

(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 4 月 26 日 (26.04.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/072345 A1

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

王威(WANG, Wei); 中国广东省深圳市光明新区塘明大道9-2号, Guangdong 518132 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/070195

(22) 国际申请日: 2017 年 1 月 5 日 (05.01.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610910337.5 2016年10月19日 (19.10.2016) CN

(71) 申请人: 武汉华星光电技术有限公司(WUHAN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区高新大道 666 号生物城C5栋, Hubei 430070 (CN)。

(72) 发明人: 梁博(LIANG, Bo); 中国广东省深圳市光明新区塘明大道9-2号, Guangdong 518132 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市威世博知识产权代理事务所(普通合伙)(CHINA WISPRO INTELLECTUAL PROPERTY LLP); 中国广东省深圳市南山区高新区粤兴三道8号中国地质大学产学研基地中地大楼A806, Guangdong 518057 (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,

(54) Title: MICRO LIGHT EMITTING DIODE, MANUFACTURING METHOD THEREFOR, AND DISPLAY

(54) 发明名称: 微发光二极管及其制造方法和显示器

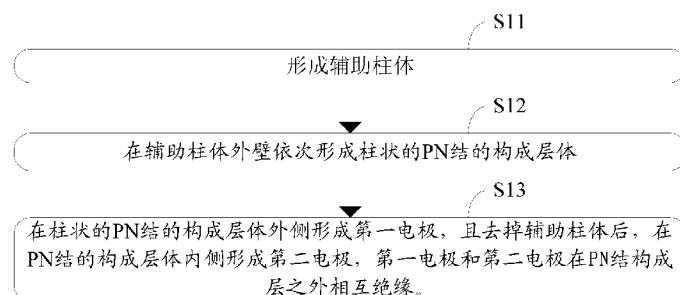


图 1

- S11 Form a secondary column
S12 Form in sequence, on the outer wall of the secondary column, layers composing a columnar PN junction
S13 Form a first electrode outside the layers composing the columnar PN junction, and form a second electrode inside the layers composing the PN junction after the secondary column is removed, the first electrode and the second electrode being insulated from each other outside the layers composing the PN junction

(57) Abstract: A micro light emitting diode, a manufacturing method therefor and a display. The method comprises: forming a buffer layer column (s11); forming in sequence, on the outer wall of the buffer layer column, layers composing a PN junction (s12); forming a first electrode outside the layers composing the PN junction, and forming a second electrode inside the layers composing the PN junction after the buffer layer column is removed, the first electrode and the second electrode being insulated from each other outside the layers composing the PN junction (s13). The micro light emitting diode manufactured with the described method has a tubular structure, and the tubular micro light emitting diode structure can effectively reduce the impedance of the passage between the first electrode and the second electrode via the layers composing the PN junction, thereby improving conductivity, and increasing the light-emitting efficiency of the micro light emitting diode. At the same time, the structure of a micro-tube/nanotube of the micro light emitting diode increases the effective functioning area of the PN junction, and increases current density, thereby effectively increasing the light-emitting efficiency

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, 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))。

of the micro light-emitting diode, improving the monochromaticity of the micro light-emitting diode.

(57) 摘要: 一种微发光二极管及其制备方法和显示器, 该方法包括: 形成缓冲层柱体(s11); 在缓冲层柱体外壁依次形成PN结的构成层体(s12); 在PN结的构成层体外侧形成第一电极, 且去掉缓冲层柱体后, 在PN结的构成层体内侧形成第二电极, 第一电极和第二电极在PN结的构成层之外相互绝缘(s13)。通过上述方法制成的微发光二极管为管状结构, 管状微发光二极管结构能有效降低第一电极和第二电极之间经由PN结的构成层通路的阻抗, 从而提高导电率, 增加微发光二极管的发光效率; 同时, 其微米管/纳米管的结构增加了PN结的有效作用面积, 增加电流密度, 从而有效提高微发光二极管的发光效率, 改善微发光二极管的单色性。

微发光二极管及其制造方法和显示器

【技术领域】

本发明涉及半导体技术领域，尤其涉及一种微发光二极管及其制造方法和显示器。

【背景技术】

微发光二极管（Micro LED）显示器的结构是微型化 LED 阵列，也就是将 LED 结构设计进行薄膜化、微小化与阵列化，将像素点距离从毫米级降低至微米级，同大尺度的户外 LED 显示屏一样，每一个像素可定址、单独驱动点亮；而与同样是自发光显示的 OLED 显示器相比，微发光二极管显示器还具有材料稳定性更好、寿命更长等优点。

目前，微发光二极管发光单元有两种基本结构，平面结构和垂直结构，垂直结构的微发光二极管与平面结构的微发光二极管相比，可以提供更大发光面积，增加输出耦合效率。不过垂直结构的微发光二极管由于其复杂的几何结构，使得调节微发光二极管的颜色成为难点，且单色性容易变差。

【发明内容】

本发明主要解决的技术问题是提供一种微发光二极管及其制造方法，能够增加发光效率和改善现有技术中单色性的问题。

为了解决上述技术问题，本发明采用的第一个技术方案是：提供一种微发光二极管的制备方法，包括：提供一基底；在基底上沉积而形成第一缓冲层；对第一缓冲层的预定位置进行蚀刻，以在预定位置暴露出所述基底；在基底的预定位置处生长出中空微米管/纳米管，以得到缓冲层柱体；在缓冲层柱体外壁生长 n-GaN 层；在 n-GaN 层上沉积而形成第二缓冲层；对第二缓冲层进行蚀刻以暴露出一部分 n-GaN 层；在 n-GaN 层上依次形成多重量子阱层、p-GaN 层，以得到 PN 结的构成层体；在 PN 结的构成层体外侧形成第一电极，且去掉缓冲

层柱体后,在PN结的构成层体内侧形成第二电极,第一电极和第二电极之间绝缘。

其中,基底是Si掺杂的n-GaN/Al₂O₃基底,第一缓冲层是SiO₂层。

其中,基底的预定位置是周期性点阵结构,以实现中空微米管/纳米管结构的均匀设置。

其中,缓冲层柱体是ZnO微米管/纳米管。

其中,在n-GaN层上沉积而形成第二缓冲层;对第二缓冲层进行蚀刻以露出一部分n-GaN层包括:在n-GaN层上沉积SiO₂后,蚀刻上面一部分SiO₂,以露出一部分n-GaN;在SiO₂上沉积PMMA后,蚀刻上面一部分PMMA,以露出一部分n-GaN。

其中,在n-GaN层上依次形成多重量子阱层、p-GaN层过程中,在每两相邻层之间均进一步进行以下处理:形成第三缓冲层以覆盖遮挡较下层的结构;刻蚀掉一部分第三缓冲层。

