(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
2020 年 10 月 1 日 (01.10.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/191590 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 33/14 (2010.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/079571

(22) 国际申请日: 2019 年 3 月 25 日 (25.03.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 泉州三安半导体科技有限公司 (**QUANZHOU SANAN SEMICONDUCTOR TECHNOLOGY CO., LTD**) [CN/CN]; 中国福建省泉州市南安市石井镇院前村, Fujian 362343 (CN)。

(72) 发明人: **李慧文(LI, Huiwen)**; 中国天津市西青区华苑产业区海泰南道20号, Tianjin 300384 (CN)。 **张东炎(ZHANG, Dongyan)**; 中国天津市西青区华苑产业区海泰南道20号, Tianjin 300384 (CN)。 **潘冠甫(PAN, Kuanfu)**; 中国天津市西青区华苑产业区海泰南道20号, Tianjin 300384 (CN)。 **黄少华(HUANG, Shaohua)**; 中国福建省厦门市思明区吕岭路1721-1725号, Fujian 361009 (CN)。 **王笃祥(WANG, Duxiang)**; 中国天津市西青区华苑产业区海泰南道20号, Tianjin 300384 (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。

(54) **Title:** SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT

(54) **发明名称**: 一种半导体发光元件

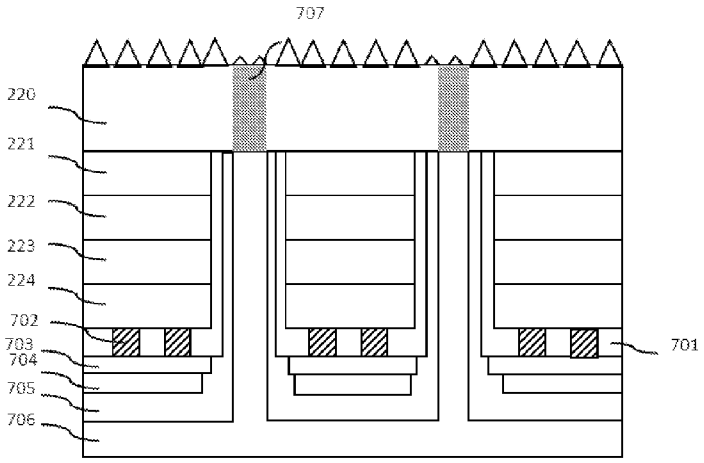


图 8

(57) **Abstract:** A semiconductor light-emitting element, comprising a semiconductor light-emitting sequence, the semiconductor light-emitting sequence comprising a first-type conductive semiconductor layer, a second-type conductive semiconductor layer and a light-emitting layer therebetween; a first electrode electrically connected to the first-type conductive semiconductor layer, and a second electrode electrically connected to the second-type conductive semiconductor layer; the first-type conductive semiconductor layer comprising an aluminum-gallium-indium-phosphide window layer, and the aluminum-gallium-indium-phosphide window layer being used as an ohmic contact layer for contacting the first electrode with the first-type conductive semiconductor layer. By selecting, on first electrode side of the first conductive type semiconductor layer side, aluminum-gallium-indium-phosphide as the ohmic contact layer and the window layer to replace the conventional light absorbing ohmic contact material, the light transmittance can be improved effectively.

WO 2020/191590 A1

[见续页]

(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))。

(57) 摘要：一种半导体发光元件，其包括半导体发光序列，半导体发光序列包括第一类型导电性半导体层、第二类型导电性半导体层和两者之间的发光层；具有与第一类型导电性半导体层电性连接的第一电极，与第二类型导电性半导体层电性连接的第二电极；所述第一类型导电性半导体层包括铝镓铟磷窗口层，铝镓铟磷窗口层作为第一电极与第一类型导电性半导体层形成接触的欧姆接触层。通过第一导电类型的半导体层侧的第一电极侧选择铝镓铟磷作为欧姆接触层和窗口层，替代传统的吸光性欧姆接触材料，可以有效改善透光性。

一种半导体发光元件

技术领域

[0001] 涉及一种半导体发光元件，具体的涉及具有打线电极的半导体发光元件。

背景技术

[0002] 发光二极管是一种将电能转换为光的半导体器件。 与荧光灯和白炽灯泡相比较，LED具有诸如低功耗、半永久寿命周期、快速响应时间、安全以及环保的优点。LED越来越多地用作诸如各种灯和街灯的照明装置、液晶显示装置的照明单元以及其它室内和室外应用的光源。

[0003] 四元系铝镓铟磷基红光发光二极管已广泛用于显示、交通灯、汽车灯等许多方面。但进一步扩大应用市场，进入高端照明，投影等领域，需要继续提升发光效率，改善电流拥挤问题。

[0004] 硅衬底的热导率较砷化镓高，目前商业化的方法是采用键合工艺，实现四元铝镓铟磷外延层转移至Si衬底。但经过衬底转移后，n型外延层反转向上，需要在n型GaAs外延层上设计接触层及电极层。电流会在接触电极下方垂直传导，电极下方的发光会被电极遮挡。尽管减小电极设计能减少光遮挡，有利于取光效率提高，但设计太小会造成电流拥挤、电压高的状况。另外一方面，砷化镓常作为n侧电极窗口层在出光侧会吸光，导致光损失。

发明概述

技术问题

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 为解决电流拥挤、取光效率低的问题，本发明提供如下一种半导体发光元件，其包括半导体发光序列，半导体发光序列包括第一类型导电性半导体层、第二类型导电性半导体层和两者之间的发光层；具有与第一类型导电性半导体层电性连接的第一电极，与第二类型导电性半导体层电性连接的第二电极；

[0006] 所述第一类型导电性半导体层包括铝镓铟磷窗口层，铝镓铟磷窗口层作为第一

电极与第一类型导电性半导体层形成接触的欧姆接触层。

[0007] 更优选的，所述铝镓铟磷窗口层中具有低电阻区域，低电阻区域位于第一电极形成接触的周围，低电阻区域电阻低于窗口层中的其它区域。

[0008] 更优选的，所述低电阻区域从第一电极与窗口层的一侧形成接触的位置从厚度方向延伸至窗口层的相反面。

[0009] 更优选的，所述的低电阻区域是通过扩散金属或者离子注入的方式形成。

[0010] 更优选的，所述的低电阻区域是通过第一电极具有的扩散金属扩散至铝镓铟磷窗口层中形成。

[0011] 更优选的，所述的离子注入的元素为带正电荷的离子。

[0012] 更优选的，所述的铝镓铟磷窗口层为Alx1Ga1-x1InP，0.4＜y≤1。

[0013] 更优选的，低电阻区域与周围的铝镓铟磷窗口层区域为同质区。同质区定义为材料的成分相同，都为铝镓铟磷材料。

[0014] 更优选的，所述的铝镓铟磷窗口层为Alx1Ga1-x1InP，x1介于0.6~0.8，厚度为2~6μm。

[0015] 更优选的，所述的第一电极和第二电极位于半导体发光序列的同侧。

[0016] 更优选的，第二导电类型半导体层一侧具有多个开口，多个开口延伸至穿过第二导电类型半导体层、发光层至开口底部位于第一导电类型半导体层的铝镓铟磷窗口层，第一电极位于第二导电类型半导体层一侧并延伸至开口的底部形成多个第一电接触。

[0017] 更优选的，所述第二电极覆盖第二导电类型半导体层侧，并露出所述的多个开口。

[0018] 更优选的，第二电极与第一电极之间、第一电极与多个开口侧壁之间通过绝缘层绝缘隔离。

[0019] 更优选的，第二导电类型半导体层包括第二窗口层，所述的第二电极与第二窗口层之间通过多个接触点形成多个第二电接触。更优选的，所述的n型第一窗口层220与第二窗口层的厚度比例为大于等于5：1。

