(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2018 年 7 月 5 日 (05.07.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/119622 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 33/00 (2010.01) *H01L 21/20* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/112279

(22) 国际申请日: 2016 年 12 月 27 日 (27.12.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳市柔宇科技有限公司 (SHENZHEN ROYOLE TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区科技园科苑路 15 号科兴科学园 A4-1501, Guangdong 518052 (CN)。

(72) 发明人: 黄德猛 (HUANG, Demeng); 中国广东省深圳市南山区科技园科苑路 15 号科兴科学园 A4-1501, Guangdong 518052 (CN)。

(74) 代理人: 深圳中一专利商标事务所 (SHENZHEN ZHONGYI PATENT AND TRADEMARK OFFICE); 中国广东省深圳市福田区深南中路 1014 号老特区报社四楼 (5 号信箱), Guangdong 518028 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

(54) **Title:** METHOD FOR EPITAXIAL GROWTH OF GAN-BASED LED CHIP

(54) **发明名称**: 一种 GaN 基 LED 芯片的外延生长方法

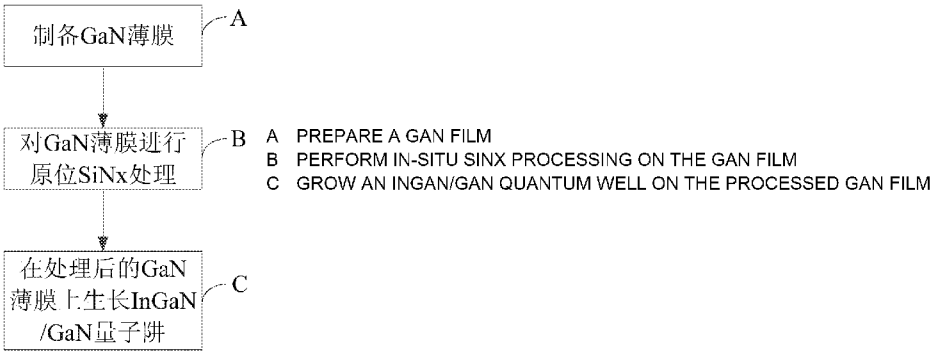


图 2

(57) **Abstract:** A method for epitaxial growth of a GaN-based LED chip, comprising the following steps : preparing a GaN film; performing in-situ SiNx processing on the GaN film; and growing an InGaN/GaN quantum well on the processed GaN film. Prior to growing an InGaN/GaN quantum well, in-situ SiNx processing is performed on a GaN film, and growth of a layered structure of the quantum well is prompted by means of a Ga surfactant and Si_{Ga} atom displacement; therefore, the internal stress is released, the quality of crystal is improved, electron hole wave function overlapping in the quantum well is increased, and the luminescence is greatly enhanced.

(57) **摘要**: 一种GaN基LED芯片的外延生长方法, 包括以下步骤: 制备GaN薄膜; 对所述GaN薄膜进行原位SiNx处理; 以及在处理后的所述GaN薄膜上生长InGaN/GaN量子阱。在生长InGaN/GaN量子阱之前对GaN薄膜作原位SiNx处理, 通过Ga表面活性剂作用和Si_{Ga}原子替位, 使量子阱的层状结构生长得到促进, 内应力得到释放, 晶体质量提高, 量子阱内电子空穴波函数交叠增加, 发光得到大幅增强。

WO 2018/119622 A1

[见续页]

RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

说明书

发明名称: 一种GaN基LED芯片的外延生长方法

技术领域

[0001] 本发明属于LED技术领域，尤其涉及一种GaN基LED芯片的外延生长方法。

背景技术

[0002] LED（Light Emitting Diode）发光二极管，是基于半导体材料中电子空穴复合发光而制成的器件。LED通常采用蓝宝石衬底，但在蓝宝石上外延生长的GaN晶体缺陷密度较高，晶体质量较差，这阻碍了GaN基LED性能的进一步提高。

技术问题

[0003] 本发明的目的在于提供一种GaN基LED芯片的外延生长方法，旨在解决现有技术中以蓝宝石为衬底的GaN基LED芯片的量子阱质量差且量子效率低的技术问题。

