



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111052412 A

(43)申请公布日 2020.04.21

(21)申请号 201880055065.2

(22)申请日 2018.03.06

(30)优先权数据

2017-162485 2017.08.25 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.02.25

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/008583 2018.03.06

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/038961 JA 2019.02.28

(71)申请人 夏普株式会社

地址 日本国大阪府堺市堺区匠町1番地

(72)发明人 井口胜次

(74)专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代理有限公司 44334

代理人 王娟

(51)Int.Cl.

H01L 33/10(2006.01)

H01L 33/48(2006.01)

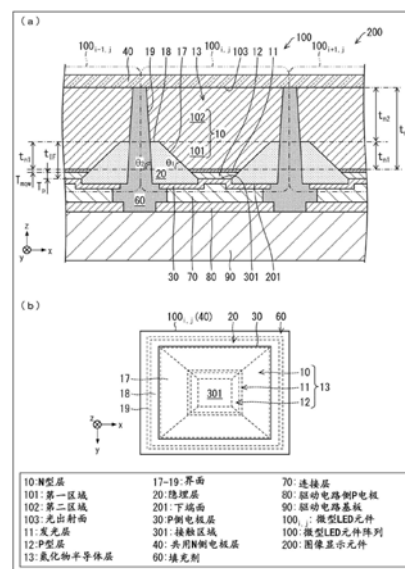
权利要求书2页 说明书24页 附图15页

(54)发明名称

微型LED元件、图像显示元件以及制造方法

(57)摘要

本发明的微型LED元件(100_{i,j})包含有氮化物半导体层(13),该氮化物半导体层(13)包含N型层(10),第一界面(界面17)与发光层(11)所形成的角度(θ_1)为规定的第一角度(例如45度),第二界面(界面19)与发光层(11)所形成的角度(θ_2)大于第一角度(例如 $\theta_1=45$ 度)。



1. 一种微型LED元件, 包含从光出射面侧观看而依序叠置有N型层、发光层和P型层的氮化物半导体层以及形成于所述P型层侧的P侧电极层, 其特征在于,

所述N型层, 包括与所述发光层相接的第一区域, 以及包含所述光出射面的第二区域,

所述氮化物半导体层中的至少包围所述第一区域的侧方的第一界面与所述发光层所形成的角度是规定的第一角度, 所述规定的第一角度使沿着所述发光层的方向传播的光朝向所述光出射面的方向反射,

所述氮化物半导体层中的包围所述第二区域的侧方的第二界面与所述发光层所形成的角度, 为大于所述第一角度的规定的第二角度。

2. 如权利要求1所述的微型LED元件, 其特征在于, 所述第一角度为以45度为中心的规定的范围所包含的角度。

3. 如权利要求1所述的微型LED元件, 其特征在于, 所述第一角度为35度以上55度以下的范围所包含的角度。

4. 如权利要求1至3中任一项所述的微型LED元件, 其特征在于, 所述第一区域的厚度比所述P型层的厚度厚。

5. 如权利要求1至4中任一项所述的微型LED元件, 其特征在于, 所述第一界面, 除了包围所述第一区域的侧方之外, 还包围所述发光层的侧方及所述P型层的侧方。

6. 如权利要求1至5中任一项所述的微型LED元件, 其特征在于, 在从所述P侧电极层侧俯视时, 所述P侧电极层形成覆盖所述发光层的整个区域。

7. 如权利要求6所述的微型LED元件, 其特征在于, 所述P侧电极层的与所述P型层相反侧的表面是平坦的。

8. 如权利要求7所述的微型LED元件, 其特征在于, 在所述第一区域的外侧、与所述P侧电极层之间, 形成有包围所述第一界面的隐埋层;

所述P侧电极层与所述隐埋层的界面, 与所述发光层平行。

9. 如权利要求1至8中任一项所述的微型LED元件, 其特征在于, N侧电极层叠置于所述光出射面之上。

10. 如权利要求1至8中任一项所述的微型LED元件, 其特征在于, 所述氮化物半导体层进一步具有连接所述第一界面与所述第二界面的第三界面,

N侧电极层在所述第三界面中与所述N型层的所述第二区域接触。

11. 一种图像显示元件, 其特征在于, 包含权利要求1至10中任一项所述的多个微型LED元件以及驱动电路基板,

所述驱动电路基板形成有将驱动电流分别供给至所述多个微型LED元件的驱动电路,

所述多个微型LED元件呈二维阵列状地叠置于所述驱动电路基板上。

12. 一种制造方法, 其特征在于, 包括:

第一沉积步骤, 通过在生长衬底上依序沉积N型层、发光层以及P型层而得到氮化物半导体层;

第一蚀刻步骤, 通过对所述氮化物半导体层的一部分进行蚀刻而形成第一槽部, 在所述N型层内设置有其侧方被蚀刻的第一区域和除了所述第一区域以外的区域即第二区域;

第二沉积步骤, 在所述第一槽部沉积隐埋层;

研磨步骤, 对所述隐埋层的表面进行研磨;

P侧电极形成步骤,在所述研磨步骤中被研磨的表面形成P侧电极层;以及
第二蚀刻步骤,通过对所述隐埋层和所述第二区域进行蚀刻,形成使所述生长衬底的一部分露出的第二槽部;

所述第一蚀刻步骤,以如下的方式形成所述第一槽部,即,所述氮化物半导体中至少包围所述第一区域的侧方的第一界面与所述发光层所形成的角度,成为规定的第一角度,所述规定的第一角度使沿着所述发光层的方向传播的光向朝向光出射面的方向反射,

所述第二蚀刻步骤,以如下的方式形成所述第二槽部,即,所述氮化物半导体中包围所述第二区域的侧方的第二界面与所述发光层所形成的角度,成为大于所述第一角度的规定的第二角度。

13. 一种制造方法,其特征在于,包括:

第一沉积步骤,通过在生长衬底上依序沉积N型层、发光层以及P型层而得到氮化物半导体层;

第一蚀刻步骤,通过对所述氮化物半导体层的一部分进行蚀刻而形成第一槽部,在所述N型层内设置有其侧方被蚀刻的第一区域和除了所述第一区域以外的区域即第二区域;

第二沉积步骤,在所述氮化物半导体层上沉积保护层;

接触孔形成步骤,以使所述第一区域的一部分露出的方式在所述保护层形成接触孔;

P侧电极形成步骤,以覆盖所述接触孔的方式形成P侧电极层;以及

第二蚀刻步骤,通过对所述保护层和所述第二区域进行蚀刻,形成使所述生长衬底的一部分露出的第二槽部;

所述第一蚀刻步骤,以如下的方式形成所述第一槽部,即,所述氮化物半导体中至少包围所述第一区域的侧方的第一界面与所述发光层所形成的角度,成为规定的第一角度,所述规定的第一角度使沿着所述发光层的方向传播的光向朝向光出射面的方向反射,

所述第二蚀刻步骤,以如下的方式形成所述第二槽部,即,所述氮化物半导体中包围所述第二区域的侧方的第二界面与所述发光层所形成的角度,成为大于所述第一角度的规定的第二角度。

微型LED元件、图像显示元件以及制造方法

技术领域

[0001] 本发明关于微细的LED元件即微型LED元件以及该微型LED元件的制造方法。另外，本发明也关于具备有多个如所述的微型LED元件的图像显示元件。

背景技术

[0002] 在平面显示器领域中，无论从大型至中小型的显示器的尺寸，广泛地被使用液晶显示元件作为显示元件。液晶显示元件通过利用液晶元件对背光源光进行ON/OFF(开/关)，调整各像素的辉度。

[0003] 作为显示元件而使用了液晶显示元件的液晶显示器，存在有难以提高对比度(contrast)的问题。那是因为，即使是以背光源光成为OFF的方式控制了液晶显示元件的情形，液晶显示元件也难以完全遮断背光源光。

[0004] 另外，液晶显示器存在有难以提高演色性的问题。那是因为，使用于表现各原色的多个彩色滤光片(color filter)(例如RGB的三色)，难以完全遮断其透过带以外的光，结果，无法完全远离各彩色滤光片的透过带。

[0005] 另一方面，作为显示元件而采用了有机EL元件的有机EL显示器正被实用化。有机EL元件为自发光元件，且为R、G、B的各单色发光元件。因此，有机EL显示器被期待能够解决前述的液晶显示器的对比度和演色性的问题，从而在实际上于智能型手机用的小型平面显示器领域中被实用化。

[0006] 然而，有机EL显示器存在有有机EL元件的辉度容易随着时间推移而劣化的问题。这是因为，有机EL元件的发光层是由有机物构成。因而，有机EL显示器被采用于产品寿命相对较短(换句话说，更换周期短)的智能型手机，但难以采用于产品寿命长(换句话说，更换周期长)的产品(例如电视等)。另外，在采用有机EL显示器于产品寿命长的产品时，用于补偿辉度的随着时间推移而劣化，需要复杂的电路。

[0007] 如以上的、作为解决液晶显示器及有机EL显示器的问题的平面显示器，提出有采用了化合物半导体制的LED元件作为显示元件的LED显示器(参照专利文献1及2)。LED显示器通过将化合物半导体制的LED元件呈二维阵列状地配置而构成，从而对比度高，演色性优异，且辉度难以随着时间推移而劣化。

[0008] 尤其与有机EL元件相比，LED元件的发光效率高，且长期可靠度高(辉度的随着时间推移劣化等较少)。因此，LED显示器能够实现即使在屋外也容易看到的高辉度显示器。关于超大型的平面显示器领域，作为数字标牌用而开始了LED显示器的实用化。另外，关于穿戴式终端或TV用等从中小型至大型的平面显示器领域，LED显示器的开发也正在进行。

[0009] 如上述的LED元件，被称为微型LED元件。在研究开发水平中，微型LED元件的微细化正在进行，在学会上发表了7 μ m左右的大小的微型LED元件(参照非专利文献1)。

现有技术文献

专利文献

[0010] 专利文献1：日本国公开专利公报“特开2009—272591号公报(2009年11月19日公

开)”

专利文献2:日本国公表专利公报“特表2016-503958号公报(2016年2月8日公开)”

非专利文献

[0011] 非专利文献1:Francois Olivier, Anis Daami, Ludovic Dupre, Franck Henry, Bernard Aventurier, Francois Templier, “Investigation and Improvement of 10 μ m Pixel-pitch GaN-based Micro-LED Arrays with Very High Brightness”, SID 2017 DIGEST, P353, 2017

发明内容

本发明所要解决的技术问题

[0012] 然而,在上述的专利文献1、2及非专利文献1中记载的微型LED元件,存在有如下述的问题。

[0013] 首先,如非专利文献1中记载的在进行微型LED元件的微细化的情形下,微型LED元件存在有外量子效率(发光功率的相对于电功率的比率)变得非常地小的问题。具体而言,在尺寸小于10 μ m的微型LED元件中,其外量子效率小于11%。相对于此,一般尺寸(例如100 μ m以上1000 μ m以下)的LED元件的外量子效率,为30%~60%左右。如所述,尺寸小于10 μ m的微型LED元件,与一般尺寸的LED元件相比,外量子效率显著性地较低。微型LED显示器,期待具有高发光效率。因此,因微型LED显示器而外量子效率低的情况,是极为严重的问题。

[0014] 进一步地,越进行微型LED元件的微细化,则越存在有作为微型LED元件整体的发光效率降低的问题。其原因在于:越进行微型LED元件的微细化,即,使微型LED元件的面积越小,则外周部的面积相对于微型LED元件的面积所占的比例变得越高。如非专利文献1中记载,在微型LED元件中,其外周部的发光效率,较外周部以外的部分的发光效率低。因此,越进行微型LED元件的微细化,则微型LED元件的发光效率低的部分的比例变得越高,结果,作为整个微型LED元件的发光效率降低。这在通过微型LED元件的微细化而使进行微型LED显示器的高精细化或成本降低上成为较大的障碍。

[0015] 本发明是鉴于上述的问题而完成的,其目的在于提供一种即便是在将其尺寸微细化的情形下,与以往的微型LED元件相比,也能够抑制发光效率降低的微型LED元件以及如所述的微型LED元件的制造方法。另外,其目的在于提供一种具备多个如所述的微型LED元件的图像显示元件。

解决问题的方法

[0016] 为了解决上述的问题,本发明的一方式的微型LED元件,包含从光出射面侧观看而依序叠置有N型层、发光层和P型层的氮化物半导体层以及形成于所述P型层侧的P侧电极层,所述N型层包括与所述发光层相接的第一区域和含有所述光出射面的第二区域。

[0017] 所述微型LED元件中,其特征在于,所述氮化物半导体层中的至少包围所述第一区域的侧方的第一界面与所述发光层所形成的角度是规定的第一角度,所述规定的第一角度使沿着所述发光层的方向传播的光向朝向所述光出射面的方向反射,所述氮化物半导体层中的包围所述第二区域的侧方的第二界面与所述发光层所形成的角度,为大于所述第一角度的规定的第二角度。

[0018] 为了解决上述的问题,本发明的一方式的制造方法,包括:第一沉积步骤,通过在

生长衬底上依序沉积N型层、发光层以及P型层而得到氮化物半导体层；第一蚀刻步骤，通过对所述氮化物半导体层的一部分进行蚀刻而形成第一槽部，在所述N型层内设置有其侧方被蚀刻的第一区域和除了所述第一区域以外的区域即第二区域；第二沉积步骤，在所述第一槽部沉积隐埋层；研磨步骤，对所述隐埋层的表面进行研磨；P侧电极形成步骤，在所述研磨步骤中被研磨的表面形成P侧电极层；以及第二蚀刻步骤，通过对所述隐埋层和所述第二区域进行蚀刻，形成使所述生长衬底的一部分露出的第二槽部。

[0019] 在所述制造方法中，其特征在于，所述第一蚀刻步骤，以如下的方式形成所述第一槽部，即，所述氮化物半导体中至少包围所述第一区域的侧方的第一界面与所述发光层所形成的角度，成为规定的第一角度，所述规定的第一角度使沿着所述发光层的方向传播的光向朝向光出射面的方向反射，所述第二蚀刻步骤，以如下的方式形成所述第二槽部，即，所述氮化物半导体中包围所述第二区域的侧方的第二界面与所述发光层所形成的角度，成为大于所述第一角度的规定的第二角度。

[0020] 为了解决上述的问题，本发明的一方式的制造方法，包括：第一沉积步骤，通过在生长衬底上依序沉积N型层、发光层以及P型层而得到氮化物半导体层；第一蚀刻步骤，通过对所述氮化物半导体层的一部分进行蚀刻而形成第一槽部，在所述N型层内设置有其侧方被蚀刻的第一区域和除了所述第一区域以外的区域即第二区域；第二沉积步骤，在所述氮化物半导体层上沉积保护层；接触孔形成步骤，以使所述第一区域的一部分露出的方式在所述保护层形成接触孔；P侧电极形成步骤，以覆盖所述接触孔的方式形成P侧电极层；以及第二蚀刻步骤，通过对所述保护层和所述第二区域进行蚀刻，形成使所述生长衬底的一部分露出的第二槽部。

[0021] 所述制造方法中，其特征在于，所述第一蚀刻步骤，以如下的方式形成所述第一槽部，即，所述氮化物半导体中至少包围所述第一区域的侧方的第一界面与所述发光层所形成的角度，成为规定的第一角度，所述规定的第一角度使向沿着所述发光层的方向传播的光向朝向光出射面的方向反射，所述第二蚀刻步骤，以如下的方式形成所述第二槽部，即，所述氮化物半导体中包围所述第二区域的侧方的第二界面与所述发光层所形成的角度，成为大于所述第一角度的规定的第二角度。

有益效果

[0022] 根据本发明的一方式，能够提供一种即便是将其尺寸微细化的情形，与以往的微型LED元件相比，也能够抑制发光效率降低的微型LED元件、具备多个如所述的微型LED元件的图像显示元件、以及如所述的微型LED元件的制造方法。

