

(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
2006年3月16日 (16.03.2006)



(10) 国际公布号
WO 2006/026932 A1

- (51) 国际专利分类号: **H01L 31/0248**
- (21) 国际申请号: PCT/CN2005/001449
- (22) 国际申请日: 2005年9月9日 (09.09.2005)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
10/936,496 2004年9月9日 (09.09.2004) US
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **伊光光电股份有限公司(ELITE OPTOELECTRONICS INC.)** [US/US]; 美国加利福尼亚州91748工业城寇特奈伊街18042号, CA 91748 (US)。
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **李允立(LI, Yun-Li)** [CN/CN]; 中国台湾台南市东宁路15巷7号, Taiwan (CN)。 **刘恒(LIU, Heng)** [US/US]; 美国加利福尼亚州94087太阳谷戴尔斯街782号, CA 94087 (US)。
- (74) 代理人: **中科专利商标代理有限责任公司(CHINA SCIENCE PATENT & TRADEMARK AGENT LTD)**; 中国北京市海淀区王庄路1号清华同方科技大厦B座15层, Beijing 100083 (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

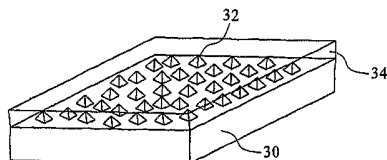
本国际公布:

— 包括国际检索报告。

所引用双字母代码及其它缩写符号, 请参考刊登在每期PCT公报期刊起始的“代码及缩写符号简要说明”。

(54) Title: IIIA GROUP NITRIDE SEMICONDUCTOR WITH LOW-IMPEDANCE OHMIC CONTACT

(54) 发明名称: 具有低阻抗欧姆接触的IIIA族氮化物半导体器件



(57) Abstract: This invention lowers contact resistance between electrodes and P type nitride base layer utilizing Gallium-Indium nitride island highly containing indium formed on top of P type Gallium nitride base layer. These Gallium-Indium nitride island are passage of current, can greatly lower contact resistance between electrodes and P type nitride base layer to improve

performance of component. The above Gallium-Indium nitride structure can be used to electronics components and optical-electronics components which need good contact and contain all of IIIA nitride base to improve performance of component.

[见续页]

WO 2006/026932 A1



(57) 摘要:

本发明利用在 P 型氮化镓基层顶部形成的高镓含量岛状氮化镓铟(In_xGa_{1-x}N islands; 0<x≤1), 以降低电极与 P 型氮化镓基层间的接触电阻。这些岛状氮化镓铟系用做电流流过的通道, 可大大降低电极与 P 型氮化镓基层间的接触电阻, 以提高组件性能。前述岛状氮化镓铟结构可应用于需要良好 P 型欧姆接触的所有第 IIIA 氮化物基的电子组件及光电组件, 以提高组件性能。

具有低阻抗欧姆接触的III A 族氮化物半导体器件

技术领域

- 5 本发明是涉及III A 族氮化物半导体器件,特别涉及一种具有改善的 P 型接触结构的III A 族氮化物半导体器件。

背景技术

III A 族氮化物族是由III A 族元素及氮组成的直接能带跃迁化合物(direct-bandgap
10 compound)半导体群。前述半导体群包含:二元化合物(binary compound),例如氮化铝、氮化镓、氮化铟;三元化合物(ternary compound),例如氮化镓铝、氮化镓铟、氮化铝铟;及四元化合物(quaternary compound)氮化镓铟铝($Al_xIn_yGa_{1-y}N$)。由于III A 族氮化物具有宽的能带涵盖范围,从 0.8 电子伏特(eV)(氮化铟)至 6.2 电子伏特(eV),近来它们受到相当的注意。因此,III A 族氮化物制造的发光二极管组件的发光波长系涵盖整个
15 可见光范围。绿光、蓝光及紫外光(UV)的氮化物发光二极管组件可从市面上购得,并且已应用于显示器、指示灯、交通号志灯及各种发光源。氮化物激光二极管亦已商品化,并用于新开发的高储存容量的数字视频光盘系统(digital video disk; DVD)。除此之外,由于其机械及温度稳定性高,III A 族氮化物材料非常适合制造高功率电子组件。这些优异的材料特性,使得这种材料系统成为未来光电组件最具吸引力的候选对象。

20 几乎所有的半导体器件都需要低阻抗的欧姆接触,以使组件特性最佳化。高阻抗接触由于在组件工作期间会在其与半导体材料的接触界面处产生过热,而使组件特性劣化。III A 族氮化物具有较宽的能带,使得它与具有较小能带的第III-V 族化合物,如砷化镓及磷化镓相比,较难获得良好的欧姆接触。因此,前述问题对于III A 族氮化物材料更显重要。低阻抗欧姆接触已成为III A 族氮化物电子组件及光电组件主要研究
25 课题之一。在过去几年中,已成功获得良好欧姆接触的 N 型及 P 型氮化镓及氮化镓铝材料。对于 N 型第III A 族氮化物的欧姆金属接触可以通过使用钛/铝(Ti/Al)等获得。然而,由于受主激活能(主要为镁)大以及缺少具有足够大的功函数的金属等因素,仅有少数几个 P 型III A 族氮化物成功的例子。截至目前为止,已证实镍/金、钼/金及银对于掺杂镁的 P 型III A 族氮化物材料具有可以被接受的欧姆接触。然而,为获得较高的组件
30 性能,仍需要进一步改良的 P 型接触。