问题的解决方案

技术解决方案

[0004] 本发明是这样实现的：提供了一种GaN基LED芯片的外延生长方法，包括以下步骤：

[0005] 制备GaN薄膜；

[0006] 对所述GaN薄膜进行原位SiNx处理；以及

[0007] 在处理后的所述GaN薄膜上生长InGaN/GaN量子阱。

[0008] 进一步地，对所述GaN薄膜进行原位SiNx处理的方法包括：通过通入SiH_4和NH_3对所述GaN薄膜进行原位SiNx处理。

[0009] 进一步地，制备GaN薄膜的方法包括以下步骤：

[0010] 对蓝宝石衬底进行热处理；

[0011] 在热处理后的所述蓝宝石衬底上生长一层低温GaN缓冲层；以及

[0012] 在所述低温GaN缓冲层上生长高温GaN外延层。

[0013] 进一步地，对蓝宝石衬底进行热处理的方法包括以下步骤：

[0014] 对所述蓝宝石衬底在H_2环境下进行高温退火处理；以及

[0015] 对所述蓝宝石衬底在NH_3环境下进行氮化处理。

[0016] 进一步地，所述高温退火处理的压强为80Torr~120Torr，温度为1000℃~1100℃，处理时间为13分钟~18分钟。

[0017] 进一步地，所述氮化处理的温度为500℃~600℃，处理时间为3分钟~5分钟。

[0018] 进一步地，在热处理后的所述蓝宝石衬底上生长所述低温GaN缓冲层的方法包括：在温度为500℃~570℃和压强为450Torr~550Torr的环境下通入TMGa和NH_3以生长所述低温GaN缓冲层。

[0019] 进一步地，在生长所述低温GaN缓冲层之后并在生长所述高温GaN外延层之前，还包括将温度升高至1000℃~1070℃，并对生长有低温GaN缓冲层的蓝宝石衬底进行退火处理的步骤。

[0020] 进一步地，在所述低温GaN缓冲层上生长所述高温GaN外延层的方法包括：在温度为1000℃~1070℃和压强为80Torr~120Torr的环境下通入TMGa和NH_3以生长所述高温GaN外延层。

[0021] 进一步地，在所述高温GaN外延层的生长过程中，所述TMGa与NH_3的通入比例逐渐增大。

[0022] 进一步地，在处理后的所述GaN薄膜上生长InGaN/GaN量子阱的方法包括以下步骤:

[0023] 在处理后的所述GaN薄膜上依次生长GaN垒层和InGaN有源层；以及

[0024] 在所述InGaN有源层上生长GaN盖层。

[0025] 进一步地，在生长所述GaN垒层时，所述GaN垒层的生长温度为720℃~765℃，生长时间为130s~150s；在生长所述InGaN有源层时，所述InGaN有源层的生长温度为800℃~850℃，生长时间为100s~105s。

[0026] 进一步地，所述GaN盖层包括覆盖在所述InGaN有源层上的一层超薄低温GaN层阱保护层和一层高温GaN层。

发明的有益效果

有益效果

[0027] 实施本发明的一种GaN基LED芯片的外延生长方法，具有以下有益效果：在生长InGaN/GaN量子阱之前对GaN薄膜作原位SiNx处理，通过Ga表面活性剂作用

和Si_{Ga}原子替位，使量子阱的层状结构生长得到促进，内应力得到释放，晶体质量提高，量子阱内电子空穴波函数交叠增加，发光得到大幅增强。

对附图的简要说明

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0029] 图1是本发明实施例提供的GaN基LED芯片的结构示意图；