[0020] 更优选的，任意一个第二电接触与临近一个第一电接触的距离为10~30um。

[0021] 更优选的，任意两个相邻第二电接触之间的间距为5~40um，任意两个相邻第

一电接触之间的间距为30~100um。

[0022] 更优选的，所述铝镓铟磷窗口层的方块电阻为0.01~1Ω/□。

[0023] 更优选的，所述的第二导电类型半导体层具有第二窗口层，第二窗口层的方块电阻为1~10Ω/□。

[0024] 更优选的，所述的铝镓铟磷窗口层与第二窗口层的方块电阻的比例是至多1:10。

[0025] 更优选的，所述第一导电类型半导体层包括第一覆盖层，所述的第二导电类型半导体层提供电子或空穴的第二覆盖层。

[0026] 更优选的，铝镓铟磷窗口层与第一电极形成接触的面的相反面作为出光表面。

[0027] 更优选的，铝镓铟磷窗口层与第一电极形成接触的面的相反面作为出光表面，出光表面被不平整化处理；所述低电阻区域自第一电极与第一类型导电性半导体层形成接触的位置延伸至铝镓铟磷窗口层的出光表面，不平整度不同于周围非低电阻区域的不平整度。

[0028] 更优选的，还具有支撑衬底支撑半导体发光序列，支撑衬底为导电的或不导电的。

[0029] 更优选的，所述的第一电极与铝镓铟磷窗口层之间形成一个或多个条状的接触。

[0030] 更优选的，所述的半导体发光序列的铝镓铟磷窗口层一侧具有透明衬底，所述的半导体发光序列的尺寸介于100μm~300μm，如次微米级的miniLED。

[0031] 更优选的，所述的半导体发光序列的铝镓铟磷窗口层一侧无透明衬底，其中包括所述的半导体发光序列的尺寸介于1~2000μm。

[0032] 更优选的，所述的第一导电类型为n或p型。

发明的有益效果

有益效果

[0033] 本发明通过第一导电类型的半导体层侧的第一电极侧选择铝镓铟磷作为欧姆接触层和窗口层，替代传统的吸光性欧姆接触材料，可以有效改善透光性；通过第一电接触电极侧具有的扩散金属扩散至窗口层中、或离子注入的方式形成低电阻区域，可有效改善欧姆接触；更优选的，低电阻区域形成至窗口层的表面

，低电阻区域有利于电流沿着整个窗口层的横向扩展，避免电流集中在第一电极周围。

对附图的简要说明

附图说明

[0034] 图1为实施例一的半导体发光元件的结构示意图。

[0035] 图2-5为实施例二的半导体发光元件的结构示意图。

[0036] 图6-8为实施例三的半导体发光元件的结构示意图。

[0037] 图9是实施例三的半导体发光元件的局部SEM图。

[0038] 图10为实施例六的半导体发光元件的结构示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0039] 下面结合示意图对本发明的半导体发光元件的结构进行详细的描述，在进一步介绍本发明之前，应当理解，由于可以对特定的实施例进行改造，因此，本发明并不限于下述的特定实施例。还应当理解，由于本发明的范围只由所附权利要求限定，因此所采用的实施例只是介绍性的，而不是限制性的。除非另有说明，否则这里所用的所有技术和科学用语与本领域的普通技术人员所普遍理解的意义相同。

[0040] 实施例一

[0041] 本实施例提供如下一种半导体发光元件，如图1所示，包括铝镓铟磷基半导体发光序列，半导体发光序列包括第一导电类型半导体层、发光层222和第二导电类型半导体层；发光层222为能够提供光辐射的材料，具体的辐射波段介于550~950nm，如红、黄、橙、红外光，具体的为铝镓铟磷，铝镓铟磷可以为单量子阱或多量子阱；其中半导体发光序列中第一导电类型半导体层和第二导电类型半导体层分别包括为发光层提供电子或空穴的第一覆盖层和第二覆盖层，如铝镓铟磷或铝铟磷；更优选的，铝铟磷作为第一覆盖层221和223；第一导电类型或第二导电类型分别为n或p型掺杂，n型掺杂有诸如Si、Ge、或者Sn的n型掺杂物。p型被掺杂有诸如Mg、Zn、Ca、 Sr、或者Ba的p型掺杂物，也不排除其他的元素等效替代的掺杂。

[0042] 该半导体发光元件，包括相对的两面侧，其中一侧为出光侧，另外一侧用于制作第一电极205、第二电极206，其中第一类型导电性半导体层比第二类型导电性半导体层在厚度方向上更接近出光侧，第一类型导电性半导体层的掺杂性质可以是n型掺杂或p型掺杂；第一电极205与第一类型导电性半导体层接触实现电连接，第二电极206与第二类型导电性半导体层接触实现电极接触。

[0043] 具体的，第一类型导电性半导体层包括第一窗口层，第一窗口层提供第一电极与第一类型导电性半导体层的欧姆接触以及电流的扩展，第二类型导电性半导体层包括第二窗口层，第二窗口层提供第二电极与第二类型半导体层的欧姆接触以及电流的扩展。

[0044] 作为一个实施方式，如表一所示，提供一种发光元件的半导体发光序列的主要部分，其中第一类型导电性半导体层为n型掺杂，包括n型第一覆盖层221和n型第一窗口层220；第二类型导电性半导体层包括p型第二覆盖层223和p型第二窗口层224；其中发光层222为多量子阱（MQW），材料为$Al_{n1}Ga_{1-n1}InP/Al_{n2}Ga_{1-n2}InP$($0\leq n1<n2\leq 1$)的重复堆叠的阱和垒的结构。

[0045] 表一

[0046]

序号	功能层	材料	（厚度 nm）	功能
224	p型第二窗口层	GaP	500~5000	欧姆接触、电流扩展
223	p型第二覆盖层	AlInP+Mg	50~5000	提供空穴
222	发光层 MQW	$Al_nGa_{1-n}InP/Al_nGa_{1-n}InP$ ($0\leq n1<n2\leq 1$)	2~50 对	发光层，决定发光波长及亮度的主要因素
221	n型一覆盖层	AlInP+Si	50~5000	提供电子
220	n型第一窗口层	$Al_nGa_{1-n}InP$	2000~6000	欧姆接触、电流扩展

[0047] 其中第一导电类型半导体层的第一窗口层220直接位于出光侧，该第一窗口层220为铝镓铟磷，具体的表达为$Al_{x1}Ga_{(1-x1)}InP$，其中x1介于0.4~1，其中高铝含量可有效降低该窗口层对来自发光层的辐射的吸光效应；更优选的，其中所述的x

1介于0.6~0.8，能够保证铝镓铟磷与外延生长衬底如砷化镓的晶格良好匹配，获得良好生长质量的铝镓铟磷；较佳的，为保证电流的横向扩展，该第一窗口层220的厚度为2~6μm，更优选的所述的第一窗口层220的厚度为3~5μm；第一窗口层优选掺杂浓度为1E18以上，其掺杂类型与第一类型导电性半导体层的掺杂类型是相同的，更优选的为1~2E18，更低的掺杂浓度，则会导致所述欧姆接触阻值过高，更高的掺杂浓度则导致吸光现象，降低出光效率。该第一窗口层220为出光侧表面的材料，更优选的，可以经过粗化处理或表面图案化处理，以提高出光效率。p型第二窗口层GaP的掺杂浓度优选的为5E17~9E19之间。

[0048] 其中所述的第一电极205与第一类型导电性半导体层的第一窗口层220电性连接，从第二类型导电性半导体层侧开孔或制作台面，以暴露第一类型导电性半导体层的第一窗口层。第一电极205延伸至孔的底部或制作在台面上，与第一类型导电性半导体层的第一窗口层220形成接触。更优选的，为了防止在孔侧壁或形成台面的侧壁处第一电极与第二类型导电性半导体层、发光层接触，第一电极205可以与孔侧壁或形成台面的侧壁之间通过绝缘层绝缘。

[0049] 如图1所示，为第一电极205与n型第一窗口层220形成良好的欧姆接触，n型第一窗口层220中具有位于第一电极205周围的低电阻区域207，该低电阻区域207比低阻值区域以外的周围n型第一窗口层220的阻值更低；形成该低电阻区域207的方式可以是第一电极205包括扩散金属，金属扩散至n型第一窗口层220中并形成在第一电极周围205。扩散金属可来自于第一电极的电极材料，该第一电极205优选的材质包括例如为金、锗、镍或这些金属任意组合的合金或者进一步包括与n型第一窗口层220接触的单一成分金属层，如金。在电极制作在孔中或台面后，可通过高温熔合技术实现金属扩散获得低电阻区域，高温熔合的温度在300℃以上，更优选的是420~520℃以上，时间是1~30min。

