



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109411583 A

(43)申请公布日 2019. 03. 01

(21)申请号 201811296440.0

(22)申请日 2018.11.01

(71)申请人 京东方科技集团股份有限公司

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号

(72)发明人 王国强 王久石 刘清召

(74)专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138

代理人 杨广宇

(51)Int.Cl.

H01L 33/20(2010.01)

H01L 33/24(2010.01)

H01L 33/00(2010.01)

H01L 33/44(2010.01)

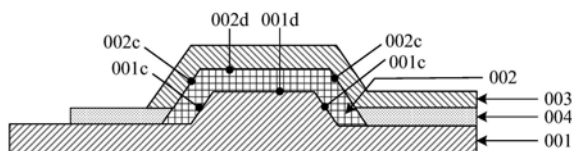
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

发光单元及其制造方法、显示装置

(57)摘要

本发明公开了一种发光单元及其制造方法、显示装置,属于显示技术领域。该发光单元包括:层叠设置的第一半导体层、发光层和第二半导体层,所述第二半导体层至少覆盖所述发光层的部分顶面和部分侧面,且所述第一半导体层与所述第二半导体层绝缘;其中,所述第一半导体层和第二半导体层中一个为N型半导体层,另一个为P型半导体层。本发明有效地增大了发光单元的光提取效率。本发明用于发光。



1. 一种发光单元,其特征在于,所述发光单元包括:

层叠设置的第一半导体层、发光层和第二半导体层,所述第二半导体层至少覆盖所述发光层的部分顶面和部分侧面,且所述第一半导体层与所述第二半导体层绝缘;

其中,所述第一半导体层和所述第二半导体层中一个为N型半导体层,另一个为P型半导体层。

2. 根据权利要求1所述的发光单元,其特征在于,

所述第一半导体层靠近所述发光层的一面具有第一凸起结构,所述发光层至少覆盖所述第一凸起结构的部分顶面和部分侧面。

3. 根据权利要求1所述的发光单元,其特征在于,所述发光层靠近所述第二半导体层的侧面相对于所述第一半导体层的底面倾斜设置。

4. 根据权利要求3所述的发光单元,其特征在于,所述发光层的顶面在所述第一半导体层上的正投影位于所述发光层的底面在所述第一半导体层上的正投影内。

5. 根据权利要求1至4任一所述的发光单元,其特征在于,所述发光单元还包括第一电极,所述第一电极与所述第一半导体层电连接,所述发光层在所述第一半导体层上的正投影与所述第一电极在所述第一半导体层上的正投影不重叠;

所述发光单元还包括:第二电极,所述第二电极与所述第二半导体层电连接,所述发光层在所述第一半导体层上的正投影与所述第二电极在所述第一半导体层上的正投影不重叠。

6. 根据权利要求5所述的发光单元,其特征在于,

所述第一半导体层还包括:第一延伸结构,所述发光层在所述第一半导体层上的正投影与所述第一延伸结构在所述第一半导体层上的正投影不重叠,所述第一电极设置在所述第一延伸结构上,且所述第一电极与所述第一延伸结构电连接;

所述第二半导体层还包括:第二延伸结构,所述发光层在所述第一半导体层上的正投影与所述第二延伸结构在所述第一半导体层上的正投影不重叠,所述第二电极设置在所述第二延伸结构上,且所述第二电极与所述第二延伸结构电连接。

7. 根据权利要求1至4任一所述的发光单元,其特征在于,所述发光单元还包括:折射层,所述折射层覆盖所述第二半导体层的出光面;

所述第二半导体层的折射率与所述折射层的折射率的差值小于预设阈值,且所述折射层的透光率大于所述第二半导体层的透光率;

或者,所述折射层的折射率小于所述第二半导体层的折射率,且所述折射层的折射率大于空气的折射率。

8. 根据权利要求7所述的发光单元,其特征在于,所述折射层的出光面具有至少一个第三凸起结构。

9. 根据权利要求7所述的发光单元,其特征在于,所述第二半导体层的材料包括:掺杂有金属的氮化镓,所述折射层的材料包括:氮化硅。

10. 根据权利要求1至4任一所述的发光单元,其特征在于,所述第二半导体层的出光面具有至少一个第四凸起结构。

11. 根据权利要求1至10任一所述的发光单元,其特征在于,所述发光单元包括:微LED结构。

12. 一种发光单元的制造方法,其特征在于,所述方法包括:
形成第一半导体层;
在所述第一半导体层的一侧形成发光层;
在所述发光层的一侧形成第二半导体层,所述第二半导体层至少覆盖所述发光层的部分顶面和部分侧面,且所述第一半导体层与所述第二半导体层绝缘;
其中,所述第一半导体层和第二半导体层中一个为N型半导体层,另一个为P型半导体层。
13. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,所述形成第一半导体层,包括:
形成第一半导体薄膜层;
对所述第一半导体薄膜层进行图形化处理,得到所述第一半导体层,所述第一半导体层的一侧具有第一凸起结构;
所述在所述第一半导体层的一侧形成发光层,包括:
在所述第一半导体层的一侧形成发光薄膜层;
对所述发光薄膜层进行图形化处理,得到至少覆盖所述第一凸起结构的部分顶面和部分侧面的发光层。
14. 根据权利要求12或13所述的方法,其特征在于,在所述发光层的一侧形成第二半导体层之后,所述方法还包括:
在所述第二半导体层的一侧形成折射层,所述折射层覆盖所述第二半导体层的出光面;
所述第二半导体层的折射率与所述折射层的折射率的差值小于预设阈值,且所述折射层的透光率大于所述第二半导体层的透光率;
或者,所述折射层的折射率小于所述第二半导体层的折射率,且所述折射层的折射率大于空气的折射率。
15. 一种显示装置,其特征在于,所述显示装置包括:权利要求1至11任一所述的发光单元。

发光单元及其制造方法、显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域,特别涉及一种发光单元及其制造方法、显示装置。

背景技术

[0002] 微型发光二极管(Micro Light Emitting Diode,微LED)技术,即LED微缩化和矩阵化技术,是在一个芯片上集成高密度的LED阵列,且每个LED具有较小的尺寸。其具有发光效率高、亮度高、解析度高和反应速度快等特点。因此,将该技术应用在显示面板中是显示技术的必然发展趋势。

[0003] 相关技术中,微LED器件包括:设置在发光层一侧的N型半导体层,以及设置在发光层另一侧的P型半导体层。其中,该一侧和另一侧为相对的两侧。并且,该发光层与N型半导体层的接触面,及该发光层与P型半导体层的接触面均为平面。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种发光单元及其制造方法、显示装置,可以解决相关技术中微LED器件的光提取效率较低的问题。所述技术方案如下:

[0005] 第一方面,提供了一种发光单元,所述发光单元包括:

[0006] 层叠设置的第一半导体层、发光层和第二半导体层,所述第二半导体层至少覆盖所述发光层的部分顶面和部分侧面,且所述第一半导体层与所述第二半导体层绝缘;

[0007] 其中,所述第一半导体层和第二半导体层中一个为N型半导体层,另一个为P型半导体层。

[0008] 可选地,所述第一半导体层靠近所述发光层的一面具有第一凸起结构,所述发光层至少覆盖所述第一凸起结构的部分顶面和部分侧面。

[0009] 可选地,所述发光层靠近所述第二半导体层的侧面相对于所述第一半导体层的底面倾斜设置。

[0010] 可选地,所述发光层的顶面在所述第一半导体层上的正投影位于所述发光层的底面在所述第一半导体层上的正投影内。

[0011] 可选地,所述发光单元还包括第一电极,所述第一电极与所述第一半导体层电连接,所述发光层在所述第一半导体层上的正投影与所述第一电极在所述第一半导体层上的正投影不重叠;