[0030] 图2是本发明实施例提供的GaN基LED芯片的外延生长方法流程图；

[0031] 图3是本发明实施例提供的制备GaN薄膜的方法流程图；

[0032] 图4是本发明实施例提供的在处理后的GaN薄膜上生长InGaN/GaN量子阱的方法流程图；

[0033] 图5是本发明实施例提供的经过SiN处理的样品与未经过SiN处理的样品的拉曼测试结果对比示意图；

[0034] 图6是本发明实施例提供的经过SiN处理的样品与未经过SiN处理的样品的发光分析结果对比示意图；

[0035] 图7（a）是本发明实施例提供的未经过SiN处理的样品的能带结构分析结果示意图；

[0036] 图7（b）是本发明实施例提供的经过SiN处理的样品的能带结构分析结果示意图；

[0037] 图8是本发明实施例提供的经过SiNx处理的样品与未经过SiNx处理的样品的发光强度对比示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0038] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0039] 需要说明的是，当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件，它可以直接或间接在另一个元件上。当一个元件被称为是“连接于”另一个元件，它可以是直接或间接连接到另一个元件。

[0040] 还需要说明的是，本发明实施例中的左、右、上、下等方位用语，仅是互为相对概念或是以产品的正常使用状态为参考的，而不应该认为是具有限制性的。

[0041] 如图1和图2所示，本发明实施例提供的GaN基LED芯片的外延生长方法，其包括以下步骤：

[0042] A、制备GaN薄膜；

[0043] B、对GaN薄膜进行原位SiNx处理；

[0044] C、在处理后的GaN薄膜上生长InGaN/GaN量子阱。

[0045] 本发明实施例通过在生长InGaN/GaN量子阱之前对GaN薄膜作原位SiNx处理，有效改善了量子阱的表面形貌和晶体质量，薄膜应力减小18%，发光增强4倍。

[0046] 具体地，结合图3，在上述步骤A中，制备GaN薄膜具体包括以下步骤：

[0047] A1、对蓝宝石衬底1进行热处理；

[0048] A2、在热处理后的蓝宝石衬底1上生长一层低温GaN缓冲层2；

[0049] A3、在低温GaN缓冲层2上生长高温GaN外延层3。

[0050] 其中，在步骤A1中，首先将蓝宝石衬底1放入MOCVD设备反应炉，在H_2环境下对蓝宝石衬底1进行高温退火处理，以除去蓝宝石衬底1表面可能存在的污染物。高温退火时反应炉的压强为80Torr~120Torr，如80Torr、90Torr、100Torr、110Torr或120Torr，高温退火温度为1000℃~1100℃，如1000℃、1060℃或1100℃，高温退火时间为13分钟~18分钟，如13分钟、15分钟或18分钟。在高温退火处理结束后，对蓝宝石衬底1进行氮化处理，处理温度降到500℃~600℃，如降到500℃、550℃或600℃，同时通入NH_3，处理时间为3分钟~5分钟，如3分钟、4分钟或5分钟。

[0051] 在步骤A2中，在对蓝宝石衬底1进行高温退火处理和氮化处理之后，在温度为500℃~570℃和压强450Torr~550Torr的环境下通入TMGa和NH_3，以在蓝宝石衬底1表面生长一层低温GaN缓冲层2，其中温度可以为500℃、535℃或570℃，压强可以为450Torr、500Torr或550Torr。其中，在低温GaN缓冲层2

的生长过程中，TMGa与NH_3的通入比例逐渐增大。

[0052] 在步骤A3中，在温度为1000℃~1070℃和压强为80Torr~120Torr的环境下通入TMGa和NH_3以在低温GaN缓冲层2上生长高温GaN外延层3，其中温度可以为1000℃、1035℃或1070℃，压强可以为80Torr、100Torr或120Torr。在高温GaN外延层3的生长过程中，TMGa与NH_3的通入比例逐渐增大。

[0053] 另外，本发明实施例的GaN基LED芯片的外延生长方法在步骤A2和A3之间还包括以下步骤：在生长完低温GaN缓冲层2且未生长高温GaN外延层3之前，将温度升高至1000℃~1070℃，并对生长有低温GaN缓冲层2的蓝宝石衬底1进行退火处理，其中温度可以升高至1000℃、1035℃或1070℃。

[0054] 在上述步骤B中，在生长InGaN/GaN量子阱之前，通入SiH_4和NH_3，对GaN薄膜进行SiNx处理，以形成SiNx处理层4。其中，SiH_4和NH_3可以是液体也可以是气体。优选地，通入的SiH_4的浓度为100ppm。另外，通入的SiH_4和NH_3比例可以根据实际需要进行选择，如1:1或1:2或1:3等。