[0050] 其中第二电极206位于第二导电性半导体层一侧，并且第二电极206与第二导电性半导体层侧的p型第二窗口层224接触，第二电极206可以包括金铍、金锌等至少之一的合金材料或透明导电材料如ITO、IZO之类材料作为欧姆接触性材料，更优选的，第二电极206还可包括一反射性金属，如金或银，对自发光层辐射并穿透第二类型导电性半导体层的第二窗口层224的部分光进行反射回半导体光序

列，并从出光侧出光。

[0051] 更优选的，在第二导电性半导体层的p型窗口层224侧形成一绝缘层（图中未示出），绝缘层具有多个开口，以暴露p型窗口层224一侧，第二电极206通过绝缘层的多个开口与p型窗口层224形成多个接触；绝缘层优选的是透光的材料制作，绝缘层可以是氟化物、氧化物或氮化物，例如氮化硅、氧化硅、氟化镁、氟化钙等至少之一材料。第二电极通过绝缘层多个开口与p型窗口层224接触保证了电流在第二电极与窗口层之间的均匀传递。更优选的，其中所述第二电极还包括覆盖于绝缘层的表面的反射性金属，如金或银，反射性金属与绝缘层可以形成全反射结构，从而提高反射率，反射性金属与绝缘层之间也可以包括透明导电性的粘附层，如ITO、IZO等至少之一种，增加粘附作用。

[0052] 第一电极205和第二电极206位于半导体发光序列出光侧的相反侧，并且第一电极205和第二电极206可以与外部电连接件进行接触，形成传统的倒装结构。所述的第一电极205和第二电极206还可包括顶部的焊盘金属，焊盘金属可以是如金、铝等至少一层，以实现第一电极205和第二电极206覆晶在封装或应用的基板上。第一电极205和第二电极206可以等高或不等高，在厚度方向上第一电极和第二电极的焊盘金属不重叠。

[0053] 该结构适用于半导体发光元件具有的半导体发光序列尺寸介于1~2000μm，尺寸的定义为半导体发光序列在垂直于厚度方向上的投影具有长和宽，长和宽的尺寸都介于1~2000μm范围内。具体的如1~100μm的微型发光二极管或100~300μm次微米级发光二极管，该微型发光二极管或次微米级发光二极管可以广泛运用于显示等领域，该次微米级发光二极管可包括一永久的透明衬底位于出光侧，如蓝宝石或玻璃或石英等。

[0054] 实施例二

[0055] 本实施例提供一种适用于电极侧支撑衬底的发光二极管，具体的半导体发光序列的尺寸介于1~2000μm，更佳的尺寸的定义为半导体发光序列在垂直于厚度方向上的投影具有长和宽，长和宽的尺寸都大于300μm，更优选的尺寸为700μm以上。

[0056] 该半导体发光元件的结构如图2所示，其包括半导体放序列，半导体发光序列

包括第一导电类型半导体层、发光层和第二导电类型半导体层；第一导电类型半导体层包括n型第一窗口层220和n型第一覆盖层221，发光层222为多量子阱，第二导电类型半导体层包括p型第二覆盖层223和p型第二窗口层224，第一导电性半导体层的第一窗口层220为出光侧，第一电极706和第二电极（702,703,704）分别与第一窗口层220和第二窗口层224电性接触，并且都位于出光侧的相反侧，由此第一电极和第二电极不会对出光侧的辐射形成阻挡。

[0057] 半导体发光序列的主要成分具体参考表二：

[0058] 表二

[0059]

序号	功能层	材料	（厚度 nm）	功能
224	p型第二窗口层	GaP	500~5000	欧姆接触、电流扩展
223	p型第二覆盖层	AlInP+Mg	50~5000	提供空穴
222	发光层 MQW	$Al_{n1}Ga_{1-n1}InP/Al_{n2}Ga_{1-n2}InP$ $(0\leq n1<n2\leq 1)$	3~50对	发光层，决定发光波长及亮度的主要因素
221	n型第一覆盖层	AlInP+Si	50-5000	提供电子
220	n型第一窗口层	$Al_xGa_{1-x}InP$	2000~5000	欧姆接触、电流扩展

[0060] 其中n型第一窗口层220 为Alx1Ga(1-x1)InP，优选x1取值为0.4~1，更佳的为0.6，n型第一窗口层220的厚度优选为2~6μm，更佳的为3~5μm；p型第二窗口层为GaP，更优选的为0.5~5μm，更佳的0.5~2μm，n型掺杂浓度为1E18以上，更优选的为1~2E18；p型第二窗口层GaP的掺杂浓度为5E17~9E19之间。

[0061] 第二导电类型半导体层一侧具有多个开口，多个开口延伸至穿过第二导电类型半导体层、发光层222，并且开口底部位于第一导电类型半导体层的第一窗口层220。第一电极706包括填充自开口内的部分并在开口底部形成多个第一电接触。多个第一电接触的形状为点状，具体的可以是圆形、方形、椭圆形或多边形，多个第一电接触均匀地或非均匀的分散在第一窗口层221一侧。每一第一电接

触的尺寸为1~20um（第一电接触接触面的最大直径），多个第一电接触形成的总面积占第一窗口层一侧横截面积的0.5~20%，相邻第一电接触之间的间距为30~100um。

[0062] 第二电极702,703,704具有两对的两面侧，其中一侧覆盖第二导电类型半导体层侧，并露出多个开口；在第二电极702,703,704的另一侧，第一电极706包括从开口内延伸出来的延伸部分；第一电极706的延伸部分与第二电极702,703,704的另一侧通过绝缘层705形成夹层结构；绝缘层705包括部分位于第一电极706延伸部分和第二电极702,703,704的另一侧之间以实现绝缘隔离。绝缘层705同时覆盖开口的侧壁，并位于第一电极706填充在开口内的部分与开口的侧壁之间。绝缘层705的具体材料可以是氮化物、氧化物，具体的如氮化硅、氧化硅、氧化锌之类的绝缘层材料。

[0063] 第二电极702,703,704在第二类型导电性半导体层的一侧形成欧姆接触，包括一欧姆接触层702和反射层703，欧姆接触层702可以是金属金、铍、锌等材料的组合，或者是透明导电氧化物如ITO或IZO等。第二类型导电性半导体层的一侧还可包括绝缘层701，绝缘层701包括多个开口，绝缘层701的具体材料可以是氮化物、氧化物，具体的如氮化硅、氧化硅、氧化锌之类的绝缘层材料；欧姆接触层702填充在绝缘层701多个开口中形成多个第二电接触，反射层703形成在绝缘层701和欧姆接触层702的同一侧，用于反射辐射，反射层的材料为金属如金或银或金属透明导电层的组合等；反射层703下面包括扩散阻挡的金属层704，如钛、铂、铬等金属材料的组合。

[0064] 多个第二电接触通过绝缘层701多个开口形成的形状为点状，具体的点状可以是圆形、方形、椭圆形或多边形，多个第二电接触均匀地或非均匀的分散在第二窗口层一侧，优选均匀的分散方式。每一第二电接触的尺寸为1~300um（每一第二电接触接触面的最大直径），多个第二电接触形成的总面积占第二窗口层一侧横截面积的0.5~20%。

[0065] 如图3所示，从第一窗口层220一侧俯视，多个第二电接触围绕一个第一电接触的形式设置，较佳的，六个第二电接触在一个第一电接触周围可以等距的形成等边六边形或圆形的形状；任意两个相邻第二电接触之间的间距为5~40um。任

意一个第二电接触与相邻一个第一电接触的距离为10~30um。通过控制相邻第二电接触之间的距离以及第二电接触与相邻一个第一电接触的距离，由此可以实现电流尽量均匀横向扩展，而避免过度集中在第一电接触周围。

[0066] 如图4所示，在第一电极706的延伸部分的背面侧包括支撑衬底708支撑该半导体发光序列，支撑衬底708可以是导电衬底，导电衬底如硅、碳化硅、或金属衬底如铜、铜钨合金。导电衬底的背面侧可以包括金属层用于第一电极与外部形成电性连接。