附图说明

[0023] 图1的(a)是具备多个本发明的第一实施方式的微型LED元件的图像显示元件的剖面图，(b)是从P侧电极层侧观看(a)所示的微型LED元件时的俯视图。

图2是图1所示的微型LED元件的制造方法的流程图。

图3的(a)～(e)是图2所示的制造方法的各步骤中的微型LED元件的剖面图。

图4是图1所示的图像显示元件的制造方法的流程图。

图5的(a)～(c)是图4所示的制造方法的各步骤中的图像显示元件的剖面图。

图6的(a)～(e)是制造本发明的第一实施方式的微型LED元件的第一变形例之制造方

法的各步骤中的微型LED元件的剖面图。

图7的(a)~(e)是制造本发明的第一实施方式的微型LED元件的第二变形例之制造方法的各步骤中的微型LED元件的剖面图。

图8的(a)~(d)是制造本发明的第一实施方式的微型LED元件的第三变形例之制造方法的各步骤中的微型LED元件的剖面图。

图9的(a)是具备多个本发明的第二实施方式的微型LED元件的图像显示元件的剖面图,(b)是从P侧电极层侧观看(a)所示的微型LED元件时的俯视图。

图10是图9所示的微型LED元件的制造方法的流程图。

图11的(a)~(e)是图10所示的制造方法的各步骤中的微型LED元件的剖面图。

图12是图9所示的图像显示元件的制造方法的流程图。

图13的(a)~(c)是图12所示的制造方法的各步骤中的图像显示元件的剖面图。

图14是本发明的第三实施方式的微型LED元件的制造方法的流程图。

图15的(a)~(f)是图14所示的制造方法的各步骤中的微型LED元件的剖面图。

具体实施方式

[0024] 〈第一实施方式〉

(微型LED元件 $100_{i,j}$ 的构成)

以下,针对搭载有将本发明的第一实施方式的微型LED元件 $100_{i,j}$ 作为光源的图像显示元件200,参照图1~图5进行说明。图1的(a)是具备多个微型LED元件 $100_{i,j}$ 的图像显示元件200的剖面图。图1的(b)是从P侧电极层30侧观看微型LED元件 $100_{i,j}$ 时的俯视图。图2是微型LED元件 $100_{i,j}$ 的制造方法S1的流程图。图3的(a)~(e)是制造方法S1的各步骤中的微型LED元件 $100_{i,j}$ 的剖面图。图4是图像显示元件200的制造方法S2的流程图。图5的(a)~(c)是制造方法S2的各步骤中的图像显示元件200的剖面图。

[0025] 另外,图1中,将相对于驱动电路基板90的表面的法线方向定为z轴方向。另外,相对于驱动电路基板90的表面平行的平面之中,将沿着微型LED元件 $100_{i,j}$ 的长边的方向定为x轴方向,将沿着微型LED元件 $100_{i,j}$ 的短边的方向定为y轴方向。进一步地,将z轴方向中从驱动电路基板90朝向共用N侧电极层40的方向定为z轴正方向,以与z轴正方向一起形成右手系的正交坐标系的方式决定x轴正方向及y轴正方向。另外,在以下中,将z轴正方向方面称为上方向,将z轴负方向方面称为下方向。

[0026] 如图1所示,微型LED元件 $100_{i,j}$ 具备氮化物半导体层13、隐埋层20、P侧电极层30、以及共用N侧电极层40。氮化物半导体层13通过N型层10、发光层11以及P型层12而构成。在从光出射面侧观看氮化物半导体层13时,以N型层10、发光层11以及P型层12的顺序叠置。P侧电极层30形成于氮化物半导体层13的P型层12侧(下侧),与P型层12接触。共用N侧电极层40形成于氮化物半导体层13的N型层10侧,与N型层10接触。如所述,微型LED元件 $100_{i,j}$ 是所谓的上下电极型的微型LED元件。

[0027] 如所述构成的微型LED元件 $100_{i,j}$ 中,在发光层11中生成的光,从形成有共用N侧电极层40侧(z轴正方向侧)出射光。因此,微型LED元件 $100_{i,j}$ 中,共用N侧电极层40的与N型层10相反侧的表面成为光出射面。另外,氮化物半导体层13中,N型层10与共用N侧电极层40的界面成为光出射面。

[0028] 微型LED元件 $100_{i,j}$ 中,N型层10包含z轴负方向侧的区域即第一区域101和z轴正方向侧的区域即第二区域102。第一区域101与发光层11相接。第二区域与发光层11分开,包含N型层10中的光出射面。

[0029] 氮化物半导体层13之中包围第一区域101、发光层11以及P型层12侧方的界面17与发光层11的表面所形成的角度 θ_1 ,设定为使向沿着发光层11表面的方向(例如x轴方向或y轴方向)传播的光向朝向光出射面的方向(z轴正方向)反射的角度。界面17及角度 θ_1 ,分别与申请专利范围中记载的第一界面及规定的第一角度对应。本实施方式中,角度 θ_1 为45度。

[0030] 氮化物半导体层13之中包围第二区域102的侧方的界面19与发光层11的表面所形成的角度 θ_2 ,设定为大于第一角度($\theta_1=45$ 度)。界面19及角度 θ_2 ,分别与申请专利范围中记载的第二界面及规定的第二角度对应。本实施方式中,角度 θ_2 为80度。

[0031] 另外,微型LED元件 $100_{i,j}$ 中,在界面17与界面19之间,进一步设置与发光层11的表面所形成的角度为0度的界面18。该界面18也可以根据角度 θ_1 及微型LED元件 $100_{i,j}$ 的尺寸而省略。

[0032] 另外,图像显示元件200,具备驱动电路基板90和二维阵列状地叠置于驱动电路基板90的表面上之多个微型LED元件 $100_{i,j}$ 。另外,本实施方式中,多个微型LED元件 $100_{i,j}$,意指被排列成n行m列(n,m为任意的正整数)的二维阵列状的微型LED元件之中、配置于任意位置即i行j列的微型LED元件。即,i是 $1 \leq i \leq n$ 的任意整数,j是 $1 \leq j \leq m$ 的任意整数。另外,将配置成二维阵列状的多个微型LED元件 $100_{i,j}$ 称为微型LED元件阵列100。

[0033] 在驱动电路基板90,形成有将驱动电流分别供给至多个微型LED元件 $100_{i,j}$ 的驱动电路。图1中,仅图示与驱动电路连接的一方的电极即驱动电路侧P电极80,未图示驱动电路侧N电极。

[0034] 在多个微型LED元件 $100_{i,j}$ 的每一个中,P侧电极层30使用连接层70而与驱动电路侧P电极80连接,且共用N侧电极层40与未图示的驱动电路侧N电极连接。通过从驱动电路基板90的驱动电路分别往多个微型LED元件 $100_{i,j}$ 供给驱动电流,多个微型LED元件 $100_{i,j}$ 分别发光。微型LED元件 $100_{i,j}$ 发出的光的强度,根据驱动电流的大小而决定。另外,微型LED元件 $100_{i,j}$ 也可以进一步具有配置于光的出射侧(较共用N侧电极层40靠近z轴正方向侧)的波长转换层、光扩散层、彩色滤光片等,但由于与微型LED元件 $100_{i,j}$ 无直接关系,因此于图中不记载。

[0035] 如上述,氮化物半导体层13之中第一区域101、发光层11以及P型层12侧方,通过界面17,其全周被覆盖。本实施方式中,微型LED元件 $100_{i,j}$,在俯视下,构成为其轮廓成为长方形。于该情形,界面17由四枚平面构成。该等四枚平面,配置成构成底面为长方形的四角锥体的侧面。

[0036] 另外,微型LED元件 $100_{i,j}$ 的俯视下的轮廓,可以取代长方形(包含正方形)而为其他的多边形(例如正六边形),也可以为圆形,亦可以为椭圆形。例如,在俯视下的轮廓为N边形(N为3以上的整数)时,界面17由N枚平面构成。该等N枚平面,配置成构成底面为N边形的N角锥体侧面。另外,例如,在俯视下的轮廓为圆形时,界面17由一个曲面构成。该一个曲面,配置成构成圆锥体侧面。

[0037] 如上述,角度 θ_1 被设定为45度。其中,如后述,界面17是通过对氮化物半导体层13的一部分进行蚀刻(参照图2所示的第一蚀刻步骤S12)而形成。实际制造出的微型LED元件

100_{i,j}中的角度 θ_1 ,依赖于该蚀刻的精度,而在某程度的范围内摇摆。在采用干蚀刻法作为第一蚀刻步骤S12的蚀刻方法的情形下,起因于蚀刻精度的角度 θ_1 的摇摆,估计为 ± 10 度左右。因此,实际制造出的微型LED元件100_{i,j}中的角度 θ_1 ,不限于规定的角度即角度 θ_1 ,只要包含于以角度 θ_1 为中心的规定的角度、即角度 $\theta_1 \pm 10$ 度的范围内即可。另外,上述的角度 θ_1 的摇摆,依赖于后述的第一蚀刻步骤S12中采用的蚀刻方法而可改变。

[0038] 另外,为了将向沿着发光层11的表面的方向传播的光向沿着发光层11的法线方向的方向反射,角度 θ_1 优选为45度。但是,角度 θ_1 也可以被决定为包含于35度以上55度以下的范围的角度。

[0039] 本实施方式中,界面17形成为包围N型层10的第一区域101侧方、发光层11侧方以及P型层12侧方。因此,形成有界面17的区域的厚度 t_{IF} (沿着z轴方向的长度),可由第一区域101的厚度 t_{n1} 、发光层11的厚度 t_{mqw} 、与P型层12的厚度 t_p 之和而被赋与($t_{IF} = t_{n1} + t_{mqw} + t_p$)。

[0040] 另外,如上述,角度 θ_2 被设定为80度。角度 θ_2 可在大于角度 θ_1 的范围内任意地决定,但优选为接近90度的角度。另外,实际制造出的微型LED元件100_{i,j}中的角度 θ_2 ,与实际制造出的微型LED元件100_{i,j}中的角度 θ_1 的情形同样地,不限于规定的角度即角度 θ_2 ,只要包含于角度 $\theta_2 \pm 10$ 度的范围内即可。

[0041] 如图1的(a)所示,界面17的外侧,由隐埋层20覆盖。隐埋层20的下端面201,沿着xy平面,被研磨成为平坦(参照图2中记载的研磨步骤S14)。即,下端面201具有高表面平坦性。

[0042] P型层12之中从隐埋层20露出的区域(与P侧电极层30的接触区域301接触的区域),稍微较下端面201位于z轴正方向侧。但是,该露出的区域与下端面201之间产生的高低落差为100nm以下,若与厚度 t_{IF} 相比,则非常地小。

[0043] 隐埋层20优选为相对于可见光为透明,且,通过折射率小于构成氮化物半导体层13之物质的折射率之物质构成。作为构成隐埋层20的较佳的物质的例子,可举出SiO₂。

[0044] P侧电极层30,覆盖下端面201的大致整体,继承隐埋层20的下端面201的高表面平坦性。因此,P侧电极层30的下端面,与下端面201同样地具有高表面平坦性。

[0045] 界面17,能够将从发光层11朝向沿着发光层11的表面的方向出射的光,往朝向光出射面的方向(即上方向)反射。因而,微型LED元件100_{i,j},除了从发光层11朝向上方向(z轴正方向)出射的光之外,还能够很有效率地从光出射面出射从发光层11朝向沿着发光层11的表面的方向出射的光。因此,微型LED元件100_{i,j},与未设有界面17的现有的微型LED元件相比,能够大幅地提高发光效率。换句话说,微型LED元件100_{i,j},即便是已将其尺寸微细化的情形,与现有的微型LED元件相比,也能够抑制发光效率的降低。

[0046] (第一实施例)

针对作为本发明的第一实施例的微型LED元件100_{i,j},在以下中进行说明。本实施例的微型LED元件100_{i,j},是在图1所示的微型LED元件100_{i,j}中,采用了以下的构成。

. 俯视下的轮廓:一片长度为7 μ m的大致正方形

. $T_p = 100\text{nm}$

. $T_{mqw} = 70\text{nm}$

. $t_{n1} = 1500\text{nm}$

. $\theta_1 = 45$ 度

另外,使用从本实施例的微型LED元件100_{i,j}的构成中省略了界面17与隐埋层20的微型

LED元件,作为第一比较例。

[0047] 在分别供给相同的驱动电流的状态下,测量本实施例的微型LED元件100_{i,j}及第一比较例的微型LED元件的光输出。其结果,本实施例的微型LED元件100_{i,j}的光输出,相对于第一比较例的微型LED元件的光输出为210%。

[0048] 作为该光输出的显著的增加之主要原因,本案发明者推测为以下之方面产生贡献。首先第一,设置大的界面17(厚度 t_{IF} 较厚度 t_p 厚的界面17),以厚的透明的由低折射率材料构成的隐埋层20包围该界面17的外侧。由此,从发光层11往水平方向(沿着发光层11之表面的方向)与其周边出射的光,向上方(向z轴正方向)全反射。第二,该反射光相对于N型层10的光出射面大致垂直地入射,往外部射出。

[0049] 如所述的光,若无界面17,则将从发光层11往水平方向射出,而被周边的金属层等吸收,或者,在氮化物半导体层13之中于反复反射的过程中衰减。即,如所述的光,不往外部射出。

[0050] 相对于此,本实施例的微型LED元件100_{i,j}中,由于通过界面17的全反射而将从发光层11往水平方向出射的光往上方反射,因此几乎没有光的损失。另外,在界面17反射的反射光,由于相对于N型层10的光出射面大致垂直地入射,因此能够使穿过N型层10时的光路长变短。因此,反射光难以在N型层10被吸收。作为其等的结果,本实施例的微型LED元件100_{i,j},具有非常高的光的取出效率。

[0051] 微型LED元件100_{i,j}中,界面17相对于发光层11的表面倾斜。因而,发光层11的面积,与微型LED元件100_{i,j}的面积相比,大幅地缩小。本实施例中,发光层11的面积相对于微型LED元件100_{i,j}的面积的比例,为 $\{7000 - (70 + 1500) * 2\}^2 / 7000^2 = 0.304$,仅成为30%左右。

[0052] 进一步地,因对氮化物半导体层13进行干蚀刻法而发光层11的周边部受到损伤,因此有效地对发光产生贡献的发光层11的面积被认为更小。另外,由于该等的损伤部分不发光且消耗电流,因此被推测为产生发光效率的降低。如所述的效果,显现为微型LED元件100_{i,j}的内部量子效率的下降。

[0053] 使用外量子效率的电流依赖性的数据,将内部量子效率与光取出效率远离,对内部量子效率进行评价。其结果,本实施例的微型LED元件100_{i,j}的内部量子效率以及第一比较例的微型LED元件的内部量子效率,分别为69%和70%,两者并无大的差异。因此,得知本实施例的微型LED元件100_{i,j}中的发光效率提高两倍以上,主要是由光取出效率的提高引起。

[0054] 另一方面,发光层11的面积,相对于第一比较例的微型LED元件具备的发光层的面积为1/3左右。一般,在发光层11的面积被缩小的情形下,内部量子效率理应大幅地变小。但是,本实施例的微型LED元件100_{i,j}的内部量子效率与第一比较例的微型LED元件的内部量子效率相比并无大幅劣化,推测其原因为已能大幅减少对发光层11的损伤。

[0055] 本构造中,P型层12的面积,相对于微型LED元件100_{i,j}的面积,大幅地小。尽管如此,P侧电极层30的面积,与微型LED元件100_{i,j}的面积大致相等,且其表面平坦。尽管P型层12的面积小,但由于可形成面积广且表面平坦的P侧电极层30,因此,微型LED元件100_{i,j}利用连接层70而与驱动电路侧P电极80稳定且牢固地连接。因此,在后述的生长衬底脱落步骤S22(参照图4)中将生长衬底1从N型层10脱落时,能够降低微型LED元件100_{i,j}被生长衬底1

拉伸而脱落、因机械性的冲击而倾斜的不良情况。

[0056] (微型LED元件100_{i,j}的制造方法S1)

接下来,针对微型LED元件100_{i,j}的制造方法的一例即制造方法S1,参照图2及图3进行说明。

[0057] 如图2所示,制造方法S1,包含第一沉积步骤S11、第一蚀刻步骤S12、第二沉积步骤S13、研磨步骤S14、保护罩去除步骤S15、P侧电极层形成步骤S16和第二蚀刻步骤S17。

[0058] 第一沉积步骤S11,如图3的(a)所示,是通过在生长衬底1上依序沉积N型层10、发光层11以及P型层12而得到氮化物半导体层13的步骤。作为构成生长衬底1的物质,可使用例如蓝宝石(Al₂O₃)、SiC等。另外,作为构成氮化物半导体层13的物质,可使用例如GaN系的半导体等。另外,作为使氮化物半导体层13于生长衬底1上成长的装置,可使用例如MOCVD装置。另外,生长衬底1也可以在表面具有凹凸构造。

[0059] 发光层11,包含由InGaN层、GaN层构成的多量子阱层。N型层10及P型层12,分别由复杂的多层构造构成。本实施方式中,N型层10、发光层11以及P型层12的具体的构成,并不特别限定,例如,可适当地采用现有的微型LED元件所采用的N型层、发光层以及P型层的构成。因此,本实施方式中,省略关于N型层10、发光层11以及P型层12的具体的构成的说明。

