

(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
2019年7月18日 (18.07.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/137059 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 21/02 (2006.01) *B82Y 30/00* (2011.01)
H01L 33/32 (2010.01) *B82Y 40/00* (2011.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/110986

(22) 国际申请日: 2018年10月19日 (19.10.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810027240.9 2018年1月11日 (11.01.2018) CN

(71) 申请人: 华南理工大学 (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路381号, Guangdong 510640 (CN)。

(72) 发明人: 李国强(LI, Guoqiang); 中国广东省广州市天河区五山路381号, Guangdong 510640 (CN)。高芳亮(GAO, Fangliang); 中国广东省广州市天河区五山路381号, Guangdong 510640 (CN)。徐珍珠(XU, Zhenzhu); 中国广东省广州市天河区五山路381号, Guangdong 510640 (CN)。

(74) 代理人: 广州市华学知识产权代理有限公司 (GUANGZHOU HUAXUE INTELLECTUAL

PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国广东省广州市天河区五山路381号物资大楼首层, Guangdong 510640 (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, JO, 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, 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)。

(54) Title: INDIUM NITRIDE NANOPILLAR EPITAXIAL WAFER GROWN ON ALUMINUM FOIL SUBSTRATE AND PREPARATION METHOD OF INDIUM NITRIDE NANOPILLAR EPITAXIAL WAFER

(54) 发明名称: 生长在铝箔衬底上的氮化铟纳米柱外延片及其制备方法

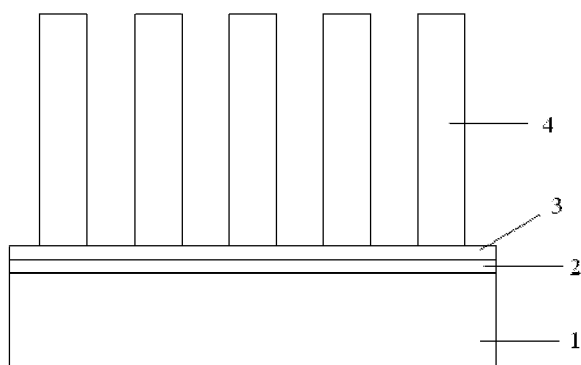


图 1

(57) Abstract: Disclosed are an indium nitride (InN) nanopillar epitaxial wafer grown on an aluminum foil substrate (1) and a preparation method therefor, relating to the technical field of nitride semiconductor devices. The InN nanopillar epitaxial wafer grown on the aluminum foil substrate (1) comprises, from bottom to top, the aluminum foil substrate (1), an amorphous aluminum oxide layer (2), an AlN layer (3), and an InN nanopillar layer (4) in sequence. The method comprises: (1) pre-treating a surface-oxidized aluminum foil substrate (1), and performing in situ annealing; (2) by using a molecular beam epitaxial growth process, under the conditions that the temperature of the substrate is 400-700 ° C, the pressure of a reaction chamber is 4.0-10.0 × 10⁻⁵ Torr, and the V/III beam ratio is 20-40, growing AlN nucleation points on the annealed aluminum foil substrate (1), and then nucleating and growing an InN nanopillar layer (4) on the AlN. The nanopillar has uniform diameter and high crystalline quality; the defect density of the InN nanopillar layer (4) is greatly reduced, the efficiency of radiative recombination of current carriers is improved, and the luminous efficiency of the nitride device is greatly improved.

WO 2019/137059 A1

根据细则4.17的声明:

- 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 涉及氮化物半导体器件技术领域, 公开了生长在铝箔衬底(1)上的氮化铟纳米柱外延片及其制备方法。生长在铝箔衬底(1)上的InN纳米柱外延片, 由下至上依次包括铝箔衬底(1)、非晶态氧化铝层(2)、AlN层(3)和InN纳米柱层(4)。方法: (1)将表面氧化的铝箔衬底(1)预处理, 原位退火; (2)采用分子束外延生长工艺, 衬底温度为400~700℃, 反应室压力为 $4.0 \sim 10.0 \times 10^{-5}$ Torr, V/III束流比值为20~40, 在退火处理的铝箔衬底(1)上生长AlN形核点, 再在AlN上成核并生长InN纳米柱层(4)。纳米柱直径均一, 高晶体质量; 大大减少了InN纳米柱层(4)的缺陷密度, 提高了载流子的辐射复合效率, 大幅度提高氮化物器件的发光效率。