[0067] 支撑衬底708通过键合层707形成在第一电极706的延伸部分背面侧，键合层707具体可以是形成多层键合金属并进行高温高压键合，键合金属选自如钛、镍、锡、铂、金等金属，支撑衬底708为导电衬底的情况下，键合层707需要导电材料以电性连接第一电极706与支撑衬底708。更优选的，可以在背面侧镀至少一层金属作为背面侧的外部电性连接。

[0068] 第二电极可以水平延伸至半导体发光序列以外并且暴露部分，第二电极的暴露部分朝向半导体发光序列一侧，并包括外部连接的焊线电极，由此可供与出光侧同侧的外部打线。

[0069] 如图5所示，支撑衬底可以是绝缘衬底，键合层707可以选择金属材料或绝缘材料。绝缘层如氧化钛、氧化铝或氧化锌等一层或多层材料。绝缘衬底可选择如氮化铝、蓝宝石、石英、玻璃或陶瓷材料。在支撑衬底708为绝缘材料的情况下，第一电极706在形成夹层的延伸部分可以进行水平延伸半导体发光序列以外并且暴露部分，第一电极706暴露的部分朝向半导体发光序列一侧，并包括外部连接的焊线电极，由此可供与出光侧同侧的外部打线。第二电极水平延伸至半导体发光序列以外并且暴露部分，第二电极的暴露部分朝向半导体发光序列一侧，并包括外部连接的焊线电极，由此可供与出光侧同侧的外部打线。

[0070] 如图2所示，为了与n型第一窗口层220形成良好的欧姆接触，n型第一窗口层220中具有集中在多个第一电接触的区域周围的低电阻区域707，该低电阻区域707比周围的n型第一窗口层220材料的阻值更低，以利于保证第一电极706与第一窗口层220之间的良好欧姆接触；形成该低电阻区域707的方式可以是第一电极706包括扩散金属，扩散金属自第一电极706侧扩散至n型第一窗口层220中形成在第

一电接触周围的低电阻区域。该第一电极706优选的材质包括例如为金、锗、镍或上述金属任意组合的合金，该合金中包括可扩散的金属成分，或者进一步包括与n型第一窗口层220接触的单一成分金属层，如金。为了获得低电阻区域，在第一电极制作完成后，可通过高温熔合技术实现金属扩散，高温熔合的温度在300℃以上，更优选的是420~520℃，时间是1~30min。

[0071] 实施例三

[0072] 提供一种实施例二的替代性的实施方式，如图6所示，更优选的，所述的扩散金属可以进一步自多个第一电接触扩散至n型第一窗口层220的出光表面侧形成低电阻区域707，由此低电阻区域707自多个第一电接触贯穿n型第一窗口层220厚度方向至出光表面侧。具体的，第一电极在通过常规的操作如蒸镀、溅镀或电镀沉积完获得各层金属之后，需进行高温熔合步骤获得低电阻区域707，高温熔合的温度条件[h1] 优选地为460-490 ºC，15~20min，实现扩散金属自第一电极扩散至n型第一窗口层220厚度方向至出光表面侧。高温熔合的温度和时间可有效保证扩散金属扩散至n型第一窗口层220表面侧。具体的，所述的第一电极在开口的底部至少具有第一层金属，如金，厚度为10~50nm，更优选的是厚度为30~40nm，以及第二层金属合金如金锗镍、金锗，厚度可以是至少50nm，更优选的是厚度80~150nm之间以及一层更厚的金属，如金，厚度为200~400nm范围。

[0073] 如图7所示，在半导体发光序列被通电的情况下，电流（电子）在第一导电类型半导体层一侧至第二导电类型半导体层一侧的大致传递方向，如图中箭头方向所示。低电阻区域707自多个第一电接触贯穿n型第一窗口层220厚度方向至出光表面侧。根据电阻的计算公式：

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

，低电阻区域促进电流（电子）沿着n型第一窗口层220厚度方向纵向传递，可以有效增加n型第一窗口层220的横向电流（电子）传递面积，降低n型第一窗口层220的横向电阻，从而利于电流（电子）自第一电接触侧横向传递，然后纵向传递穿过发光层至p型第二覆盖层223和p型第二窗口层224，因此可避免电流集中在第一电接触侧，发光区域不均匀。

[0074] 如图8所示，当n型第一窗口层220作为出光面，为增加出光效率，可进行不平整化处理工艺形成具有不平整的表面，不平整化可以是粗化或图案化处理。当扩散金属扩散至n型第一窗口层220的出光侧表面，形成低电阻区域，对出光侧表面进行同样工序或一道工序的粗化或图案化处理后，低电阻区域的表面侧形成的不平整度会不同于周围n型第一窗口层220表面的不平整度。这是由于扩散金属扩散至n型窗口层220中，导致n型窗口层一侧的材料晶格被破坏，晶格被破坏的区域形成低电阻区域707，低电阻区域707的材料形貌不同于周围无扩散金属的区域，当表面被不平整化后，会形成不同的不平整度。

[0075] 图9提供了实际半导体发光元件的n型第一窗口层的出光侧表面被粗化处理的局部SEM图，其中虚线区域代表的是一个第一电接触上方的形成的低电阻区域，从图中可以看出低电阻区域上方的n型第一窗口层的出光侧表面粗化度不同于周围表面侧的粗化度。

[0076] 实施例四

[0077] 作为实施例二的一种更佳的实施方式，根据方块电阻的计算公式：Rs=ρ/L，其中ρ为块材的电阻率，L为材料的厚度，材料的掺杂浓度越大可以降低电阻率从而降低方块电阻，在材料厚度越大的情况下，方块电阻越小。因此，优选的所述的n型第一窗口层220方块电阻Rn在0.01~1Ω/□，更优选为0.03~0.1Ω/□，具体可以是0.3Ω/□，p型第二窗口层224的方块电阻Rp为1~10Ω / □，具体的可以是4Ω/□。更优选的，所述的铝镓铟磷窗口层与第二窗口层的方块电阻的比例是至多为1:10，更优选的为1:(10~100)或1:(100~1000)或1:(100~10000)。由于n型第一窗口层220的方块电阻小，p型第二窗口层224的方块电阻大，可有利于电流在n型第一窗口层220侧的横向电流扩展，在p型第二窗口层224一侧形成纵向电流扩展，从而避免电流集中在第一电接触区域。

[0078] 其中n型第一窗口层220与p型第二窗口层224的厚度比例优选为大于等于2：1，更优选的大于等于5:1，更优选的为10:1，p型第二窗口层224的厚度为0.1~2um，优选为0.5um, n型第一窗口层220的厚度为2~6 um，更优选的5μm。

[0079] 实施例五

[0080] 为了形成所述的低电阻区域，本实施例提供一种替代第一电极通过高温熔合形

成扩散金属的方式，离子注入方式；离子注入掺杂离子的是带正电荷的元素，如镁离子、铁离子、锌离子、硅离子、碳离子等，通过局部离子注入的方式使掺杂离子形成在多个第一电接触附近形成局部高掺，即低电阻区域；离子注入的方向可以是自第一窗口层自第一电接触一侧进行注入，注入的深度可进一步控制到穿透n型第一窗口层220到达第一电接触所在表面的相反表面侧，注入的掺杂离子在低电阻区域形成的浓度范围为1E17~1E20。离子注入后可以通过高温退火激活掺杂离子300~600℃。

[0081] 实施例六

[0082] 作为实施例二的一种替代方式，第一电极的多个第一电接触的形状为条状，条状在宽度方向的尺寸为1~20um，条状为至少一个或多个，面积占比为5~30%；第二电极的多个第二电接触的形状为点状，点状的形状为圆形、方形、多边形或椭圆形等至少一种，点状所占据的面的最大直径定义为点状的尺寸，其大小为5~60um；如图10所示，从n型第一窗口层一侧看出，第二电极的多个第二电接触702位于第一电极706的条状第一电接触周围，相邻的一个第二电接触与一个第一电接触的间距为5~40um，相邻多个第二电接触702可以以如图10所示的每四个点状围绕的方形作为重复单元排列在条状的一侧或两侧，也可以是菱形四边形或六边形作为重复单元进行排列。