[0060] 另外,N型层10的厚度 t_n (第一区域101的厚度 t_{n1} 与第二区域102的厚度 t_{n2} 之和),一般为10 μ m以下,且5 μ m \pm 2 μ m左右的情形多。发光层11的厚度 t_{mqw} ,一般为10nm以上200nm以下,且50nm以上100nm以下左右的情形多。P型层12的厚度 t_p ,一般为50nm以上1000nm以下,且100nm以上300nm以下左右的情形多。

[0061] 制造方法S1中,在氮化物半导体层13的成长结束后,形成表面保护膜14。如所述,第一沉积步骤S11,也可以包含表面保护膜14的形成。

[0062] 第一蚀刻步骤S12,如图3的(b)所示,是通过对氮化物半导体层13的一部分进行蚀刻而形成槽部16,且在N型层10内设置其侧方被蚀刻的第一区域101和第一区域101以外的区域即第二区域102的步骤。第一蚀刻步骤S12,以氮化物半导体层13之中至少界面17与发光层11的表面所形成的角度 θ_1 成为规定的第一角度即45度的方式,即,以槽部16的侧壁的表面与发光层11的表面所形成的角度 θ_1 成为45度的方式,形成槽部16。另外,槽部16,为申请专利范围中记载的第一槽部。

[0063] 另外,本实施方式中,以槽部16的底面与发光层11的表面成为平行的方式形成槽部16。该底面,形成界面18。

[0064] 为了形成槽部16,首先,使用一般的光刻法(photolithography)步骤,在槽部16形成具有开口部的抗蚀图案(resist pattern)。其后,使用干蚀刻法装置,对表面保护膜14、P型层12、发光层11、N型层10的一部分进行蚀刻。通过以上的步骤,形成槽部16。通过实施第一蚀刻步骤S12,在P型层12的表面上残留表面保护膜14的残存部即保护罩15,其周围由界面17包围。如所述方式,形成包围第一区域101侧方的界面17。槽部16的深度,与上述的界面17的厚度 t_{IF} 相等。

[0065] 第二沉积步骤S13,是在槽部16沉积隐埋层20的步骤。隐埋层20,例如,通过CVD法形成SiO₂(二氧化硅)。

[0066] 研磨步骤S14,是通过对保护罩15及隐埋层20的表面进行研磨而去除在保护罩15的表面上沉积的SiO₂的步骤。作为研磨保护罩15及隐埋层20的表面的方法,可以采用例如

CMP (化学机械研磨) 法。

[0067] 通过实施该等的第二沉积步骤S13及研磨步骤S14,如图3的(c)所示,得到保护罩15及隐埋层20的表面已被研磨平坦的构造。保护罩15、即表面保护膜14,优选为以研磨步骤S14中作为止挡件(stopper)而发挥功能的材料构成。作为止挡件而发挥功能材料,换句话说,作为难以被蚀刻的材料,可举出例如SiN(氮化硅)等。保护罩15,可为研磨步骤S14的实施后些微残留的程度。另外,研磨步骤S14的实施前之表面保护膜14的厚度,为30nm至100nm左右。

[0068] 另外,保护罩15,除了作为CMP的止挡件的功能外,还能够防止在研磨步骤S14的实施使P型层12的表面暴露在研磨液、研磨垫。通过形成有保护罩15,可获得如下的效果,即,抑制因P型层12的膜厚度减少所造成的接触不良的发生以及因氮化物半导体层13的金属污染所造成的发光效率的降低。

[0069] 保护罩去除步骤S15,是去除保护罩15的步骤。

[0070] P侧电极层形成步骤S16,如图3的(d)所示,是在通过研磨步骤S14而被研磨后的隐埋层20的表面形成P侧电极层30的步骤。由于通过保护罩去除步骤S15而保护罩15被去除,因此形成于隐埋层20之表面的P侧电极层30,与P型层12接触。P侧电极层形成步骤S16,也可包含在形成P侧电极层30之前实施的活性化退火步骤。通过实施活性化退火步骤,P型层12被活性化。

[0071] P侧电极层30,如图1的(b)所示,优选为在从z轴负方向侧俯视微型LED元件 $100_{i,j}$ 时,形成于完全覆盖发光层11的区域,更佳为覆盖微型LED元件 $100_{i,j}$ 的z轴负方向侧的表面的尽可能广的面积。另外,除了伴随于去除保护罩15而产生的数十nm左右的些微的高低落差,P侧电极层30的表面为平坦。

[0072] 作为P侧电极层30,例如,可采用通过钽、铝、镍、白金以及金构成的多层膜。如所述的多层膜,例如,可使用电子束蒸镀法来形成。在使用电子束蒸镀法形成P侧电极层30时,在形成P侧电极层30的区域形成具有开口部的抗蚀图案,在蒸镀多层膜后,使用通过超音波振动、药液去除抗蚀图案的脱落(lift-off)方式,由此可得到P侧电极层30。另外,使用以下的方法,也能够得到P侧电极层30,即,沉积由钽、铝、镍、钛、氮化钛、铝铜合金等构成的多层膜,设置覆盖形成P侧电极层30的区域的抗蚀图案,通过干蚀刻法去除形成在不要的区域的多层膜。

[0073] 第二蚀刻步骤S17,如图3的(e)所示,是通过对隐埋层20及第二区域102的一部分进行干蚀刻法,使生长衬底1的一部分露出的步骤。通过实施第二蚀刻步骤S17,形成槽部50。

[0074] 此处,第二蚀刻步骤S17,以规定的第二角度即角度 θ_2 大于规定的第一角度即角度 θ_1 的方式形成槽部50。另外,槽部50为申请专利范围中记载的第二槽部。通过实施第二蚀刻步骤S17,形成在一枚生长衬底1上的氮化物半导体层13及隐埋层20,被分割成二维阵列状地排列的多个微型LED元件 $100_{i,j}$ 。即,可得到微型LED元件阵列100。

[0075] 在微型LED元件 $100_{i,j}$ 的外周部设置具有开口部的抗蚀图案,首先对隐埋层20进行干蚀刻法,接着,对氮化物半导体层13的第二区域102进行蚀刻,由此形成槽部50。

[0076] 通过角度 θ_2 大于角度 θ_1 ,能够尽可能使微型LED元件 $100_{i,j}$ 的出射面的面积变大。

[0077] 在第二蚀刻步骤S17中使用的干蚀刻法中,被要求形成相对于厚度厚的氮化物半

导体层13角度 θ_2 接近垂直的槽部50。因此,存在有于干蚀刻法使用的等离子体(plasma)中的离子的能量变高的倾向,也在已被蚀刻的槽部50的侧壁,于蚀刻中入射能量高的离子。若该等的离子击中发光层11,则产生结晶缺陷,导致发光效率的降低。但是,在微型LED元件100_{i,j}中,由于发光层11与槽部50隔离,且隐埋层20覆盖其侧方,因此能够大幅减少能量高的离子击中发光层11的可能性。因此,制造方法S1,能够大幅减少第二蚀刻步骤S17中会产生的发光层11的损伤。即,即便是已将微型LED元件100_{i,j}微细化的情形,也能够抑制其内部量子效率降低。

[0078] 另外,第二蚀刻步骤S17,是制造方法S1之中使用离子的能量最大的等离子体的步骤,且是会对发光层11造成大幅损伤的步骤。但是,如上述的制造方法S1能够大幅降低发光层11的损伤。

[0079] 第一蚀刻步骤S12中使用的干蚀刻法中,发光层11裸露的期间,主要是对P型层12进行蚀刻的期间。另外,发光层11的端部暴露于等离子体的时间短。另外,由于槽部16中的角度 θ_1 小于槽部50中的角度 θ_2 ,因此也无须在第二蚀刻步骤S17中使用的干蚀刻法时提高入射的离子的能量。基于这些原因,第一蚀刻步骤S12中会产生的发光层11的损伤,比第二蚀刻步骤S17中会产生的发光层11的损伤少。

[0080] 另外,制造方法S1,也可以在第一蚀刻步骤S12之后,增加对氮化物半导体层13进行退火(例如在氢环境中进行退火)的步骤,或者,在槽部16的表面(即界面17及界面18)之上形成极薄的高电阻GaN层的步骤等。

[0081] 制造方法S1中,通过将槽部16的蚀刻与槽部50的蚀刻远离,可期待有以下效果,即,降低因蚀刻而在发光层11会产生的损伤,并且使很少产生的缺陷恢复,提高内部量子效率。另外,通过氢环境下的退火,能够使In自发光层11的多量子阱层(InGaN层)之端部蒸发。因此,通过氢环境下的退火,也能够期待以下效果,即,在多量子阱层之端部形成低镉区域,防止注入至多量子阱层的电子及电洞接近端部之界面的情况,且降低非辐射重合。

[0082] 如上述的第一比较例的微型LED元件未形成有界面17时,通过用于形成槽部50的干蚀刻法,同时加工发光层11。于该情形,在对发光层11进行了蚀刻的阶段,由于形成有P侧电极层30,因此难以使退火温度充分上升,无法期待充分的退火效果。

[0083] 另外,图3的(e)中,虽槽部50到达生长衬底1的表面,但无须所有的槽部50到达生长衬底1的表面。例如,构成微型LED元件阵列100的多个微型LED元件100_{i,j}之中、一部分相邻接的微型LED元件100_{i,j}彼此,也可以通过N型层10的第二区域102而部分地连接。

[0084] (图像显示元件200的制造方法S2)

接下来,针对使用了具备有多个微型LED元件100_{i,j}的微型LED元件阵列100的图像显示元件200的制造方法的一例即制造方法S2,参照图4及图5进行说明。

[0085] 在制造方法S2之前,准备驱动电路基板90,该驱动电路基板90内置有驱动每一个微型LED元件100_{i,j}的驱动电路。在驱动电路基板90的表面,设有用于使电流流往微型LED元件100_{i,j}的驱动电路侧P电极80与驱动电路侧N电极81(未图示)。在驱动电路基板90的内部虽内置有用于选择各微型LED元件100_{i,j},使规定的电流流过的各种电路,但与本发明无直接关系。因此,此处省略该等的说明。另外,也省略与微型LED元件100_{i,j}的N侧电极连接的驱动电路侧电极。驱动电路基板90可以为硅LSI本身,也可以包含形成于玻璃或薄膜上的TFT。

[0086] 制造方法S2,如图4所示,包含安装步骤S21、生长衬底脱落步骤S22、填充步骤S23

以及共用N侧电极层形成步骤S24。

[0087] 安装步骤S21,如图5的(a)所示,是将微型LED元件阵列100构装于驱动电路基板90的步骤。在安装步骤S21中,于驱动电路侧P电极80之上,形成连接层70。通过于其之上黏贴微型LED元件阵列100,P侧电极层30经由连接层70而与驱动电路侧P电极80导通。此时,为了在驱动电路侧P电极80之上重迭对应的P侧电极层30,优选为使用具有充分的对准精度的芯片接合器。

[0088] 连接层70可以为印刷于驱动电路侧P电极80上的导电浆料,也可以为像金凸块那样直接形成合金的材料。另外,图5的(a)中,在每一个驱动电路侧P电极80之上,个别地配置分别与其对应的连接层70。但是,在驱动电路基板90的表面上的整体,也可以配置各向异性导电膜。或者,将嵌段共聚物(聚苯乙烯-嵌段-聚(2-乙烯基吡啶))(polystyrene-block-poly(2-vinylpyridine))旋转涂布在驱动电路基板90上,浸泡于 Na_2PdCl_4 水溶液,于嵌段共聚物内的2-乙烯基吡啶(2-vinylpyridine)核心选择性地使Pd(钯)离子析出,通过等离子处理去除聚合物。由此,通过使数十nm尺寸的Pd奈米颗粒以100nm至300nm左右的间隔析出,也能够成为连接层70。该方法具有无需价格昂贵的装置,且能够于室温连接P侧电极层30与驱动电路侧P电极80的优点,非常优选。

[0089] 生长衬底脱落步骤S22,是通过雷射脱落法,将生长衬底1从微型LED元件阵列100脱落的步骤。如图5的(b)所示,通过脱落生长衬底1,使N型层10的光出射面露出。

[0090] 填充步骤S23,是在槽部50填充填充剂60的步骤。作为构成填充剂60的材料例子,可举出通过在树脂混合白色颜料而得到的反射性高的材料、通过在树脂混合黑色颜料或碳黑而得到的吸光性高的材料等。对于使用哪一种反射性高的材料及吸光性高的材料,可依照图像显示元件200的用途而适当地分开使用。

[0091] 共用N侧电极层形成步骤S24,如图5的(c)所示,是在露出的N型层10的光出射面之上,形成共用N侧电极层40的步骤。共用N侧电极层40,通过使多个微型LED元件 $100_{i,j}$ 的光出射面短路,使各微型LED元件 $100_{i,j}$ 的光出射面成为等电位。其后,共用N侧电极层40,与图5中未图示的驱动电路侧N电极连接。因此,多个微型LED元件 $100_{i,j}$ 的N型层10,经由共用N侧电极层40及驱动电路侧N电极而与驱动电路连接。

[0092] 另外,作为共用N侧电极层40,可以采用ITO等的透明导电膜,也可以使用在光出射面103的大部分具有开口部、且在槽部50上配置有金属薄膜图案的金属制的网眼状电极,也可以组合两者。本实施方式中,采用ITO等的透明导电膜。

[0093] (第一变形例)

针对本发明的第一变形例的微型LED元件 $100_{ai,j}$ 的构成及制造方法S1,参照图6进行说明。图6的(a)~(e),是本变形例的制造方法S1的各步骤中的微型LED元件 $100_{ai,j}$ 的剖面图。

[0094] 微型LED元件 $100_{ai,j}$,是通过省略图2所示的制造方法S1中使用的表面保护膜14(即保护罩15)而获得。另外,本变形例中,仅针对微型LED元件 $100_{ai,j}$ 的构成及制造方法中、与微型LED元件 $100_{i,j}$ 的构成及制造方法不同之处进行说明。另外,为了便于说明,针对构成微型LED元件 $100_{ai,j}$ 的部件之中与微型LED元件 $100_{i,j}$ 具有相同功能的部件,标记相同符号,并省略其说明。关于此等方面,后述的第二变形例及第三变形例也相同。

[0095] 本变形例的制造方法S1中所包含的第一沉积步骤S11,与图2所示的第一沉积步骤S11相同。但是,本变形例的第一沉积步骤S11中,省略形成表面保护膜14的步骤。

[0096] 本变形例的制造方法S1中所包含的第一蚀刻步骤S12,如图6的(b)所示,是通过对氮化物半导体层13的一部分进行蚀刻而形成槽部16的步骤。

[0097] 本变形例的制造方法S1中所包含的第二沉积步骤S13,与图2记载的第二沉积步骤S13相同。

[0098] 本变形例的制造方法S1中所包含的研磨步骤S14,是通过对P型层12及隐埋层20的表面进行研磨,而使该表面变平坦的步骤。也在本变形例的研磨步骤S14中,作为用于研磨表面的方法,例如可采用CMP。其中,本变形例的制造方法S1中,由于省略保护罩15,因此图2所示的制造方法S1所包含的保护罩去除步骤S15被省略。因此,需要注意(1)P型层12膜厚度减少,以及(2)可能有因P型层12的表面暴露在研磨液、研磨垫而导致产生氮化物半导体层13中的金属污染的担忧。P型层12的膜厚度减少,可以利用第一沉积步骤S11中预先较厚地形成P型层12来应对。关于金属污染,可以利用强化CMP后的洗净而抑制为最小限度。

[0099] 关于本变形例的制造方法S1中所包含的P侧电极层形成步骤S16(参照图6的(d))及第二蚀刻步骤S17(参照图6的(e)),分别与图2中记载的P侧电极层形成步骤S16及第二蚀刻步骤S17相同。

[0100] 另外,作为使用通过多个微型LED元件100a_{i,j}构成的微型LED元件阵列100a制造图像显示元件的制造方法,可应用图4记载的制造方法S2。

[0101] (第二变形例)

针对作为本发明的第二变形例的微型LED元件100b_{i,j}的构成及制造方法S1,参照图7进行说明。图7的(a)~(e),是本变形例的制造方法S1的各步骤中的微型LED元件100b_{i,j}的剖面图。

[0102] 微型LED元件100b_{i,j},取代图2所示的制造方法S1中使用的表面保护膜14(即保护罩15),可通过使用透明导电层14b(即透明P侧电极层15b)来获得。

[0103] 本变形例的制造方法S1中所包含的第一沉积步骤S11,与图2所示的第一沉积步骤S11相同。但是,本变形例的第一沉积步骤S11中,取代形成表面保护膜14而形成透明导电层14b(参照图7的(a))。另外,本变形例中,在形成透明导电层14b之前进行P型层12的活性化退火。作为构成透明导电层14b的材料,可举出例如ITO(Indium-Tin-Oxide)或氧化锡(SnO_x)等。透明导电层14b的厚度,优选为包含于40nm以上500nm以下的范围。