公知 IIIA 族氮化物表现出强的极化效应。强的压电极化现象 (piezoelectric polarization) 经常存在于层状结构中。利用这一优点, 可实现良好的金属-半导体欧姆接触。随着适当的极化, 可使金属-半导体接面的肖特基壁垒 (Schottky barrier) 厚度得以被减小, 进而增大载流子的穿透机率。这种对 P 型 IIIA 族氮化物的强极化 (polarization-enhanced) 欧姆接触可由沉积一压应变覆盖层 (compressively strained capping layer) 在一弛豫缓冲层 (relaxed buffer layer) 而达到。前述结构的例子有将应变 (strained) 氮化镓薄层沉积在弛豫 (relaxed) 氮化镓铝厚层上或者将应变氮化镓铟薄层沉积在弛豫氮化镓厚层上。

然而, 制造前述结构并非易事, 尤其是把氮化镓铟层沉积在氮化镓层上, 这是由于氮化镓铟与氮化镓之间具有很大的晶格不匹配的缘故。

另一方面, 如果氮化镓铟层的能带窄于发光二极管组件发光层的能带, 氮化镓铟层会吸收光, 而降低组件的光输出效率。以在 400 纳米波长范围的短波长发光二极管为例, 氮化镓铟材料在这一波长下的大吸收系数会导致使用氮化镓铟覆盖层的发光二极管组件非常缺乏效率。

据此, 亟待提供一种具有良好 P 型接触结构的 IIIA 族氮化物半导体器件, 其可克服公知 IIIA 族氮化物半导体器件所面临的缺点。

发明内容

本发明的目的在于提供一种可提高组件性能的具有低阻抗欧姆接触的 IIIA 族氮化物半导体器件。

本发明的另一目的在于提供一种具有良好 P 型欧姆接触的 IIIA 族氮化物半导体器件, 以提高组件性能。

本发明的又一目的在于提供一种高铟含量岛状氮化镓铟 (high-indium-content $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ islands; $0 < x \leq 1$) 结构, 形成于 P 型 IIIA 族氮化物半导体层顶部, 以降低电极与 P 型 IIIA 族氮化物半导体层之间的接触电阻, 进而提高半导体器件的性能。

本发明的再一目的在于提供一种制备上述半导体器件的方法。

为达到上述目的, 本发明通过将高铟含量岛状氮化镓铟形成于 P 型 IIIA 族半导体层的顶部, 以降低电极与 P 型 IIIA 族半导体层之间的接触电阻。所述岛状氮化镓铟结构可应用于需要良好 P 型欧姆接触的所有 IIIA 族氮化物电子元件及光电元件, 以提高元件性能。前述高铟含量岛状氮化镓铟系以仿晶方式 (pseudomorphically) 生长于 P 型 III

A 族半导体层的顶部，并且形成压应变(compressively strained)的岛状氮化镓。由於强大的内部极化场，可加强接触电极与所述应变岛状氮化镓之间的载流子穿过势垒(carrier tunneling)的机率。前述岛状氮化镓系用作电流的流道，可大大降低电极与 P 型 IIIA 族半导体层之间的接触电阻。再者，由於氮化镓(InGaN)材料倾向以远离位错(dislocation)的晶格缺陷的方式生长，前述岛状氮化镓将远离晶格位错处，致使电流不会流过这些缺陷区域，而避免载子流失。另一方面，對於发光二极管元件而言，前述岛状氮化镓可以用作散射中心(scattering center)，使经过 IIIA 族氮化物半导体元件顶部的光产生衍射效应，进而促进光从元件中被取出。

具体地说，本发明提供一种氮化镓基半导体器件，包括：

10 P 型氮化镓基层(GaN based layer)；

于所述 P 型氮化镓层上直接形成多个压应变的岛状氮化镓($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$) (compressively strained $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ islands)，其中 $0 < x \leq 1$ ；和

电极，形成于所述压应变的岛状氮化镓上。所述氮化镓基半导体器件，其中上述压应变的岛状氮化镓包含纳米颗粒大小的岛状氮化镓($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ islands)。