[0012] 所述发光单元还包括:第二电极,所述第二电极与所述第二半导体层电连接,所述发光层在所述第一半导体层上的正投影与所述第二电极在所述第一半导体层上的正投影不重叠。

[0013] 可选地,所述第一半导体层还包括:第一延伸结构,所述发光层在所述第一半导体层上的正投影与所述第一延伸结构在所述第一半导体层上的正投影不重叠,所述第一电极设置在所述第一延伸结构上,且所述第一电极与所述第一延伸结构电连接;

[0014] 所述第二半导体层还包括:第二延伸结构,所述发光层在所述第一半导体层上的

正投影与所述第二延伸结构在所述第一半导体层上的正投影不重叠,所述第二电极设置在所述第二延伸结构上,且所述第二电极与所述第二延伸结构电连接。

[0015] 可选地,所述发光单元还包括:折射层,所述折射层覆盖所述第二半导体层的出光面;

[0016] 所述第二半导体层的折射率与所述折射层的折射率的差值小于预设阈值,且所述折射层的透光率大于所述第二半导体层的透光率;

[0017] 或者,所述折射层的折射率小于所述第二半导体层的折射率,且所述折射层的折射率大于空气的折射率。

[0018] 可选地,所述折射层的出光面具有至少一个第三凸起结构。

[0019] 可选地,所述第二半导体层的材料包括:掺杂有金属的氮化镓,所述折射层的材料包括:氮化硅。

[0020] 可选地,所述第二半导体层的出光面具有至少一个第四凸起结构。

[0021] 可选地,所述发光单元包括:微LED结构。

[0022] 第二方面,提供了一种发光单元的制造方法,其特征在于,所述方法包括:

[0023] 形成第一半导体层;

[0024] 在所述第一半导体层的一侧形成发光层;

[0025] 在所述发光层的一侧形成第二半导体层,所述第二半导体层至少覆盖所述发光层的部分顶面和部分侧面,且所述第一半导体层与所述第二半导体层绝缘;

[0026] 其中,所述第一半导体层和第二半导体层中一个为N型半导体层,另一个为P型半导体层。

[0027] 可选地,所述形成第一半导体层,包括:

[0028] 形成第一半导体薄膜层;

[0029] 对所述第一半导体薄膜层进行图形化处理,得到所述第一半导体层,所述第一半导体层的一侧具有第一凸起结构;

[0030] 所述在所述第一半导体层的一侧形成发光层,包括:

[0031] 在所述第一半导体层的一侧形成发光薄膜层;

[0032] 对所述发光薄膜层进行图形化处理,得到至少覆盖所述第一凸起结构的部分顶面和部分侧面的发光层。

[0033] 可选地,在所述发光层的一侧形成第二半导体层之后,所述方法还包括:

[0034] 在所述第二半导体层的一侧形成折射层,所述折射层覆盖所述第二半导体层的出光面;

[0035] 所述第二半导体层的折射率与所述折射层的折射率的差值小于预设阈值,且所述折射层的透光率大于所述第二半导体层的透光率;

[0036] 或者,所述折射层的折射率小于所述第二半导体层的折射率,且所述折射层的折射率大于空气的折射率。

[0037] 第三方面,提供了一种显示装置,其特征在于,所述显示装置包括:第一方面任一个所述的发光单元。

[0038] 本发明提供的技术方案带来的有益效果是:

[0039] 本发明实施例提供的发光单元及其制造方法、显示装置,该发光单元包括层叠设

置的第一半导体层、发光层和第二半导体层,且该第二半导体层至少覆盖发光层的部分顶面和部分侧面,使得该发光单元的顶面和侧面均能够发光,相较于相关技术,增大了发光单元的发光面积,有效地增大了发光单元的光提取效率。

附图说明

[0040] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0041] 图1是本发明实施例提供的一种发光单元的结构示意图;

[0042] 图2是本发明实施例提供的另一种发光单元的结构示意图;

[0043] 图3是本发明实施例提供的再一种发光单元的结构示意图;

[0044] 图4是本发明实施例提供的又一种发光单元的结构示意图;

[0045] 图5是本发明实施例提供的还一种发光单元的结构示意图;

[0046] 图6是本发明实施例提供的一种光在第四凸起结构表面的反射和折射过程的示意图;

[0047] 图7是本发明实施例提供的再一种发光单元的结构示意图;

[0048] 图8是本发明实施例提供的又一种发光单元的结构示意图;

[0049] 图9是本发明实施例提供的还一种发光单元的结构示意图;

[0050] 图10是本发明实施例提供的一种氮化硅的折射率随波长变化的示意图;

[0051] 图11是本发明实施例提供的再一种发光单元的结构示意图;

[0052] 图12是本发明实施例提供的又一种发光单元的结构示意图;

[0053] 图13是本发明实施例提供的一种发光单元的制造方法的流程图;

[0054] 图14是本发明实施例提供的另一种发光单元的制造方法的流程图。

具体实施方式

[0055] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0056] 如发明人已知的,有一种微LED器件,该微LED器件包括:分别设置在发光层两侧的N型半导体层和P型半导体层。由于该发光层与N型半导体层的接触面,及该发光层与P型半导体层的接触面均为平面,导致该微LED器件的发光面积较小,该微LED器件的光提取效率较低。其中,光提取效率为单位时间内发射到自由空间的光子数与单位时间内电子跟空穴复合所产生的光子数的比值。

[0057] 本发明实施例提供了一种发光单元,该发光单元具有较大的发光面积,且具有较高的光提取率。如图1所示,该发光单元可以包括:

[0058] 层叠设置的第一半导体层001、发光层002和第二半导体层003,该第二半导体层003至少覆盖发光层002的部分顶面002d和部分侧面002c,且第一半导体层001与第二半导体层003绝缘。

[0059] 可选地,可以通过在第一半导体层001和第二半导体层003之间设置绝缘层004,使

该第一半导体层001和第二半导体层003之间达到绝缘的目的。且该绝缘层004的材料可以为氮化硅。

[0060] 其中,第一半导体层001和第二半导体层003中一个为N型半导体层,另一个为P型半导体层。例如,第一半导体层001可以为N型半导体层,第二半导体层003可以为P型半导体层。或者,第一半导体层001可以为P型半导体层,第二半导体层003可以为N型半导体层。

[0061] 示例地,该发光单元可以为微LED结构或LED结构等能够发光的结构。

[0062] 综上所述,本发明实施例提供的发光单元,该发光单元包括层叠设置的第一半导体层、发光层和第二半导体层,且该第二半导体层至少覆盖发光层的部分顶面和部分侧面,使得该发光单元的顶面和侧面均能够发光,相较于相关技术,增大了发光单元的发光面积,有效地增大了发光单元的光提取效率。并且,当该第二半导体层覆盖发光层的全部顶面和全部侧面时,能够使发光单元的全部顶面和全部侧面均能够发光,能够较大程度地增加发光单元的发光面积。

[0063] 其中,本文的A膜层覆盖B膜层的C面可以指:该A膜层覆盖在该C面上不同位置处的膜层的厚度可以相等或者不等,本发明实施例对其不做具体限定。并且,当A膜层覆盖在该C面上不同位置处的膜层的厚度相等时,该A膜层的图形与B膜层的图形能够较好的匹配,可以有效地保证该A膜层与B膜层的电学特性。例如,当第二半导体层003覆盖在发光层002的顶面002d和侧面002c上不同位置处的膜层的厚度相等时,该第二半导体层003的图形与发光层002的图形能够较好的匹配,能够保证载流子在该第二半导体层003和发光层002之间的传输效率,能够有效保证该发光单元的发光效率。

[0064] 可选地,第一半导体层001的结构可以有多种可实现方式,例如,如图1所示,该第一半导体层001靠近发光层002的一面可以具有第一凸起结构,此时,发光层002至少覆盖该第一凸起结构的部分顶面001d和部分侧面001c。或者,如图2所示,该第一半导体层001靠近发光层002的一面可以为平面。