[0083] 实施例七

[0084] 作为实施例一的一种替代方式，提供具有如下一种半导体发光序列的半导体发光元件，半导体发光元件的结构与图一一致，所述半导体发光序列的第一类型导电性半导体层包括p型第一覆盖层223和p型第一窗口层224，其中p型第一窗口层224直接位于出光侧；第二类型导电性半导体层包括n型第二覆盖层和n型第二窗口层，n型第二窗口层为GaP或GaAs。p型第一窗口层选择使用Alx1Ga(1-x1)InP具备更好的透光性，替代传统的n型GaAs以及p型GaP作为出光侧的窗口层可以有效降低吸光效应，提高出光率；厚度为2~6μm是较佳的厚度，更优选的为2000~4000nm，更优选的为2500~4500nm；为有效保证电流扩展，较佳的掺杂浓度为1E18以上。第一电极的材料包括金/金锌/金或金/金铍/金组合的材料，且p侧电极与p型第一窗口层之间的接触材料

需要是第一层金，第一层金厚度介于1nm~50nm之间,优选第一电极的第一层接触金厚度为5~20nm；为了改进该欧姆接触效果，使用高温至少300℃以上的熔合技术，更优选的至少480℃的温度对第一电极进行熔合形成低电阻区域，更优选的为10~15min，低电阻区域可以进一步延伸至出光面侧。

[0085] 半导体发光序列的主要成分如表三所示：

[0086] 表三

[0087]

序号	功能层	材料	（厚度nm）	功能
224	p型窗口层	$Al_{w1}Ga_{1-w1}InP$	2000~4000	欧姆接触、电流扩展和出光层
223	p型覆盖层	AlInP+Mg	50~5000	提供空穴
222	发光层 MQW	$Al_{n1}Ga_{1-n1}InP/Al_{n2}Ga_{1-n2}InP$ $(0<n1<n2<1)$	2~50对	发光层，决定发光波长及亮度的主要因素
221	n型覆盖层	AlInP+Si	50-5000	提供电子
211	n型窗口层	GaP或GaAs	500~5000	欧姆接触、电流扩展

[0088] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效，而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下，对上述实施例进行修饰或改变。因此，举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变，仍应由本发明的权利要求所涵盖。

权利要求书

[权利要求 1] 一种半导体发光元件，其包括半导体发光序列，半导体发光序列包括第一类型导电性半导体层、第二类型导电性半导体层和两者之间的发光层；具有与第一类型导电性半导体层电性连接的第一电极，与第二类型导电性半导体层电性连接的第二电极；

其特征在于：所述第一类型导电性半导体层包括铝镓铟磷窗口层，铝镓铟磷窗口层作为第一电极与第一类型导电性半导体层形成接触的欧姆接触层。

[权利要求 2] 根据权利要求1所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述铝镓铟磷窗口层中具有低电阻区域，低电阻区域位于第一电极形成接触的周围，并且电阻低于窗口层中的其它区域。

[权利要求 3] 根据权利要求2所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述低电阻区域从第一电极与窗口层的一侧形成接触的位置从厚度方向延伸至窗口层的相反面。

[权利要求 4] 根据权利要求2或3所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的低电阻区域是通过扩散金属或者离子注入的方式形成。

[权利要求 5] 根据权利要求4所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的低电阻区域是通过第一电极具有的扩散金属扩散至铝镓铟磷窗口层中形成。

[权利要求 6] 根据权利要求4所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的离子注入的元素为带正电荷的离子。

[权利要求 7] 根据权利要求1或2所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的第一电极和第二电极位于半导体发光序列的同侧。

[权利要求 8] 根据权利要求1或2所述的一种半导体发光元件，其特征在于：第二导电类型半导体层一侧具有多个开口，多个开口延伸至穿过第二导电类型半导体层、发光层至开口底部位于第一导电类型半导体层的铝镓铟磷窗口层，第一电极位于第二导电类型半导体层一侧并延伸至开口的底部形成多个第一电接触。

[权利要求 9] 根据权利要求8所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述第二电极覆盖第二导电类型半导体层侧，并露出所述的多个开口。

[权利要求 10] 根据权利要求9所述的一种半导体发光元件，其特征在于：第二电极与第一电极之间、第一电极与多个开口侧壁之间通过绝缘层绝缘隔离。

[权利要求 11] 根据权利要求1所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的铝镓铟磷窗口层为Alx1Ga1-x1InP，0.4＜y≤1。

[权利要求 12] 根据权利要求2或3所述的一种半导体发光元件，其特征在于：低电阻区域与周围的铝镓铟磷窗口层非低电阻区域为同质区。

[权利要求 13] 根据权利要求1所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的铝镓铟磷窗口层为Alx1Ga1-x1InP，x1介于0.6~0.8，厚度为2~6μm。

[权利要求 14] 根据权利要求5所述的一种半导体发光元件，其特征在于：第二导电类型半导体层包括第二窗口层，所述的第二电极与第二窗口层之间通过多个接触点形成多个第二电接触。

[权利要求 15] 根据权利要求14所述的一种半导体发光元件，其特征在于：任意一个第二电接触与临近一个第一电接触的距离为10~30um。

[权利要求 16] 根据权利要求15或16所述的一种半导体发光元件，其特征在于：任意两个相邻第二电接触之间的间距为5~40um，任意两个相邻第一电接触之间的间距为30~100um。

[权利要求 17] 根据权利要求1所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述铝镓铟磷窗口层的方块电阻为0.01~1Ω/□。

[权利要求 18] 根据权利要求1所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的第二导电类型半导体层具有第二窗口层，第二窗口层的方块电阻为1~10Ω/□。

[权利要求 19] 根据权利要求18所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的铝镓铟磷窗口层与第二窗口层的方块电阻的比例至多为1:10。

[权利要求 20] 根据权利要求14或18所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的n型第一窗口层220与第二窗口层的厚度比例为大于等于5：1。

[权利要求 21] 根据权利要求1所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述第一导电类型半导体层包括第一覆盖层，所述的第二导电类型半导体层提供电子或空穴的第二覆盖层。

[权利要求 22] 根据权利要求1或2或3所述的一种半导体发光元件，其特征在于：铝镓铟磷窗口层与第一电极形成接触的面的相反面作为出光表面。

[权利要求 23] 根据权利要求3所述的一种半导体发光元件，其特征在于：铝镓铟磷窗口层与第一电极形成接触的面的相反面作为出光表面，出光表面被不平整化处理；所述低电阻区域自第一电极与第一类型导电性半导体层形成接触的位置延伸至铝镓铟磷窗口层的出光表面，不平整度不同于周围非低电阻区域的不平整度。

[权利要求 24] 根据权利要求1或14所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的第一电极与铝镓铟磷窗口层之间形成一个或多个条状的接触。

[权利要求 25] 根据权利要求1所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的半导体发光序列的铝镓铟磷窗口层一侧具有透明衬底。

[权利要求 26] 根据权利要求25所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的半导体发光序列的尺寸介于100μm~300μm。

[权利要求 27] 根据权利要求1所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的半导体发光序列的铝镓铟磷窗口层一侧无透明衬底。

[权利要求 28] 根据权利要求27所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的半导体发光序列的尺寸介于1~2000μm。

