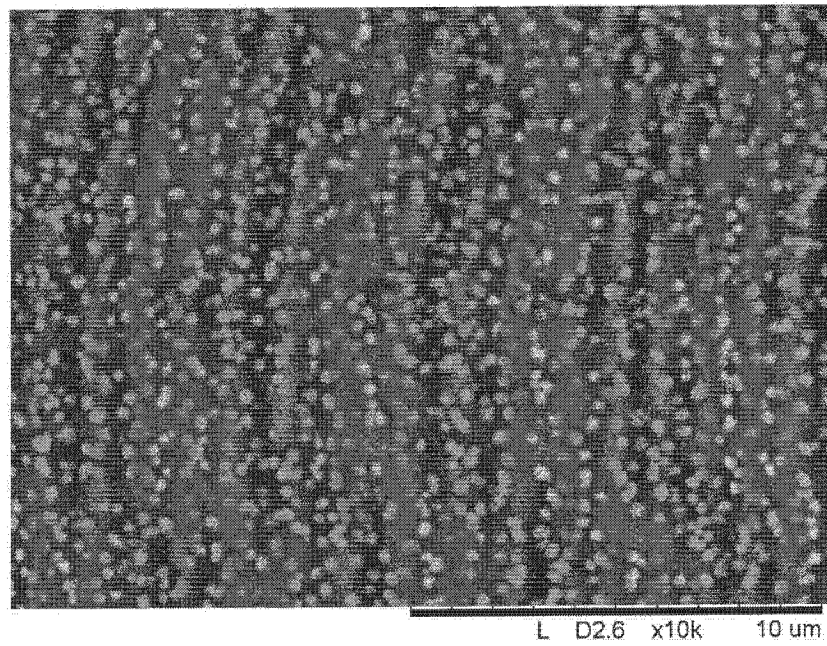


图 5

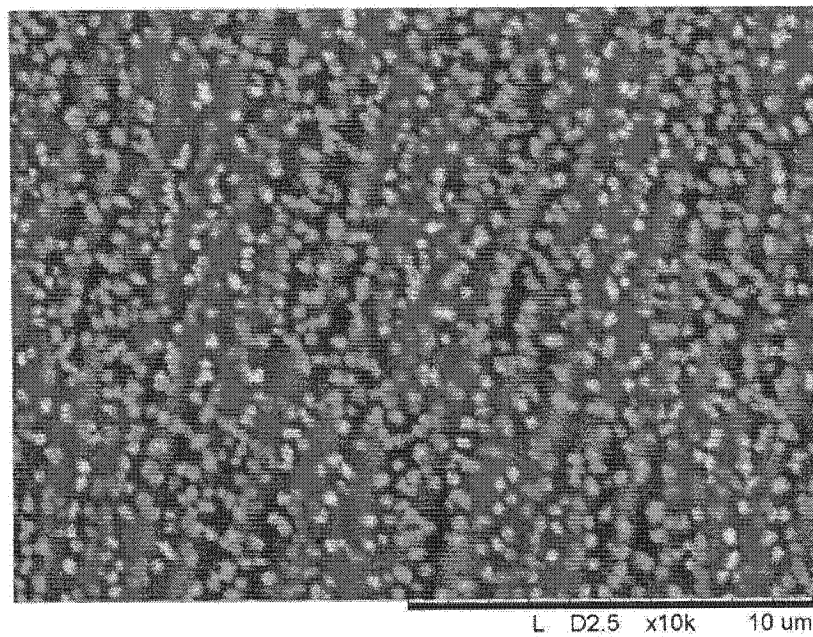


图 6

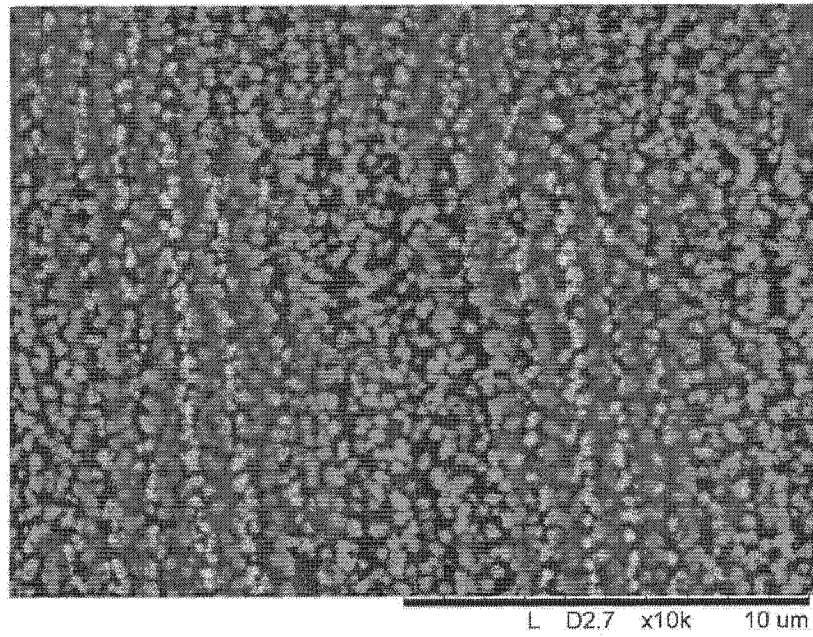


图 7

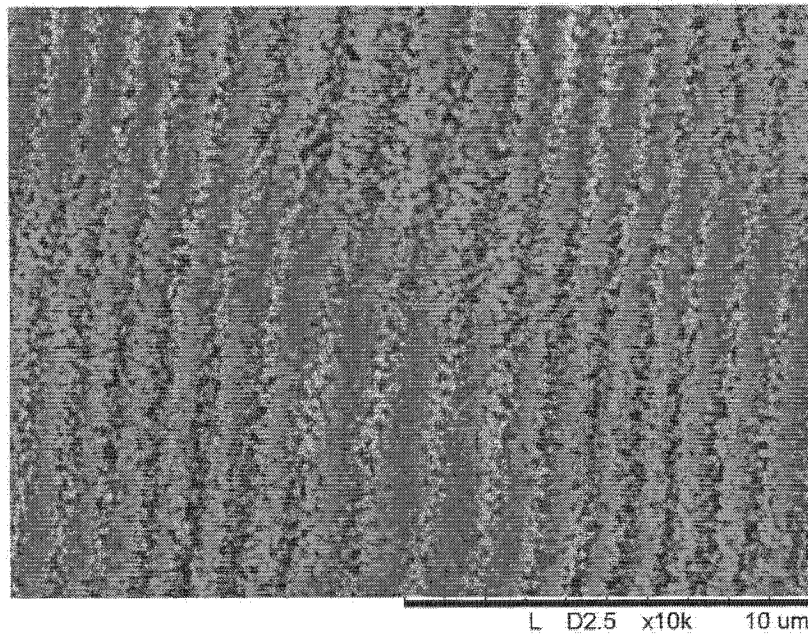


图 8