[0065] 当第一半导体层001靠近发光层002的一面具有第一凸起结构时,在形成发光层002的过程中,在该第一凸起结构的侧面和顶面形成一定厚度的发光材料后,可以直接得到该发光层002,无需再对该发光层002的侧面和顶面进行图形化处理,能够保证该发光层002具有较好的电学特性,进而保证发光单元的光提取效率。

[0066] 并且,发光层002的结构也可以有多种可实现方式,例如,发光层002靠近第二半导体层003的侧面可以相对于第一半导体层001的底面倾斜设置,或者,发光层002靠近第二半导体层003的侧面可以相对于第一半导体层001的底面垂直设置。

[0067] 并且,当发光层002靠近第二半导体层003的侧面相对于第一半导体层001的底面倾斜设置时,发光层002的顶面002d在第一半导体层001上的正投影可以位于该发光层002在第一半导体层001上的正投影内部。进一步地,该发光层002的顶面002d可以为平面或曲面。例如,当第一半导体层001靠近发光层002的一面为平面,且该发光层002的顶面002d为平面时,该发光层002可以为棱台结构或圆台结构。

[0068] 示例地,如图1和图2所示,发光层002靠近第二半导体层003的侧面相对于第一半导体层001的底面倾斜设置,发光层002的顶面002d在第一半导体层001上的正投影位于发光层002在第一半导体层001上的正投影内部,且该发光层002的顶面为一平面。从该图1和图2可以看出,该发光层002的顶面的大小小于该发光层002的底面的大小,此时该发光层

002的顶面不会对从发光层002侧面发出的光形成遮挡,能够使更多的光照射至空气中,有效增大了发光层002的光提取率。

[0069] 示例地,如图3和图4所示,该发光层002靠近第二半导体层003的侧面相对于第一半导体层001的底面垂直设置。在该实现方式中,由于第二半导体层003覆盖发光层002的顶面和侧面,相较于相关技术,增大了发光单元的发光面积。

[0070] 进一步地,如图5所示,第二半导体层003的出光面可以具有至少一个第四凸起结构0031。且每个第四凸起结构0031的顶面0031a在第二半导体层003上的正投影位于该第四凸起结构0031的底面0031b在第二半导体层003上的正投影内部。示例地,每个第四凸起结构在沿垂直于第一半导体层的底面方向上的截面可以为梯形,且该梯形的底角可以为锐角。或者,每个第四凸起结构在沿垂直于第一半导体层的底面方向上的截面也可以为锐角三角形、半圆形或矩形。

[0071] 并且,当该第二半导体层003的出光面具有多个第四凸起结构0031时,该多个第四凸起结构0031可以均匀分布在第二半导体层003的出光面。其中,图5所示为第二半导体层003的出光面具有均匀分布的多个第四凸起结构0031的示意图。

[0072] 当该第二半导体层003的出光面具有至少一个第四凸起结构0031时,一方面,能够增大第二半导体层003的出光面的面积,进而增大发光单元的发光面积。另一方面,相较于第二半导体层003的出光面为平整表面的实现方式,第四凸起结构0031的设置使得光能够在第四凸起结构0031内发生反射和折射,通过光的反射能够改变光在第二半导体层003的出光面的入射角度,且当光的入射角度小于光的全反射角时,光能够通过光的折射从该第二半导体层003的出光面射出,即第四凸起结构的设置能破坏光的全反射条件,能够使更多的光从该第二半导体层003的出光面射出,增加了进入到空气中的光的量,能够增大发光单元的光提取效率。并且,当第二半导体层003的出光面具有均匀分布的多个第四凸起结构0031时,该均匀分布的多个第四凸起结构0031能够较均衡地对光进行反射和折射,能够进一步增加进入到空气中的光的量,进一步增大发光单元的光提取效率。

[0073] 示例地,请参考图6,当入射光G1照射至第四凸起结构0031的侧面时,该入射光G1中的部分光G2发生折射射入空气中,其他部分光G3被反射,该被反射的光G3照射在该第四凸起结构0031的另一侧面上时,该被反射的光G3又会发生折射射入空气中。但是,若该第二半导体层003的出光面为平整表面,当光照射至该出光面时,该光在该出光面发生反射,该反射的光可能会直接被反射至发光单元的内部,而无法再照射至空气中。由此可见,当该第二半导体层003的出光面具有至少一个第四凸起结构0031时,能够增加进入到空气中的光的量,提高发光单元的光提取率。

[0074] 进一步地,如图7所示,该发光单元还可以包括第一电极005,该第一电极005与第一半导体层001电连接,且发光层002在第一半导体层001上的正投影与该第一电极005在第一半导体层001上的正投影不重叠。该第一电极005用于向第一半导体层001加载第一电信号。其中,该发光层002在第一半导体层001上的正投影与该第一电极005在第一半导体层001上的正投影不重叠是指:发光层002在第一半导体层001上的正投影与该第一电极005在第一半导体层001上的正投影不存在重合区域。由于发光层002在第一半导体层001上的正投影与该第一电极005在第一半导体层001上的正投影不重叠,使得该第一电极005不会占用发光单元的发光面积,能够有效保证发光单元具有较大的发光面积。

[0075] 请继续参考图7,作为设置第一电极005的一种实现方式,该第一半导体层001还可以包括:第一延伸结构0011。第一电极005可以设置在该第一延伸结构0011上,该第一电极005与该第一延伸结构0011电连接,且发光层002在第一半导体层001上的正投影与第一延伸结构0011在第一半导体层001上的正投影不重叠。这样以来,能够保证发光层002在第一半导体层001上的正投影与该第一电极005在第一半导体层001上的正投影不重叠。其中,该第一电极005可以设置在该第一延伸结构0011的任一位置处,且该第一电极005可视为设置在该第一延伸结构0011上的接线柱或用于加载第一电信号的引线的焊点。

[0076] 相应的,请继续参考图7,该发光单元还可以包括:第二电极006,该第二电极006与第二半导体层003电连接,且该发光层002在第一半导体层001上的正投影与第二电极006在第一半导体层001上的正投影不重叠。该第二电极006用于向第二半导体层003加载第二电信号,且该第二电信号的极性与第一电信号的极性相反。由于发光层002在第一半导体层001上的正投影与第二电极006在第一半导体层001上的正投影不重叠,使得该第二电极006不会占用发光单元的发光面积,相较于将第二电极006设置在发光单元的出光面上的相关技术,增大了发光单元的发光面积。

[0077] 请继续参考图7,作为设置第二电极006的一种实现方式,该第二半导体层003还包括:第二延伸结构0031。第二电极006可以设置在该第二延伸结构0031上,第二电极006与第二延伸结构0031电连接,且发光层002在第一半导体层001上的正投影与第二延伸结构0031在第一半导体层001上的正投影不重叠。这样以来,能够保证发光层002在第一半导体层001上的正投影与第二电极006在第一半导体层001上的正投影不重叠。其中,该第二电极006可以设置在第二延伸结构0031的任一位置处,且该第二电极006可视为设置在该第二延伸结构0031上的接线柱或用于加载第二电信号的引线的焊点。

[0078] 进一步地,如图8或图9所示,该发光单元还可以包括:折射层007。该折射层007覆盖第二半导体层003的出光面。该第二半导体层003的折射率与折射层007的折射率的差值小于预设阈值,且折射层的透光率大于第二半导体层003的透光率。或者,该折射层007的折射率小于第二半导体层003的折射率,且该折射层007的折射率大于空气的折射率。