[权利要求 29] 根据权利要求1所述的一种半导体发光元件，其特征在于：所述的第一导电类型为n或p型。

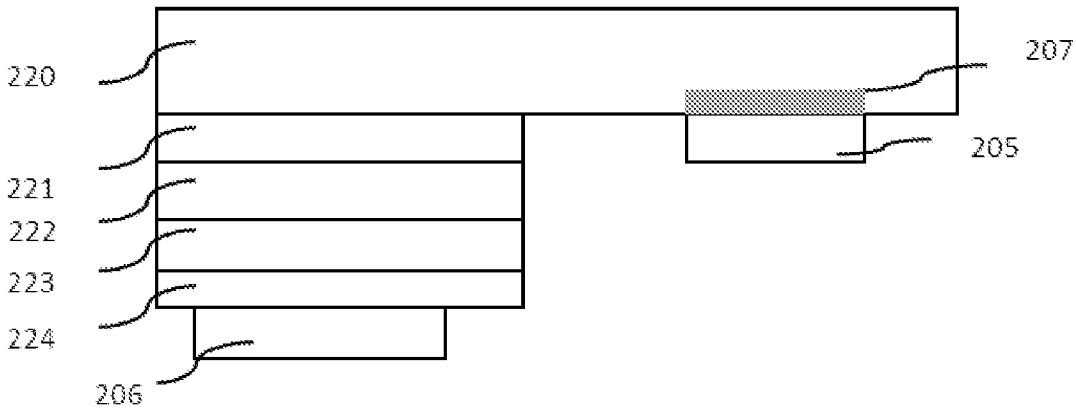

220
207
205
221
222
223
224
206

图 1

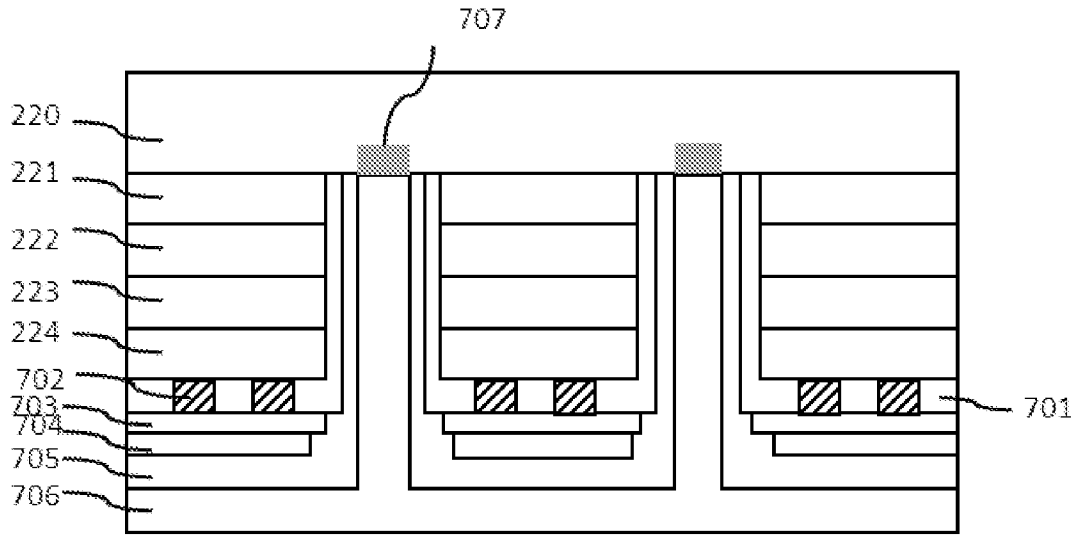

707
220
221
222
223
224
702
703
704
705
706
701

图 2

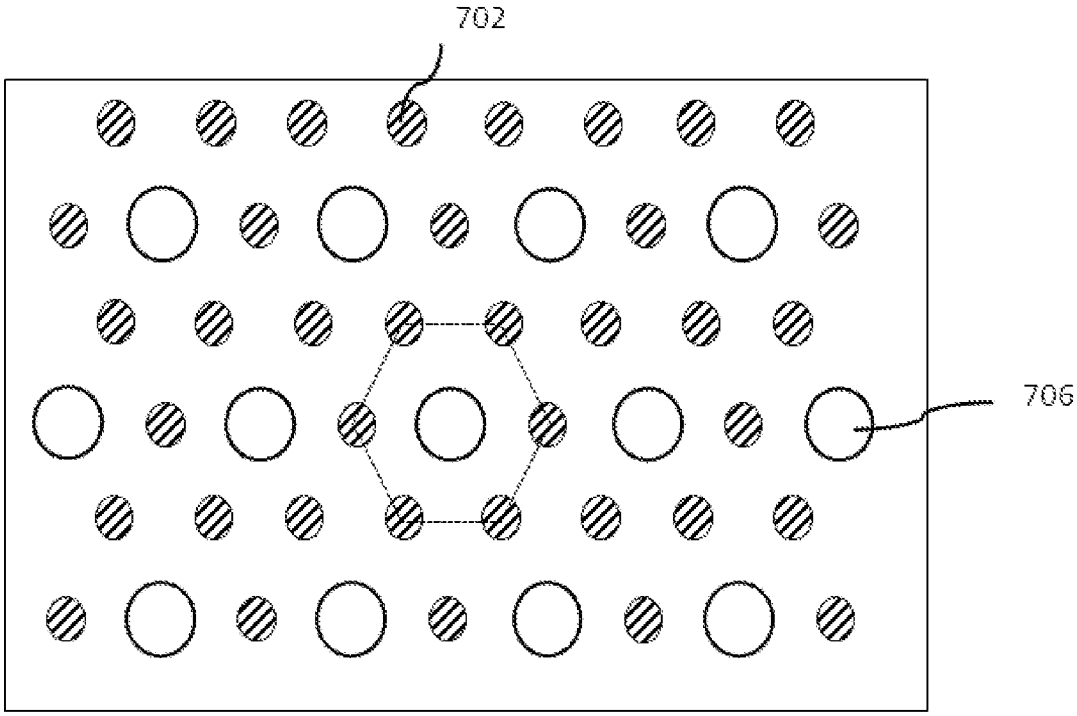


图 3

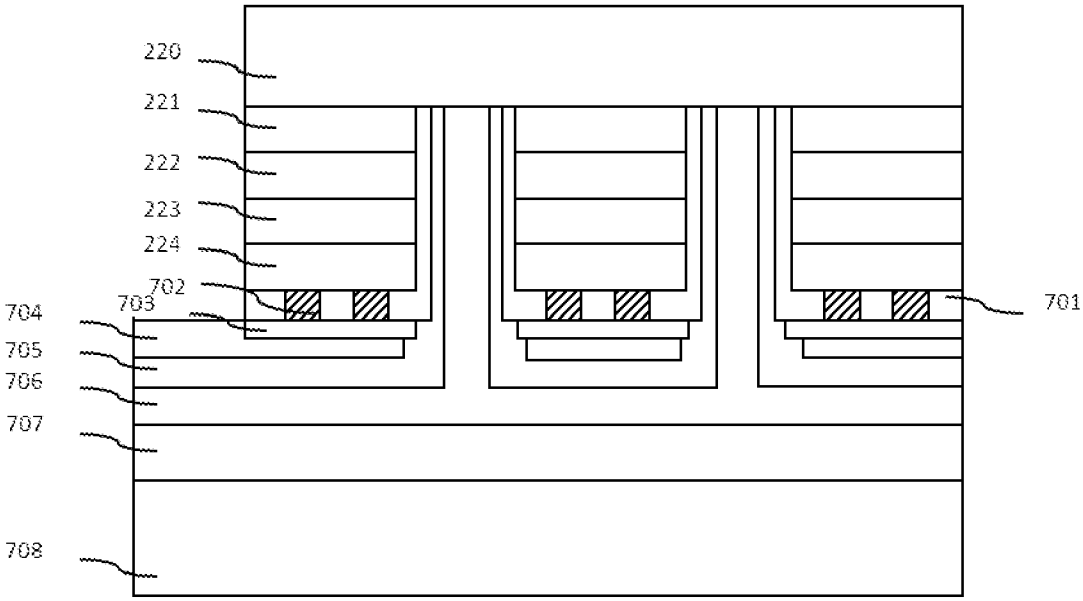


图 4

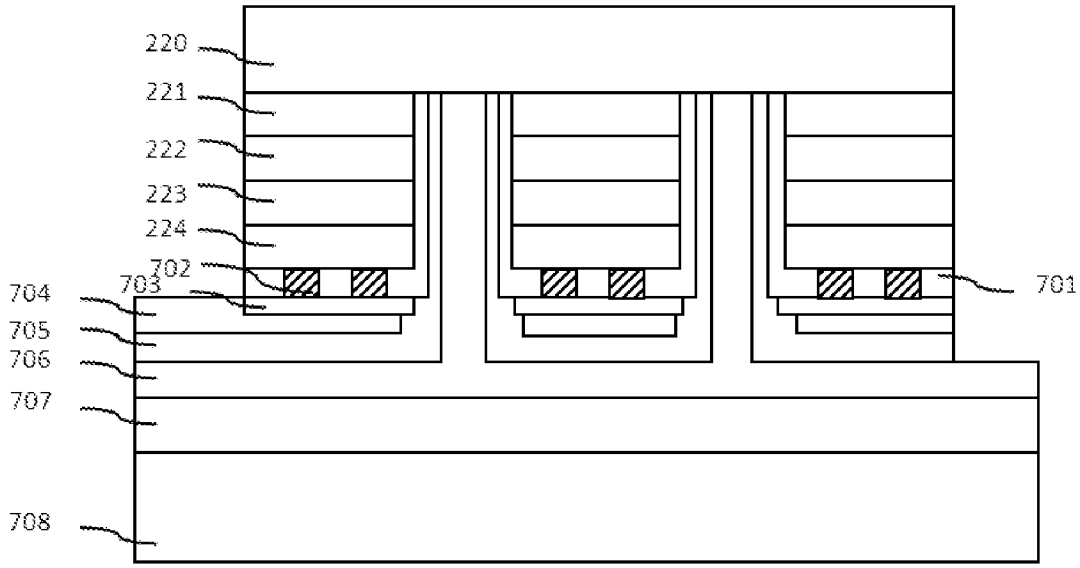

220
221
222
223
224
702
703
704
705
706
707
708
701

图 5

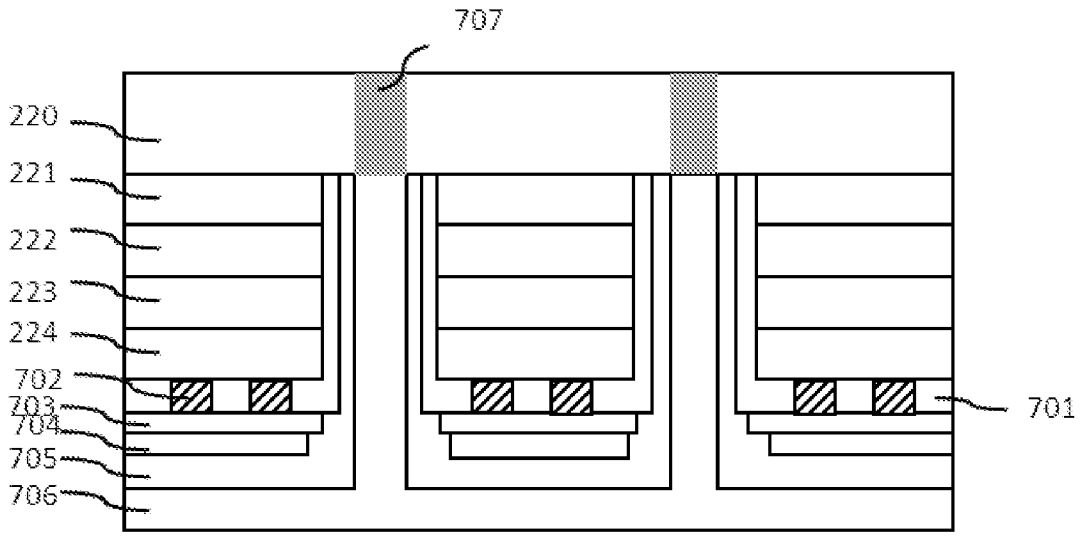

707
220
221
222
223
224
702
703
704
705
706
701

图 6

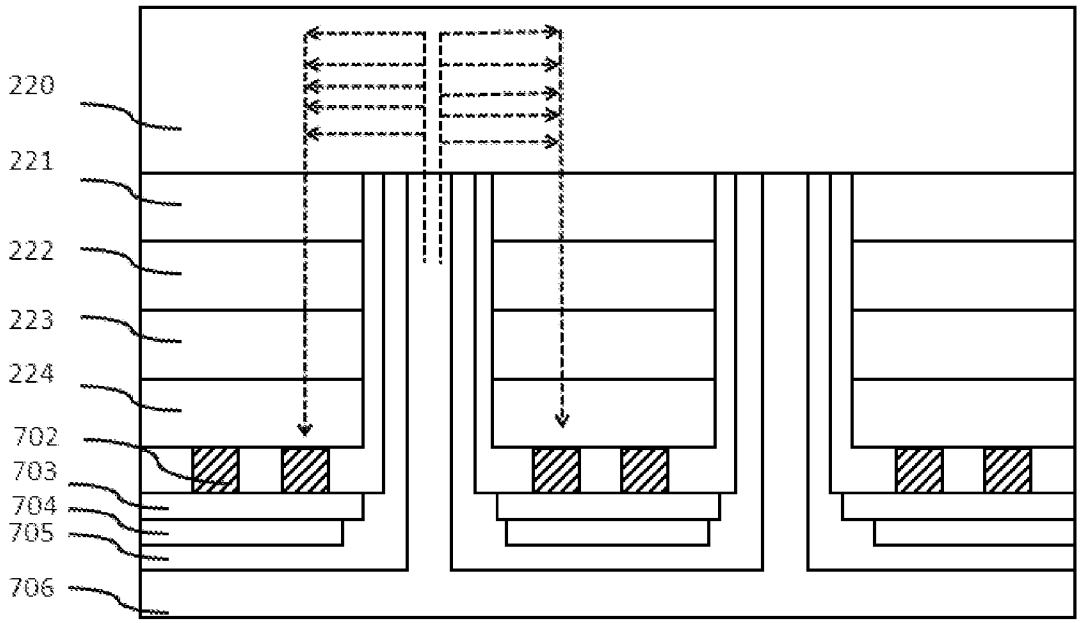

220
221
222
223
224
702
703
704
705
706

图 7

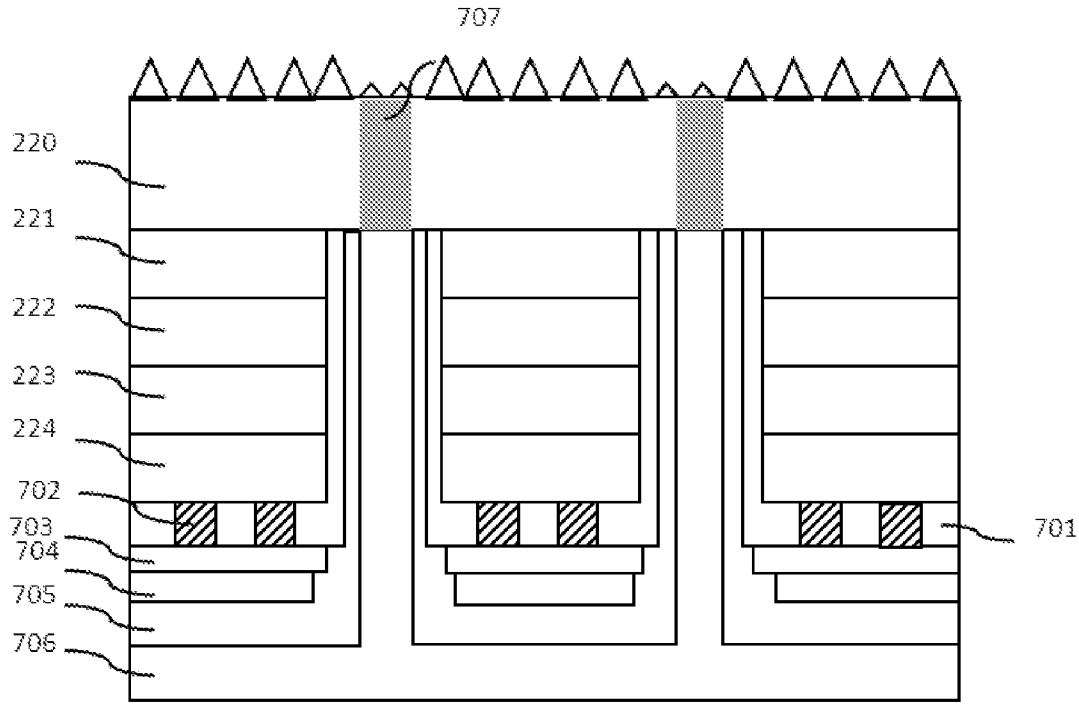

707
220
221
222
223
224
702
703
704
705
706
701

图 8

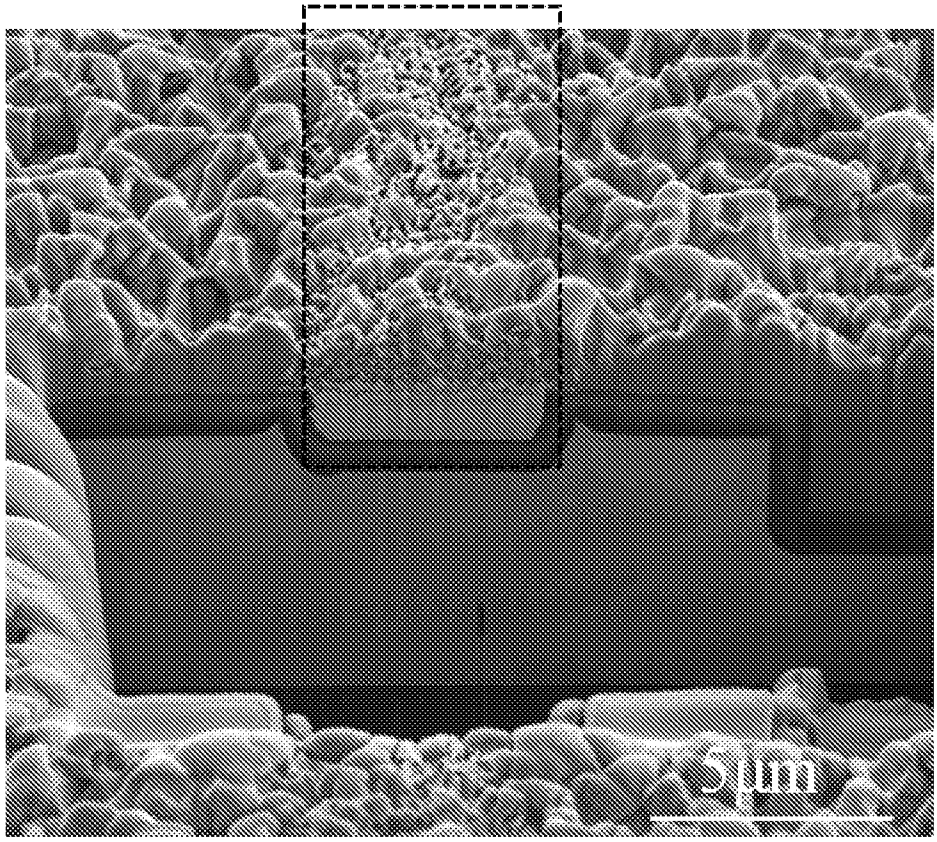


图 9

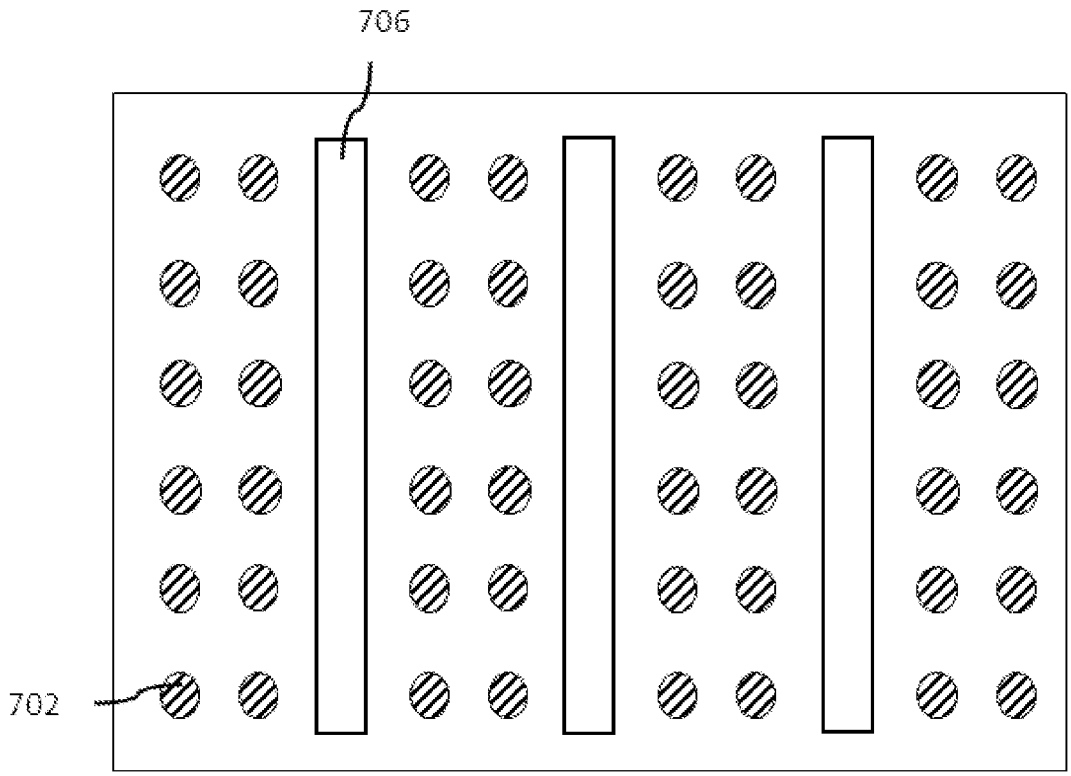


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/079571

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 33/14(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)

CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI: 发光二极管, 铝镓铟磷, 窗口层, 低电阻, 欧姆接触, light emitting diode, LED, AlGaInP, window layer, low resistance, ohmic contact