[0055] 结合图4，在上述步骤C中，在处理后的GaN薄膜上生长InGaN/GaN量子阱具体包括以下步骤：

[0056] C1、在处理后的GaN薄膜上依次生长GaN垒层5和InGaN有源层6，即在SiNx处理层4表面依次生长GaN垒层5和InGaN有源层6；

[0057] C2、在InGaN有源层6上生长GaN盖层。

[0058] 其中，在步骤C1中，GaN垒层5的生长温度为720℃~765℃，如生长温度为720℃、742℃或765℃，生长时间为130s~150s，如生长时间为130s、140s或150s；InGaN有源层的生长温度为800℃~850℃，如800℃、827℃或850℃，生长时间为100s~105s，如100s、102s或105s。

[0059] 在步骤C2中，GaN盖层包括覆盖在InGaN有源层6上的一层超薄低温GaN层阱保护层7和一层高温GaN层8。

[0060] 在本发明实施例中，如图1所示，蓝宝石衬底1、低温GaN缓冲层2、高温GaN外延层3、SiNx处理层4、GaN垒层5、InGaN有源层6、低温GaN层阱保护层7和高温GaN层8依次层叠设置。

[0061] 为了更好地证明以蓝宝石为衬底的GaN基LED芯片在经过原位SiNx处理后其量

子阱质量和量子效率得到大幅提高，在对GaN薄膜进行原位SiNx处理的阶段，根据有无SiNx处理，将InGaN样品设置两组样品，分别是样品1：未经SiNx处理，样品2：经过SiNx处理。

[0062] 其中，在经过SiNx处理的GaN薄膜上外延InGaN/GaN量子阱时，在富Ga的生长环境下，Si原子会倾向于替位亚表面的Ga原子，在表面形成Ga双原子层，进而降低了Ehrlich-Schwoebel扩散势垒。这种Ga表面活性剂作用能够增加表面原子的扩散长度，促进层状结构生长，经过适量SiNx预处理的InGaN样品2表面更加平整，表面粗糙度和表面坑密度降低。

[0063] 另外，经过适量SiNx预处理的InGaN样品应力减小。考虑到Ga、N、Si的原子半径分别为1.26Å、0.75Å、1.10Å，Si原子会倾向于替代Ga原子形成替位原子（Si_{Ga}）。Si_{Ga}可以促进GaN薄膜压应力的释放。如图5所示，拉曼测试表明，经过适量SiN预处理的InGaN样品2的应力比参考样品1减少了17%。

[0064] 进一步地，如图6所示，对样品特行发光分析，经过SiN预处理的样品2的PL发光强度比未经过SiN预处理的样品1增强大约4倍。

[0065] 进一步地，使用APSYS仿真软件对InGaN/GaN量子阱能带结构进行了仿真计算。其中，仿真使用的LED结构模型参考图1（不含SiNx处理层4）。仿真条件（可视为SiNx预处理对量子阱层的影响）如下表所示：

[] [表1]

样品名称	X_{In}	QW发射峰	势垒厚度	应力减少	QW厚度
样品1	14.8%	432nm	10nm	0	3.6nm
样品2	17.8%	426nm	10nm	17%	2.4nm

[0066] 在上述条件（可视为SiNx预处理对量子阱层的影响）下，仿真结果如图7和图8所示。具体地，如图7（a）为未经过SiN处理的样品1的能带结构分析结果，图7（b）为经过SiN处理的样品2的能带结构分析结果。由图7的能带结构分析表明，SiN预处理增加了电子与空穴波函数的空间交叠，因此提高了量子阱的内量子效率。如图8为仿真所得EL，相比未经SiNx处理的样品1，经SiNx处理样品2的发光强度增加4倍，与图6中的PL实测结果相符合。

[0067] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换或改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