[0079] 当该第二半导体层003的折射率与折射层007的折射率的差值小于预设阈值时,可视为该第二半导体层003的折射率与折射层007的折射率相近。根据光学理论,当两种介质的折射率越接近,光由该两种介质中的一种介质进入另一种介质时的全反射角越大,光由该一种介质进入另一种介质时的全反射损失越小。由此可知,当该第二半导体层003的折射率与折射层007的折射率的差值小于预设阈值时,能够保证有尽量多的光能够通过光的折射从第二半导体层003进入折射层007。并且,根据光的传播规律,当从第二半导体层003被折射至折射层的光照射在折射层的出光面时,部分光会发生折射,部分光(为便于区分,下面称为首次被折射层的出光面反射的光)会发生反射,该发生折射的光能够直接照射至空气中,该被反射的光被反射至折射层和第二半导体层003的交界面又会被反射,该被反射的光在照射至折射层的出光面时又会发生反射和折射,按照该规律循环,最终能够使首次被折射层的出光面反射的光中的多数光被折射至空气中。同时,由于折射层的透光率大于第二半导体层003的透光率,能够保证尽量多的光从该折射层透过,且首次被折射层的出光面反射的光中最终被折射至空气中的光量通常远大于被该折射层的透光率阻挡的光量,因此,该折射层的设置能够增大照射至空气中的光量。

[0080] 示例地,当第二半导体层003的材料包括:掺杂有金属的氮化镓(GaN)时,该折射层007的材料可以为氮化硅(Si_3N_4),氮化镓对可见光的折射率约为2.5,空气对可见光的折射率约为1,当光从氮化镓进入空气时,其全反射角约为 24° ,其光提取率约为4%。氮化硅对可见光的折射率请参考图10,该图10的纵坐标为氮化硅对不同波长的可见光的折射率,横坐标为光的波长,单位为纳米,根据图10可知该氮化硅对光的折射率的范围为 $[1.9, 2.1]$,由于该氮化镓和该氮化硅的折射率接近,当光从氮化镓进入氮化硅时,其全反射角约为 55° ,其光提取率可增加至50%至70%。并且,当第二半导体层003的出光面上设置有由氮化硅制成的折射层时,被折射至折射层的光照射在折射层的出光面时,部分光被折射至空气中,部分光被反射,且被反射的光经过多次反射和折射后,该被反射的光中的多数光最终能够被折射至空气中,因此,能够有效增大发光单元的光提取效率。

[0081] 当该折射层007的折射率小于第二半导体层003的折射率,且折射层007的折射率大于空气的折射率时,由于该第二半导体层003的折射率与折射层007的折射率相近,能够增大光由第二半导体层003进入折射层007的全反射角,且由于折射层007的折射率与空气的折射率相近,能够增大光由折射层007进入空气的全反射角,能够减小该两个过程中被全反射的光的量。并且,通过设置该折射层,使得光能够在第二半导体层003和折射层的交界面,及折射层的出光面发生折射和反射过程,增大被照射至空气中的光量,进而增大了发光单元的光提取效率。

[0082] 进一步地,如图11和图12所示,该折射层007的出光面可以具有至少一个第三凸起结构0071,且每个第三凸起结构0071的顶面0071a在折射层007上的正投影位于该第三凸起结构0071的底面0071b在折射层007的正投影内部。示例地,每个第三凸起结构在沿垂直于第一半导体层的底面方向上的截面可以为梯形,且该梯形的底角可以为锐角。或者,每个第三凸起结构在沿垂直于第一半导体层的底面方向上的截面也可以为锐角三角形、半圆形或矩形。

[0083] 当该折射层007的出光面具有第三凸起结构0071时,一方面,能够增大折射层007的出光面的面积,进而增大发光单元的发光面积,另一方面,第三凸起结构0071的设置使得光能够在第三凸起结构0071内发生反射和折射,通过该反射和折射能够增加进入到空气中的光的量(其原理请相应参考第四凸起结构增加进入到空气中的光的量的原理)。并且,当折射层007的出光面具有均匀分布的多个第三凸起结构0071时,该均匀分布的多个第三凸起结构0071能够较均衡地对光进行反射和折射,能够进一步增加进入到空气中的光的量,以进一步增大发光单元的光提取效率。

[0084] 例如,假设图11所示的微LED的高度为2微米,直径为10微米,根据实验结果可得,该图11所示的微LED的出光面积比相关技术中的微LED的出光面积至少多30平方微米,因此,本发明实施例提供的微LED有效地增大了发光单元的发光面积,能够使更多的光照射至空气中,有效增大了发光单元的光提取率。

[0085] 综上所述,本发明实施例提供的发光单元,该发光单元包括层叠设置的第一半导体层、发光层和第二半导体层,且该第二半导体层至少覆盖发光层的部分顶面和部分侧面,使得该发光单元的顶面和侧面均能够发光,相较于相关技术,增大了发光单元的发光面积,有效地增大了发光单元的光提取效率。

[0086] 本发明实施例提供一种发光单元的制造方法,如图13所示,该方法可以包括:

[0087] 步骤301、形成第一半导体层。

[0088] 步骤302、在第一半导体层的一侧形成发光层。

[0089] 步骤303、在发光层的一侧形成第二半导体层，第二半导体层至少覆盖发光层的部分顶面和部分侧面，且第一半导体层与第二半导体层绝缘。

[0090] 其中，第一半导体层和第二半导体层中一个为N型半导体层，另一个为P型半导体层。例如，第一半导体层可以为N型半导体层，第二半导体层可以为P型半导体层。或者，第一半导体层可以为P型半导体层，第二半导体层可以为N型半导体层。

[0091] 综上所述，本发明实施例提供的发光单元的制造方法，通过该方法制造的发光单元包括层叠设置的第一半导体层、发光层和第二半导体层，且该第二半导体层至少覆盖发光层的部分顶面和部分侧面，使得该发光单元的顶面和侧面均能够发光，相较于相关技术，增大了发光单元的发光面积，有效地增大了发光单元的光提取效率。

[0092] 在制造发光单元时，通常先提供一衬底基板，然后在衬底基板上形成各个膜层，下面以该第一半导体层为N型半导体层，该第二半导体层为P型半导体层，且在衬底基板上形成各个膜层为例，对该发光单元的制造方法进行说明。如图14所示，该方法可以包括：

[0093] 步骤401、提供一衬底基板。

[0094] 其中，衬底基板可以为透明基板，其具体可以是采用玻璃、石英、透明树脂等具有一定硬度的透光且非金属材料制成的基板。

[0095] 步骤402、在衬底基板上形成第一半导体层。

[0096] 可以采用磁控溅射、热蒸发或者等离子体增强化学气相沉积法 (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD) 等方法在衬底基板上沉积一层具有一定厚度的第一半导体材料，得到第一半导体薄膜层，然后通过一次构图工艺对第一半导体薄膜层进行图形化处理得到第一半导体层。其中，一次构图工艺可以包括：光刻胶涂覆、曝光、显影、刻蚀和光刻胶剥离。可选地，该第一半导体材料和该第一半导体层的厚度可以根据实际需要设置。示例的，该第一半导体材料可以为掺杂有非金属的半导体材料。例如，该第一半导体材料可以为掺杂有硅的氮化镓。

[0097] 可选地，该第一半导体层远离衬底基板的一面可以为平面，或者，该第一半导体层远离衬底基板的一面可以具有第一凸起结构。并且，该第一半导体层除了包括被后续形成的发光层覆盖的部分外，该第一半导体层还可以包括：第一延伸结构，该发光层在第一半导体层上的正投影与该第一延伸结构在该第一半导体层上的正投影不重叠。

[0098] 在对第一半导体薄膜层进行图形化处理时，可以根据实际需要选择对该第一半导体薄膜层进行图形化处理时所执行的具体操作，以得到满足不同实际需要的第一半导体层的结构，本发明实施例以以下两种可实现方式为例，对其进行说明：