[0104] 本变形例的制造方法S1中所包含的第一蚀刻步骤S12,与图2所示的第一蚀刻步骤S12相同(参照图7的(b))。通过实施第一蚀刻步骤S12,在P型层12的表面上残留透明导电层14b的残存部即透明P侧电极层15b。通过第一蚀刻步骤S12,如图7的(b)所示形成槽部16。

[0105] 本变形例的制造方法S1中所包含的第二沉积步骤S13及研磨步骤S14,是与图2所记载的第二沉积步骤S13及研磨步骤S14相同的步骤(参照图7的(c))。

[0106] 图2记载的制造方法S1中,在研磨步骤S14之后实施保护罩去除步骤S15。但是,本变形例中,并不去除透明P侧电极层15b,而维持原状地实施P侧电极层形成步骤S16。

[0107] 关于本变形例的制造方法S1中所包含的P侧电极层形成步骤S16(参照图7的(d))及第二蚀刻步骤S17(参照图7的(e)),分别与图2记载的P侧电极层形成步骤S16及第二蚀刻步骤S17相同。

[0108] 另外,作为使用通过多个微型LED元件100b_{i,j}构成的微型LED元件阵列100b制造图像显示元件的制造方法,可应用图4记载的制造方法S2。

[0109] (第二实施例)

针对作为本发明的第二实施例的微型LED元件100b_{i,j},在以下中进行说明。本实施例的微型LED元件100b_{i,j},与本发明的第一实施例的微型LED元件100i_j相同地构成,仅在取代保护罩15而具备透明P侧电极层15b的这方面不同。

[0110] 本实施例的微型LED元件100b_{i,j}的光输出,相对于第一实施例的微型LED元件100i_j的光输出,提高了3%左右。由于本实施例的微型LED元件100b_{i,j}的内部量子效率,与第一实施例的微型LED元件100i_j的内部量子效率在偏差的范围内一致,因此发明者推测光取出效率提高是光输出提高的原因。

[0111] 另外,在微型LED元件100b_{i,j}中,在P侧电极层30与P型层12之间经由透明P侧电极层15b。其结果,在P侧电极层30与P型层12的界面(即P侧电极层30的接触区域301b)的反射率提高,被P侧电极层30吸收的光减少。发明者推测此为光取出效率提高的原因。

[0112] 如以上,微型LED元件100b_{i,j},与微型LED元件100i_j比较,能够使光输出进一步提高。

[0113] (第三变形例)

针对作为本发明的第三变形例的微型LED元件100c_{i,j}的构成及制造方法S1,参照图8进行说明。图8的(a)~(e),是本变形例的制造方法S1的各步骤中的微型LED元件100c_{i,j}的剖面图。

[0114] 微型LED元件100c_{i,j},除了槽部16c及隐埋层20c的形状之外,与图7所示的微型LED元件100b_{i,j}相同地构成。本变形例中,针对此方面进行说明。

[0115] 设于微型LED元件100b_{i,j}的界面17,形成为包围P型层12、发光层11以及N型层10的第一区域101的侧方。相对于此,设于微型LED元件100c_{i,j}的界面17c,形成为仅包围第一区域101c的侧方。

[0116] 本变形例的制造方法S1中所包含的第一沉积步骤S11,与第二变形例的制造方法S1中所包含的第一沉积步骤S11相同。因此,如图7的(a)所示,在生长衬底1之上依序沉积氮化物半导体层13与透明导电层14b。其中,将与微型LED元件100b_{i,j}具备的N型层10、发光层11、P型层12、氮化物半导体层13以及透明导电层14b对应的各部件,在本变形例中,分别称为N型层10c、发光层11c、P型层12c、氮化物半导体层13c以及透明导电层14c。此外,将与微型LED元件100b_{i,j}具备的透明P侧电极层15b、界面17以及隐埋层20对应的各部件,在本变形例中,分别称为透明P侧电极层15c、界面17c以及隐埋层20c。

[0117] 本变形例的制造方法S1中所包含的第一蚀刻步骤S12,是使用与图7所示的第一蚀刻步骤S12相同的方法来实施。但是,如图8的(a)所示,第一蚀刻步骤S12中形成的槽部16c的形状,与图7的(b)所示的槽部16的形状不同。具体而言,槽部16,形成为其侧壁的所有部分(与第一区域101对应的部分、与发光层11对应的部分以及与P型层12对应的部分)、与发光层11的表面所形成的角度成为45度。相对于此,槽部16c,形成为其侧壁之中与第一区域101c对应的部分、与发光层11c的表面所形成的角度成为45度,且其侧壁之中与发光层11c对应的部分及与P型层12c对应的部分、与发光层11c的表面所形成的角度成为约90度。因此,角度 θ_1 为45度的界面17c,仅包围第一区域101c。

[0118] 通过以如所述方式构成槽部16c,与微型LED元件100b_{i,j}相比,微型LED元件100c_{i,j}能够使发光层11c的面积及P型层12c的面积变大。

[0119] 本变形例的制造方法S1中所包含的第二沉积步骤S13及研磨步骤S14,是与图7记载的第二沉积步骤S13及研磨步骤S14相同的步骤(参照图8的

(b))。

[0120] 在本变形例的制造方法S1中,也不去除透明P侧电极层15b。

[0121] 本变形例的制造方法S1中所包含的P侧电极层形成步骤S16,是与图7记载的P侧电极层形成步骤S16相同的步骤(参照图8的(c))。

[0122] 本变形例的制造方法S1中所包含的第二蚀刻步骤S17,是与图7记载的第二蚀刻步骤S17相同的步骤(参照图8的(d))。

[0123] 另外,作为使用通过多个微型LED元件 $100_{ci,j}$ 构成的微型LED元件阵列100c制造图像显示元件的制造方法,可应用图4记载的制造方法S2。

[0124] 〈第三实施例〉

针对作为本发明的第三实施例的微型LED元件 $100_{ci,j}$,在以下中进行说明。本实施例的微型LED元件 $100_{ci,j}$,是以本发明的第一实施例的微型LED元件 $100_{i,j}$ 的构成为基材,不同点在于,取代保护罩15而具备透明P侧电极层15c这一点以及界面17c仅包围第一区域101c的侧方的这一点。

[0125] 本实施例的微型LED元件 $100_{ci,j}$ 的光输出,与省略了界面17c的微型LED元件100的光输出相比,提高了50%左右。本实施例的微型LED元件 $100_{ci,j}$ 的内部量子效率中,省略了界面17c的微型LED元件100的内部量子效率(70%)超出73%。本实施例的微型LED元件 $100_{ci,j}$ 的光取出效率为25%,与省略了界面17c的微型LED元件100的光取出效率(15%)相比大幅地提高。

[0126] 如所述,界面17c至少发挥如下效果,即,若界面17c仅形成为包围第一区域101c的侧方的区域则使光取出效率提高的效果。因此,可以如微型LED元件 $100_{i,j}$ 、微型LED元件 $100_{ai,j}$ 以及微型LED元件 $100_{bi,j}$,界面17形成于包围第一区域101、发光层11及P型层12的侧方的区域,也可以如微型LED元件 $100_{ci,j}$,界面17c仅形成于仅包围第一区域101c的区域。

[0127] 〈第二实施方式〉

(微型LED元件 $100_{di,j}$ 的构成)

以下,针对搭载本发明的第二实施方式的微型LED元件 $100_{di,j}$ 作为光源的图像显示元件200d,参照图9~图13进行说明。

[0128] 图9的(a)是具备多个微型LED元件 $100_{di,j}$ 的图像显示元件200d的剖面图。图9的(b)是从P侧电极层30d及N侧电极层40d侧观看微型LED元件 $100_{di,j}$ 时的俯视图。图10是微型LED元件 $100_{di,j}$ 的制造方法S101的流程图。图11的(a)~(e)是制造方法S101的各步骤中的微型LED元件 $100_{di,j}$ 的剖面图。图12是图像显示元件200d的制造方法S102的流程图。图13的(a)~(c)是制造方法S102的各步骤中的图像显示元件200d的剖面图。另外,图9图示的坐标系,与图1图示的坐标系相同地决定。

[0129] 另外,在构成微型LED元件 $100_{di,j}$ 的各部件,附有在构成第一实施方式的微型LED元件 $100_{i,j}$ 的各部件的部件号码的末尾标记字母的“d”而成的部件号码。例如,微型LED元件 $100_{di,j}$ 具备的N型层10d、发光层11d、P型层12d以及氮化物半导体层13d,分别与微型LED元件 $100_{i,j}$ 具备的N型层10、发光层11、P型层12以及氮化物半导体层13对应。关于此等以外的部件也相同。另外,本实施方式中,针对具有与第一实施方式中已说明的部件相同功能的部

件,省略其说明。

[0130] 如图9所示,微型LED元件100_{d_{i,j}},具备氮化物半导体层13d、隐埋层20d、P侧电极层30d、以及N侧电极层40d。氮化物半导体层13d通过N型层10d、发光层11d以及P型层12d而构成。在从光出射面侧观看氮化物半导体层13d时,以N型层10d、发光层11d以及P型层12d的顺序叠置。

[0131] N型层10d,包含第一区域101d与第二区域102d。第一区域101d、发光层11d以及P型层12d侧方,由界面17d包围。界面17d与发光层11d的表面所形成的角度 θ_1 ,在本实施方式中为45度(申请专利范围中记载的规定的的第一角度)。第二区域102d的侧方,由界面19d包围。界面19d与发光层11d的表面所形成的角度 θ_2 ,在本实施方式中为大于45度的80度(申请专利范围中记载的规定的第二角度)。界面17d及界面19d,分别为申请专利范围中记载的第一界面及第二界面。

[0132] P侧电极层30d,形成于氮化物半导体层13d的P型层12d侧(下侧),与P型层12d接触。

[0133] 氮化物半导体层13d,进一步具有连接界面17d与界面19d的界面18d。界面18d,为申请专利范围中记载的第三界面。在从下方俯视微型LED元件100_{d_{i,j}}的情形下,界面18d形成于形成有P侧电极层30d的区域以外的区域。界面18d与发光层11d的表面,在本实施方式中虽为平行,但并不一定限定为平行。

[0134] 在沉积于包围第一区域101d的界面17d的外侧的隐埋层20d之中、形成有P侧电极层30d的区域以外的区域,形成有N侧电极层40d。N侧电极层40d,在界面18d的一部分中接触区域401d从隐埋层20d露出,接触区域401d与第二区域102d接触。

[0135] 另外,与图1所示的图像显示元件200的情形相同地,图像显示元件200d,具备有驱动电路基板90d以及二维阵列状地叠置于驱动电路基板90d的表面上的多个微型LED元件100_{d_{i,j}}。将该被排列成二维阵列状的多个微型LED元件100_{d_{i,j}}称为微型LED元件阵列100d。

[0136] 在多个微型LED元件100_{d_{i,j}}的每一个中,P侧电极层30d使用连接层70d而与驱动电路侧P电极80d连接,且N侧电极层40d使用连接层71d而与驱动电路侧N电极81d连接。从驱动电路基板90d的驱动电路分别供给驱动电流至多个微型LED元件100_{d_{i,j}},由此,多个微型LED元件100_{d_{i,j}}分别发光。微型LED元件100_{d_{i,j}}发出的光的强度,根据驱动电流的大小决定。另外,微型LED元件100_{d_{i,j}},虽也可以进一步具有配置于光的出射侧(较第二区域102的光出射面靠近z轴正方向侧)的波长转换层、光扩散层、彩色滤光片等,但由于与微型LED元件100_{d_{i,j}}无直接关系,因此于图中不记载。

[0137] 如上述,氮化物半导体层13d之中第一区域101d、发光层11d以及P型层12d侧方,通过界面17d,其全周被覆盖。微型LED元件100_{d_{i,j}},在俯视下,构成为其轮廓成为长方形。于该情形,界面17d由四枚平面构成。该等四枚平面,配置成构成底面为长方形的四角锥体的侧面。

[0138] 另外,微型LED元件100_{d_{i,j}}的俯视下的轮廓,可以取代长方形(包含正方形)而为其他的多边形(例如正六边形),也可以为圆形,亦可以为椭圆形。此方面与微型LED元件100_{d_{i,j}}相同。另外,角度 θ_1 及角度 θ_2 分别只要包含于角度 $\theta_1 \pm 10$ 度的范围及角度 $\theta_2 \pm 10$ 度的范围即可的这方面,也与微型LED元件100_{d_{i,j}}相同。此外,优选为角度 θ_2 接近垂直的这方面,也与微型LED元件100_{d_{i,j}}相同。

[0139] 如图9的(a)所示,界面17d的外侧、与P型层12的下方的一部分,由隐埋层20d覆盖。隐埋层20d的下端面201d,沿着xy平面,被研磨成为平坦(参照图10中记载的研磨步骤S114)。即,下端面201d具有高表面平坦性。

[0140] 另外,隐埋层20d,相对于可见光为透明,且优选为通过折射率较构成氮化物半导体层13的物质的折射率小的物质构成。作为构成隐埋层20d的较佳的物质的例子,可举出 SiO_2 。

[0141] 通过隐埋层20d使微型LED元件100d_{i,j}的下部平坦化,而能够将P侧电极层30d与N侧电极层40d配置于微型LED元件100d的下面的大致整体,且能够最大限度地扩大电极面积。另外,继承隐埋层20d的表面平坦性,P侧电极层30d与N侧电极层40d具有平坦的表面。通过实现宽广且平坦的电极表面,能够使与驱动电路基板90d的连接变容易。

[0142] (第四实施例)

针对本发明的第四实施例的微型LED元件100d_{i,j},在以下中进行说明。本实施例的微型LED元件100d_{i,j},是在图9所示的微型LED元件100d_{i,j}中,采用了以下的构成。

. 俯视下的轮廓:短边长度为7 μm ,长边长度为14 μm 的长方形

. $T_p=100\text{nm}$

. $T_{\text{mqw}}=70\text{nm}$

. $t_{\text{n1}}=1500\text{nm}$

. $\theta_1=45^\circ$

另外,使用从本实施例的微型LED元件100d_{i,j}的构成中省略了界面17d的微型LED元件,作为第二比较例。

[0143] 在分别供给相同的驱动电流的状态下,测量本实施例的微型LED元件100d_{i,j}及第二比较例的微型LED元件的光输出。其结果,本实施例的微型LED元件100d_{i,j}的光输出,相对于第二比较例的微型LED元件的光输出为220%。

[0144] 与第二比较例的微型LED元件相比,微型LED元件100d_{i,j}的光输出显著增加的原因,本案发明者推测为与微型LED元件100_{i,j}中光输出增加的原因相同。

[0145] 微型LED元件100_{i,j}中,发光层11d的面积,与微型LED元件100d_{i,j}的面积相比,大幅地缩小。本实施例中,发光层11的面积相对于微型LED元件100_{i,j}的面积的比例,成为 $\{7000 - (70 + 1500) * 2\} * \{7000 - (70 + 1500) * 2 - 1000\} / (7000 * 13000) = 0.418$,为约42%左右。另外,无关于界面17d的有无,用于使N侧电极层40d接触于N型层10d的区域是必要的。在上述的计算中,该区域除外。

[0146] 进一步地,因对氮化物半导体层13d进行干蚀刻法而发光层11d的周边部受到损伤,因此有效地对发光产生贡献的发光层11d的面积被认为更小。另外,由于该等的损伤部分不发光且消耗电流,因此被推测为产生发光效率的降低。如所述的效果,显现为微型LED元件100d_{i,j}的内部量子效率的下降。从外量子效率的电流依赖性的数据,将内部量子效率与光取出效率远离,对内部量子效率进行评价。其结果,本实施例的微型LED元件100d_{i,j}的内部量子效率以及第二比较例的微型LED元件的内部量子效率,分别为69.5%和71%,两者并无大的差异。因此,得知发光效率提高两倍以上,主要是由光取出效率的提高引起。

[0147] 另一方面,发光层11d的面积,相对于第二比较例的微型LED元件具备的发光层的面积为1/2.4左右。一般,在发光层11d的面积被缩小的情形下,内部量子效率理应大幅地变

小。但是,本实施例的微型LED元件100d_{i,j}的内部量子效率与第二比较例的微型LED元件的内部量子效率相比并无大幅劣化,推测其原因为已能大幅减少对发光层11d的损伤。