[权利要求 1] 一种GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，包括以下步骤：

制备GaN薄膜；

对所述GaN薄膜进行原位SiNx处理；以及

在处理后的所述GaN薄膜上生长InGaN/GaN量子阱。

[权利要求 2] 如权利要求1所述的GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，

对所述GaN薄膜进行原位SiNx处理的方法包括：通过通入SiH_4和NH_3对所述GaN薄膜进行原位SiNx处理。

[权利要求 3] 如权利要求1所述的GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，

制备GaN薄膜的方法包括以下步骤：

对蓝宝石衬底进行热处理；

在热处理后的所述蓝宝石衬底上生长一层低温GaN缓冲层；以及

在所述低温GaN缓冲层上生长高温GaN外延层。

[权利要求 4] 如权利要求3所述的GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，

对蓝宝石衬底进行热处理的方法包括以下步骤：

对所述蓝宝石衬底在H_2环境下进行高温退火处理；以及

对所述蓝宝石衬底在NH_3环境下进行氮化处理。

[权利要求 5] 如权利要求4所述的GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，

所述高温退火处理的压强为80Torr~120Torr，温度为1000℃~1100℃，处理时间为13分钟~18分钟。

[权利要求 6] 如权利要求4所述的GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，

所述氮化处理的温度为500℃~600℃，处理时间为3分钟~5分钟。

[权利要求 7] 如权利要求3所述的GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，

在热处理后的所述蓝宝石衬底上生长所述低温GaN缓冲层的方法包括：在温度为500℃~570℃和压强为450Torr~550Torr的环境下通入TMGa和NH_3以生长所述低温GaN缓冲层。

[权利要求 8] 如权利要求3所述的GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，

在生长所述低温GaN缓冲层之后并在生长所述高温GaN外延层之前，

还包括将温度升高至1000℃~1070℃，并对生长有低温GaN缓冲层的蓝宝石衬底进行退火处理的步骤。

[权利要求 9] 如权利要求3所述的GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，在所述低温GaN缓冲层上生长所述高温GaN外延层的方法包括：在温度为1000℃~1070℃和压强为80Torr~120Torr的环境下通入TMGa和NH_3以生长所述高温GaN外延层。

[权利要求 10] 如权利要求9所述的GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，在所述高温GaN外延层的生长过程中，所述TMGa与NH_3的通入比例逐渐增大。

[权利要求 11] 如权利要求1至10任一项所述的GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，在处理后的所述GaN薄膜上生长InGaN/GaN量子阱的方法包括以下步骤:

在处理后的所述GaN薄膜上依次生长GaN垒层和InGaN有源层；以及在所述InGaN有源层上生长GaN盖层。

[权利要求 12] 如权利要求11所述的GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，在生长所述GaN垒层时，所述GaN垒层的生长温度为720℃~765℃，生长时间为130s~150s；在生长所述InGaN有源层时，所述InGaN有源层的生长温度为800℃~850℃，生长时间为100s~105s。

[权利要求 13] 如权利要求11所述的GaN基LED芯片的外延生长方法，其特征在于，所述GaN盖层包括覆盖在所述InGaN有源层上的一层超薄低温GaN层阱保护层和一层高温GaN层。