15 所述氮化镓基半导体器件，其中上述岛状氮化镓在 P 型氮化镓层上的覆盖率为 10%至 100%。

所述氮化镓基半导体器件，其中上述岛状氮化镓的横向尺寸在 1nm 至 200nm 之间。

20 所述氮化镓基半导体器件，其中上述岛状氮化镓的纵向尺寸在 0.5nm 至 10nm 之间。

所述氮化镓基半导体器件，其中上述岛状氮化镓与 P 型氮化镓基层之间为物理接触。

所述氮化镓基半导体器件，其中上述氮化镓半导体器件包括发光二极管、激光二极管及晶体管。

25 所述氮化镓基半导体器件，其中上述 P 型氮化镓层包括氮化镓、氮化铝、氮化镓铝、氮化镓及氮化镓铝。

所述氮化镓基半导体器件，其中上述电极由选自镍、金、铝、钛、铂、钯、银、铱及铜的至少一种金属组成。 所述氮化镓基半导体器件，其中上述电极由选自镍/金、钯/金、铱/金及铜/金的至少一种合金组成。

30 所述氮化镓基半导体器件，其中上述电极由至少一种透明的导电氧化物层组成，

所述氧化物至少含有铟、锡、镉及锌之一。

本发明提供一种氮化镓基半导体器件制备方法，包括：

于基板上形成 P 型氮化镓基层；

于所述 P 型氮化镓层上直接形成多个压应变(compressively strained)的岛状氮化
5 镓铟($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ islands)，其中 $0 < x \leq 1$ ；及

于所述压缩应变的岛状氮化镓铟上形成电极。所述氮化镓基半导体器件制备方法，其中于该 P 型氮化镓层上以仿晶方式生长(pseudomorphically growing)上述压应变的岛状氮化镓铟系生长。

所述氮化镓基半导体器件制备方法，其中以有机金属化学气相沉积方法
10 (Metal-Organic Chemical Vapor Deposition)形成上述压应变的岛状氮化镓铟。

所述氮化镓基半导体器件制备方法，其中上述岛状氮化镓铟在 P 型氮化镓层的覆盖率为 10%至 100%。

所述氮化镓基半导体器件制备方法，其中上述 P 型氮化镓层包括氮化镓、氮化铝、氮化镓铝、氮化镓铟及氮化镓铟铝。

15 所述氮化镓基半导体器件制备方法，其中上述基板包括蓝宝石(sapphire)、碳化硅(SiC)、氧化锌、硅、磷化镓及砷化镓任一种。

附图说明

20 图 1A 至图 1C 表示 IIIA 族氮化物电子异质结构中自发性极化及压电极化效应引起的极化场、电场及界面电荷示意图；

图 2A 表示具有极化效应的氮化镓铟/氮化镓结构的能带示意图；

图 2B 表示无极化效应的氮化镓铟/氮化镓结构的能带示意图；

图 3(A)和 3(B)表示本发明优选实施例氮化镓基半导体器件制备方法各步骤对应结构的立体示意图；

25 图 4 表示发光二极管组件的截面示意图，其中于 P 型氮化镓层上形成压应变的高铟含量岛状氮化镓铟($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ islands)。

具体实施方式

30 本发明的前述目的或特征，将依据附图加以详细说明，惟需明了的是，附图及所举各例，只是做为说明而非限制或缩限本发明。

近期研究显示具有[0001]生长方向(镓晶面)(Ga-face)或[000 $\bar{1}$]生长方向(氮晶面)(N-face)的IIIA族氮化物半导体材料系统的维锌矿结构(wurtzite structure)会产生很强的自发极化(spontaneous polarization),并且,这种自发极化会感应很强的内部电场。前述非零自发极化(nonzero spontaneous polarization)由于维锌矿晶格结构中沿[0001]方向(c-轴)缺乏对称中心。这种强自发极化与IIIA族氮化物维锌矿结构共生,并且极化方向与IIIA族氮化物材料生长方向有关。

另一方面,维锌矿晶体(wurtzite crystal)的应变(strain)现象亦会在IIIA族氮化物电子异质结构(heterostructure)中感应强压电极化(piezoelectric polarization)。若外延层(epitaxial layer)的生长厚度在临界厚度(critical thickness)范围内,则外延层可以仿晶方式(pseudomorphically)生长于晶格常数具有微小差异(slightly different lattice constant)的基板上。若半导体层是以仿晶方式生长于晶格常数具有微小差异的基板上,则此半导体层会发生应变。因此,如图1B及图1C所示,当具有铝及镉合金的氮化镓(GaN)电子异质结构以仿晶方式生长时,例如氮化镓铝覆盖层(AlGa \bar{N} capping layer)生长于一氮化镓缓冲层(GaN buffer layer),或者氮化镓镉覆盖层(InGa \bar{N} capping layer)生长于一氮化镓缓冲层时,由于前述覆盖层发生应变,而会在结构中感应大的压电极化场(piezoelectric polarization field)。

基于IIIA族氮化物电子异质结构中具有大的自发性极化场及压电极化场,此种材料系统会表现出非常大的内部电场。在应变的氮化镓铝/氮化镓(AlGa \bar{N} /GaN)(或氮化镓镉/氮化镓)(GaIn \bar{N} /GaN)电子异质结构中,自发极化场感应的电场强度接近于压电极化场的强度。

极化场、内部电场及感应的边界电荷的极性方向示意于图1A至图1C中。参照这些附图,可以看出,由适当选择组件结构参数(应变、薄层厚度、组分等)及材料参数(生长面、基板选择、基板晶向(substrate orientation))等,可将所要的极化方向设计于组件结构中。