[0148] 本构造中,P型层12d的面积,相对于微型LED元件100d_{i,j}的面积,大幅地小。尽管如此,P侧电极层30d的面积与N侧电极层40d的面积之和,仍与微型LED元件100d_{i,j}的面积大致相等,且其表面为平坦。尽管P型层12d的面积小,还是能够形成面积宽广且表面平坦的P侧电极层30d电极及N侧电极层40d。因而,微型LED元件100d_{i,j}的P侧电极层30d电极及N侧电极层40d的每一个中,分别使用连接层70d及连接层71d,而分别相对于驱动电路侧P电极80d及驱动电路侧N电极81d稳定且牢固地连接。因此,能够减少后述的生长衬底脱落步骤S122(参照图12)中在将生长衬底1d从N型层10d脱落时,微型LED元件100d_{i,j}被生长衬底1d拉伸而脱落、因机械性的冲击而倾斜等的不良情况。

[0149] (微型LED元件100d_{i,j}的制造方法S1)

接下来,针对微型LED元件100d_{i,j}的制造方法的一例即制造方法S101,参照图10及图11进行说明。

[0150] 如图10所示,制造方法S101,包含第一沉积步骤S111、第一蚀刻步骤S112、第二沉积步骤S113、研磨步骤S114、接触孔形成步骤S115、电极层形成步骤S116、以及第二蚀刻步骤S117。

[0151] 第一沉积步骤S111,与图2所示的第一沉积步骤S11相同地,是在生长衬底1d上依序沉积N型层10d、发光层11d以及P型层12d而由此得到氮化物半导体层13d的步骤。生长衬底1d,与制造方法S1中使用的生长衬底1相同地构成。另外,由N型层10d、发光层11d以及P型层12d构成的氮化物半导体层13d,与制造方法S1中使用的由N型层10、发光层11以及P型层12构成的氮化物半导体层13相同地构成。

[0152] 第一蚀刻步骤S112,如图11的(a)所示,是通过对氮化物半导体层13d的一部分进行蚀刻而形成槽部16d,且在N型层10d内设置其侧方被蚀刻的第一区域101d和第一区域101d以外的区域即第二区域102d的步骤。第一蚀刻步骤S112,与制造方法S1中所包含的第一蚀刻步骤S12相同地实施。

[0153] 第二沉积步骤S113,是在槽部16d沉积隐埋层20d的步骤,且与制造方法S1中所包含的第二沉积步骤S13相同地实施。

[0154] 研磨步骤S114,是通过对隐埋层20d的表面进行研磨而使隐埋层20d的表面研磨平坦的步骤。作为研磨隐埋层20d的表面的方法,可采用例如CMP(化学机械研磨)法。此处,以隐埋层20d的一部分在P型层12d上残留一定膜厚的方式,调整CMP的研磨量。P型层12d上残留的隐埋层20d的膜厚,为50nm左右至1000nm左右。

[0155] 通过实施该等的第二沉积步骤S113及研磨步骤S114,如图11的(b)所示,可得到隐埋层20d的表面被研磨平坦的构造。

[0156] 接触孔形成步骤S115,如图11的(c)所示,是在P型层12上沉积的隐埋层20d形成接触孔20d1,且在槽部16d之上沉积的隐埋层20d形成接触孔20d2的步骤。

[0157] 电极层形成步骤S116,如图11的(d)所示,是在接触孔20d1的内部及隐埋层20d的表面上形成P侧电极层30d,且在接触孔20d2的内部及隐埋层20d的表面上形成N侧电极层40d的步骤。在接触孔20d2的宽高比(aspect ratio)高时,也可以在接触孔20d2的内部埋入钨栓塞(Tungsten Plug)。在宽高比为1以上时,优选为埋入钨栓塞。在宽高比未达1时,可通

过使用一般的薄膜沉积法,来形成N侧电极层40d。

[0158] 第二蚀刻步骤S117,如图11的(e)所示,是通过对隐埋层20d及第二区域102d的一部分进行干蚀刻法,使生长衬底1d的一部分露出的步骤。通过实施第二蚀刻步骤S117,形成槽部50d。第二蚀刻步骤S117,与制造方法S1中所包含的第二蚀刻步骤S17相同地实施。

[0159] 通过以上的步骤,形成于一枚生长衬底1d上的氮化物半导体层13d及隐埋层20d,被分割成二维阵列状地排列的多个微型LED元件100d_{i,j}。即,可得到微型LED元件阵列100d。

[0160] (图像显示元件200d的制造方法S2)

接下来,针对使用了具备有多个微型LED元件100d_{i,j}的微型LED元件阵列100d的图像显示元件200d的制造方法的一例即制造方法S102,参照图12及图13进行说明。

[0161] 在制造方法S102之前,准备驱动电路基板90d,该驱动电路基板90d内置有驱动微型LED元件100d_{i,j}的驱动电路。在驱动电路基板90d的表面,设有用于使电流流往微型LED元件100d_{i,j}的驱动电路侧P电极80d与驱动电路侧N电极81d。在驱动电路基板90d的内部虽内置有用于选择各微型LED元件100d_{i,j},使规定的电流流过的各种电路,但与本发明无直接关系。因此,此处省略该等的说明。驱动电路基板90d可以为硅LSI本身,也可以包含形成于玻璃或薄膜上的TFT。

[0162] 制造方法S102,如图12所示,包含安装步骤S121、生长衬底脱落步骤S122以及填充步骤S123。

[0163] 安装步骤S121,如图13的(a)所示,是将微型LED元件阵列100d构装于驱动电路基板90d的步骤。在安装步骤S121中,于驱动电路侧P电极80d之上形成连接层70d,且于驱动电路侧N电极81d之上形成连接层71d。通过于其上黏贴微型LED元件阵列100d,P侧电极层30d经由连接层70d而与驱动电路侧P电极80d导通,且N侧电极层40d经由连接层71d而与驱动电路侧N电极81d导通。

[0164] 另外,微型LED元件100d_{i,j}中,P侧电极层30d及N侧电极层40d分别远离。同样地,驱动电路侧P电极80d及驱动电路侧N电极81d也分别远离,连接层70d及连接层71d也分别远离。其结果,在P侧电极层30d、连接层70d以及驱动电路侧P电极80d、与N侧电极层40d、连接层71d以及驱动电路侧N电极81d之间,形成空隙51d。

[0165] 生长衬底脱落步骤S122,如图13的(b)所示,是通过雷射脱落法,将生长衬底1从微型LED元件阵列100d脱落的步骤,且与制造方法S2中所包含的生长衬底脱落步骤S22相同地实施。

[0166] 填充步骤S123,如图13的(c)所示,是在槽部50d填充填充剂60d、在空隙51d填充填充剂61d的步骤,且与制造方法S2中所包含的填充步骤S23相同地实施。

[0167] 〈第三实施方式〉

以下,针对本发明的第三实施方式的微型LED元件100e_{i,j},参照图14~图15进行说明。

[0168] 图14是微型LED元件100e_{i,j}的制造方法S201的流程图。图15的(a)~(f)是制造方法S201的各步骤中的微型LED元件100e_{i,j}的剖面图。

[0169] 另外,为了便于说明,针对与本发明的第二变形例中已说明的部件具有相同功能的部件,标记相同符号,并省略其说明。

[0170] 例如,微型LED元件100e_{i,j}具备的N型层10、发光层11、P型层12、氮化物半导体层13以及透明P侧电极层15b,分别与微型LED元件100b_{i,j}中的N型层10、发光层11、P型层12、氮化

物半导体层13以及透明P侧电极层15b相同。另外,微型LED元件100_{ei,j}具备的保护层20e及P侧电极层30e,分别与微型LED元件100_{bi,j}中的隐埋层20及P侧电极层30b对应。

[0171] 本发明的第二变形例的微型LED元件100_{bi,j}中,通过使隐埋层20的表面平坦化,至少使P侧电极层30b的表面平坦化,由此实现与驱动电路基板90的牢固的连接。微型LED元件100_{ei,j}中,取代隐埋层20而使用膜厚大致一定的保护层20e,除此之外,通过使P侧电极层30e的表面平坦化,得到与微型LED元件100_{bi,j}相同的效果。本实施方式中,主要针对保护层20e及P侧电极层30e进行说明。

[0172] 如图14所示,制造方法S201,包含第一沉积步骤S211、第一蚀刻步骤S212、第二沉积步骤S213、接触孔形成步骤S214、P侧电极层形成步骤S215、研磨步骤S216、P侧电极层图案化步骤S217和第二蚀刻步骤S218。

[0173] 第一沉积步骤S211及第一蚀刻步骤S212,分别与本发明的第二变形例中实施的第一沉积步骤S11及第一蚀刻步骤S12相同。因此,图15的(a)所示的构造,与图7的(b)所示的构造相同。

[0174] 第二沉积步骤S213,如图15的(b)所示,是在氮化物半导体层13之上沉积膜厚大致一定的保护层20e的步骤。保护层20e的膜厚,为100nm至1500nm左右。在形成了保护层20e的阶段,在保护层20e的表面具有反映槽部16的形状的凹凸。

[0175] 接触孔形成步骤S214,如图15的(c)所示,是在保护层20e之中透明P侧电极层15b上的区域形成接触孔21e的步骤。

[0176] P侧电极层形成步骤S215,是通过在保护层20e的表面上及从保护层20e露出的透明P侧电极层15b的表面上沉积导电体而形成P侧电极层30e的步骤。作为此处使用的导电体,可采用镍、铝、钛、氮化钛、铝铜合金等。P侧电极层30e,优选为通过从该等的导电体依次沉积几个导电体而得到的多层膜。

[0177] 研磨步骤S216,是通过在P侧电极层30e的表面进行研磨而使其表面变平坦的步骤。通过实施P侧电极层形成步骤S215及研磨步骤S216,可得到图15的(d)所示的构造。研磨步骤S216,可与图2所示的研磨步骤S14相同地实施。

[0178] 另外,本实施方式中,P侧电极层形成步骤S215中采用回流(reflow)成膜法,也可以在P侧电极层30e的成膜中使其表面平坦化。于该情形,使P侧电极层30e的表面平坦化的步骤包含于P侧电极层形成步骤S215中。

[0179] P侧电极层图案化步骤S217,如图15的(e)所示,是通过在P侧电极层30e的一部分进行蚀刻而将P侧电极层30e图案化成所期望的形狀的步骤。通过实施P侧电极层图案化步骤S217,形成槽部50e,且相邻接的P侧电极层30e彼此远离。

[0180] 第二蚀刻步骤S218,如图15的(f)所示,是通过在保护层20e与第二区域102的一部分进行蚀刻而使槽部50e变更深,而使生长衬底1的一部分露出的步骤。第二蚀刻步骤S218,可以与图7记载的第二蚀刻步骤S17相同地实施。

[0181] 通过以上的步骤,形成于一枚生长衬底1上的氮化物半导体层13及保护层20e,被分割成二维阵列状地排列的多个微型LED元件100_{ei,j}。即,得到微型LED元件阵列100e。

[0182] 微型LED元件100_{ei,j}的光输出,是与本发明的第二变形例的微型LED元件100_{bi,j}相同程度的光输出。即,微型LED元件100_{ei,j},与微型LED元件100_{bi,j}同样地,发挥使光取出效率提高的效果。

[0183] 另外,本实施方式中,省略关于图像显示元件的制造方法的详细的说明。但是,使用微型LED元件阵列100e与驱动电路基板90,实施图4所示的制造方法S2,由此能够制造共用N侧电极层40已叠置于光出射面103之上的图像显示元件。

[0184] (附记事项)

以上,针对本发明的实施方式进行了说明。另外,上述的实施方式为示例,对于其各构成要素及各处理的组合可以进行各式各样的变形,本领域技术人员应理解其属于本发明的范围。

[0185] 此外,本发明的各实施方式的微型LED元件、微型LED元件阵列以及图像显示元件,例如,可适当地利用于投影机、抬头显示器、头戴式显示器、可穿戴终端等。

[0186] (总结)

本发明的方式1的微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},包含从光出射面103,103c,103d侧观看而依序叠置有N型层10,10c,10d、发光层11,11c,11d以及P型层12,12c,12d的氮化物半导体层13,13c,13d、以及形成于P型层12,12c,12d侧的P侧电极层30,30a,30b,30c,30d,30e。

[0187] N型层10,10c,10d,包含与发光层11,11c,11d相接的第一区域101,101c,101d、以及包含光出射面103,103c,103d的第二区域102,102c,102d;氮化物半导体层13,13c,13d中至少包围第一区域101,101c,101d的侧方的第一界面(界面17,17c,17d)与发光层11,11c,11d所形成的角度 θ_1 ,为使向沿着发光层11,11c,11d的方向(例如x轴方向或y轴方向)传播的光向朝向光出射面103,103c,103d的方向(z轴正方向)反射的、规定的第一角度(例如 $\theta_1=45^\circ$);氮化物半导体层13,13c,13d中包围第二区域102,102c,102d的侧方的第二界面(界面19,19d)与发光层11,11c,11d所形成的角度 θ_2 ,为大于第一角度(例如 45°)的规定的第二角度。

[0188] 根据上述的构成,第一界面(界面17、17c、17d),使向沿着发光层11,11c,11d的方向传播的光向朝向光出射面103,103c,103d的方向反射。因此,微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},与未设有第一界面(界面17、17c、17d)的微型LED元件相比,发挥使光取出效率提高的效果。换句话说,微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},即便是已将其尺寸微细化的情形,与现有的微型LED元件相比,也能够抑制发光效率的降低。

[0189] 本发明的方式2的微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},优选为在上述方式1中,第一角度为包含于以 45° 为中心的规定的范围的角度(例如 θ_1 包含于 $45\pm 10^\circ$ 的范围)。

[0190] 根据上述的构成,微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},即便是已将其尺寸微细化的情形,与现有的微型LED元件相比,也能够确实地抑制发光效率的降低。另外,在实施了用于形成第一界面(界面17,17c,17d)的蚀刻的情形,起因于蚀刻的精度而导致的角度 θ_1 的摇摆,预估为 $\pm 10^\circ$ 左右。因此,实际制造出的微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j}中的角度 θ_1 ,并不限定为规定的角度即角度 θ_1 ,只要包含于角度 $\theta_1\pm 10^\circ$ 的范围即可。另外,上述的角度 θ_1 的摇摆,依赖于第一蚀刻步骤中采用的蚀刻方法而可改变。

[0191] 本发明的方式3的微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},优

选为在上述方式1中,第一角度为包含于35度以上55度以下的范围的角度。

[0192] 根据上述的构成,微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},即便是已将其尺寸微细化的情形,与现有的微型LED元件相比,也能够确实地抑制发光效率的降低。

[0193] 本发明的方式4的微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},优选为在上述方式1~3的任一方式中,第一区域101,101c,101d的厚度 t_{n1} ,较P型层12,12c,12d的厚度 t_p 厚。

[0194] 根据上述的构成,第一界面(界面17,17c,17d),沿着从发光层朝向光出射面103,103c,103d的方向(z轴方向)而形成于充分宽广的区域。因此,第一界面(界面17,17c,17d),除了向沿着发光层11,11c,11d的方向传播的光之外,还能够将向相对于发光层11,11c,11d具有向z轴正方向侧的仰角的方向传播的光,向朝向光出射面103,103c,103d的方向进行反射。因此,微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},即便是已将其尺寸微细化的情形,与现有的微型LED元件相比,也能够确实地抑制发光效率的降低。

[0195] 本发明的方式5的微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},优选为在上述方式1~4的任一方式中,第一界面(界面17,17d),除了第一区域101,101d的侧方之外,还构成包围发光层11,11d的侧方及P型层12,12d的侧方。

[0196] 根据上述的构成,第一界面(界面17,17d),不仅第一区域101,101d的侧方,还包围发光层11,11d的侧方及P型层12,12d的侧方。因此,第一界面(界面17,17d),除了向沿着发光层11的方向传播的光和向相对于发光层11,11d具有向z轴正方向侧的仰角的方向传播的光之外,还能够将向相对于发光层11,11d具有向z轴负方向侧的仰角的方向传播的光,向朝向光出射面103,103d的方向进行反射。因此,微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},即便是已将其尺寸微细化的情形,与现有的微型LED元件相比,也能够确实地抑制发光效率的降低。

[0197] 本发明的方式6的微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},优选为在上述方式1~5的任一方式中,在从P侧电极层30,30a,30b,30c,30d,30e侧俯视的情形下,P侧电极层30,30a,30b,30c,30d,30e形成于覆盖发光层11,11c,11d的整体的区域。