[0099] 在一种可实现方式中，当待形成的第一半导体层远离衬底基板的一面为平面时，对第一半导体薄膜层进行图形化处理时的操作过程请参考下述过程。

[0100] 由于形成的第一半导体薄膜层为整层结构，且该整层结构的厚度可以等于待形成的第一半导体层的厚度，此时，在对该第一半导体薄膜层进行图形化处理时，可以在第一半导体薄膜层远离衬底基板的表面上涂覆光刻胶，并采用掩膜版对光刻胶进行曝光和显影处理，以去除第一半导体薄膜层表面除待形成的第一半导体层位置处以外的光刻胶。然后，对经过显影处理的第一半导体薄膜层进行刻蚀处理，并在完成刻蚀处理后剥离覆盖在第一半

导体薄膜层上的光刻胶,以得到远离衬底基板的一面为平面的第一半导体层。

[0101] 另一种可实现方式中,当待形成的第一半导体层远离衬底基板的一面具有第一凸起结构,且该第一半导体层还包括第一延伸结构时,对第一半导体薄膜层进行图形化处理时的操作过程请参考下述过程。

[0102] 由于形成的第一半导体薄膜层为整层结构,且该整层结构的厚度可以等于待形成的第一半导体层的厚度,此时,在对该第一半导体薄膜层进行图形化处理时,可以在第一半导体薄膜层远离衬底基板的表面上涂覆光刻胶,并采用半色调掩膜版对光刻胶进行曝光和显影处理,以去除第一半导体薄膜层表面除待形成的第一半导体层位置处以外的光刻胶,得到形成在第一凸起结构和形成在第一延伸结构远离衬底基板的表面上具有不同厚度的光刻胶。然后,对经过显影处理的第一半导体薄膜层进行刻蚀处理,以去除除待形成的第一半导体层位置处以外的第一半导体材料。再对形成在该第一凸起结构和第一延伸结构远离衬底基板表面的光刻胶进行灰化处理,以去除待形成的第一延伸结构远离衬底基板表面的光刻胶,然后对该待形成的第一延伸结构处的第一半导体薄膜层进行刻蚀处理,并在完成刻蚀处理后剥离覆盖在第一半导体薄膜层上的光刻胶,以得到远离衬底基板的一面具有第一凸起结构和第一延伸结构的第一半导体层。

[0103] 需要说明的是,在对该图形化处理的另一种可实现方式进行说明时,仅是以该第一凸起结构的侧面相对于第一半导体层的底面垂直设置为例进行的说明,当该第一凸起结构的侧面相对于第一半导体层的底面倾斜设置时,其实现方式请相应参考上述图形化处理的实现方式,此处不再赘述。

[0104] 步骤403、在形成有第一半导体层的衬底基板上形成第一电极。

[0105] 可以采用磁控溅射、热蒸发或者PECVD等方法在形成有第一半导体层的衬底基板上沉积一层具有一定厚度的导电材料,得到第一电极薄膜层,然后通过一次构图工艺对第一电极薄膜层进行图形化处理得到第一电极。该第一电极与第一半导体层电连接,该第一电极用于向第一半导体层加载第一电信号。可选地,该第一电极可以设置在第一延伸结构上,且第一电极与第一延伸结构电连接。

[0106] 步骤404、在形成有第一电极的衬底基板上形成发光层。

[0107] 可以采用磁控溅射、热蒸发或者PECVD等方法在形成有第一电极的衬底基板上沉积一层具有一定厚度的发光材料,得到发光薄膜层,然后通过一次构图工艺对发光薄膜层进行图形化处理得到发光层。可选地,该发光材料和该发光层的厚度可以根据实际需要进行设置。示例的,该发光材料可以为量子阱材料。例如,该量子阱材料可以为铟氮化镓和氮化镓的混合材料(InGaN/GaN)。

[0108] 其中,发光层在第一半导体层上的正投影与第一电极在第一半导体层上的正投影不重叠,此时,第一电极的设置不会占用发光单元的发光面积,能够有效保证发光单元具有较大的发光面积。当第一电极设置在第一延伸结构上时,该第一延伸结构和发光层的位置设置需要满足:该发光层在第一半导体层上的正投影与第一延伸结构在第一半导体层上的正投影不重叠,以保证发光层在第一半导体层上的正投影与第一电极在第一半导体层上的正投影不重叠。

[0109] 并且,当第一半导体层的结构不同时,该形成的发光层的结构也不同。例如,当第一半导体层远离衬底基板的一面为平面时,可以对发光薄膜层进行图形化处理,以得到形

成在该平面上的呈凸起结构的发光层。示例的,该发光层可以为棱台结构或圆台结构。或者,当第一半导体层远离衬底基板的一面具有第一凸起结构时,可以对发光薄膜层进行图形化处理,以得到至少覆盖该第一凸起结构的部分顶面和部分侧面的发光层。进一步的,该第一凸起结构靠近发光层的侧面可以相对于第一半导体层的底面倾斜设置或垂直设置,相应的,该发光层靠近第二半导体层的侧面也可以相对于第一半导体层的底面倾斜设置或垂直设置。

[0110] 步骤405、在形成有发光层的衬底基板上形成第二半导体层,该第二半导体层至少覆盖发光层的部分顶面和部分侧面,且第一半导体层与第二半导体层绝缘。

[0111] 可以采用磁控溅射、热蒸发或者PECVD等方法在形成有发光层的衬底基板上沉积一层具有一定厚度的第二半导体材料,得到第二半导体薄膜层,然后通过一次构图工艺对第二半导体薄膜层进行图形化处理,得到至少覆盖发光层的部分顶面和部分侧面的第二半导体层。其中,该第二半导体材料和该第二半导体层的厚度可以根据实际需要进行设置。示例的,该第二半导体材料可以为掺杂有金属的半导体材料。例如,该第二半导体材料可以为掺杂有镁的氮化镓。

[0112] 可选地,该第二半导体层远离衬底基板的表面可以为平整的表面,或者,该得到的第二半导体层远离衬底基板的表面可以具有至少一个第四凸起结构或均匀分布的多个第四凸起结构。并且,该第二半导体层除了包括覆盖发光层的部分顶面和部分侧面的部分外,该第二半导体层还可以包括:第二延伸结构,发光层在第一半导体层上的正投影与该第二延伸结构在第一半导体层上的正投影不重叠。

[0113] 由于第二延伸结构无需覆盖在发光层的顶面和侧面,使得可以以平铺的方式设置该第二延伸结构(即形成的第二延伸结构的延伸方向平行于衬底基板的表面)。由于相关技术中无法以平铺的方式设置第二延伸结构,使得相关技术中设置对应膜层时的技术难度较大,且发光单元的集成难度加大,相较于相关技术,通过以平铺的方式设置该第二延伸结构,能够简化第二延伸结构的制造难度,且有利于发光单元的集成。

[0114] 需要说明的是,对于第一半导体层表面未设置有发光层,且该表面正上方需要设置第二半导体层的区域,在形成第二半导体层之前,可以在该区域中形成绝缘层,以将该第二半导体层和第一半导体层进行绝缘。例如,对于待设置第二延伸结构且第一半导体层远离衬底基板的表面未设置有发光层的区域,可以在形成第二半导体层之前,在该区域中先设置绝缘层,以保证该第二延伸结构与第一半导体层绝缘。

[0115] 步骤406、在形成有第二半导体层的衬底基板上形成第二电极。

[0116] 可以采用磁控溅射、热蒸发或者PECVD等方法在形成有第二半导体层的衬底基板上沉积一层具有一定厚度的导电材料,得到第二电极薄膜层,然后通过一次构图工艺对第二电极薄膜层进行图形化处理得到第二电极。该第二电极与第二半导体层电连接,该第二电极用于向第二半导体层加载第二电信号,该第二电信号的极性与第一半导体层上加载的第一电信号的极性相反。可选地,该第二电极可以设置在第二延伸结构上,且第二电极与第二延伸结构电连接。