生长在铝箔衬底上的氮化铟纳米柱外延片及其制备方法

技术领域

本发明属于氮化物半导体器件技术领域，涉及氮化铟（InN）纳米柱外延片及其制备方法，特别涉及生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片及其制备方法。

背景技术

III-V 族氮化物由于稳定的物理化学性质、高的热导率和高的电子饱和速度等优点，广泛应用于发光二极管（LED）、激光器和光电子器件等方面。在 III-V 族氮化物中，氮化铟（InN）由于其自身独特的优势而越来越受到研究者的关注。在 III 族氮化物半导体中，InN 具有最小的有效电子质量、最高的载流子迁移率和最高饱和渡越速度，对于发展高速电子器件极为有利。不仅如此，InN 具有最小的直接带隙，其禁带宽度约为 0.7 eV，这就使得氮化物基发光二极管的发光范围从紫外（6.2 eV）拓宽至近红外区域（0.7 eV），在红外激光器、全光谱显示及高转换效率太阳电池等方面展示了极大的应用前景。与其他 III-V 族氮化物半导体材料相比，InN 材料除具有上述优点外，其纳米级的材料在量子效应、界面效应、体积效应、尺寸效应等方面还表现出更多新颖的特性。

目前，III-V 族氮化物半导体器件主要是基于蓝宝石衬底上外延生长和制备。然而，蓝宝石由于热导率低（45 W/m·K），以蓝宝石为衬底的大功率氮化物半导体器件产生的热量无法有效释放，导致热量不断累计使温度上升，加速氮化物半导体器件的劣化，存在器件性能差、寿命短等缺点。相比之下，Si 的热导率（150 W/m·K）比蓝宝石高，且成本较低。有研究者采用在 Si 衬底上制备高性能、低成本的氮化物半导体器件。然而，生长直径均一、有序性高的 InN 纳米柱是制备高性能氮化物半导体光电器件的先提条件。由于 Si 与 InN 之间的晶格失配和热失配大；同时，在生长初期，衬底表面的 In 和 N 原子分布比例的差异，导致生长的 InN 纳米柱会有高度、径长不均匀、有序性差等情况。并且，采用 Si 衬底外延生长的 InN 纳米柱进行制备氮化物发光器件时，由于 Si 衬底会吸光，导致所制备的器件出光效率低，因此在制备器件时需要去除

Si 衬底，大大增加了器件制备工艺复杂性。

因此迫切需要寻找一种热导率高、可以快速将氮化物半导体器件工作时产生的热量传递出来的材料作为衬底。而铝箔作为外延 InN 纳米柱的衬底材料，具有三大独特的优势。第一，铝箔具有很高的热导率 $204 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，可以将氮化物半导体器件的工作时产生的热量及时传导，降低器件工作结区温度，有助于解决器件散热问题。第二，铝箔可以作为垂直结构的氮化物半导体器件的电极，使得电流几乎全部流过外延层，电阻下降，没有电流拥挤，电流分布均匀，大大提升了氮化物半导体器件的性能。第三，铝箔衬底相对比单晶衬底，价格更便宜，可以极大地降低器件的制造成本。

与在单晶衬底上进行纳米柱的外延生长不同，采用铝箔作为外延生长纳米柱的衬底材料，由于铝箔在空气环境下极易容易发生氧化反应，导致在铝箔表面形成一层薄的非晶态氧化铝，衬底表面的氧化铝非晶层原子为无序排列，采用常规的生长方法，如 MOCVD（金属有机化学气相沉积）、CVD（化学气相沉积）和 PLD（脉冲激光沉积）生长方法，纳米柱无法在衬底表面形核和生长，导致无法外延生长出直径均一、高有序性、直立生长的纳米柱。

发明内容

为了克服现有技术的上述缺点与不足，本发明的目的在于提供一种生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片，通过生长初期铝箔衬底表面氧化铝非晶层受到高活性氮等离子体的轰击作用，在铝箔表面形成 AlN 的形核位点，有助于 InN 纳米柱的形核和进一步生长，解决了铝箔衬底上无法采用外延生长方法获得直立、直径均一 InN 纳米柱的技术难题，同时可以大大减少了 InN 纳米柱外延层的缺陷密度，有利提高了载流子的辐射复合效率，可大幅度提高氮化物器件如半导体激光器、发光二极管的发光效率。