[0198] 根据上述的构成,尽管P型层12,12c,12d的面积小,但由于能够形成面积广的P侧电极层30,30a,30b,30c,30d,30e,因此,微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},利用连接层70,70d而与驱动电路侧P电极80,80d稳定且牢固地连接。因此,能够抑制微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j}的制造步骤中会产生不良情况的产生频率。进一步地,能够降低制造步骤(尤其是第二蚀刻步骤S17、S117、S218)中会产生对发光层11,11c,11d的损伤,提高内部量子效率,且提高发光效率。

[0199] 本发明的方式7的微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},优选为在上述方式6中,P侧电极层30,30a,30b,30c,30d,30e的与该P型层相反侧的表面为平坦。

[0200] 根据上述的构成,尽管P型层12,12c,12d的面积小,但由于能够形成面积宽广且表面平坦的P侧电极层30,30a,30b,30c,30d,30e,因此,微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},利用连接层70,70d而与驱动电路侧P电极80,80d更稳定且更牢固地连接。因此,能够更加抑制微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j}的

制造步骤中会产生不良情况的产生频率。

[0201] 本发明的方式8的微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},优选为在上述方式7中,在第一区域101,101c,101d的外侧、与P侧电极层30,30a,30b,30c,30d之间,形成有包围第一界面(界面17,17c,17d)的隐埋层20,20c,20d;P侧电极层30,30a,30b,30c,30d与隐埋层20,20c,20d的界面(下端面201,201c,201d),与发光层11,11c,11d平行。

[0202] 由于P侧电极层30,30a,30b,30c,30d与隐埋层20,20c,20d的界面(下端面201,201c,201d)与发光层11,11c,11d平行,因此无需使P侧电极层30,30a,30b,30c,30d的表面平坦化。因此,即便是比较薄的电极层,也与发光层11,11c,11d平行。其结果,在已将微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j}构装于驱动电路基板90,90d的情形下,驱动电路基板90,90d的表面与发光层11,11c,11d自动地成为平行。因此,根据上述的构成,在将微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j}构装于驱动电路基板90,90d时,由于无需留意微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j}的倾斜,因此构装作业变容易。

[0203] 本发明的方式9的微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100e_{i,j},也可以在上述方式1~8的任一方式中,采用N侧电极层(共用N侧电极层40)叠置于光出射面103,103c,103d侧的构成。

[0204] 根据上述的构成,微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100e_{i,j},与后述的本发明的方式10的微型LED元件100d_{i,j}相比,由于能够使P侧电极层及发光层的面积变大,因此能够容易制造更小的微型LED元件。

[0205] 另外,本发明的方式10的微型LED元件100d_{i,j},也可以在上述方式1~8的任一方式中,构成为:氮化物半导体层13d进一步具有连接第一界面(界面17d)与第二界面(界面19d)的第三界面(界面18d),N侧电极层40d在第三界面(界面18d)中与N型层10d的第二区域102d接触。

[0206] 根据上述的构成,无需如上述的本发明的方式9的微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100e_{i,j},在光出射面103,103c,103d之上叠置N侧电极层。因此,微型LED元件100d_{i,j},与微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100e_{i,j}相比,能够在图像显示元件200d的制造步骤中,省略共用N侧电极层形成步骤。其结果,能够使制造步骤单纯化,降低设备投资,且降低制造成本。

[0207] 本发明的方式11的图像显示元件200,优选为,包含上述方式1~10的任一方式的、多个微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j}、以及形成有将驱动电流分别供给至多个微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j}的驱动电路的驱动电路基板90,90d;多个微型LED元件100_{i,j},100a_{i,j},100b_{i,j},100c_{i,j},100d_{i,j},100e_{i,j},二维阵列状地叠置于驱动电路基板90,90d上。

[0208] 本发明的方式12的制造方法S1,S101,包括:第一沉积步骤S11,S111,通过在生长衬底1,1d上依序沉积N型层10,10c,10d、发光层11,11c,11d以及P型层12,12c,12d而得到氮化物半导体层13,13c,13d;第一蚀刻步骤S12,S112,通过对氮化物半导体层13,13c,13d的一部分进行蚀刻而形成第一槽部(槽部16,16c,16d),在N型层10,10c,10d内设置其侧方被蚀刻的第一区域101,101c,101d和第一区域101,101c,101d以外的区域即第二区域102,102c,102d;第二沉积步骤S13,S113,在第一槽部(槽部16,16c,16d)沉积隐埋层20,20c,20d;研磨步骤S14,S114,对隐埋层20,20c,20d的表面进行研磨;P侧电极形成步骤S15(电极

层形成步骤S116),在研磨步骤S14,S114中被研磨后的表面形成P侧电极层;以及第二蚀刻步骤S16,S117,通过对隐埋层20,20c,20d和第二区域102,102c,102d进行蚀刻,形成使生长衬底1,1d的一部分露出的第二槽部(槽部50,50d)。

[0209] 第一蚀刻步骤S12,S112,以如下的方式形成第一槽部(槽部16,16c,16d),即,氮化物半导体层13,13c,13d中至少包围第一区域101,101c,101d的侧方的第一界面(界面17,17c,17d)与发光层11,11c,11d所形成的角度 θ_1 ,成为使向沿着发光层11,11c,11d的方向传播的光向朝向光出射面103,103c,103d的方向反射的、规定的第一角度(例如45度);第二蚀刻步骤S16,S117,以如下的方式形成第二槽部(槽部50,50d),即,氮化物半导体层13,13c,13d中包围第二区域102,102c,102d的侧方的第二界面(界面19,19c,19d)与发光层11,11c,11d所形成的角度 θ_2 ,成为大于第一角度(例如45度)的规定的第二角度。

[0210] 本发明的方式13的制造方法S201,包括:第一沉积步骤S211,通过在生长衬底1上依序沉积N型层10、发光层11以及P型层12而得到氮化物半导体层13;第一蚀刻步骤S212,通过对氮化物半导体层13的一部分进行蚀刻而形成第一槽部(槽部16),在N型层10内设置其侧方被蚀刻的第一区域101和第一区域101以外的区域即第二区域102;第二沉积步骤S213,在氮化物半导体层13上沉积保护层20e;接触孔形成步骤S214,以第一区域101的一部分露出的方式在保护层20e形成接触孔21e;P侧电极形成步骤S215,以覆盖接触孔21e的方式形成P侧电极层30e;以及第二蚀刻步骤S218,通过对保护层20e和第二区域102进行蚀刻,形成使生长衬底1的一部分露出的第二槽部(槽部50e)。

[0211] 第一蚀刻步骤S212,以如下的方式形成第一槽部(槽部16),即,氮化物半导体层13中至少包围第一区域101的侧方的第一界面(界面17)与发光层11所形成的角度 θ_1 ,成为使向沿着发光层11的方向传播的光向朝向光出射面103的方向反射的、规定的第一角度(例如45度);第二蚀刻步骤S218,以如下的方式形成第二槽部(槽部50e),即,氮化物半导体层13中包围第二区域102的侧方的第二界面(界面19)与发光层11所形成的角度 θ_2 ,成为大于第一角度(例如45度)的规定的第二角度。

[0212] 根据上述的构成,图像显示元件200、制造方法S1、制造方法S101以及制造方法S201,均发挥与本发明的方式1的微型LED元件100_{i,j},100_{ai,j},100_{bi,j},100_{ci,j},100_{di,j},100_{ei,j}相同的效果。即,即便是已将各微型LED元件100_{i,j},100_{ai,j},100_{bi,j},100_{ci,j},100_{di,j},100_{ei,j}的尺寸微细化的情形,图像显示元件200也能够抑制发光效率的降低。另外,制造方法S1、制造方法S101以及制造方法S201,能够制造即便是已将其尺寸微细化的情形也能抑制发光效率的降低的微型LED元件100_{i,j},100_{ai,j},100_{bi,j},100_{ci,j},100_{di,j},100_{ei,j}。

[0213] 本发明并不限于上述各实施方式,可在请求项所示的范围内进行各种的变更,关于适当地组合不同的实施方式中所分别公开的技术性手段而获得的实施方式也包含在本发明的技术性范围中。进一步地,通过组合各实施方式中所分别公开的技术性手段,能够形成新的技术性特征。

附图标记说明

[0214] 1、1d 生长衬底

10、10c、10d N型层

101、101c、101d 第一区域

102、102c、102d 第二区域

103、103c、103d 光出射面
11、11c、11d 发光层
12、12c、12d P型层
13、13c、13d 氮化物半导体层
16、16c、16d 槽部(第一槽部)
17、17c、17d 界面(第一界面)
18 界面
18d 界面(第三界面)
19、19c、19d 界面(第二界面)
20、20c、20d 隐埋层
20e 保护层
30、30a、30b、30c、30d、30e P侧电极层
40 共用N侧电极层
40d N侧电极层
100_{i,j}、100_{a_{i,j}}、100_{b_{i,j}}、100_{c_{i,j}}、100_{d_{i,j}}、100_{e_{i,j}} 微型LED元件
100、100a、100b、100c、100d、100e 微型LED元件阵列
200 图像显示元件