[0117] 步骤407、在形成有第二电极的衬底基板上形成折射层,该折射层覆盖第二半导体层的顶面和侧面。

[0118] 可以采用磁控溅射、热蒸发或者PECVD等方法在形成有第二电极的衬底基板上沉

积一层具有一定厚度的折射材料,得到折射薄膜层,然后通过一次构图工艺对折射薄膜层进行图形化处理得到覆盖第二半导体层的出光面的折射层。可选地,如图8或图9所示,该折射层的出光面可以为平整的表面。或者,如图11或图12所示,该折射层的出光面可以具有至少一个第三凸起结构或均匀分布的多个第三凸起结构。

[0119] 可选地,第二半导体层的折射率与该折射材料(即折射层的材料)的折射率的差值可以小于预设阈值,且折射层的透光率大于第二半导体层的透光率。或者,该折射材料的折射率可以小于第二半导体层的折射率,且该折射材料的折射率可以大于空气的折射率。例如,当第二半导体层的材料包括:掺杂有镁的氮化镓时,该折射材料可以包括:氮化硅。

[0120] 综上所述,本发明实施例提供的发光单元的制造方法,通过该方法制造的发光单元包括层叠设置的第一半导体层、发光层和第二半导体层,且该第二半导体层至少覆盖发光层的部分顶面和部分侧面,使得该发光单元的顶面和侧面均能够发光,相较于相关技术,增大了发光单元的发光面积,有效地增大了发光单元的光提取效率。

[0121] 需要说明的是,本发明实施例提供的发光单元的制造方法步骤的先后顺序可以进行适当调整,步骤也可以根据情况进行相应增减,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化的方法,都应涵盖在本发明的保护范围之内,因此不再赘述。

[0122] 本发明实施例提供一种显示装置,该显示装置可以包括本发明实施例提供的发光单元。可选地,该显示装置可以为:液晶面板、电子纸、有机发光二极管(英文:Organic Light-Emitting Diode,简称:OLED)面板、手机、平板电脑、电视机、显示器、笔记本电脑、数码相机、导航仪等任何具有显示功能的装置或部件。且该发光单元可以为微LED结构。