本发明的另一目的在于提供上述生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片的制备方法，具有生长工艺简单，纳米柱形貌可控、制备成本低廉的优点。

本发明的目的通过以下技术方案实现：

生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片，由下至上依次包括铝箔衬底、非晶态氧化铝层、AlN 层和 InN 纳米柱层。

所述铝箔衬底的厚度为 $100\text{-}800 \mu\text{m}$ ，为非晶或者多晶材料。

所述 InN 纳米柱层中 InN 纳米柱直径为 30-80 nm。

所述生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片的制备方法，包括以下步骤：

(1) 预处理：将表面氧化的铝箔进行预处理；

(2) 原位退火处理；

(3) 采用分子束外延生长工艺，衬底温度控制在 400~700℃，在反应室的压力为 $4.0\sim 10.0\times 10^{-5}$ Torr，V/III 束流比值为 20~40 条件下，在退火处理的铝箔衬底上生长 AlN 形核点，再在 AlN 上成核并生长 InN 纳米柱。

步骤 (2) 中所述原位退火处理：将表面被氧化的铝箔衬底置于分子束外延生长设备中，衬底温度控制在 400~550℃，在反应室的压力为 $5.0\sim 6.0\times 10^{-10}$ Torr 条件下，进行原位退火 15~30 分钟，得到退火处理的铝箔衬底。

步骤 (3) 中在采用分子束外延生长时，InN 纳米柱层的氮源为氮气，进行高压电离，变成氮的等离子体，氮气的流量为 1~4 sccm；铟源为金属固体，通过加热热蒸发，变成原子束流，温度控制 In 的束流，温度是 750~810℃。

步骤 (1) 中所述预处理为将表面氧化的铝箔抛光、打磨、清洗，得到预处理的铝箔衬底（铝箔表面易被氧化，得到的是预处理的表面保留有氧化铝的铝箔衬底）；

所述衬底清洗，具体为：将经过打磨的铝箔放入无水乙醇中超声 1~2 分钟，再放入去离子水中超声 1~2 分钟，用高纯干燥氮气吹干。

步骤 (1) 所述衬底清洗，具体为：

将铝箔进行机械抛光、打磨，获得平整的表面；然后将获得平整表面的铝箔放入无水乙醇中超声 1~2 分钟，去除铝箔衬底表面有机污染物和粘污颗粒，再放入去离子水中超声 1~2 分钟，去除表面杂质，用高纯干燥氮气吹干。

所述铝箔含有 0.06-0.1%（质量百分比）的铜（Cu）元素。

步骤 (3) 中所述 InN 纳米柱层中 InN 纳米柱直径为 30-80 nm。

原位退火为了进一步去除铝箔表面的有机物等污染物。退火处理的铝箔表面仍有非晶态氧化铝层。

本发明通过生长初期铝箔衬底表面受到高活性氮等离子体的轰击作用，在铝箔表面形成 AlN 的形核位点。高活性的 N 等离子体碰到衬底表面的 Al，就会作用形成 AlN。在铝箔表面形成 AlN，有助于后续 InN 的生长。由于铝箔表面

有一层薄的非晶层，一般的外延生长方法，如金属有机化学气相沉积(MOCVD)、化学气相沉积(CVD)、脉冲激光沉积(PLD)，无法生长出纳米柱。

本发明在铝箔衬底上生长的 InN 纳米柱具有以下特点：直径均一、高有序性、直立。

与现有技术相比，本发明具有以下优点和有益效果：

(1) 本发明的生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片，通过生长初期铝箔衬底表面受到高活性氮等离子体的轰击作用，在铝箔表面形成 AlN 的形核位点，有助于 InN 纳米柱的形核和进一步生长，解决了铝箔衬底上无法采用外延生长方法获得直立、直径均一 InN 纳米柱的技术难题，大大减少了 InN 纳米柱外延层的缺陷密度，有利提高了载流子的辐射复合效率，可大幅度提高氮化物器件如半导体激光器、发光二极管的发光效率。