其中,n-GaN层、多重量子阱层、p-GaN层暴露出的高度不同。

其中,多重量子阱层是 μ -In_xGa_{1-x}N/ μ -GaN多重量子阱层,p-GaN是掺Mg的p-GaN层。

其中,在n-GaN层上依次形成多重量子阱层、p-GaN层后包括:在惰性气体氛围中退火。

其中,在PN结的构成层体外侧形成第一电极包括:在基底及PN结的构成层体上涂布并固化PI液;将PN结的构成层体的上端的PI液蚀刻掉,暴露出PN结的构成层体;在基底及PN结的构成层体上沉积金属Ni/Au层和Ag层,以得到第一电极。

去掉缓冲层柱体后,在PN结的构成层体内侧形成第二电极包括:去掉基底;刻蚀掉作为牺牲层的第一缓冲层和缓冲层柱体;将PN结的构成层体翻转,并沉积金属Ti/Au层和ITO层,以得到第二电极。

为解决上述技术问题,本发明采用的第二个技术方案是:提供一种微发光

二极管，包括：第一电极和套设于第一电极的第二电极，且第一电极和第二电极之间绝缘；填充于第一电极和第二电极之间的 PN 结的构成层体，其中，PN 结的构成层体进一步包括：由内向外依次生长的 n-GaN 层、多重量子阱层、p-GaN 层。

其中，微发光二极管是管状结构。

其中，内向外依次生长的 n-GaN 层、多重量子阱层、p-GaN 层暴露出的高度不同。

其中，第一电极是金属 Ni/Au 层和 Ag 层；第二电极是金属 Ti/Au 层和 ITO 层。

其中，多重量子阱层是 μ -In_xGa_{1-x}N / μ -GaN 多重量子层，p-GaN 是掺 Mg 的 p-GaN 层。

为解决上述技术问题，本发明采用的第三个技术方案是：提供一种微发光二极管显示器，包括：如上所述的微发光二极管。

其中，微发光二极管是管状结构。

其中，内向外依次生长的 n-GaN 层、多重量子阱层、p-GaN 层暴露出的高度不同。

其中，第一电极是金属 Ni/Au 层和 Ag 层；第二电极是金属 Ti/Au 层和 ITO 层。

其中，多重量子阱层是 μ -In_xGa_{1-x}N / μ -GaN 多重量子层；p-GaN 是掺 Mg 的 p-GaN 层。

本发明的有益效果是：通过在缓冲层柱体外壁依次形成 PN 结的构成层体后，在 PN 结的构成层体外侧形成第一电极，且去掉缓冲层柱体后在 PN 结的构成层体内侧形成第二电极，第一电极和第二电极在 PN 结的构成层之外相互绝缘，其制成的微发光二极管为管状结构。管状微发光二极管结构能有效降低第一电极和第二电极之间经由 PN 结的构成层通路的阻抗，从而提高导电率，增加微发光二极管的发光效率；同时，其微米管/纳米管的结构增加了 PN 结的有效作用

面积，增加电流密度，从而有效提高微发光二极管的发光效率，改善微发光二极管的单色性。

【附图说明】

图 1 是本发明微发光二极管制造方法第一实施例的流程示意图；

图 2 是图 1 中步骤 S11 的流程示意图；

图 3 是图 1 中步骤 S12 的流程示意图；

图 4 是图 1 中步骤 S13 的流程示意图；

图 5 是图 4 中步骤 S130 的流程示意图；

图 6 是图 4 中步骤 S131 的流程示意图；

图 7 是本发明微发光二极管制造方法第二实施例的流程示意图；

图 8 是本发明微发光二极管一实施例的结构示意图；

图 9 是本发明微发光二极管显示器的结构示意图。

【具体实施方式】

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

如图 1 所示，本发明微发光二极管第一实施例的流程示意图，包括：

S11：形成缓冲层柱体。

采用低温生长或蚀刻等方式形成缓冲层柱体。其中，缓冲层柱体既能有效解决基底材料和 n-GaN 层材料之间晶格常数和热膨胀系数失配造成的困难，同时，也能为形成 PN 结的构成层体起到辅助支撑的作用。

S12：在缓冲层柱体外壁依次形成 PN 结的构成层体。

通过 MOCVD（Metal-organic Chemical Vapor Deposition，金属有机化合物化学气相沉淀）等方式在缓冲层柱体外壁依次形成 PN 结的构成层体，层体包围缓冲层柱体。

S13: 在 PN 结的构成层体外侧形成第一电极, 且去掉缓冲层柱体后, 在 PN 结的构成层体内侧形成第二电极, 第一电极和第二电极之间绝缘。

可以看出, 本实施例通过在缓冲层柱体外壁依次形成 PN 结的构成层体后, 在 PN 结的构成层体外侧形成第一电极, 且去掉缓冲层柱体后在 PN 结的构成层体内侧形成第二电极, 第一电极和第二电极在 PN 结的构成层之外相互绝缘, 其制成的微发光二极管为管状结构。管状微发光二极管结构能有效降低第一电极和第二电极之间经由 PN 结的构成层通路的阻抗, 从而提高导电率, 增加微发光二极管的发光效率; 同时, 其微米管/纳米管的结构增加了 PN 结的有效作用面积, 增加电流密度, 从而有效提高微发光二极管的发光效率, 改善微发光二极管的单色性。

如图 2 所示, 在具体实施例中, 图 1 中步骤 11 的流程包括:

S110: 提供一基底。基底材料可以是蓝宝石 (Al_2O_3)、硅 (Si) 或者碳化硅 (SiC), 优选地, 使用 Si 掺杂的 n-GaN/ Al_2O_3 作为 MOVPE (Metal-organic Vapor-phase Epitaxy) 基底。

S111: 在基底上沉积而形成第一缓冲层。第一缓冲层是 SiO_2 层, 通过 PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, 等离子体增强化学气相沉积法) 在 Si 掺杂的 n-GaN/ Al_2O_3 基底上沉积而形成 SiO_2 层, 在一应用例中, SiO_2 层的厚度可以为 50~200nm, 例如 100nm。

S112: 对第一缓冲层的预定位置进行蚀刻, 以在预定位置暴露出基底。通过匀胶、曝光、显影、刻蚀等方式制作出所需的 SiO_2 图案, 以供在特定位置生长缓冲层柱体, 其中图案形状可根据后续所需生长的缓冲层柱体形状面设定, 具体不作限制。