[0123] 以上仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

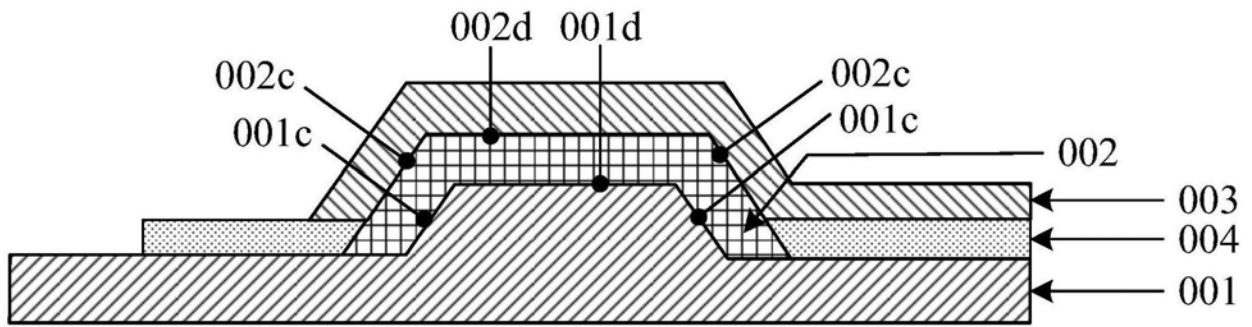


图1

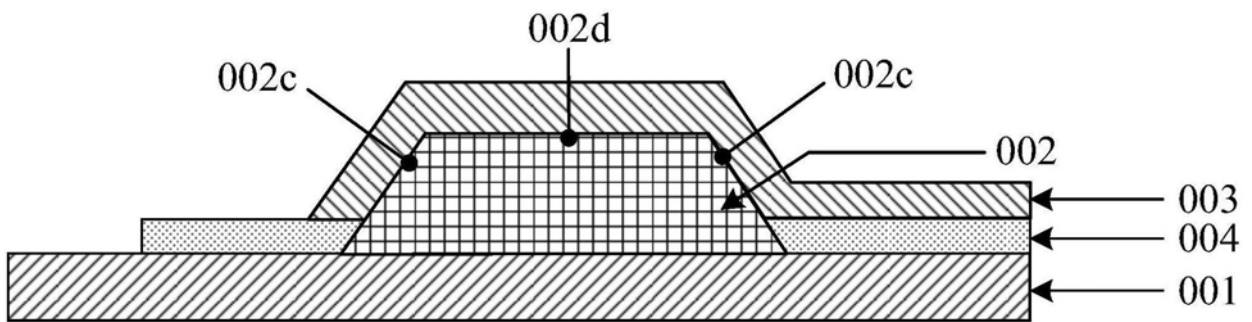


图2

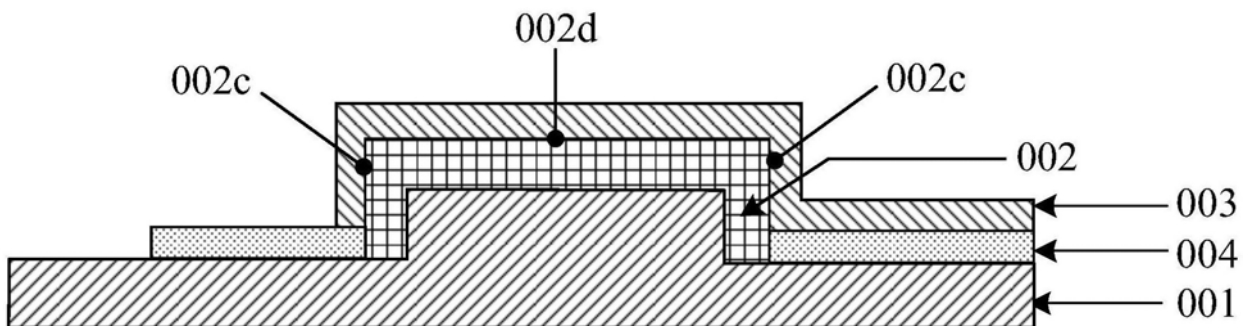


图3

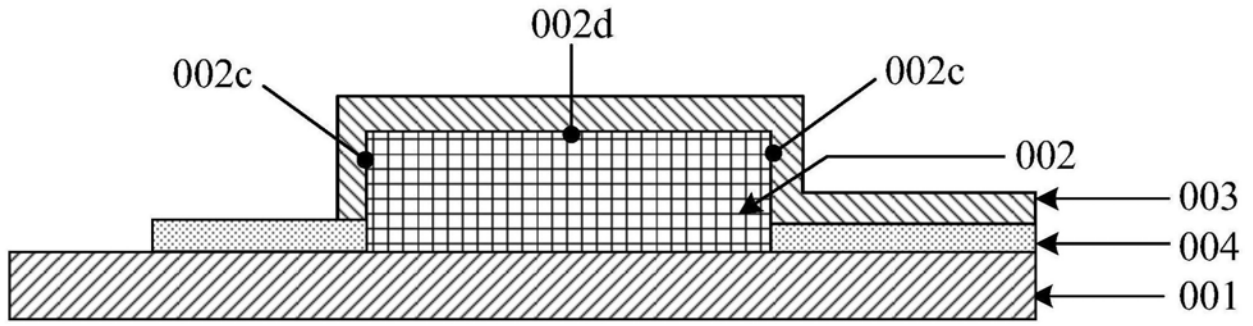


图4

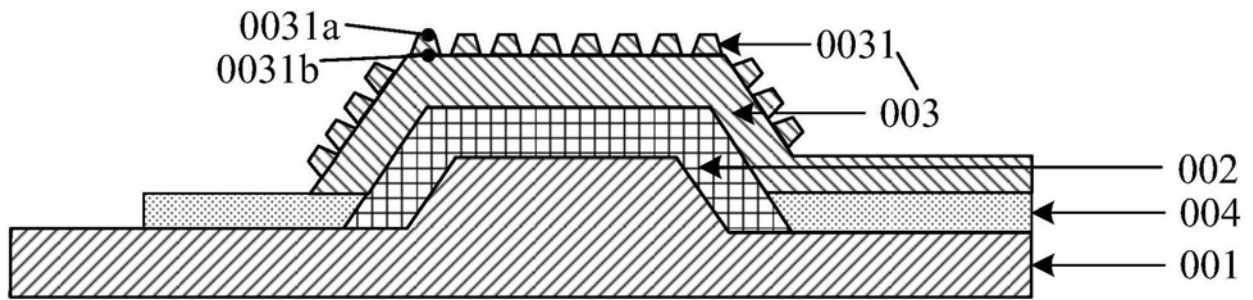


图5

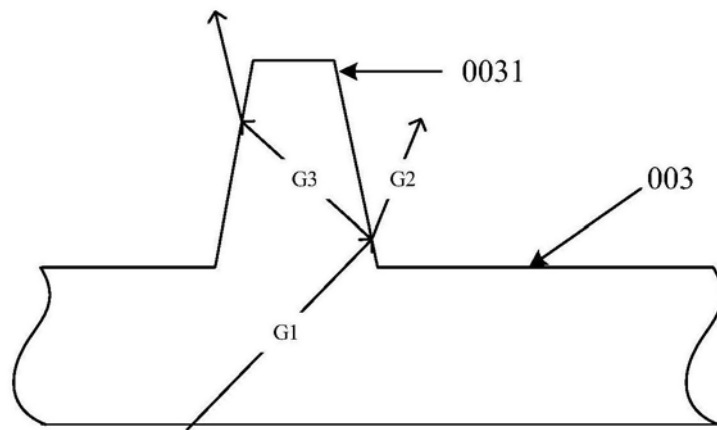


图6

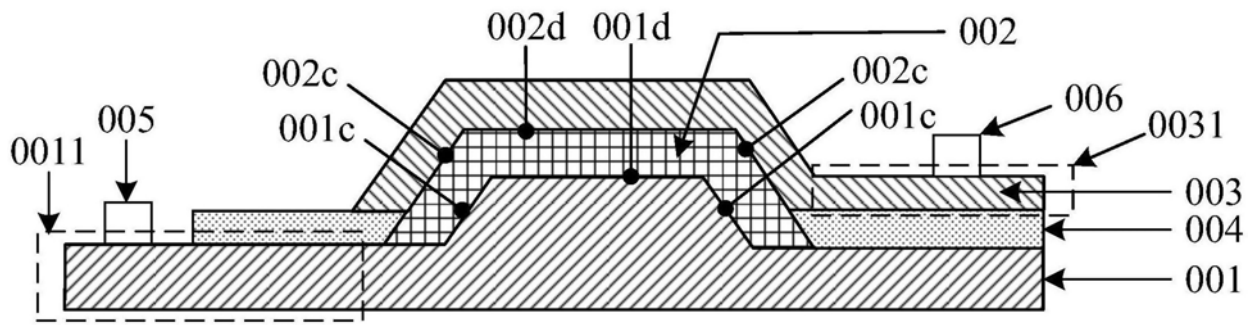


图7

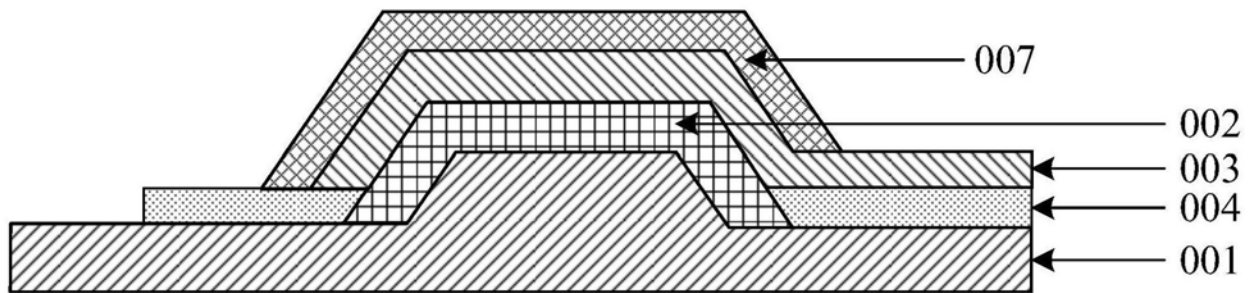


图8

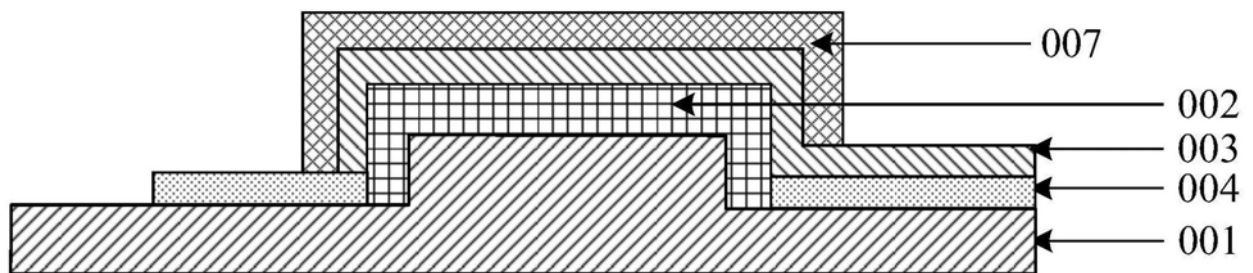


图9

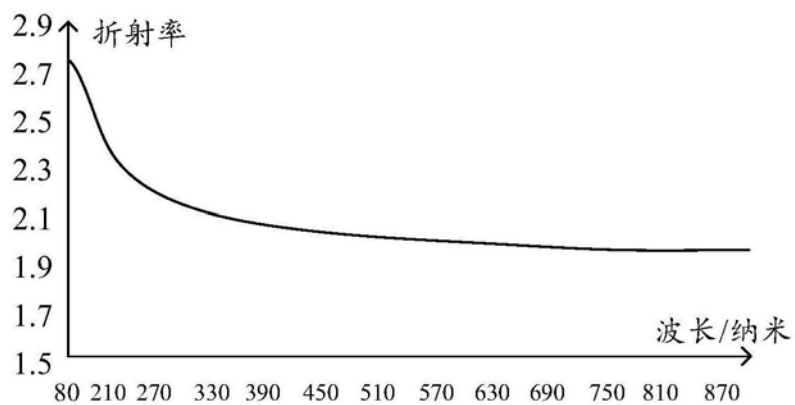


图10

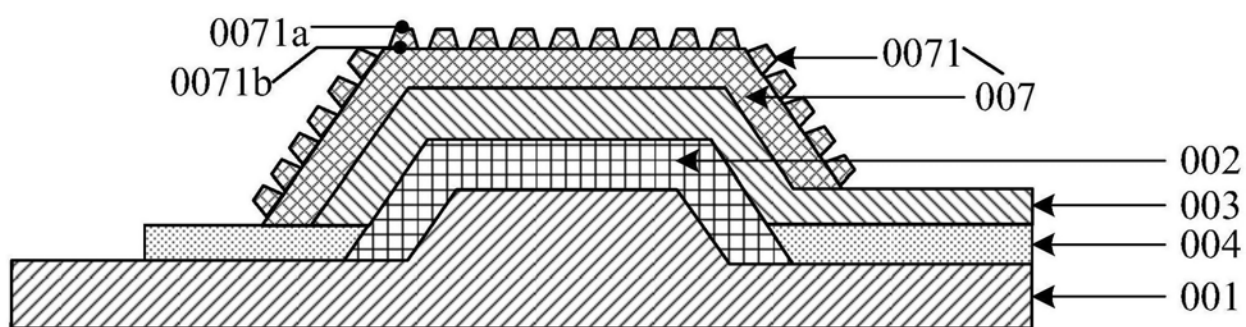


图11

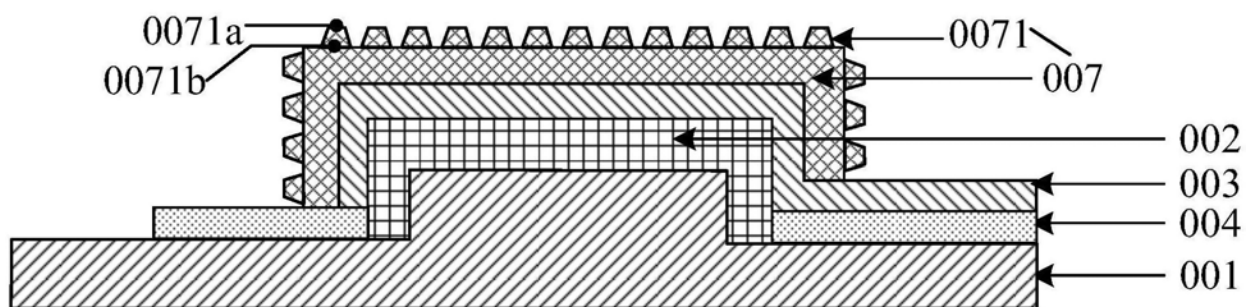


图12