(2) 本发明的生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片，采用铝箔作为衬底，铝箔衬底具有高导电性的优点，在直接外延生长的 InN 纳米柱半导体外延片上制作电极，有利于制备垂直结构的氮化物半导体器件。同时铝箔衬底有热导率高、耐高温等优点，具有很高的可靠性，基于铝箔衬底的 InN 纳米柱外延片可广泛应用于高温器件。

(3) 本发明使用铝箔作为衬底，采用分子束外延技术通过生长初期铝箔衬底表面受到高活性氮等离子体的轰击作用，在铝箔表面形成 AlN 的形核位点，有助于 InN 纳米柱的形核和进一步生长，避免铝箔衬底无法采用分子束外延方法生长出 InN 纳米柱，有利于高有序性、直径均一 InN 纳米柱的形核与生长，解决了在非晶/多晶铝箔衬底上难以直接生长直径均一 InN 纳米柱的技术难题。

(4) 本发明的生长工艺独特而简单易行，具有可重复性。

附图说明

图 1 为本发明的生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片的结构示意图；铝箔衬底-1、非晶态氧化铝层-2、AlN 层-3、InN 纳米柱层-4；

图 2 为实施例 1 中在铝箔衬底上外延生长的 InN 纳米柱扫描电子显微镜照片。

具体实施方式

下面结合实施例和附图对本发明作进一步地详细说明，但本发明的实施方

式不限于此。

本发明的生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片的结构示意图如图 1 所示，由下至上依次包括铝箔衬底 1、非晶态氧化铝层 2、AlN 层 3 和 InN 纳米柱层 4。InN 纳米柱层 4 以 AlN 为形核点，在 AlN 上成核并生长 InN 纳米柱。

所述铝箔衬底的厚度为 100-800 μm ，为非晶或者多晶材料。

所述 InN 纳米柱层中 InN 纳米柱直径为 30-80 nm。

实施例 1

本实施例的生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片，由下至上依次包括铝箔衬底、非晶态氧化铝层、AlN 层和 InN 纳米柱层。

本实施例的生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片的制备方法，包括以下步骤：

(1) 衬底的选取：采用普通的商用铝箔衬底（表面被氧化）；

(2) 衬底抛光及清洗：将铝箔进行机械抛光、打磨，获得平整的表面；然后将获得平整表面的铝箔放入无水乙醇中超声 1 分钟，去除铝箔衬底表面有机污染物和粘污颗粒，再放入去离子水中超声 1 分钟，去除表面杂质，用高纯干燥氮气吹干；

(3) 原位退火以进一步去除铝箔表面的污染物：将铝箔衬底传入分子束外延生长设备中，衬底温度控制在 400 $^{\circ}\text{C}$ ，在反应室的压力为 6.0×10^{-10} Torr 条件下，进行原位退火 30 分钟；通过抛光、清洗以及原位退火处理，铝箔表面仍有非晶态氧化铝；

(4) 直径均一 InN 纳米柱的生长：采用分子束外延生长工艺，衬底温度控制在 400 $^{\circ}\text{C}$ ，在反应室的压力为 6.0×10^{-5} Torr，V/III 束流比值为 30 条件下，在步骤 (3) 的铝箔衬底上生成 AlN 形核点，再在 AlN 上成核并生长 InN 纳米柱，InN 纳米柱为顶部和底部直径均一、直径分布为 30-80 nm 的 InN 纳米柱。

在采用分子束外延生长时，氮源为氮气，进行高压电离，变成氮的等离子体，氮气的流量范围为 2 sccm；镓源为金属固体，通过加热热蒸发，变成原子束流，温度控制 In 的束流，温度是 810 $^{\circ}\text{C}$ 。

实施例 1 的在铝箔衬底上生长 InN 纳米柱中，纳米柱未观察到明显的位错缺陷，表明所生长的 InN 纳米柱具有高的晶体质量。

图 2 是实施例 1 在铝箔衬底上生长 InN 纳米柱的扫描电子显微镜照片, InN 纳米柱高有序性、直径均一, 显示出了本发明制备的 InN 纳米柱外延片性能优异。

实施例 2

本实施例的生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片由下至上依次包括铝箔衬底、非晶态氧化铝层、AlN 层和 InN 纳米柱层。InN 纳米柱层以 AlN 为形核点, 在 AlN 上成核并生长 InN 纳米柱。