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 104952993 A (SHANDONG HUAGUANG OPTOELECTRONICS CO., LTD.) 30 September 2015 (2015-09-30) description, paragraphs 38-51, and figures 1 and 2	1, 11, 13, 17-21, 24-29
Y	CN 104952993 A (SHANDONG HUAGUANG OPTOELECTRONICS CO., LTD.) 30 September 2015 (2015-09-30) description, paragraphs 38-51, and figures 1 and 2	2-10, 12, 14-16, 22, 23
Y	CN 108417677 A (YANGZHOU CHANGELIGHT CO., LTD.) 17 August 2018 (2018-08-17) description, paragraphs 48-57, and figures 2-4 and 6	2-6, 12, 14-16
Y	CN 104934510 A (SHANDONG HUAGUANG OPTOELECTRONICS CO., LTD.) 23 September 2015 (2015-09-23) description, paragraphs 37-50, and figures 1 and 2	7-10, 22, 23
A	JP 2001068730 A (SHOWA DENKO K.K.) 16 March 2001 (2001-03-16) entire document	1-29

☐ 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
20 November 2019	**17 December 2019**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/079571

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 104952993 A	30 September 2015	CN 104952993 B	09 February 2018
CN 108417677 A	17 August 2018	CN 108417677 B	09 July 2019
CN 104934510 A	23 September 2015	None	
JP 2001068730 A	16 March 2001	JP 4402214 B2	20 January 2010

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/079571

A. 主题的分类

H01L 33/14(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））

CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI：发光二极管，铝镓铟磷，窗口层，低电阻，欧姆接触，light emitting diode, LED, AlGaInP, window layer, low resistance, ohmic contact

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
X	CN 104952993 A (山东华光光电子有限公司) 2015年 9月 30日 (2015-09-30) 说明书第38-51段，图1-2	1，11，13，17-21，24-29
Y	CN 104952993 A (山东华光光电子有限公司) 2015年 9月 30日 (2015-09-30) 说明书第38-51段，图1-2	2-10，12，14-16，22-23
Y	CN 108417677 A (扬州乾照光电有限公司) 2018年 8月 17日 (2018-08-17) 说明书第48-57段，图2-4、6	2-6，12，14-16
Y	CN 104934510 A (山东华光光电子有限公司) 2015年 9月 23日 (2015-09-23) 说明书第37-50段，图1-2	7-10，22-23
A	JP 2001068730 A (SHOWA DENKO KK) 2001年 3月 16日 (2001-03-16) 全文	1-29

☐ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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
2019年 11月 20日	2019年 12月 17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	张权林
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(20)-28958387

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/079571

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 104952993 A	2015年 9月 30日	CN 104952993 B	2018年 2月 9日
CN 108417677 A	2018年 8月 17日	CN 108417677 B	2019年 7月 9日
CN 104934510 A	2015年 9月 23日	无	
JP 2001068730 A	2001年 3月 16日	JP 4402214 B2	2010年 1月 20日