参照图2A,氮化镓镉薄层生长于P型氮化镓层顶部所产生的内部极化场会导致能带的弯曲。图2B显示出相同结构但未考虑极化效应时的能带图。在特殊情况下,量子力学隧道效应会成为在接触界面载流子传输的主要机制。参照图2A所示,当结构中具有强大的极化效应时,前述氮化镓镉覆盖层(InGa \bar{N} capping layer)的厚度 t 可视为载流子从电极穿透至半导体层的隧道长度(tunneling length)。然而,如图2B所示,相同结构但不具有极化效应时,其穿隧厚度系会大于 t 许多。根据量子力学,载流子

穿透机率(tunneling probability)随着穿隧厚度的减少而增加。因此,具有强大内部极化效应的覆盖层会有较大的穿透机率,进而可降低接触电阻。

另一方面,氮化镓层内含较高镓含量时,由于较强电场使得穿隧厚度变得较短,进而提高穿透机率。因此,为了利用极化效应最佳化接触电阻,需要提供一种压应变
5 具有高镓含量的氮化镓层(compressively strained thin InGaN layer)。

然而,由于氮化镓(InGaN)材料的热稳定性不佳,在氮化镓层上制造厚度薄且均匀的高镓含量的氮化镓层做为覆盖层(capping layer)极具挑战性。已知氮化镓生长期间,镓易于集聚。因此在特定生长条件下,在氮化镓的生长期间,可以形成纳米颗粒大小的(nano-sized)高镓含量的岛状氮化镓(InGaN islands)。同时观察到这些以
10 仿晶方式(Pseudomorphically)生长于氮化镓层的岛状氮化镓倾向于远离错位处(dislocation sites)。

本发明具有巨大的内部极化场及纳米颗粒大小的高镓含量的岛状氮化镓等优点,有利于与P型氮化镓基材(P-type GaN based material)的欧姆接触(ohmic contact)。图3A至图3B对应本发明一种优选实施例的氮化镓半导体器件制造方法各步骤的结构
15 立体示意图。参照图3A,压应变(compressively strained)的氮化镓层($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $0 < x \leq 1$)以仿晶方式生长在P型氮化镓层(P-type GaN based layer)30的顶部,以形成纳米尺寸的岛状氮化镓($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$)32。换言之,纳米尺寸的岛状氮化镓($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$)32是直接生长于P型氮化镓基层30的顶部,即纳米尺寸的岛状氮化镓($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$)32与P型氮化镓层30之间具有物理接触(physical contact)。在本发明中,纳米尺寸的岛状氮
20 化镓($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$)32可以通过有机金属化学气相沉积方法(organometallic chemical vapor deposition; OMCVD)形成于P型氮化镓层30顶部。纳米颗粒大小的岛状氮化镓($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$)32在P型氮化镓基层30上的覆盖率从10%至100%,并且前述岛状氮化镓($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$)32的横向尺寸(lateral size)在1nm与200nm之间,而纵向尺寸(vertical size)在0.5nm与10nm之间。前述氮化镓基层30形成于一基板(substrate)上(未示出),
25 例如蓝宝石(sapphire; Al_2O_3)、碳化硅(SiC)、氧化锌(ZnO)、硅、磷化镓(GaP)、砷化镓(GaAs)或其它适合的材料。在本发明中,氮化镓基层(GaN based layer)30包括氮化镓(GaN)、氮化铝(AlN)、氮化镓铝(AlGaN)、氮化镓(InGaN)及氮化镓铝(AlInGaN)。参照图3B,在纳米颗粒大小的岛状氮化镓($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ islands)32长成后,将电极34沉积于前述岛状氮化镓($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ islands)32顶部,以供欧姆接触(ohmic contact)。电极
30 电极34可以是一金属层,包括至少一种金属,选自镍(Ni)、金(Au)、铝(Al)、钛(Ti)、铂

(Pt)、钯(Pd)、银(Ag)、铊(Tl)及铜(Cu)所组成的一组。电极 34 亦可以包含至少一种合金, 选自镍/金(Ni/Au)、钯/金(Pd/Au)、铊/金(Tl/Au)及铜/金(Cu/Au)组成的一组。此外, 电极 34 可以包含至少一层导电的透明氧化层(conductive transparent oxide layer), 包括铟、锡、镉及锌中至少一种。每一个岛状氮化镓(In_xGa_{1-x}N islands)32 可以视为电极
5 34 与 P 型氮化镓基层 30 之间的一个导电通道(conductive channel)。由于岛状氮化镓(In_xGa_{1-x}N islands)32 与 P 型氮化镓基层 30 的界面具有低接触电阻(low contact resistance), 而可以实现高质量的欧姆接触。再者, 前述岛状氮化镓(In_xGa_{1-x}N islands)32 倾向于远离位错处(dislocation site), 因而可降低经由这些位错处的漏电流, 而避免载流子过度流失。