S113: 在基底的预定位置处生长出缓冲层柱体。缓冲层柱体材料可以是 AlN (氮化铝)、GaN (氮化镓)、SiC (碳化硅) 和 ZnO (氧化锌), 优选地, 缓冲层柱体是 ZnO 微米管/纳米管。通过 PVD (Physical Vapor Deposition, 物理气相沉积) 等方式在基底的预定位置生长 ZnO 微米管/纳米管, 且多个 ZnO 微米管/纳米

管结构间相互间隔设置,其中 ZnO 微米管/纳米管结构形状与 SiO₂ 图案的形状相同。在一应用例中,多个 ZnO 微米管/纳米管结构可为周期性点阵结构,实现多个 ZnO 微米管/纳米管结构的均匀设置,保证多个 ZnO 微米管/纳米管结构分布的均匀,从而保证微发光二极管的出光均匀。

如图 3 所示,在具体实施例中,图 1 中步骤 12 包括:

S120: 在 ZnO 微米管/纳米管外壁生长 n-GaN 层。通过 MOCVD(Metal-organic Chemical Vapor Deposition, 金属有机化合物化学气象沉淀) 等方式在 ZnO 微米管/纳米管外壁生长 n-GaN 层。

S121: 在 n-GaN 层上沉积而形成第二缓冲层; 对第二缓冲层进行蚀刻以露出一部分 n-GaN 层。在 n-GaN 层上沉积而形成第二缓冲层包括: 在 n-GaN 层上沉积一定厚度的 SiO₂, 在一应用例中, 厚度可以为 50~200nm, 例如为 50nm, 并将上面一部分 SiO₂ 刻蚀, 露出一部分 n-GaN; 用一定厚度的 PMMA(polymethyl methacrylate, 聚甲基丙烯酸甲酯, 俗称有机玻璃) 覆盖遮挡 ZnO/n-GaN/ SiO₂, 在一应用例中, PMMA 的厚度为 1 μ m, 刻蚀掉上面一部分 PMMA。其中, SiO₂ 层和 PMMA 层起掩模的作用, 蚀刻后只遮挡一部分 n-GaN 层, 不保留在最终微发光二极管结构中。多重量子阱层、p-GaN 层依次形成于 n-GaN 层暴露的部分上。

S122: 在 n-GaN 层上依次形成多重量子阱层、p-GaN 层。通过 MOCVD 在 n-GaN 层上依次形成多重量子阱层、p-GaN 层过程中, 在每两相邻层之间均进一步进行以下处理: 形成第三缓冲层以覆盖遮挡较下层的结构; 刻蚀掉一部分第三缓冲层, 以在多重量子阱层暴露的部分上形成 p-GaN 层。

在本实施例中, 第一缓冲层、第二缓冲层和第三缓冲层使得由内而外形成的 n- GaN /多重量子阱层/p- GaN 层所暴露出的高度不同。

其中, MQWs 是 μ -In_xGa_{1-x}N / μ -GaN MQWs, p-GaN 是掺 Mg 的 p-GaN 层。在 n-GaN 层上依次形成 MQWs、p-GaN 层后包括: 在惰性气体氛围中退火, 如: 氮气。

如图 4 所示, 在具体实施例中, 图 1 中步骤 13 包括:

S130: 在 PN 结的构成层体外侧形成第一电极。

S131: 去掉缓冲层柱体后, 在 PN 结的构成层体内侧形成第二电极。其中, 第一电极为沉积的金属 Ni/Au 层和 Ag 层, 第二电极为沉积的金属 Ti/Au 层和 ITO 层。

如图 5 所示, 在具体实施例中, 图 4 中步骤 S130 进一步包括:

S1300: 在基底及 PN 结的构成层体上涂布并固化 PI 液。在基底及 PN 结的构成层体上涂布 PI (Polyimide, 聚酰亚胺) 液并使其固化, 用于隔绝 PN 结的构成层体外侧形成第一电极和 PN 结的构成层体内侧形成第二电极, 使第一电极和第二电极绝缘, 且起到固定的作用, 从而控制微发光二极管光的方向。

S1301: 将 PN 结的构成层体的上端的 PI 液蚀刻掉, 暴露出 PN 结的构成层体。

S1302: 在基底及 PN 结的构成层体上沉积金属 Ni/Au 层和 Ag 层, 以得到第一电极。在一实施例中, 金属 Ni/Au 层的厚度可以为 5~20nm, 例如 10nm, Ag 层的厚度为几个微米。

如图 6 所示,, 在具体实施例中, 图 4 中步骤 S131 进一步包括:

S1310: 去掉基底。

S1311: 刻蚀掉作为牺牲层的第一缓冲层和缓冲层柱体。从而形成中空 ZnO 微米管/纳米管结构。

S1312: 将 PN 结的构成层体翻转, 并沉积金属 Ti/Au 层和 ITO 层, 以得到第二电极。在一应用例中, 金属 Ti/Au 层的厚度为 2~5nm, ITO 层的厚度为 800~1200nm。

上述说明中各层的厚度、各层的沉积方式以及金属电极层材料仅为示例, 实际应用可根据需要决定。

在其他实施例中, N 型半导体层和 P 型半导体层材料可以是 InGaN、AlGaInP、GaAlAs 或其任一两者之间的组合, 但不仅限于此。

通过上述实施例的实施，在缓冲层柱体外壁依次形成 PN 结的构成层体后，在 PN 结的构成层体外侧形成第一电极，且去掉缓冲层柱体后在 PN 结的构成层体内侧形成第二电极，从而制成具有金属电极与中空的微米管/纳米管结构的微发光二极管。微发光二极管利用中空的几何形貌制备金属电极，有效降了金属电极间的阻抗，从而提高导电率，增加微发光二极管的发光效率；同时，其微米管/纳米管的结构增加了 PN 结有效作用面积，增高电流密度，从而有效提高微发光二极管的发光效率，改善微发光二极管单色性。

如图 7 所示，本发明微发光二极管制造方法的第二实施例的流程示意图，包括：

S71：提供一基底。

S72：在基底上沉积而形成第一缓冲层。

S73：对第一缓冲层的预定位置进行蚀刻，以在预定位置暴露出基地。

S74：在基底的预定位置处生长出缓冲层柱体。

S75：在缓冲层柱体外币生长 n-GaN 层。

S76：在 n-GaN 层上依次形成多重量子阱层、p-GaN 层。

S77：在基底及 PN 结的构成层体上涂布并固化 PI 液，将 PN 结的构成层体的上端的 PI 液蚀刻掉，暴露出 PN 结的构成层体。

S78：在基底及 PN 结的构成层体上形成第一电极。

S79：去掉基底，刻蚀掉作为牺牲层的第一缓冲层和缓冲层柱体后，将 PN 结的构成层体翻转，在 PN 结的构成层体内侧形成第二电极。

本实施例中各层的材料、功能、厚度具体可参考本发明微发光二极管制造方法第一实施例中的描述，在此不再重复。其中，各层的厚度、各层的沉积方式以及金属电极层材料仅为示例，实际应用可根据需要决定。在其他实施例中，n 型半导体层和 p 型半导体层材料可以是 InGa_N、AlGaInP、GaAlAs 或其任一两者之间的组合，但不仅限于此。