本实施例的生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片的制备方法, 包括以下步骤:

(1) 衬底及其晶向的选取: 采用普通商用铝箔衬底;

(2) 衬底抛光及清洗: 将购买的普通商用铝箔进行机械抛光、打磨, 获得平整的表面; 然后将获得平整表面的铝箔放入无水乙醇中超声 2 分钟, 去除铝箔衬底表面有机污染物和粘污颗粒, 再放入去离子水中超声 2 分钟, 去除表面杂质, 用高纯干燥氮气吹干;

(3) 原位退火 (真空退火) 以进一步去除铝箔表面的污染物: 将铝箔衬底传入分子束外延生长设备中, 衬底温度控制在 550°C , 在反应室的压力为 5.0×10^{-10} Torr 条件下, 进行原位退火 15 分钟; 铝箔易被氧化, 经过抛光、清洗以及原位退火处理, 铝箔表面仍有非晶态氧化铝;

(4) 直径均一 InN 纳米柱的生长: 采用分子束外延生长工艺, 衬底温度控制在 600°C , 在反应室的压力为 6.0×10^{-5} Torr, V/III 束流比值为 40 条件下, 在步骤 (3) 得到的铝箔衬底上生成 AlN 形核点, 再在 AlN 上成核并生长 InN 纳米柱, InN 纳米柱为顶部和底部直径均一、直径分布为 30-80 nm 的 InN 纳米柱。在采用分子束外延生长时, 氮源为氮气, 进行高压电离, 变成氮的等离子体, 氮气的流量范围为 3 sccm; 镓源为金属固体, 通过加热热蒸发, 变成原子束流, 温度控制 In 的束流, 温度范围是 760°C 。

本实施例制备的铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片无论是在电学性质、光学性质上, 还是在缺陷密度、结晶质量都具有非常好的性能。纳米柱中未观察到明显的位错缺陷, 表明所生长的 InN 纳米柱具有高的晶体质量。

上述实施例为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受所述实施例的限制，其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1、生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片，其特征在于：由下至上依次包括铝箔衬底、非晶态氧化铝层、AlN 层和 InN 纳米柱层。

2、根据权利要求 1 所述生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片，其特征在于：所述铝箔衬底的厚度为 100-800 μm 。

3、根据权利要求 1 所述生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片，其特征在于：所述铝箔为非晶或多晶材料。

4、根据权利要求 3 所述生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片，其特征在于：所述铝箔含有 Cu 成分。

5、根据权利要求 1 所述生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片，其特征在于：所述 InN 纳米柱层中 InN 纳米柱直径为 30-80 nm。

6、根据权利要求 1~5 任一项所述生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片的制备方法，其特征在于：包括以下步骤：

(1) 预处理：将表面氧化的铝箔进行预处理；

(2) 原位退火处理；

(3) InN 纳米柱层的生长：采用分子束外延生长工艺，衬底温度控制在 400~700 $^{\circ}\text{C}$ ，在反应室的压力为 4.0~10.0 $\times 10^{-5}$ Torr，V/III 束流比值为 20~40 条件下，在退火处理的铝箔衬底上生长 AlN 形核点，再在 AlN 上成核并生长 InN 纳米柱；退火处理的铝箔表面仍有非晶态氧化铝层。

7、根据权利要求 6 所述生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片的制备方法，其特征在于：步骤 (2) 中所述退火处理为将铝箔衬底置于分子束外延生长设备中，衬底温度控制在 400~550 $^{\circ}\text{C}$ ，在反应室的压力为 5.0~6.0 $\times 10^{-10}$ Torr 条件下，进行原位退火 15~30 分钟，得到退火处理的铝箔衬底。

8、根据权利要求 6 所述生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片的制备方法，其特征在于：步骤 (1) 中所述预处理为将铝箔抛光、打磨、清洗，得到预处理的铝箔衬底。