10 本发明前述高铟含量的岛状氮化镓(In_xGa_{1-x}N islands; 0<x≤1)可以应用在要求良好 P 型欧姆接触的所有 IIIA 族氮化物的电子组件及光电组件, 例如发光二极管、激光二极管及晶体管等。图 4 为本发明的一种应用举例, 示出发光二极管组件 40 的截面示意图。发光二极管组件 40 系形成于基板 400 上, 例如是蓝宝石(Al₂O₃)基板。核化层(nucleation layer)401 及 N 型缓冲层(buffer layer)402 依序形成于基板 400 上。
15 缓冲层 402 包括掺有 N 型掺杂的氮化镓, 以利于后续晶体生长制程易于晶体生长。发光主动层(light-emitting active layer)404 形成于缓冲层 402 上。主动层 404 被限制层(confinement layers)即下覆盖层(lower cladding layer) 403 及上覆盖层(higher cladding layer)405 所限制。下覆盖层 403 及上覆盖层 405 掺有相反导电类型的掺杂。例如, 假如下覆盖层 403 系掺有 N 型掺杂的氮化镓层, 上覆盖层 20 则为掺有 P 型掺杂的氮化
20 镓层。之后, P 型接触层 406 形成于上覆盖层 405 上。P 型接触层 406 为一 P 型氮化镓基层。接下来, 岛状氮化镓(In_xGa_{1-x}N islands; 0<x≤1)407 形成于 P 型氮化镓基层 406 上。岛状氮化镓(In_xGa_{1-x}N islands; 0<x≤1)407 相对于 P 型氮化镓基层 406 呈压应变(compressively strain)状态。接着, 透明电极层 408 形成于岛状氮化镓(In_xGa_{1-x}N islands; 0<x≤1)407 上, 用作二极管的阳极。再者, 用作二极管阴极的电极层 409 形成
25 于缓冲层 402 上, 但与下覆盖层 403 及上覆盖层 406 以及主动层 404 隔开。

以上所述仅为本发明的具体实施例而已, 并非用以限定本发明的申请专利范围; 凡其它未脱离本发明所揭示的精神下完成的等效改型或修改, 均应包含在本发明申请专利范围内。

权 利 要 求

- 1.一种氮化镓基半导体器件，包括：
 - 5 P 型氮化镓基层；
于所述 P 型氮化镓层上直接形成的个压应变的岛状氮化镓铟($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$)，其中 $0 < x \leq 1$ ；及
电极，形成于所述压应变的岛状氮化镓铟上。
- 2.如权利要求 1 所述的氮化镓基半导体器件，其特征在于，所述压应变的岛状氮化
10 镓铟包含纳米颗粒大小的岛状氮化镓铟。
- 3.如权利要求 1 所述的氮化镓基半导体器件，其特征在于，所述岛状氮化镓铟在 P
型氮化镓层上的覆盖率为 10%至 100%。
- 4.如权利要求 2 所述的氮化镓基半导体器件，其特征在于，所述岛状氮化镓铟的横
向尺寸在 1nm-200nm 之间。
- 15 5.如权利要求 2 所述的氮化镓基半导体器件，其特征在于，所述岛状氮化镓铟的纵
向尺寸在 0.5nm-10nm 之间。
- 6.如权利要求 4 所述的氮化镓基半导体器件，其特征在于，所述岛状氮化镓铟的纵
向尺寸在 0.5nm-10nm 之间。
- 7.如权利要求 1 所述的氮化镓基半导体器件，其特征在于，所述岛状氮化镓铟与 P
20 型氮化镓基层之间为物理接触。
- 8.如权利要求 1 所述的氮化镓基半导体器件，其特征在于，所述氮化镓半导体器件
包括发光二极管、激光二极管及晶体管。
- 9.如权利要求 1 所述的氮化镓基半导体器件，其特征在于，所述 P 型氮化镓基层包
括氮化镓、氮化铝、氮化镓铝、氮化镓铟及氮化镓铟铝。
- 25 10.如权利要求 1 所述的氮化镓基半导体器件，其特征在于，所述电极由选自镍、金、
铝、钛、铂、钯、银、铱及铜的至少一种金属组成。
- 11.如权利要求 1 所述的氮化镓基半导体器件，其特征在于，所述电极由选自镍/金、
钯/金、铱/金及铜/金的至少一种合金组成。
- 12.如权利要求 1 所述的氮化镓基半导体器件，其特征在于，所述电极由至少一种透
30 明的导电氧化物组成，所述氧化物至少含有铟、锡、镉及锌之一。