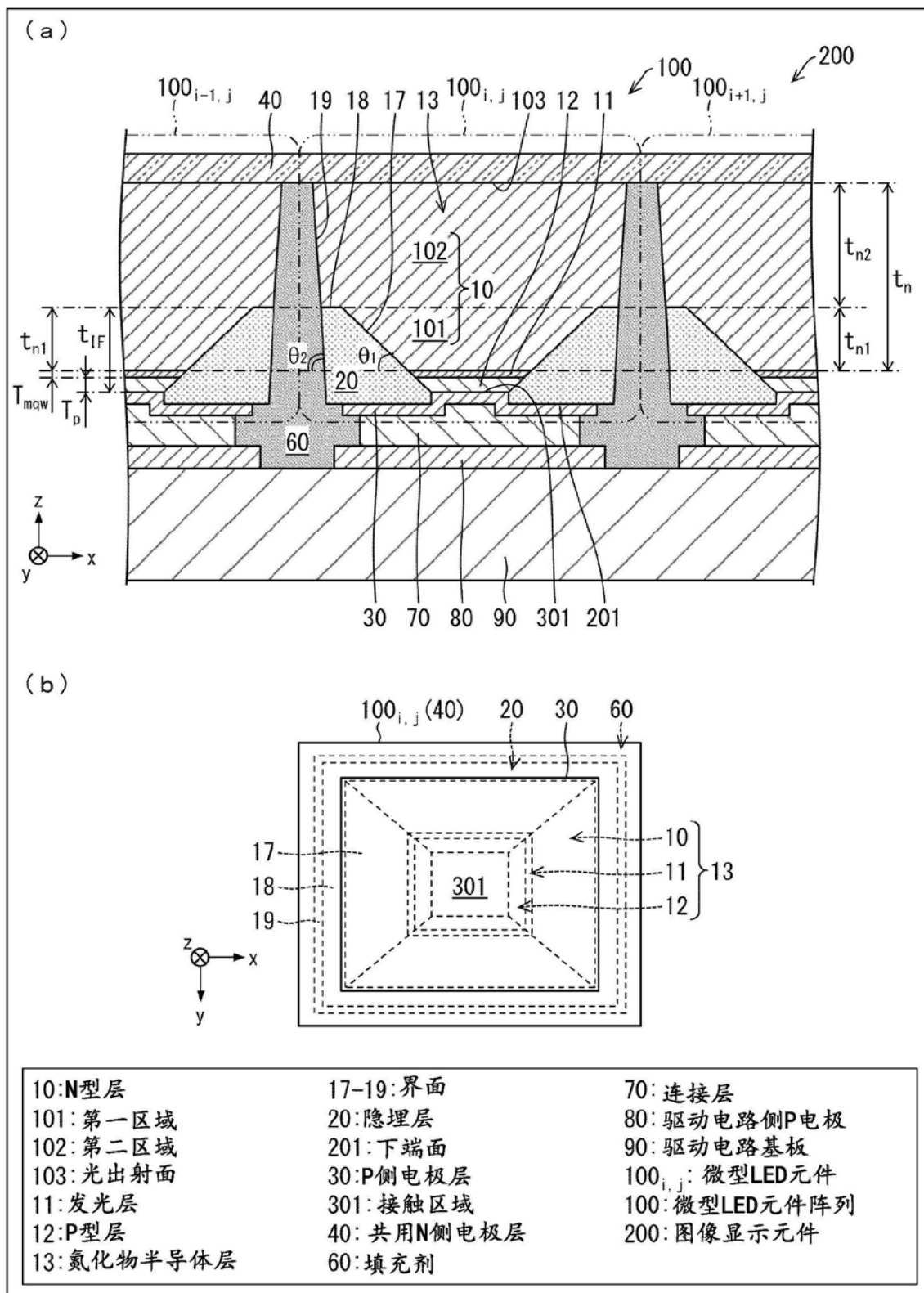


图1

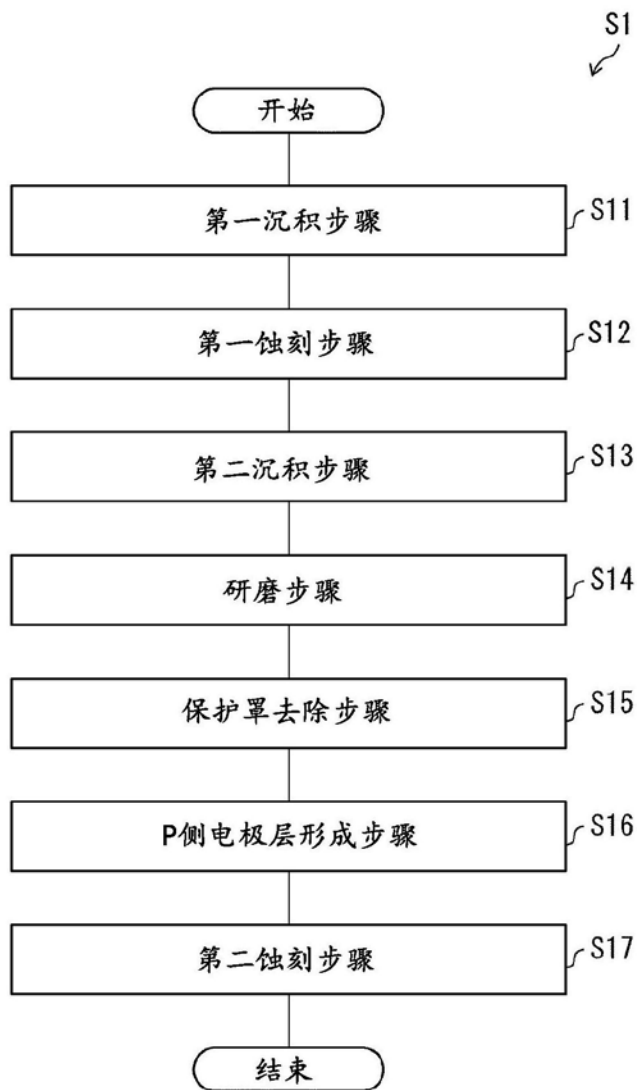


图2

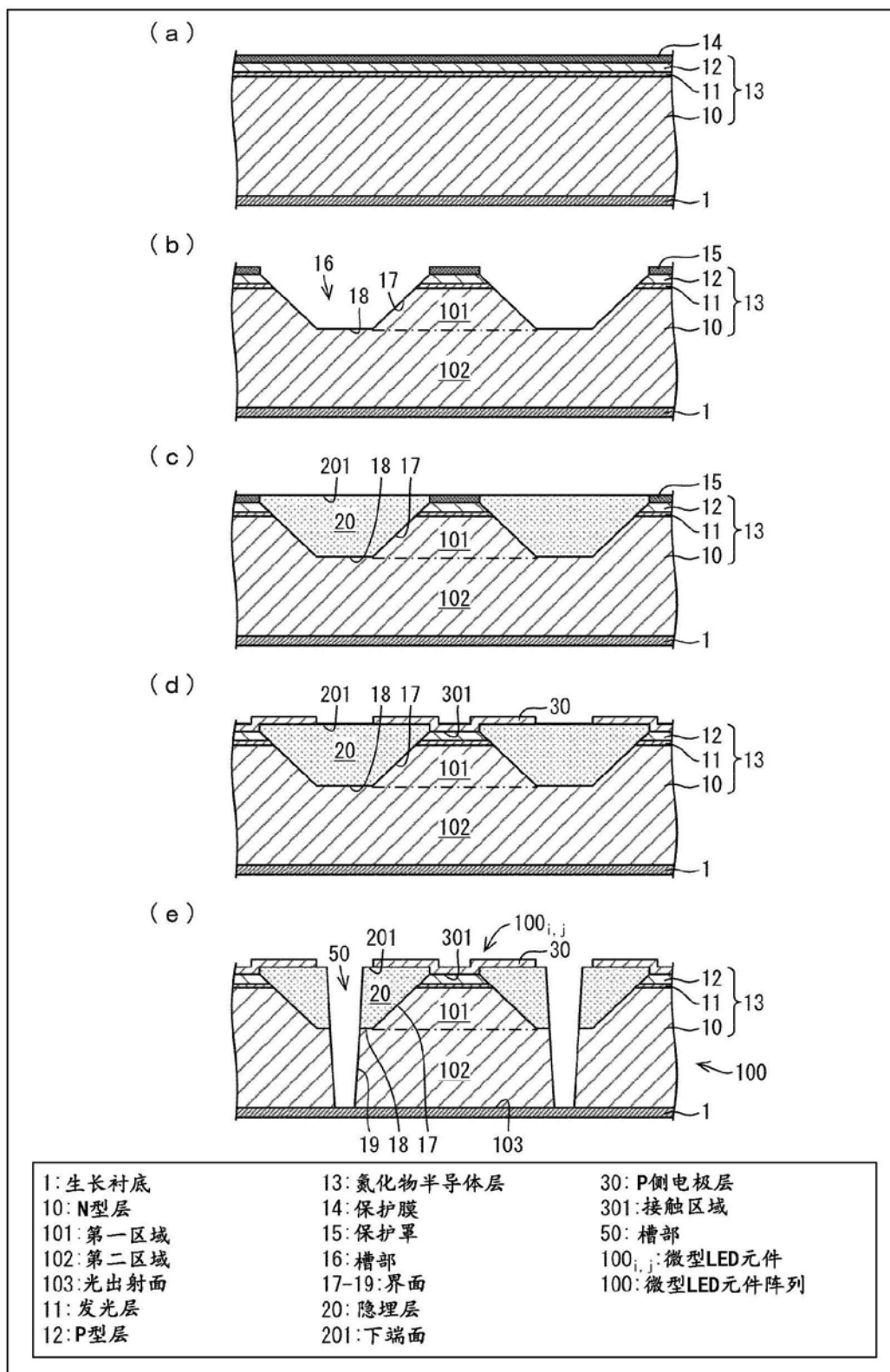


图3

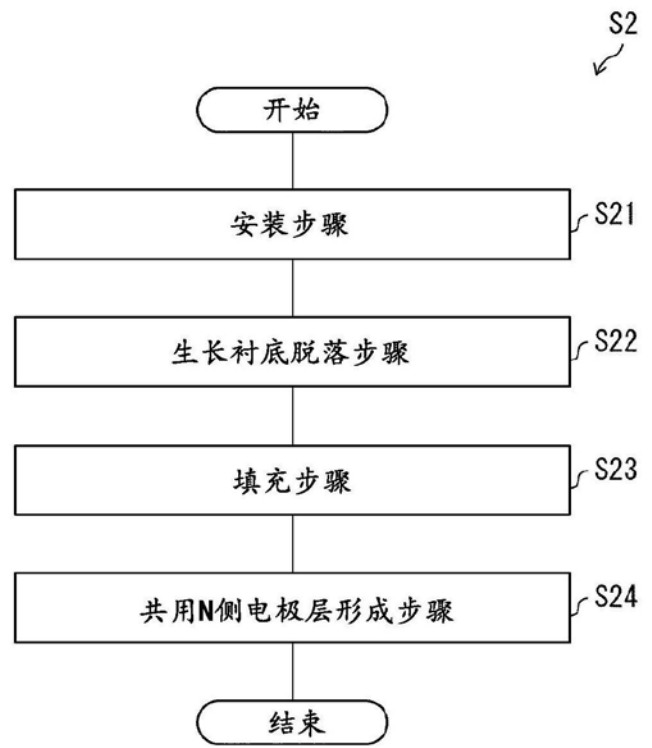


图4

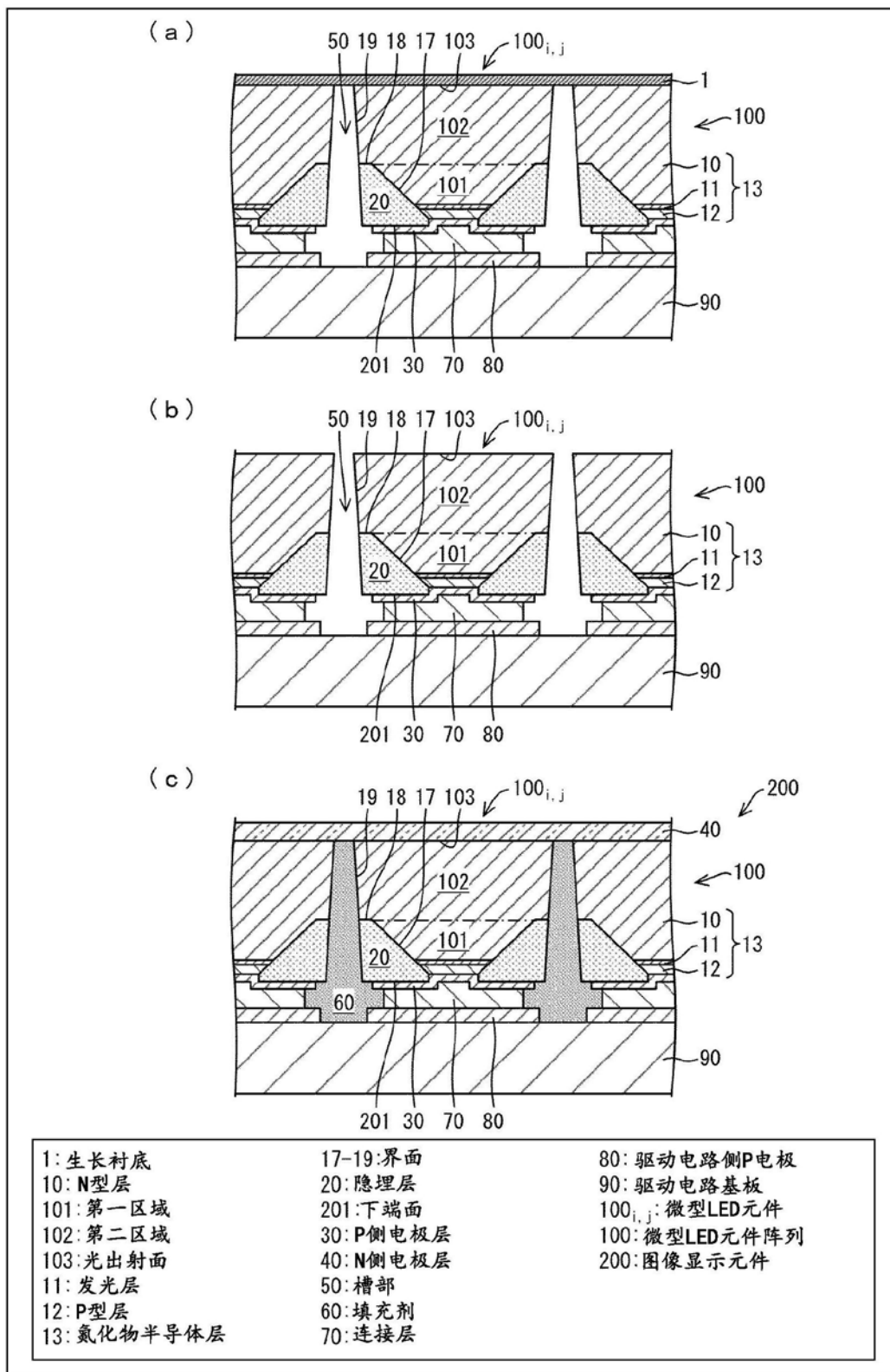


图5

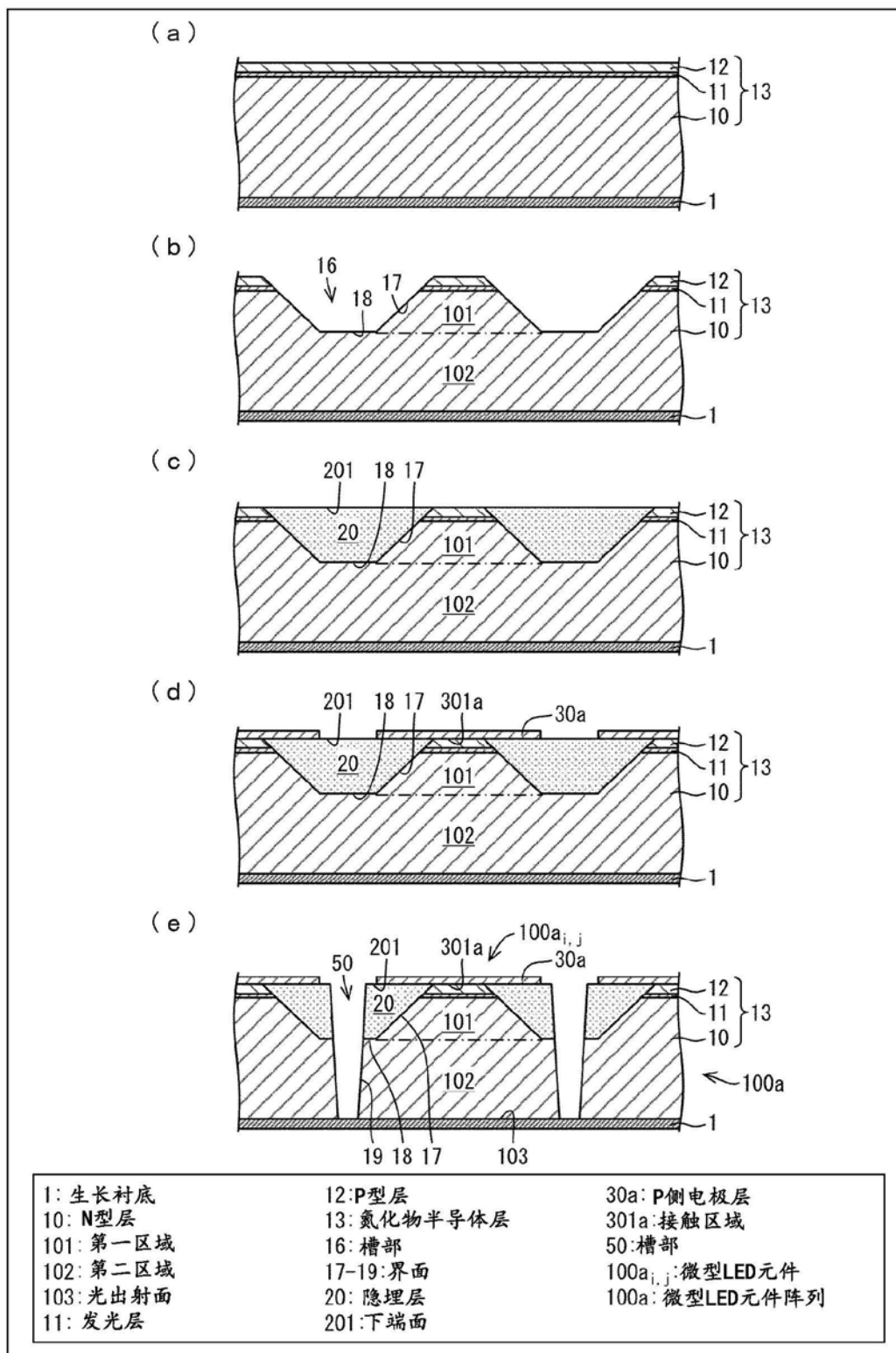


图6

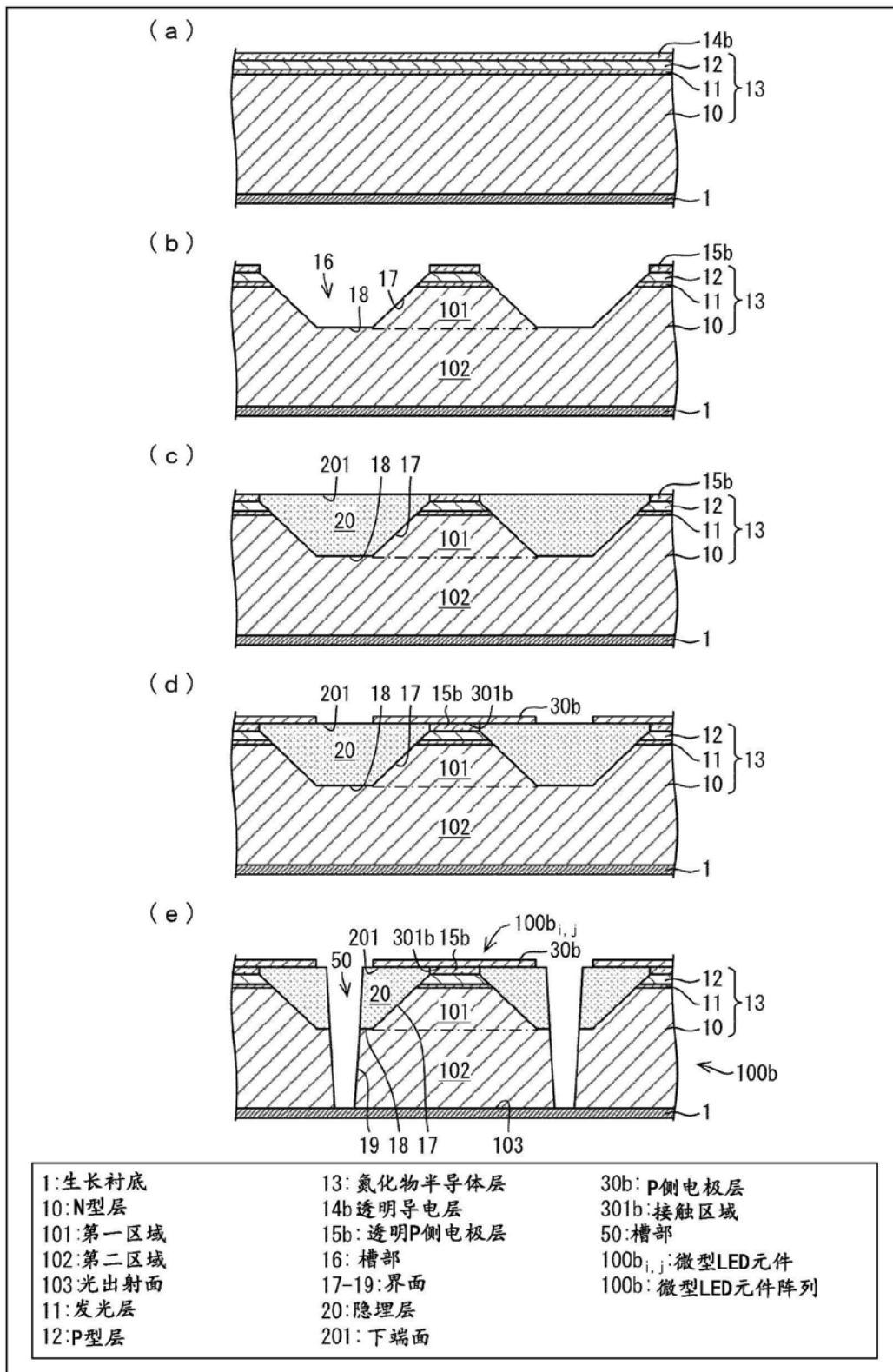


图7

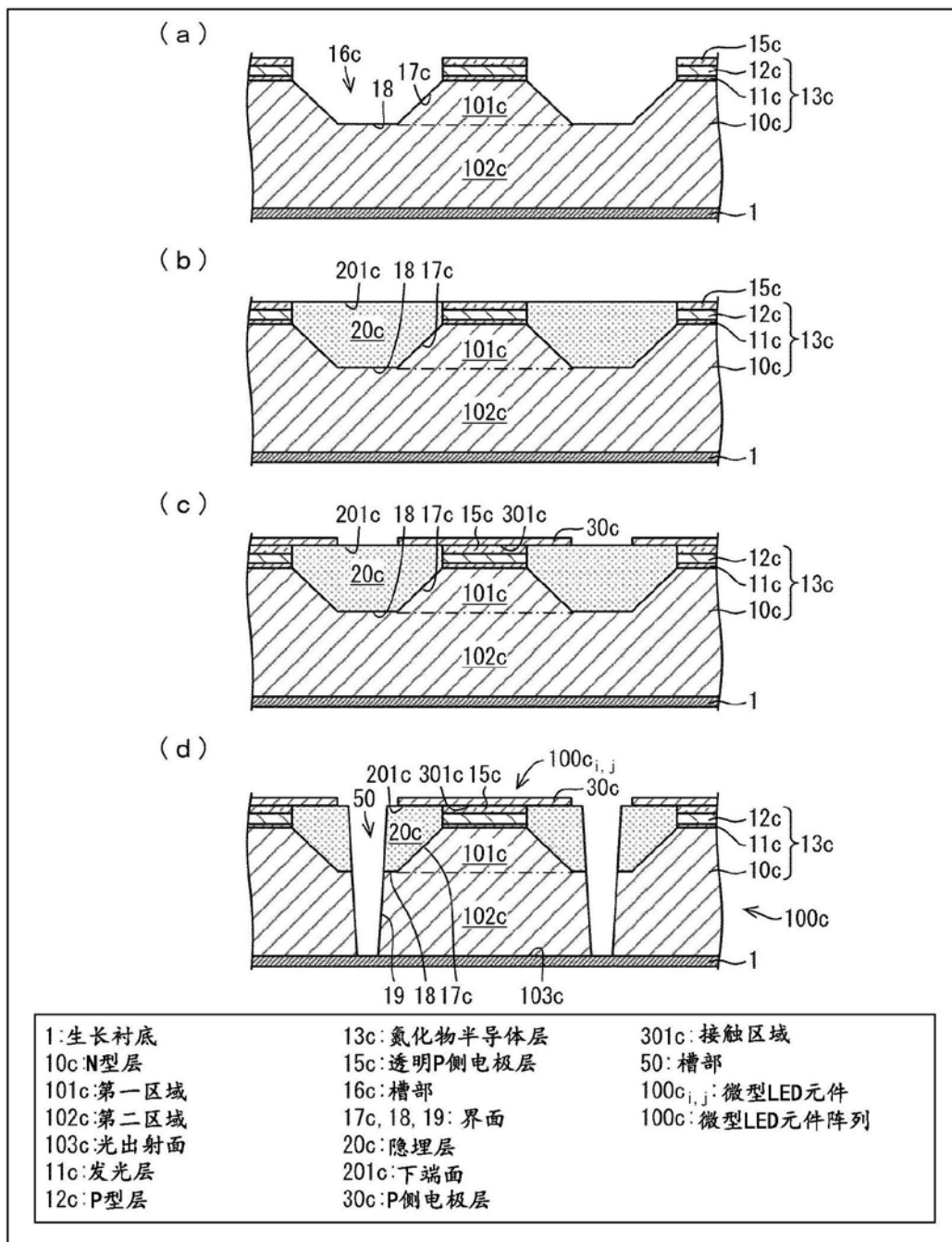


图8

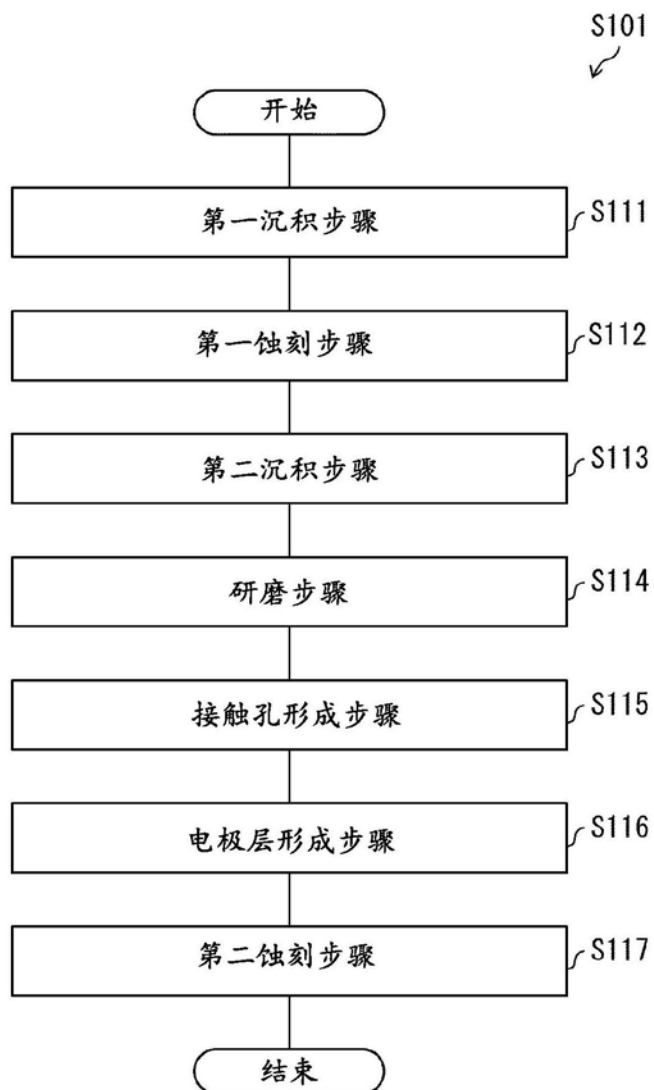


图10

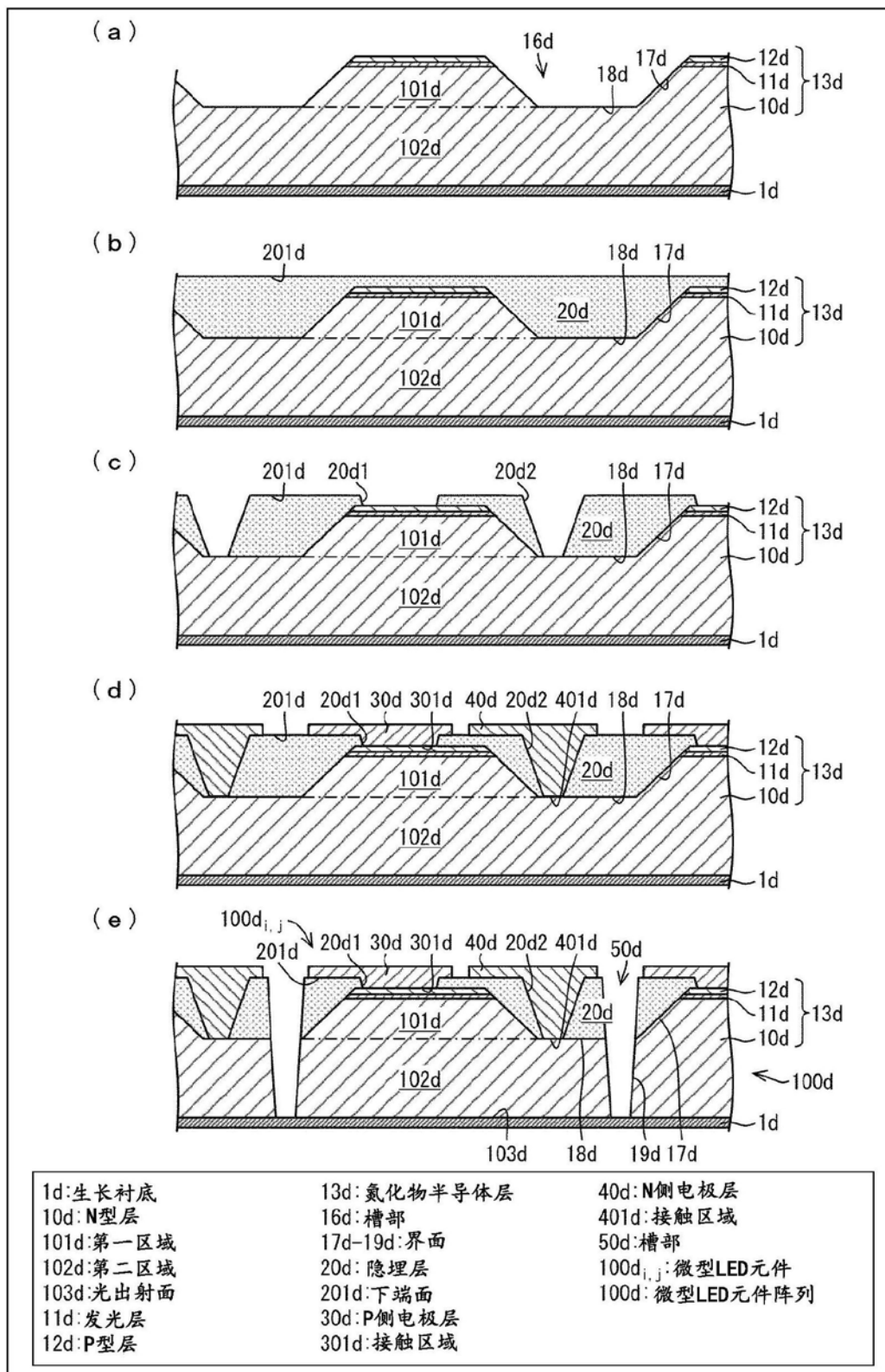


图11

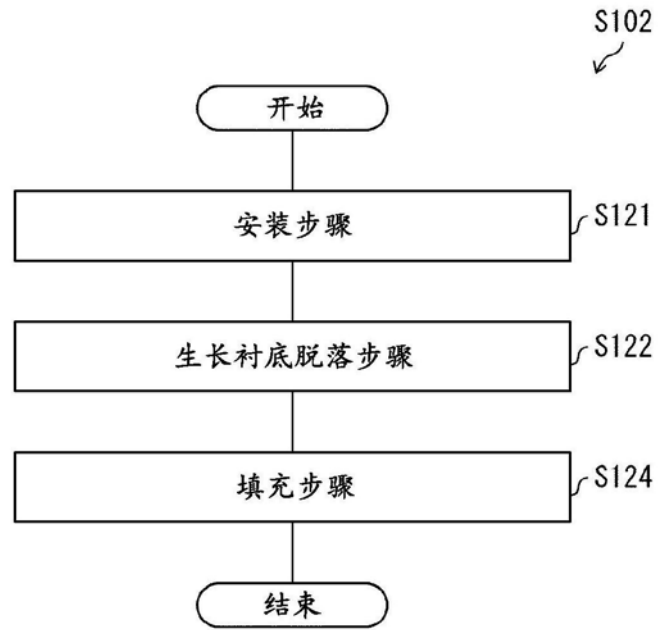


图12

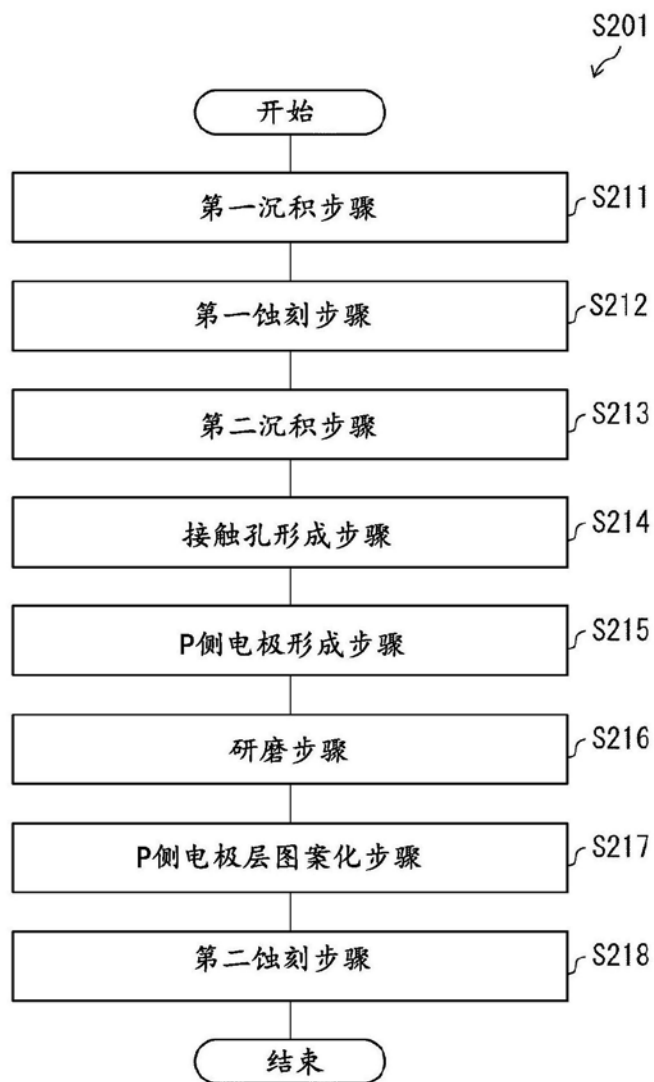