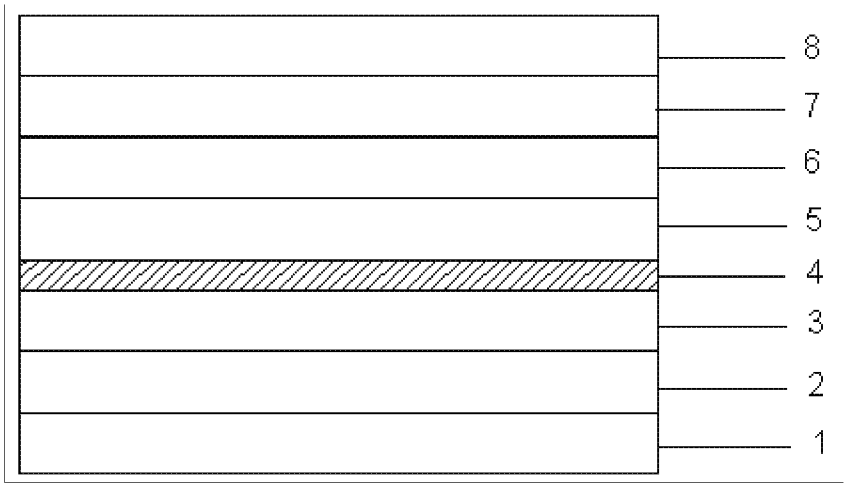

8
7
6
5
4
3
2
1

图 1

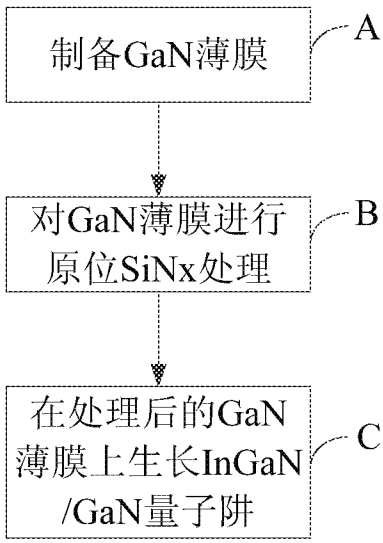

制备GaN薄膜
A
对GaN薄膜进行原位SiNx处理
B
在处理后的GaN薄膜上生长InGaN/GaN量子阱
C

图 2

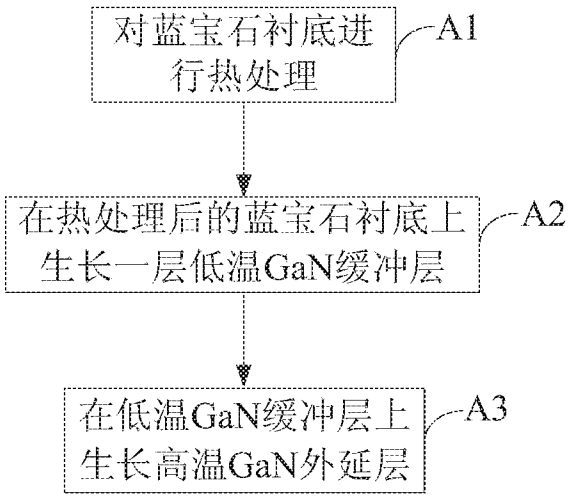

对蓝宝石衬底进行热处理
A1
在热处理后的蓝宝石衬底上生长一层低温GaN缓冲层
A2
在低温GaN缓冲层上生长高温GaN外延层
A3

图 3

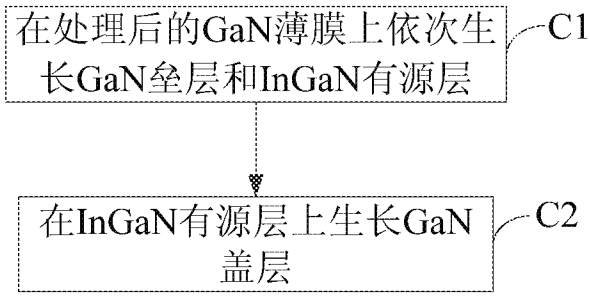

在处理后的GaN薄膜上依次生长GaN垒层和InGaN有源层
C1
在InGaN有源层上生长GaN盖层
C2

图 4

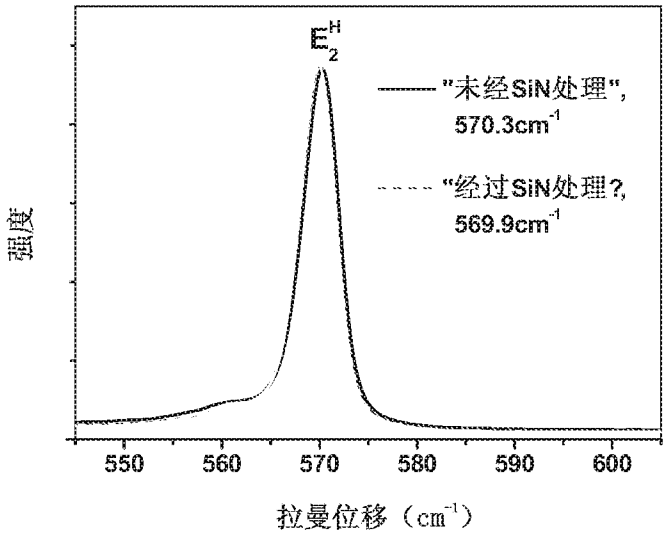

E_2^H
"未经SiN处理",
570.3cm^{-1}
"经过SiN处理?,
569.9cm^{-1}
强度
550
560
570
580
590
600
拉曼位移（cm^{-1}）