- 13.一种氮化镓基半导体器件制造方法，包括：
于基板上形成P型氮化镓基层；
于所述P型氮化镓基层上直接形成多个压应变的岛状氮化镓铟，其中 $0 < x \leq 1$ ；
并且
5 于所述压应变的岛状氮化镓铟上形成电极。
- 14.如权利要求13所述的氮化镓基半导体器件制造方法，其特征在于，所述压应变的岛状氮化镓铟系以仿晶方式生长于该P型氮化镓层上。
- 15.如权利要求14所述的氮化镓基半导体器件制造方法，其特征在于，以有机金属化学气相沉积法形成所述压应变的岛状氮化镓铟。
- 10 16.如权利要求13所述的氮化镓基半导体器件制造方法，其特征在于，所述岛状氮化镓铟在P型氮化镓层的覆盖率为10%至100%。
- 17.如权利要求13所述的氮化镓基半导体器件制造方法，其特征在于，所述P型氮化镓基层包括氮化镓、氮化铝、氮化镓铝、氮化镓铟及氮化镓铟铝。
- 15 18.如权利要求13所述的氮化镓基半导体器件制造方法，其特征在于，所述基板包括蓝宝石、碳化硅、氧化锌、硅、磷化镓及砷化镓任一种。

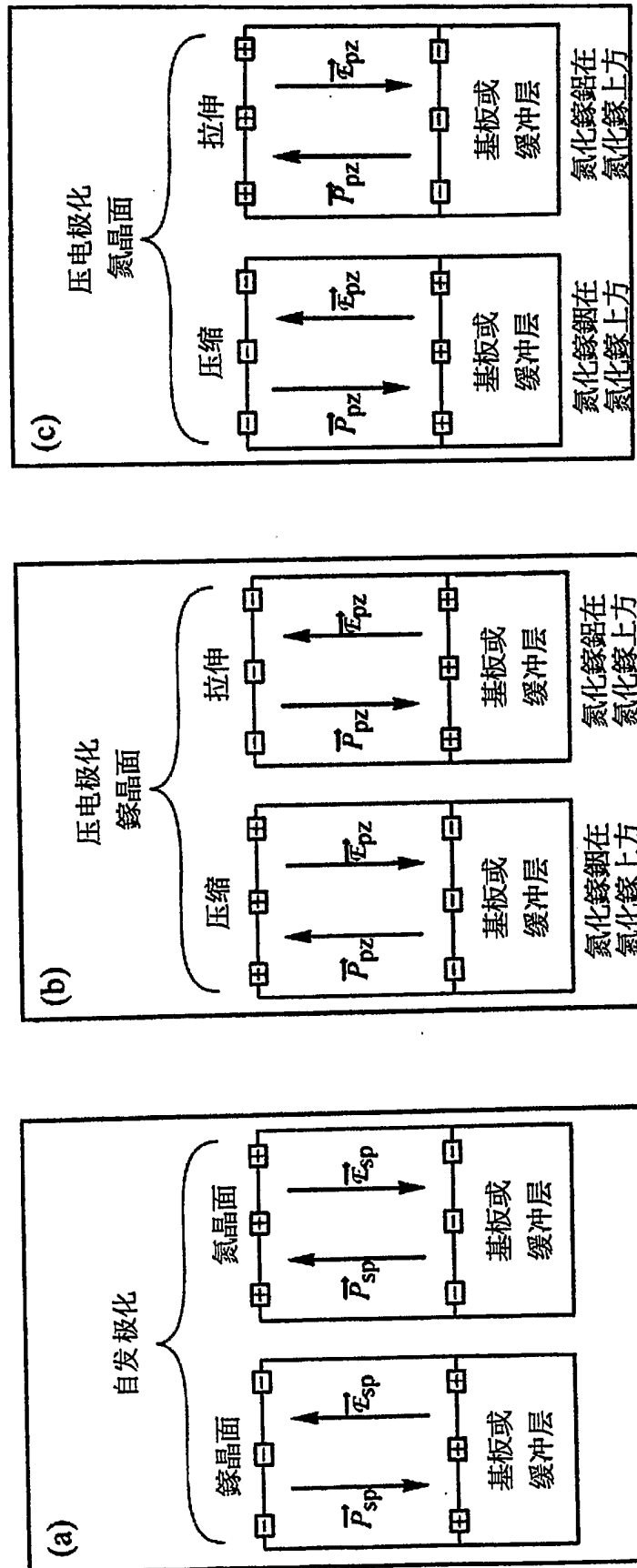


图 1C

图 1B

图 1A

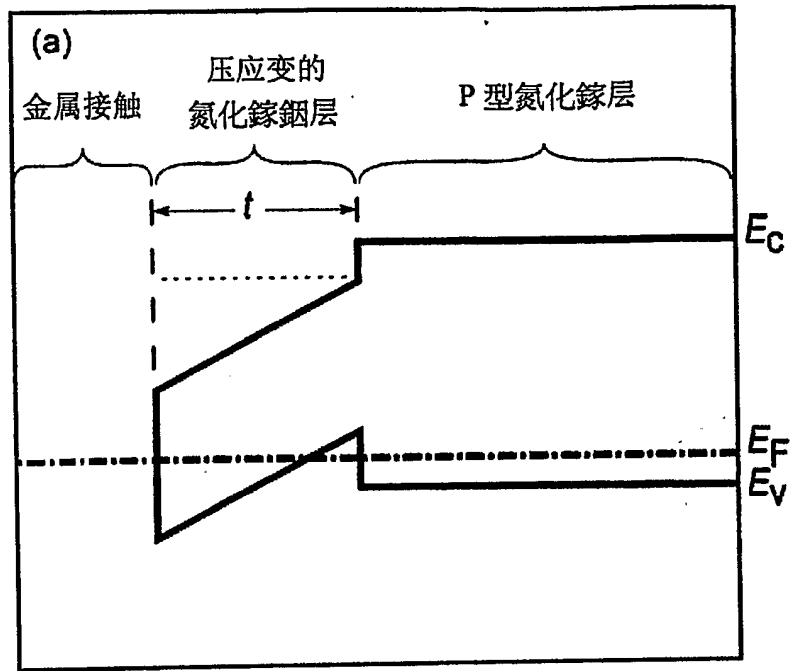


图 2A

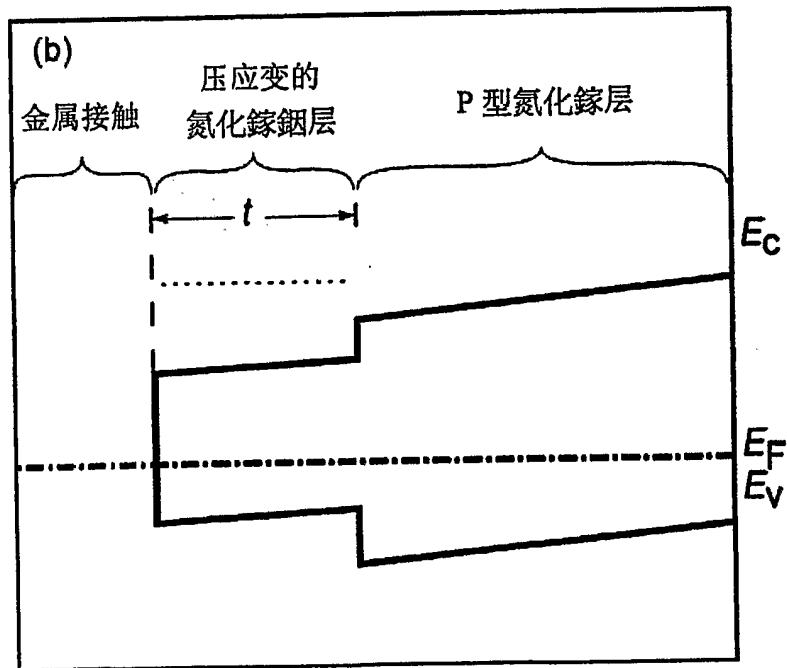


图 2B

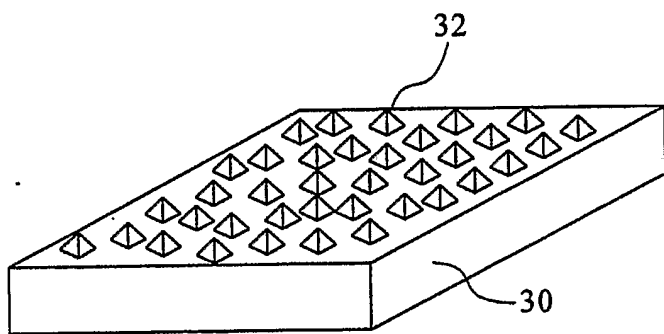


图 3A

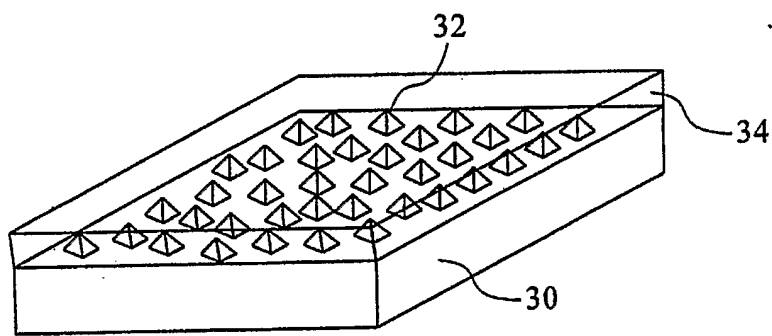


图 3B

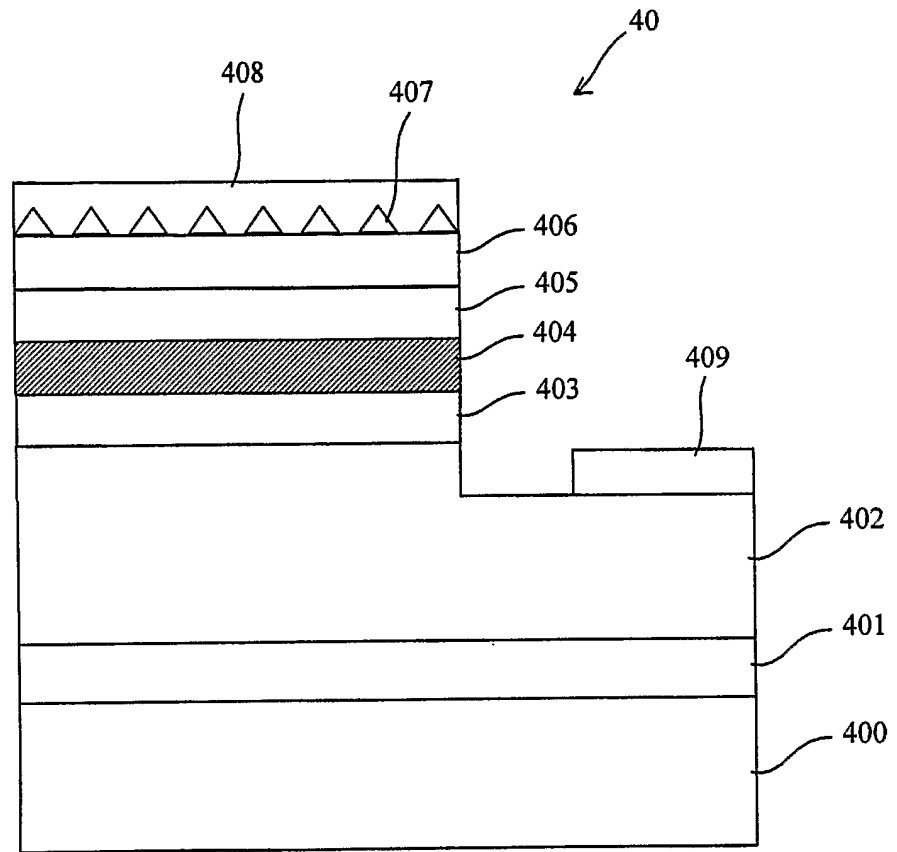


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2005/001449

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC: H01L31/0248

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)

IPC: H01L31/0248, H01L31/0256, H01L31/0352, 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)

WPI, EPODOC, CNPAT, PAJ: IPC and KEYWORDS: IIIA, Gallium Nitride, island, Indium

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO9611502A (IBM CORP.) 18.April 1996 (18.04.1996) whole doc.	1-18
A	US5905276A (AKASAKI-I) 18.May 1999 (18.05.1999) whole doc.	1-18
A	US4213781A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 22.July 1980 (22.07.1980) whole doc.	1-18

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

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search
11.Nov.2005 (11.11.2005)