9、根据权利要求 6 所述生长在铝箔衬底上的 InN 纳米柱外延片的制备方法，其特征在于：所述 InN 纳米柱层中 InN 纳米柱直径为 30~80 nm。

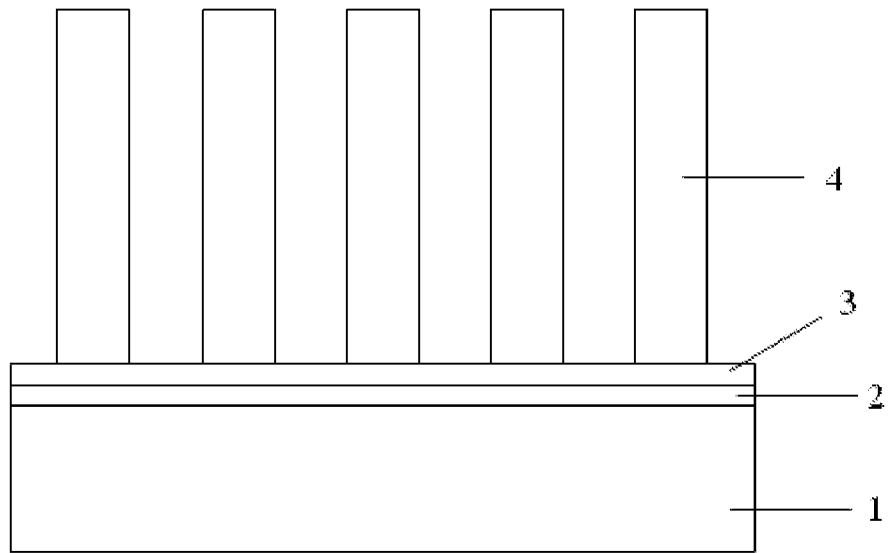


图 1

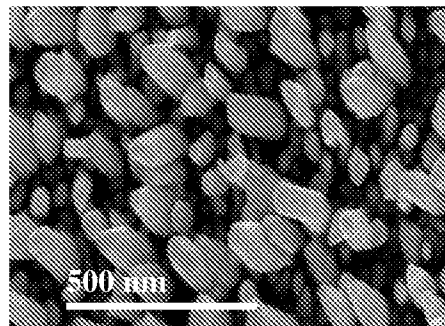


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/110986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/02(2006.01)i; H01L 33/32(2010.01)i; B82Y 30/00(2011.01)i; B82Y 40/00(2011.01)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,B82Y

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 铝箔, 铝, 衬底, 基底, 基片, 板, 基材, 基板, 氮化镓, 氮化铝, 氧化铝, 纳米柱, 纳米线, 纳米结构, 纳米纤维, Al, InN, AlN, Al2O3, aluminium, aluminum, aluminium nitride, aluminum nitride, indium nitride, substrate?, foil?, board?, wafer?, support?, baseplate?, base?, plate?, nano+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 108206130 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 26 June 2018 (2018-06-26) claims 1-9	1-9
E	CN 208157359 U (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 27 November 2018 (2018-11-27) description, paragraphs [0006]-[0054], and figure 1	1-9
Y	CN 103996610 A (GUANGZHOU ZHONGTUO OPTO ELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 August 2014 (2014-08-20) description, paragraphs [0003]-[0004] and [0009]-[0053], and figure 1	1-9
Y	GRANDAL, J. et al. "Morphology and Optical Properties of Inn Layers Grown by Molecular Beam Epitaxy on Silicon Substrates" <i>Physica Status Solidi (C)</i> , Vol. 2, No. (7), 01 April 2005 (2005-04-01), pages 2289-2292	1-9
A	MELETIS, E.I. et al. "Formation of Aluminum Nitride by Intensified Plasma Ion Nitriding" <i>Journal of Vacuum Science and Technology A</i> , Vol. 9, No. (4), 31 August 1991 (1991-08-31), pages 2279-2284	1-9

 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

29 December 2018

Date of mailing of the international search report

21 January 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/110986

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SHIM, Y.K. et al. "The Properties of ALN Prepared by Plasma Nitriding and Plasma Source Ion Implantation Techniques" <i>Surface and Coatings Technology</i> , Vol. 131, No. (1-3), 01 September 2000 (2000-09-01), pages 345-349	1-9
<hr/>		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/110986

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108206130	A	26 June 2018	None			
CN	208157359	U	27 November 2018	None			
CN	103996610	A	20 August 2014	CN	103996610	B	15 February 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/110986