如图 8 所示，本发明微发光二极管一实施例的结构示意图，包括：第一电

极 81、第二电极 82、PI 层 83、PN 结的构成层体 84。

第二电极 82 套设于第一电极 81；PI 层 83 位于第二电极 82 的上方，使得第一电极 81 和第二电极 82 之间绝缘；PN 结的构成层体 84 填充于第一电极 81 和第二电极 82 之间。

第一电极为沉积的金属 Ti/Au 层和 ITO 层；第二电极为金属 Ni/Au 层 820 和 Ag 层 821；PN 结的构成层体 84 进一步包括由内而外依次生长 n-GaN 层 840、多重量子阱层 841、p-GaN 层 842。

本实施例中各层的材料、功能、厚度具体可参考本发明微发光二极管制造方法第一实施例中的描述，在此不再重复。其中，各层的厚度、大小及位置仅为示意，实际应用可根据需要决定。在其他实施例中，n 型半导体层和 p 型半导体层材料可以是 InGaN、AlGaInP、GaAlAs 或其任一两者之间的组合，但不仅限于此。

如图 9 所示，本发明微发光二极管显示器一实施例的结构示意图，包括：基板 90；设置于基板 90 上的子像素区域 91；设置于子像素区域 91 内的微发光二极管 92。

其中，子像素区域 91 阵列排布；微发光二极管 92 的结构如图 8 所示。

图中子像素区域 91 和微发光二极管 92 的大小以及相对位置关系仅为示意，实际应用可根据需要决定。

在此基础上，以上所述仅为本发明的实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，例如各实施例之间技术特征的相互结合，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

权利要求

1.一种微发光二极管的制备方法，其中，包括：

提供一基底；

在所述基底上沉积而形成第一缓冲层；

对所述第一缓冲层的预定位置进行蚀刻，以在所述预定位置暴露出所述基底；

在所述基底的所述预定位置处生长出中空微米管/纳米管，以得到缓冲层柱体；

在所述缓冲层柱体外壁生长 n-GaN 层；

在所述 n-GaN 层上沉积而形成第二缓冲层；

对所述第二缓冲层进行蚀刻以暴露出一部分所述 n-GaN 层；

在所述 n-GaN 层上依次形成多重量子阱层、p-GaN 层，以得到 PN 结的构成层体；

在所述 PN 结的构成层体外侧形成第一电极，且去掉所述缓冲层柱体后，在所述 PN 结的构成层体内侧形成第二电极，所述第一电极和第二电极在所述 PN 结的构成层之外相互绝缘。

2.根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述基底是 Si 掺杂的 n-GaN/Al₂O₃ 基底，所述第一缓冲层是 SiO₂ 层。

3.根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述基底的所述预定位置是周期性点阵结构，以实现所述中空微米管/纳米管结构的均匀设置。

4.根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述缓冲层柱体是 ZnO 微米管/纳米管。

5.根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述在所述 n-GaN 层上沉积而形成第二缓冲层；对所述第二缓冲层进行蚀刻以暴露出一部分所述 n-GaN 层包括：

在所述 n-GaN 层上沉积 SiO₂ 后，蚀刻上面一部分所述 SiO₂，以露出一部分

所述 n-GaN;

在所述 SiO₂ 上沉积 PMMA 后, 蚀刻上面一部分所述 PMMA, 以露出一部分所述 n-GaN。

6. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述在所述 n-GaN 层上依次形成多重量子阱层、p-GaN 层过程中, 在每两相邻层之间均进一步进行以下处理:

形成第三缓冲层以覆盖遮挡较下层的结构;

刻蚀掉一部分所述第三缓冲层。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其中, 所述 n-GaN 层、所述多重量子阱层、所述 p-GaN 层暴露出的高度不同。

8. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述多重量子阱层是 $\mu\text{-In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ / $\mu\text{-GaN}$ 多重量子层, 所述 p-GaN 是掺 Mg 的 p-GaN 层。

9. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述在 n-GaN 层上依次形成多重量子阱层、p-GaN 层后包括: 在惰性气体氛围中退火。

10. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中,

所述在所述 PN 结的构成层体外侧形成第一电极包括:

在所述基底及所述 PN 结的构成层体上涂布并固化 PI 液;

将所述 PN 结的构成层体的上端的所述 PI 液蚀刻掉, 暴露出所述 PN 结的构成层体;

在所述基底及所述 PN 结的构成层体上沉积金属 Ni/Au 层和 Ag 层, 以得到所述第一电极;

所述去掉所述缓冲层柱体后, 在所述 PN 结的构成层体内侧形成第二电极包括:

去掉所述基底;

刻蚀掉作为牺牲层的所述第一缓冲层和所述缓冲层柱体;

将所述 PN 结的构成层体翻转, 并沉积金属 Ti/Au 层和 ITO 层, 以得到所述第二电极。

11.一种微发光二极管，其中，包括：

第一电极和套设于所述第一电极的第二电极，且所述第一电极和第二电极之间绝缘；

填充于所述第一电极和所述第二电极之间的PN结的构成层体，其中，所述PN结的构成层体进一步包括：由内向外依次生长的n-GaN层、多重量子阱层、p-GaN层。

12.根据权利要求11所述的微发光二极管，其中，所述微发光二极管是管状结构。

13. 根据权利要求11所述的微发光二极管，其中，所述内向外依次生长的n-GaN层、多重量子阱层、p-GaN层暴露出的高度不同。

14.根据权利要求11所述的微发光二极管，其中，所述第一电极是金属Ni/Au层和Ag层；所述第二电极是金属Ti/Au层和ITO层。

15.根据权利要求11所述的微发光二极管，其中，所述多重量子阱层是 μ - $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ / μ -GaN多重量子层，所述p-GaN是掺Mg的p-GaN层。