Date of mailing of the international search report
08 · DEC · 2005 (08 · 12 · 2005)

Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer



Telephone No. 010-62085705


INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2005/001449

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO9611502A	1996-04-18	NONE	
US5905276A	18-05-1999	DE4336891A	11-5-1994
		JP6151963A	31-05-1994
		DE4336891C2	14-11-1996
US4213781A	22-07-1980	NONE	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2005/001449

<p>A. 主题的分类</p> <p style="text-align: center;">IPC: H01L31/0248</p> <p>按照国际专利分类表(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 style="text-align: center;">IPC: H01L31/0248, H01L31/0256, H01L31/0352, H01L</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 style="text-align: center;">WPI, EPODOC, CNPAT, PAJ: IPC and KEYWORDS: IIIA, 氮化镓, 铟, 氮化物, 岛状</p>														
<p>C. 相关文件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">类 型*</th> <th style="width: 70%;">引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th style="width: 20%;">相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>WO9611502A (IBM CORP.) 18.4 月 1996 (18.04.1996) 全文</td> <td style="text-align: center;">1-18</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>US5905276A (AKASAKI-I) 18.5 月 1999 (18.05.1999) 全文</td> <td style="text-align: center;">1-18</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>US4213781A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 22.7 月 1980 (22.07.1980) 全文</td> <td style="text-align: center;">1-18</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	A	WO9611502A (IBM CORP.) 18.4 月 1996 (18.04.1996) 全文	1-18	A	US5905276A (AKASAKI-I) 18.5 月 1999 (18.05.1999) 全文	1-18	A	US4213781A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 22.7 月 1980 (22.07.1980) 全文	1-18
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求												
A	WO9611502A (IBM CORP.) 18.4 月 1996 (18.04.1996) 全文	1-18												
A	US5905276A (AKASAKI-I) 18.5 月 1999 (18.05.1999) 全文	1-18												
A	US4213781A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 22.7 月 1980 (22.07.1980) 全文	1-18												
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <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</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>														
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p style="text-align: center;">11.11 月 2005 (11.11.2005)</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p style="text-align: center;">08.12月 2005 (08.12.2005)</p>												
<p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)</p> <p>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088</p> <p>传真号: (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <div style="text-align: center;">  <p>宁焦印丽</p> </div> <p>电话号码: (86-10)62085705</p>												

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2005/001449

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
WO9611502A	1996-04-18	无	
US5905276A	18-05-1999	DE4336891A	11-5-1994
		JP6151963A	31-05-1994
		DE4336891C2	14-11-1996
US4213781A	22-07-1980	无	