图14

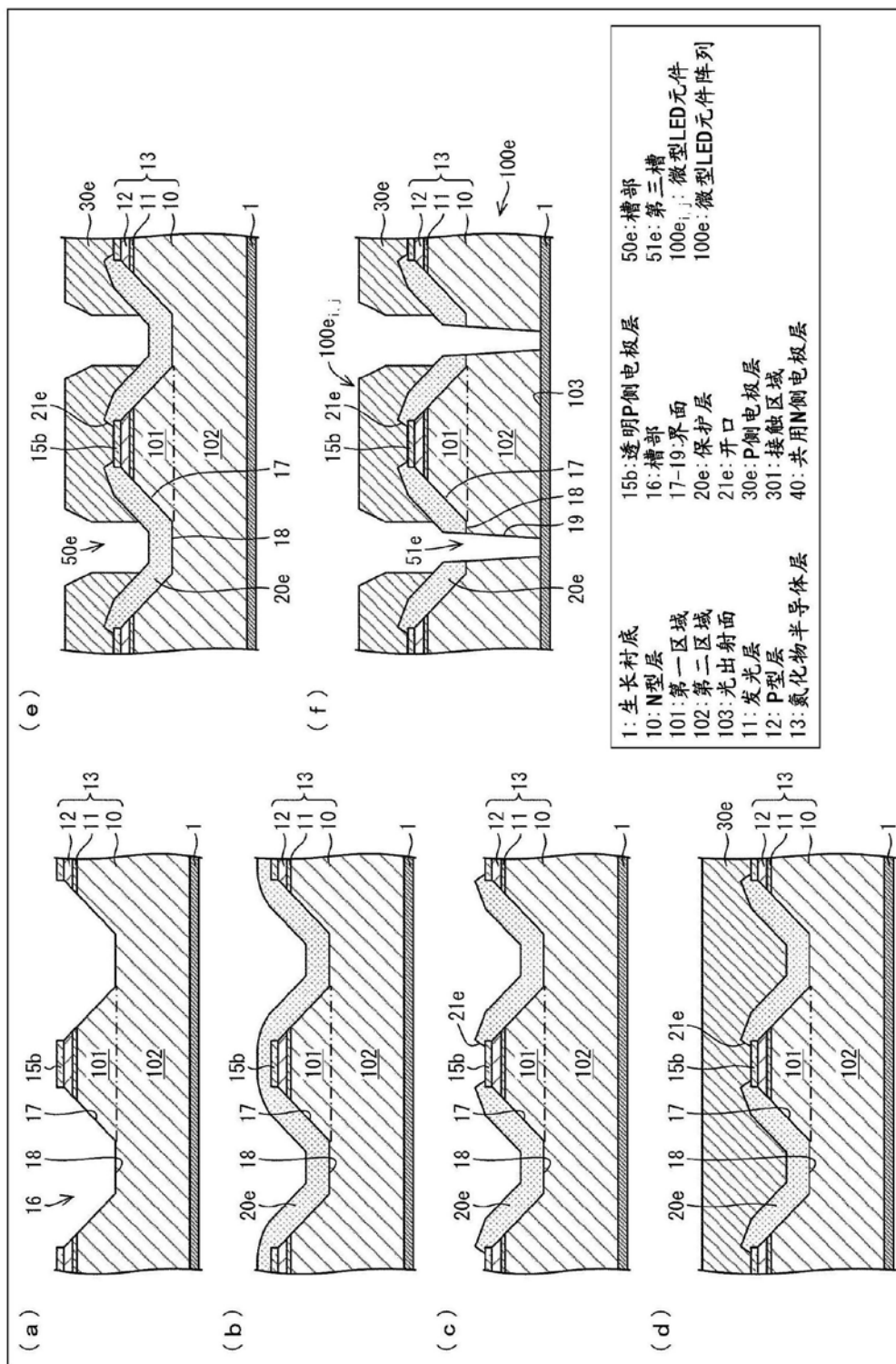


图15

专利名称(译)	微型LED元件、图像显示元件以及制造方法		
公开(公告)号	CN111052412A	公开(公告)日	2020-04-21
申请号	CN201880055065.2	申请日	2018-03-06
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	井口胜次		
发明人	井口胜次		
IPC分类号	H01L33/10 H01L33/48		
CPC分类号	H01L33/10 H01L33/48		
代理人(译)	王娟		
优先权	2017162485 2017-08-25 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明的微型LED元件(100i, j)包含有氮化物半导体层(13), 该氮化物半导体层(13)包含N型层(10), 第一界面(界面17)与发光层(11)所形成的角度(θ_1)为规定的第一角度(例如45度), 第二界面(界面19)与发光层(11)所形成的角度(θ_2)大于第一角度(例如 $\theta_1 = 45$ 度)。