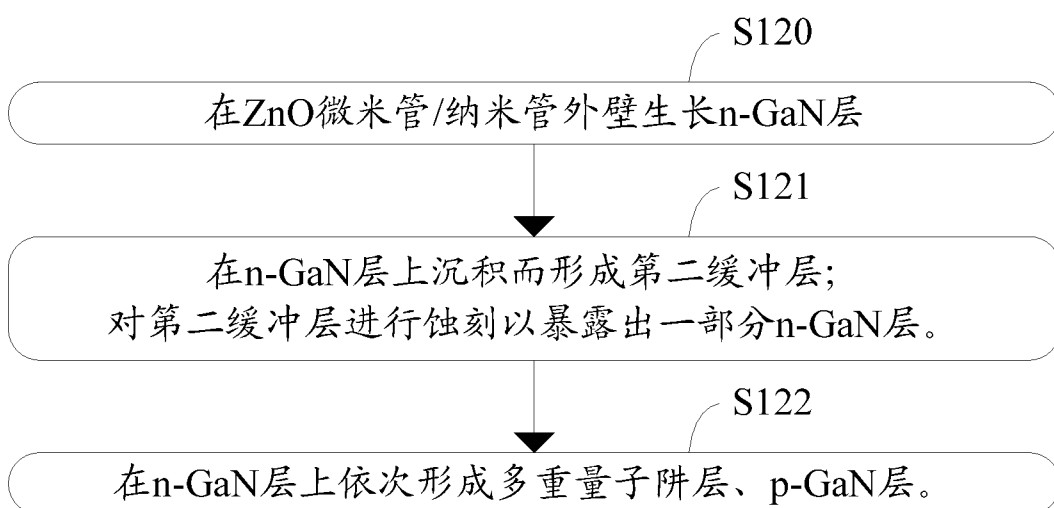
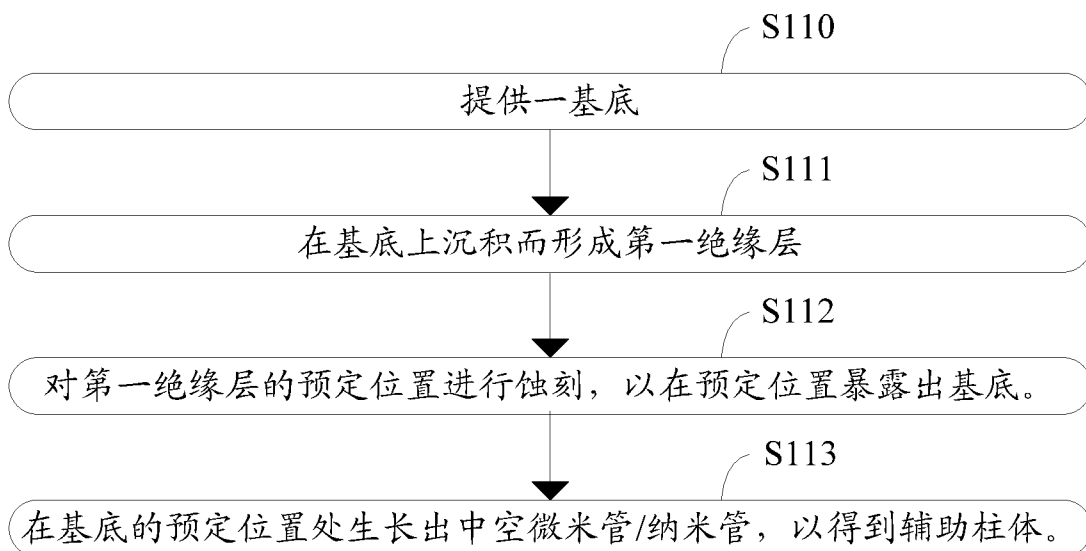
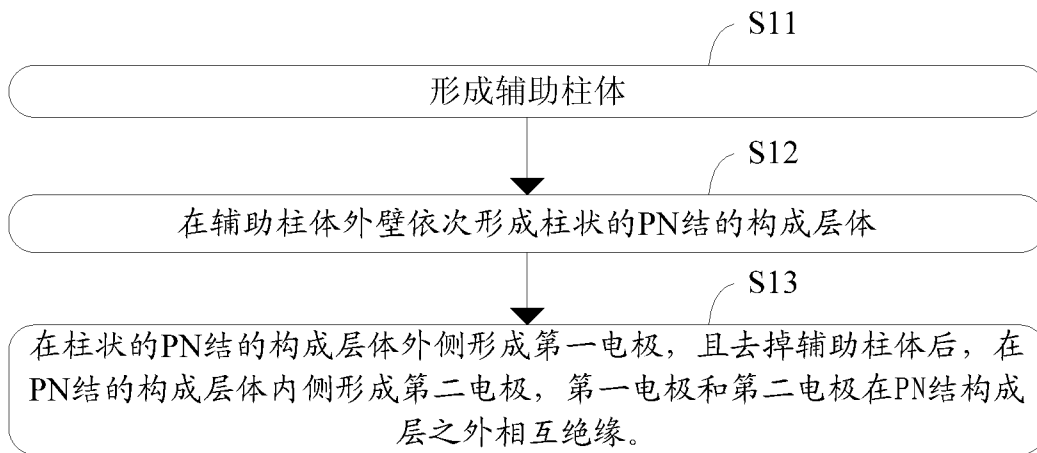
16.一种微发光二极管显示器，其中，所述微发光二极管显示器包括如权利要求11所述的微发光二极管。

17.根据权利要求16的微发光二极管显示器，其中，所述微发光二极管是管状结构。

18.根据权利要求16的微发光二极管显示器，其中，所述内向外依次生长的n-GaN层、多重量子阱层、p-GaN层暴露出的高度不同。

19. 根据权利要求16的微发光二极管显示器，其中，所述第一电极是金属Ni/Au层和Ag层；所述第二电极是金属Ti/Au层和ITO层。

20. 根据权利要求16的微发光二极管显示器，其中，所述多重量子阱层是 μ - $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ / μ -GaN多重量子层；所述p-GaN是掺Mg的p-GaN层。