图 5

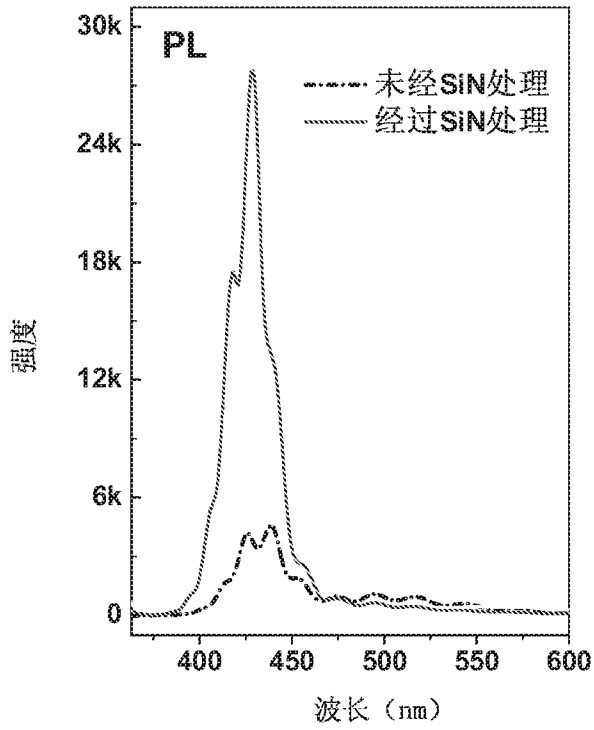
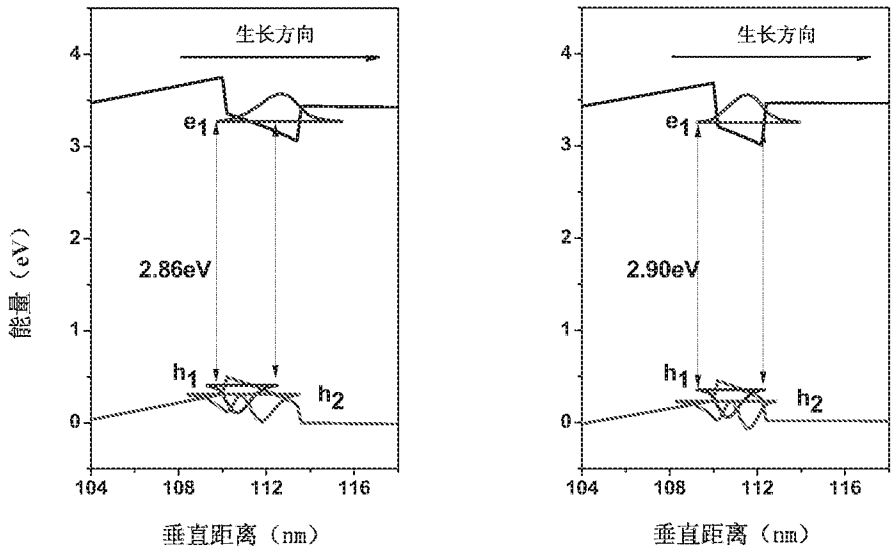

PL
未经SiN处理
经过SiN处理
30k
24k
18k
12k
6k
0
强度
400
450
500
550
600
波长（nm）

图 6


生长方向
e1
2.86eV
h1
h2
能量（eV）
垂直距离（nm）
生长方向
e1
2.90eV
h1
h2
垂直距离（nm）

(a) (b)