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01L 21/02(2006.01)i; H01L 33/32(2010.01)i; B82Y 30/00(2011.01)i; B82Y 40/00(2011.01)i</p> <p>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</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H01L, B82Y</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI:铝箔, 铝, 衬底, 基底, 基片, 板, 基材, 基板, 氮化铟, 氮化铝, 氧化铝, 纳米柱, 纳米线, 纳米结构, 纳米纤维, Al, InN, AlN, Al2O3, aluminium, aluminum, aluminium nitride, aluminum nitride, indium nitride, substrate?, foil?, board?, wafer?, support?, baseplate?, base?, plate?, nano+</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <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 108206130 A (华南理工大学) 2018年 6月 26日 (2018 - 06 - 26) 权利要求1-9</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>CN 208157359 U (华南理工大学) 2018年 11月 27日 (2018 - 11 - 27) 说明书第[0006]-[0054]段, 附图1</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 103996610 A (广州市众拓光电科技有限公司) 2014年 8月 20日 (2014 - 08 - 20) 说明书第[0003]-[0004]、[0009]-[0053]段, 附图1</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>GRANDAL J. 等. "Morphology and optical properties of InN layers grown by molecular beam epitaxy on silicon substrates" Physica Status Solidi (C), 第2卷, 第7期, 2005年 4月 1日 (2005 - 04 - 01), 第2289-2292页</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>MELETIS E. I. 等. "Formation of aluminum nitride by intensified plasma ion nitriding" Journal of Vacuum Science and Technology A, 第9卷, 第4期, 1991年 8月 31日 (1991 - 08 - 31), 第2279-2284页</td> <td>1-9</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 108206130 A (华南理工大学) 2018年 6月 26日 (2018 - 06 - 26) 权利要求1-9	1-9	E	CN 208157359 U (华南理工大学) 2018年 11月 27日 (2018 - 11 - 27) 说明书第[0006]-[0054]段, 附图1	1-9	Y	CN 103996610 A (广州市众拓光电科技有限公司) 2014年 8月 20日 (2014 - 08 - 20) 说明书第[0003]-[0004]、[0009]-[0053]段, 附图1	1-9	Y	GRANDAL J. 等. "Morphology and optical properties of InN layers grown by molecular beam epitaxy on silicon substrates" Physica Status Solidi (C), 第2卷, 第7期, 2005年 4月 1日 (2005 - 04 - 01), 第2289-2292页	1-9	A	MELETIS E. I. 等. "Formation of aluminum nitride by intensified plasma ion nitriding" Journal of Vacuum Science and Technology A, 第9卷, 第4期, 1991年 8月 31日 (1991 - 08 - 31), 第2279-2284页	1-9
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 108206130 A (华南理工大学) 2018年 6月 26日 (2018 - 06 - 26) 权利要求1-9	1-9																		
E	CN 208157359 U (华南理工大学) 2018年 11月 27日 (2018 - 11 - 27) 说明书第[0006]-[0054]段, 附图1	1-9																		
Y	CN 103996610 A (广州市众拓光电科技有限公司) 2014年 8月 20日 (2014 - 08 - 20) 说明书第[0003]-[0004]、[0009]-[0053]段, 附图1	1-9																		
Y	GRANDAL J. 等. "Morphology and optical properties of InN layers grown by molecular beam epitaxy on silicon substrates" Physica Status Solidi (C), 第2卷, 第7期, 2005年 4月 1日 (2005 - 04 - 01), 第2289-2292页	1-9																		
A	MELETIS E. I. 等. "Formation of aluminum nitride by intensified plasma ion nitriding" Journal of Vacuum Science and Technology A, 第9卷, 第4期, 1991年 8月 31日 (1991 - 08 - 31), 第2279-2284页	1-9																		
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>"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)</p> <p>"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" 同族专利的文件</p>																				
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																			
2018年 12月 29日	2019年 1月 21日																			
ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员																			
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	裴亚芳																			
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(10)-53961448																			

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
A	SHIM Y. K. 等. "The properties of AlN prepared by plasma nitriding and plasma source ion implantation techniques" Surface and Coatings Technology, 第131卷, 第1-3期, 2000年 9月 1日 (2000 - 09 - 01), 第345-349页	1-9

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/110986

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	108206130	A	2018年 6月 26日	无			
CN	208157359	U	2018年 11月 27日	无			
CN	103996610	A	2014年 8月 20日	CN	103996610	B	2017年 2月 15日