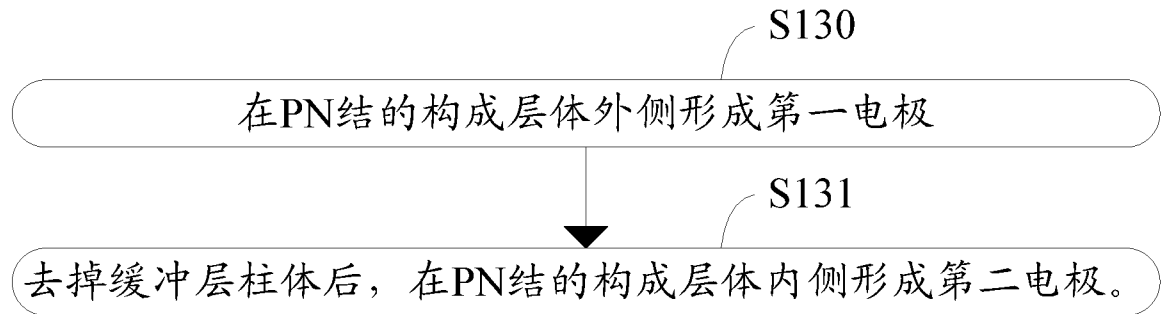


图 4

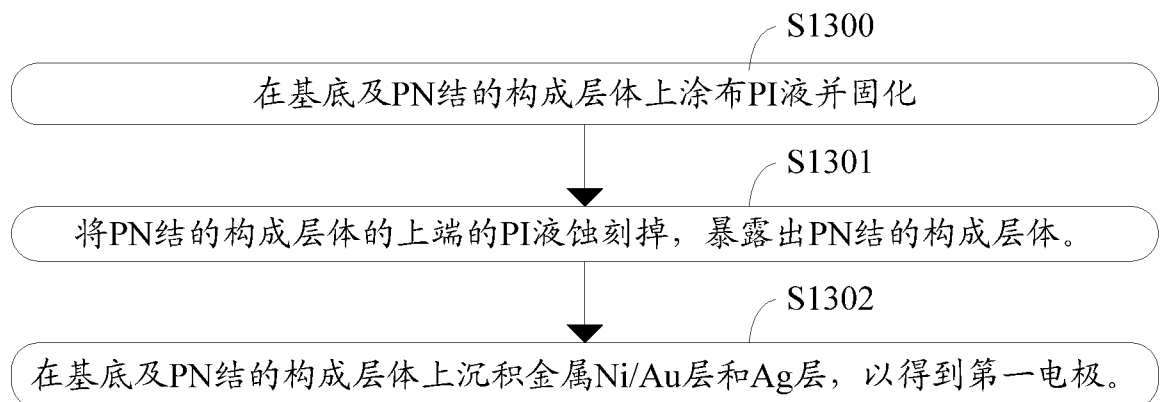


图 5

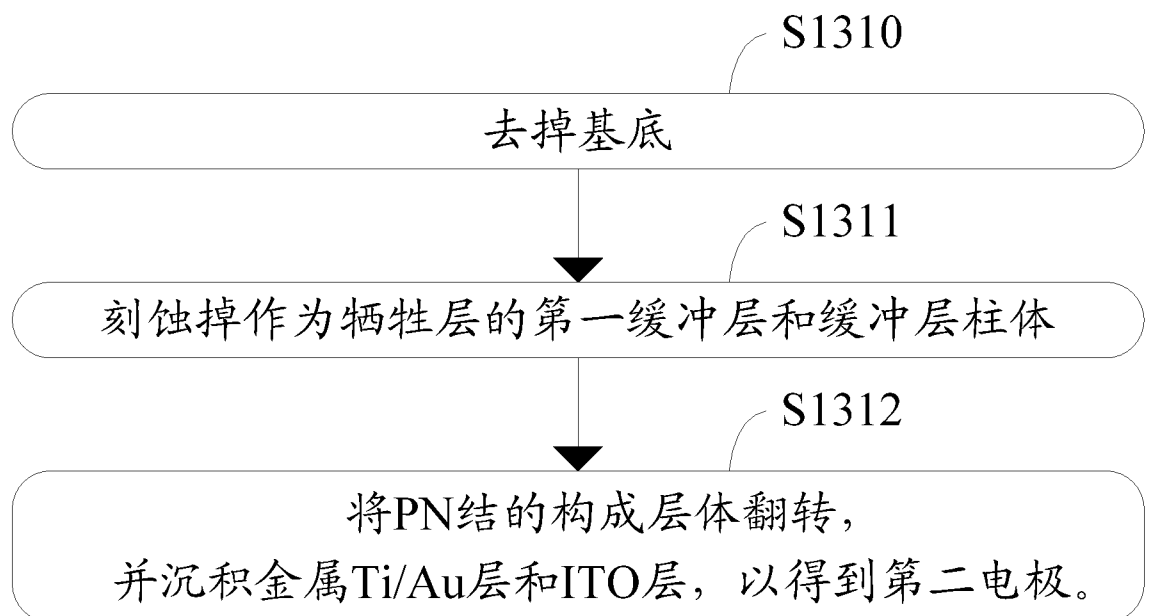


图 6

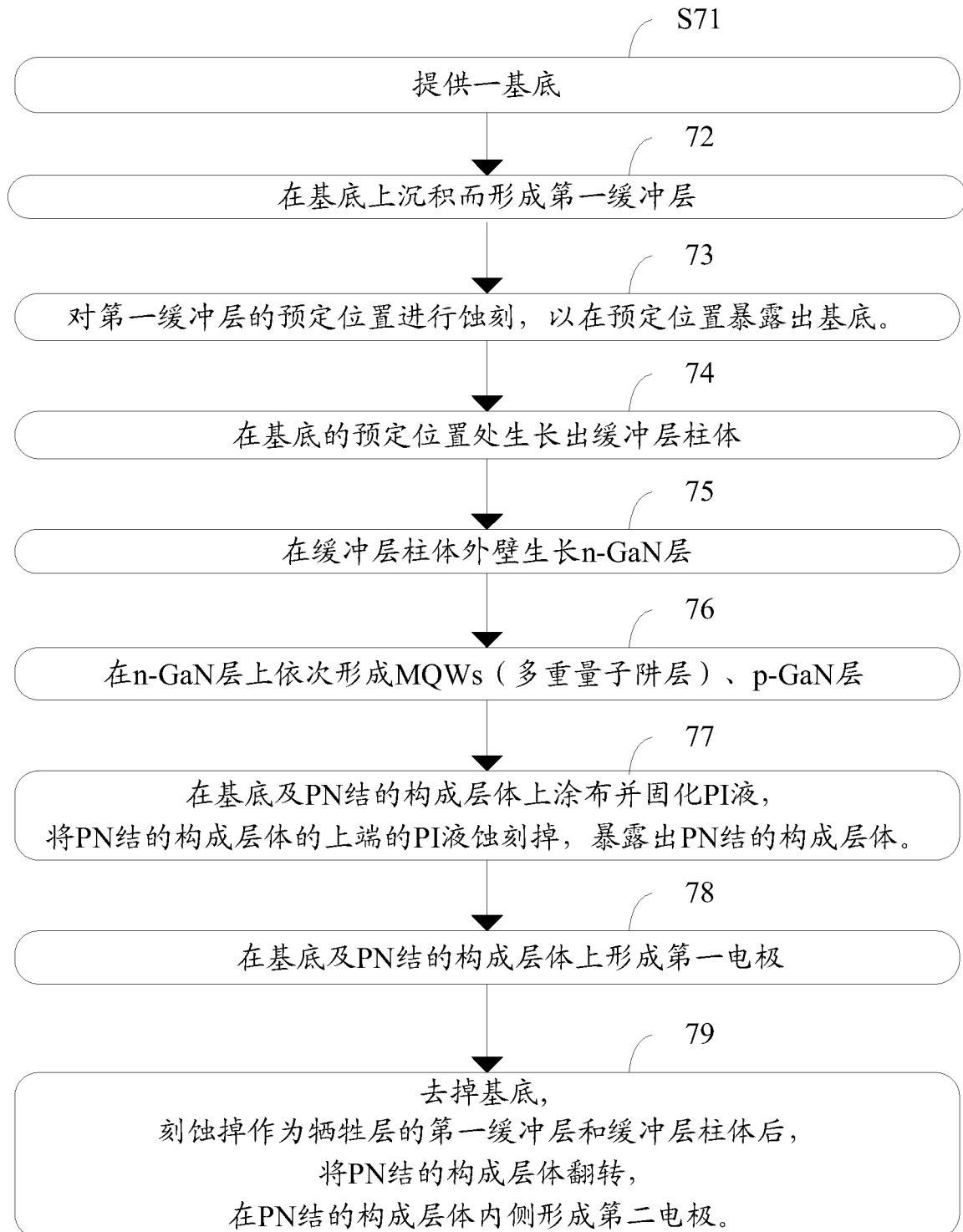


图 7

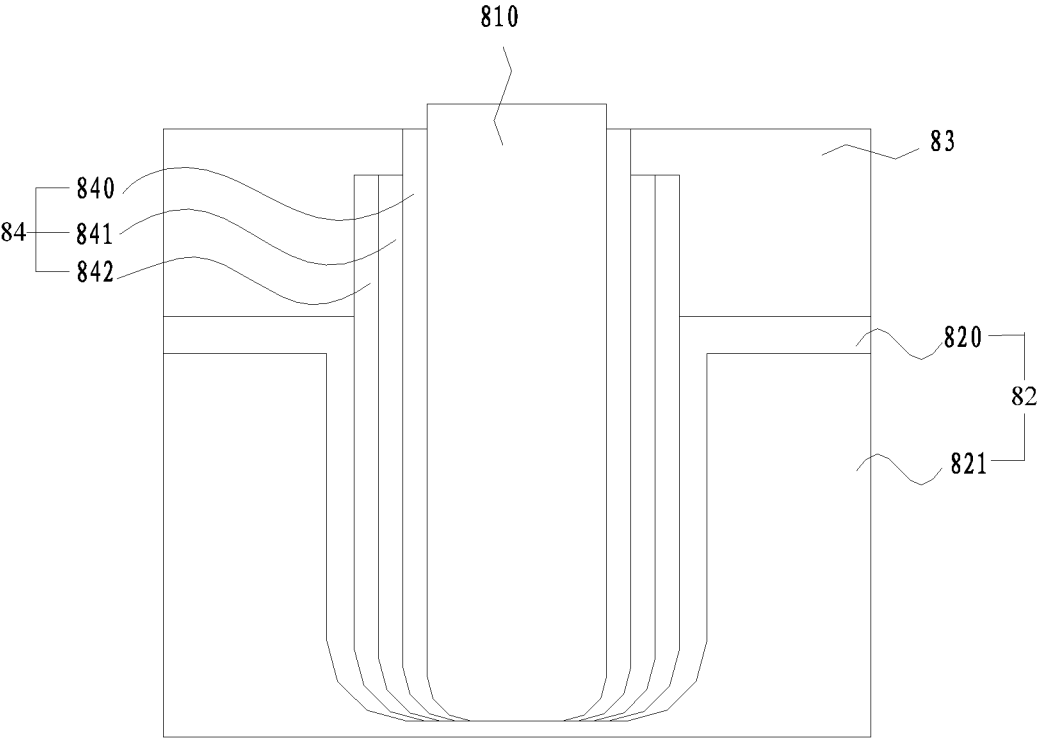


图 8

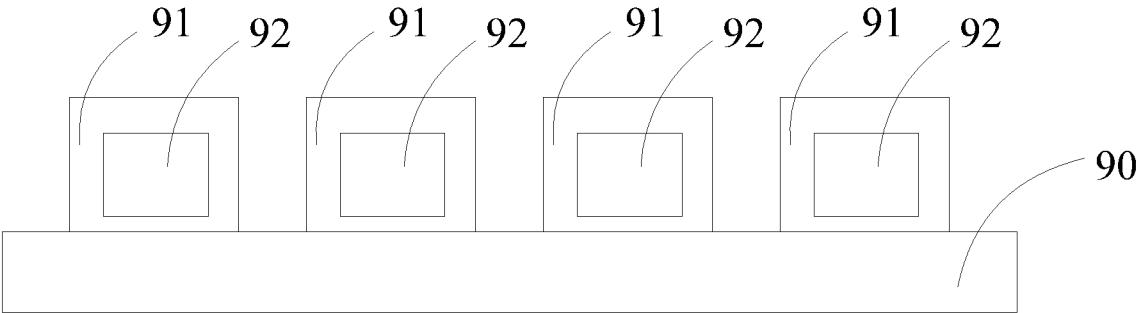


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/070195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

CNKI, CNPAT, CNTXT, WPI, EPODOC: 武汉华星, 梁博, 王威, 微米, 纳米, 管, 管状, 柱, 线, 单, 单个, 发光二极管, 量子阱, GaN, ZnO, LED, micro, nano, tube, rod, core, wire, quantum, well, nitride

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106229394 A (WUHAN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.), 14 December 2016 (14.12.2016), description, paragraphs [0028]-[0077], and figures 1-9	1-20
A	CN 103988321 A (SHARP KABUSHIKI KAISHA), 13 August 2014 (13.08.2014), description, paragraphs [0138] and [0186]-[0199], and figures 19-22B	1-20
A	CN 1979705 A (CANON INC.), 13 June 2007 (13.06.2007), entire document	1-20
A	CN 103337512 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.), 02 October 2013 (02.10.2013), entire document	1-20
A	CN 102593305 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA), 18 July 2012 (18.07.2012), entire document	1-20
A	US 2008305568 A1 (NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY), 11 December 2008 (11.12.2008), entire document	1-20
A	US 2015118777 A1 (SEO, Y.W. et al.), 30 April 2015 (30.04.2015), entire document	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 09 June 2017	Date of mailing of the international search report 10 July 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 LIU, Ning Telephone No. (86-10) 010-62413955