图 7

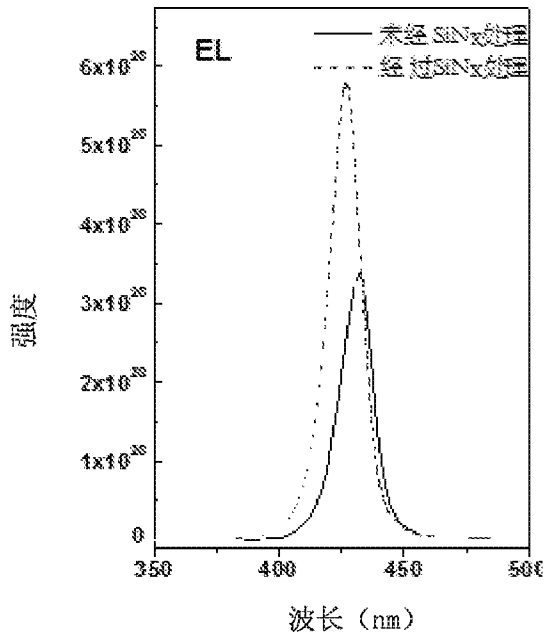

EL
强度
波长（nm）

图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/112279

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 33/00 (2010.01) i; H01L 21/20 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

DWPI, SIPOABS, CNTXT: 氮化镓, 发光二级管, 蓝宝石, 原位, 氮化桂, 量子阱, gan, nitride, gallium, led, sapphire, in, situ, sin, silicon, quantum

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 104766912 A (ENRAY PHOTOELECTRIC TECHNOLOGY (SHANGHAI) CO., LTD.) 08 July 2015 (08.07.2015), description, paragraphs [0039]-[0047], and figures 2-8	1-13
Y	CN 1697134 A (INSTITUTE OF PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 16 November 2005 (16.11.2005), description, page 3, lines 10-22, and figures 1 and 2	1-13
A	US 2004094756 A1 (MOON et al.) 20 May 2004 (20.05.2004), entire document	1-13
A	CN 103165434 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 19 June 2013 (19.06.2013), entire document	1-13
A	CN 205508855 U (HEYUAN CHOICORE PHOTOELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 August 2016 (24.08.2016), entire document	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 September 2017	29 September 2017
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Yibing Telephone No. (86-10) 62411584

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/112279

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104766912 A	08 July 2015	None	
CN 1697134 A	16 November 2005	CN 100369197 C	13 February 2008
US 2004094756 A1	20 May 2004	KR 20040043071 A	22 May 2004
		KR 100507610 B1	10 August 2005
		US 6773946 B2	10 August 2004
CN 103165434 A	19 June 2013	None	
CN 205508855 U	24 August 2016	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2016/112279

A. 主题的分类

H01L 33/00(2010.01)i; H01L 21/20(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H01L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

DWPI，SIPOABS，CNTXT:氮化镓，发光二级管，蓝宝石，原位，氮化硅，量子阱， gan, nitride, gallium, led, sapphire, in, situ, sin, silicon, quantum

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 104766912 A (映瑞光电科技上海有限公司) 2015年 7月 8日 (2015-07-08) 说明书第0039段至第0047段、附图2-8	1-13
Y	CN 1697134 A (中国科学院物理研究所) 2005年 11月 16日 (2005-11-16) 说明书第3页第10行至第22行、附图1-2	1-13
A	US 2004094756 A1 (MOON 等) 2004年 5月 20日 (2004-05-20) 全文	1-13
A	CN 103165434 A (华中科技大学) 2013年 6月 19日 (2013-06-19) 全文	1-13
A	CN 205508855 U (河源市众拓光电科技有限公司) 2016年 8月 24日 (2016-08-24) 全文	1-13

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2017年 9月 11日	2017年 9月 29日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 王毅冰 电话号码 (86-10)62411584

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2016/112279

检索报告引用的专利文件			公布日（年/月/日）	同族专利			公布日（年/月/日）
CN	104766912	A	2015年 7月 8日	无			
CN	1697134	A	2005年 11月 16日	CN	100369197	C	2008年 2月 13日
US	2004094756	A1	2004年 5月 20日	KR	20040043071	A	2004年 5月 22日
				KR	100507610	B1	2005年 8月 10日
				US	6773946	B2	2004年 8月 10日
CN	103165434	A	2013年 6月 19日	无			
CN	205508855	U	2016年 8月 24日	无			