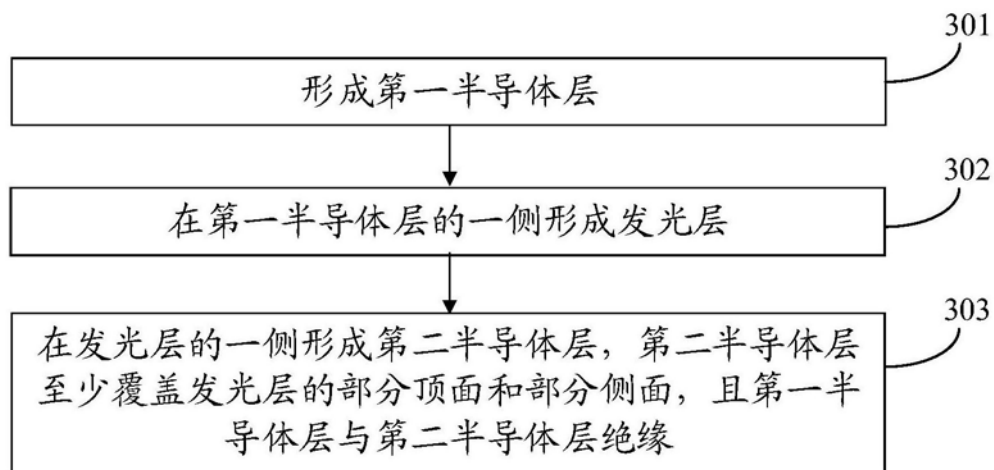


图13

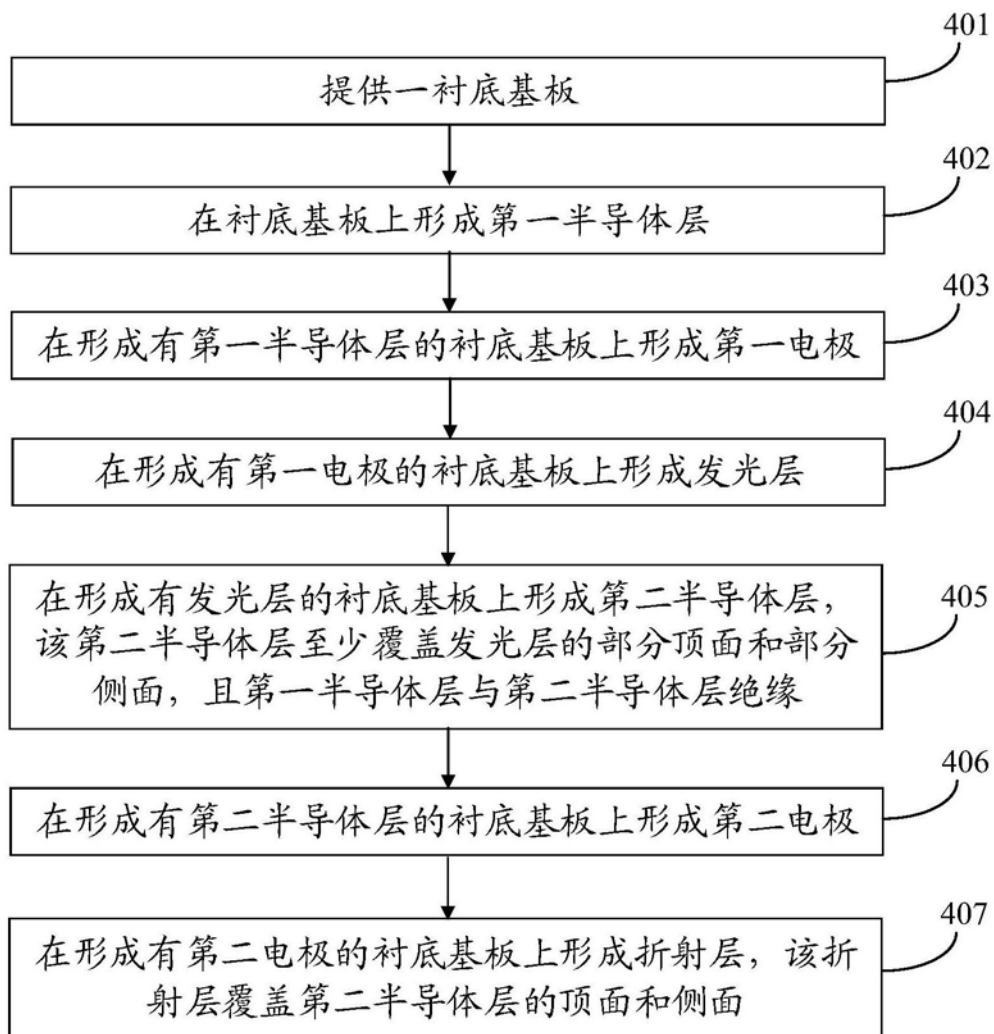


图14

专利名称(译)	发光单元及其制造方法、显示装置		
公开(公告)号	CN109411583A	公开(公告)日	2019-03-01
申请号	CN201811296440.0	申请日	2018-11-01
[标]申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司		
[标]发明人	王国强 王久石 刘清召		
发明人	王国强 王久石 刘清召		
IPC分类号	H01L33/20 H01L33/24 H01L33/00 H01L33/44		
CPC分类号	H01L33/0066 H01L33/0075 H01L33/20 H01L33/24 H01L33/44 H01L2933/0025		
代理人(译)	杨广宇		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种发光单元及其制造方法、显示装置，属于显示技术领域。该发光单元包括：层叠设置的第一半导体层、发光层和第二半导体层，所述第二半导体层至少覆盖所述发光层的部分顶面和部分侧面，且所述第一半导体层与所述第二半导体层绝缘；其中，所述第一半导体层和第二半导体层中一个为N型半导体层，另一个为P型半导体层。本发明有效地增大了发光单元的光提取效率。本发明用于发光。