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/070195

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106229394 A	14 December 2016	None	
CN 103988321 A	13 August 2014	WO 2013099249 A1	04 July 2013
		US 8648328 B2	11 February 2014
		JP 2016042583 A	31 March 2016
		US 9018081 B2	28 April 2015
		US 2014077158 A1	20 March 2014
		JP 5824156 B2	25 November 2015
		US 2013161584 A1	27 June 2013
		JP 2015503838 A	02 February 2015
		US 2015221827 A1	06 August 2015
		US 9252328 B2	02 February 2016
		US 2015155445	04 June 2015
		US 2015214430	30 July 2015
		US 2013161643	27 June 2013
		US 8685774	01 April 2014
CN 1979705 A	13 June 2007	EP 1796172 A2	13 June 2007
		US 2007126079 A1	07 June 2007
		EP 1796172 A3	07 October 2009
		CN 1979705 B	21 July 2010
		US 7906803 B2	15 March 2011
		JP 2007184554	19 July 2007
CN 103337512 A	02 October 2013	None	
CN 102593305 A	18 July 2012	CN 102593305 B	15 October 2014
US 2008305568 A1	11 December 2008	JP 2008306156 A	18 December 2008
		JP 5085283 B2	28 November 2012
		US 7588955 B2	15 September 2009
		TW I340481 B	11 April 2011
		TW 200849650 A	16 December 2008
US 2015118777 A1	30 April 2015	US 2015303350 A1	22 October 2015
		WO 2015065071 A1	07 May 2015
		US 9257605 B2	09 February 2016
		US 9099573 B2	04 August 2015
		CN 105765741	13 July 2016
		DE 112014004968 T	04 August 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/070195

A. 主题的分类 H01L 33/00(2010.01)i; H01L 33/20(2010.01)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)) CNKI, CNPAT, CNTXT, WPI, EPODOC: 武汉华星, 梁博, 王威, 微米, 纳米, 管, 管状, 柱, 线, 单, 单个, 发光二极管, 量子阱, GaN, ZnO, LED, micro, nano, tube, rod, core, wire, quantum, well, nitride																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 106229394 A (武汉华星光电技术有限公司) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 说明书[0028]-[0077]段、图1-9</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103988321 A (夏普株式会社) 2014年 8月 13日 (2014 - 08 - 13) 说明书[0138]、[0186]-[0199]段、图19-22B</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1979705 A (佳能株式会社) 2007年 6月 13日 (2007 - 06 - 13) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103337512 A (大连理工大学 等) 2013年 10月 2日 (2013 - 10 - 02) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102593305 A (电子科技大学) 2012年 7月 18日 (2012 - 07 - 18) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2008305568 A1 (NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY) 2008年 12月 11日 (2008 - 12 - 11) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2015118777 A1 (SEO, YEON WOO等) 2015年 4月 30日 (2015 - 04 - 30) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 106229394 A (武汉华星光电技术有限公司) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 说明书[0028]-[0077]段、图1-9	1-20	A	CN 103988321 A (夏普株式会社) 2014年 8月 13日 (2014 - 08 - 13) 说明书[0138]、[0186]-[0199]段、图19-22B	1-20	A	CN 1979705 A (佳能株式会社) 2007年 6月 13日 (2007 - 06 - 13) 全文	1-20	A	CN 103337512 A (大连理工大学 等) 2013年 10月 2日 (2013 - 10 - 02) 全文	1-20	A	CN 102593305 A (电子科技大学) 2012年 7月 18日 (2012 - 07 - 18) 全文	1-20	A	US 2008305568 A1 (NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY) 2008年 12月 11日 (2008 - 12 - 11) 全文	1-20	A	US 2015118777 A1 (SEO, YEON WOO等) 2015年 4月 30日 (2015 - 04 - 30) 全文	1-20
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 106229394 A (武汉华星光电技术有限公司) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 说明书[0028]-[0077]段、图1-9	1-20																								
A	CN 103988321 A (夏普株式会社) 2014年 8月 13日 (2014 - 08 - 13) 说明书[0138]、[0186]-[0199]段、图19-22B	1-20																								
A	CN 1979705 A (佳能株式会社) 2007年 6月 13日 (2007 - 06 - 13) 全文	1-20																								
A	CN 103337512 A (大连理工大学 等) 2013年 10月 2日 (2013 - 10 - 02) 全文	1-20																								
A	CN 102593305 A (电子科技大学) 2012年 7月 18日 (2012 - 07 - 18) 全文	1-20																								
A	US 2008305568 A1 (NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY) 2008年 12月 11日 (2008 - 12 - 11) 全文	1-20																								
A	US 2015118777 A1 (SEO, YEON WOO等) 2015年 4月 30日 (2015 - 04 - 30) 全文	1-20																								
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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																						
* 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 6月 9日	2017年 7月 10日																									
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																									
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	刘宁																									
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)010-62413955																									

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/070195

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	106229394	A	2016年 12月 14日	无			
CN	103988321	A	2014年 8月 13日	WO	2013099249	A1	2013年 7月 4日
				US	8648328	B2	2014年 2月 11日
				JP	2016042583	A	2016年 3月 31日
				US	9018081	B2	2015年 4月 28日
				US	2014077158	A1	2014年 3月 20日
				JP	5824156	B2	2015年 11月 25日
				US	2013161584	A1	2013年 6月 27日
				JP	2015503838	A	2015年 2月 2日
				US	2015221827	A1	2015年 8月 6日
				US	9252328	B2	2016年 2月 2日
				US	2015155445		2015年 6月 4日
				US	2015214430		2015年 7月 30日
				US	2013161643		2013年 6月 27日
				US	8685774		2014年 4月 1日
CN	1979705	A	2007年 6月 13日	EP	1796172	A2	2007年 6月 13日
				US	2007126079	A1	2007年 6月 7日
				EP	1796172	A3	2009年 10月 7日
				CN	1979705	B	2010年 7月 21日
				US	7906803	B2	2011年 3月 15日
				JP	2007184554		2007年 7月 19日
CN	103337512	A	2013年 10月 2日	无			
CN	102593305	A	2012年 7月 18日	CN	102593305	B	2014年 10月 15日
US	2008305568	A1	2008年 12月 11日	JP	2008306156	A	2008年 12月 18日
				JP	5085283	B2	2012年 11月 28日
				US	7588955	B2	2009年 9月 15日
				TW	I340481	B	2011年 4月 11日
				TW	200849650	A	2008年 12月 16日
US	2015118777	A1	2015年 4月 30日	US	2015303350	A1	2015年 10月 22日
				WO	2015065071	A1	2015年 5月 7日
				US	9257605	B2	2016年 2月 9日
				US	9099573	B2	2015年 8月 4日
				CN	105765741		2016年 7月 13日
				DE	112014004968	T	2016年 8月 4日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)