



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112952014 A

(43) 申请公布日 2021.06.11

(21) 申请号 202110401128.9

B82Y 40/00 (2011.01)

(22) 申请日 2021.04.14

(71) 申请人 北京京东方技术开发有限公司
地址 100176 北京市北京经济技术开发区
地泽路9号1幢407室
申请人 京东方科技集团股份有限公司

(72) 发明人 王好伟

(74) 专利代理机构 北京博思佳知识产权代理有
限公司 11415
代理人 张玲玲

(51) Int. Cl.
H01L 51/50 (2006.01)
H01L 51/56 (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01)
B82Y 30/00 (2011.01)

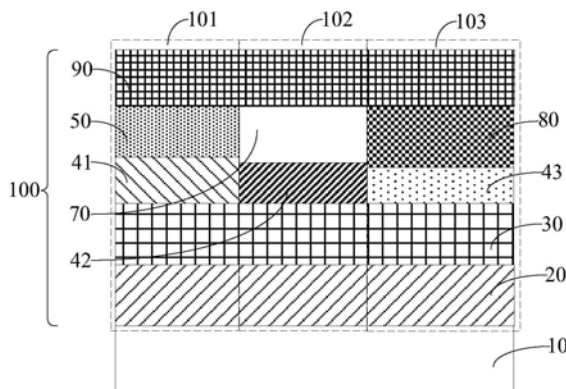
权利要求书3页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

发光二极管及其制备方法、显示面板及其制备方法

(57) 摘要

本申请提供一种发光二极管及其制备方法、显示面板及其制备方法。发光二极管的制备方法包括：提供衬底；在衬底上形成阳极层；在阳极层上依次形成至少三种不同颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输层；每一颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输层的形成步骤包括：在阳极层上依次设置空穴传输材料及纳米发光材料；采用光线照射纳米发光材料的部分区域，光线穿过纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域，被光线入射的空穴传输材料发生光化反应生成与空穴传输材料极性不同的极性改变材料；采用与空穴传输材料极性相同的溶剂清洗空穴传输材料，位于空穴传输材料上的纳米发光材料同时被去除，得到空穴传输层及纳米发光层；形成阴极层。



1. 一种发光二极管,其特征在于,所述发光二极管包括:

衬底;

位于所述衬底上的发光器件层,所述发光器件层包括至少三种不同颜色的子像素,所述子像素包括位于所述衬底上的阳极层、位于所述阳极层上的空穴传输层、位于所述空穴传输层上的纳米发光层及位于所述纳米发光层上的阴极层;不同颜色子像素的空穴传输层的厚度不同。

2. 根据权利要求1所述的发光二极管,其特征在于,所述至少三种不同颜色的子像素包括红色的子像素、绿色的子像素和蓝色的子像素;

所述发光二极管为多电子体系,所述红色的子像素的空穴传输层的厚度大于所述绿色的子像素的空穴传输层的厚度,所述绿色的子像素的空穴传输层的厚度大于所述蓝色的子像素的空穴传输层的厚度;

或者,

所述发光二极管为多空穴体系,所述蓝色的子像素的空穴传输层的厚度大于所述绿色的子像素的空穴传输层的厚度,所述绿色的子像素的空穴传输层的厚度大于所述红色的子像素的空穴传输层的厚度。

3. 根据权利要求1所述的发光二极管,其特征在于,所述空穴传输层的材料由光敏变性型材料发生光化反应生成,所述光敏变性型材料为在光照条件下发生光解反应或交联反应的材料。

4. 一种显示面板,其特征在于,所述显示面板包括权利要求1至3任一项所述的发光二极管。

5. 一种发光二极管的制备方法,其特征在于,所述发光二极管的制备方法包括:

提供衬底;

在所述衬底上形成阳极层;

在所述阳极层上依次形成至少三种不同颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输层;每一颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输层同时形成;每一颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输层的形成步骤包括:

在所述阳极层上依次设置空穴传输材料及纳米发光材料,所述空穴传输材料及所述纳米发光材料在所述衬底上的正投影均覆盖所述衬底;

采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域,光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域,被光线入射的空穴传输材料发生光化反应且极性发生改变,转变为极性改变材料,所述极性改变材料与所述空穴传输材料的极性不同;

采用溶剂清洗所述空穴传输材料,位于所述空穴传输材料上的纳米发光材料同时被去除,保留的图形化的所述极性改变材料为所述空穴传输层,保留的图形化的所述纳米发光材料为所述纳米发光层;

在所述至少三种不同颜色的纳米发光层上形成阴极层。

6. 根据权利要求5所述的发光二极管的制备方法,其特征在于,所述纳米发光材料包括量子点发光材料。

7. 根据权利要求5所述的发光二极管的制备方法,其特征在于,所述空穴传输材料为油性材料,所述极性改变材料为水溶性材料。

8. 根据权利要求5所述的发光二极管的制备方法,其特征在于,所述空穴传输材料包括空穴传输基团及与所述空穴传输基团相连的光解基团,所述极性改变材料包括空穴传输基团及与所述空穴传输基团相连的极性改变基团,所述极性改变基团与所述光解基团的极性不同;

所述采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域,光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域,被光线入射的空穴传输材料发生光化反应且极性发生改变,转变为极性改变材料,包括:

采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域,光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域,光线入射区域的空穴传输材料的光解基团发生光解反应生成极性改变基团,从而所述光线入射区域的空穴传输材料转变为极性改变材料。

9. 根据权利要求8所述的发光二极管的制备方法,其特征在于,所述空穴传输材料还包括增溶基团,所述增溶基团与所述光解基团相连;

所述空穴传输基团选自:取代或未取代的唑基团、取代或未取代的三苯胺基团;

所述光解基团为推电子基团,所述推电子基团包括二甲氧基或二仲氨基;

所述增溶基团选自:甲基、乙基。

10. 根据权利要求5所述的发光二极管的制备方法,其特征在于,所述空穴传输材料包括空穴传输基团及与所述空穴传输基团相连的交联基团;

所述采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域,光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域,被光线入射的空穴传输材料发生光化反应且极性发生改变,转变为极性改变材料,包括:

采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域,光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域,光线入射区域的空穴传输材料中相邻两个分子的交联基团发生交联反应,从而所述光线入射区域的空穴传输材料转变为极性改变材料。

11. 根据权利要求10所述的发光二极管的制备方法,其特征在于,

所述空穴传输基团选自:取代或未取代的唑基或取代、取代或未取代的三苯胺;

所述交联基团包括双键、三键或环氧键。

12. 根据权利要求11所述的发光二极管的制备方法,其特征在于,所述交联基团选自:取代或未取代的烯基、取代或未取代的炔基、取代或未取代的酯基、取代或未取代的醛基、取代或未取代的羰基、取代或未取代的叠氮基团、取代或未取代的氰基、取代或未取代的环氧乙烷、取代或未取代的环氧丙烷、取代或未取代的环氧丁烷、取代或未取代的环氧戊烷。

13. 根据权利要求5所述的发光二极管的制备方法,其特征在于,所述至少三种不同颜色的纳米发光层包括红色的纳米发光层、绿色的纳米发光层和蓝色的纳米发光层;

所述发光二极管为多电子体系,所述红色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度大于所述绿色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度,所述绿色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度大于所述蓝色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度;

或者,

所述发光二极管为多空穴体系,所述蓝色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度大于所述绿色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度,所述绿色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度大于所述红色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度。

14. 一种显示面板的制备方法,其特征在于,包括:

制备发光二极管,所述发光二极管采用权利要求5至13任一项所述的发光二极管的制备方法制备得到。

发光二极管及其制备方法、显示面板及其制备方法

技术领域

[0001] 本申请涉及显示技术领域,特别涉及一种发光二极管及其制备方法、显示面板及其制备方法。

背景技术

[0002] 量子点是一种重要的荧光纳米材料。在显示领域,将量子点作为显示设备的发光层材料,越来越受到关注。随着科技的发展,用户对显示设备的分辨率的要求越来越高。因此,如何制备高分辨率的量子点显示设备成为研究的热点。

[0003] 将量子点进行图案化处理以实现显示设备的高分辨率是一种切实可行的方法,但是量子点图案化的过程中存在混色问题,影响显示设备的显示效果。

发明内容

[0004] 根据本申请实施例的第一方面,提供了一种发光二极管。所述发光二极管包括:

[0005] 衬底;

[0006] 位于所述衬底上的发光器件层,所述发光器件层包括至少三种不同颜色的子像素,所述子像素包括位于所述衬底上的阳极层、位于所述阳极层上的空穴传输层、位于所述空穴传输层上的纳米发光层及位于所述纳米发光层上的阴极层;不同颜色子像素对应的空穴传输层的厚度不同。

[0007] 在一个实施例中,所述至少三种不同颜色的子像素包括红色的子像素、绿色的子像素和蓝色的子像素;

[0008] 所述发光二极管为多电子体系,所述红色的子像素的空穴传输层的厚度大于所述绿色的子像素的空穴传输层的厚度,所述绿色的子像素的空穴传输层的厚度大于所述蓝色的子像素的空穴传输层的厚度;

[0009] 或者,

[0010] 所述发光二极管为多空穴体系,所述蓝色的子像素的空穴传输层的厚度大于所述绿色的子像素的空穴传输层的厚度,所述绿色的子像素的空穴传输层的厚度大于所述红色的子像素的空穴传输层的厚度。

[0011] 在一个实施例中,所述空穴传输层的材料由光敏变性型材料发生光解反应或交联反应生成。

[0012] 根据本申请实施例的第二方面,提供了一种显示面板,所述显示面板包括上述的发光二极管。

[0013] 根据本申请实施例的第三方面,提供了一种发光二极管的制备方法,所述发光二极管的制备方法包括:

[0014] 提供衬底;

[0015] 在所述衬底上形成阳极层;

[0016] 在所述阳极层上依次形成至少三种不同颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输

层；每一颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输层同时形成；每一颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输层的形成步骤包括：

[0017] 在所述阳极层上依次设置空穴传输材料及纳米发光材料，所述空穴传输材料及所述纳米发光材料在所述衬底上的正投影均覆盖所述衬底；

[0018] 采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域，光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域，被光线入射的空穴传输材料发生光化反应且极性发生改变，转变为极性改变材料，所述极性改变材料与所述空穴传输材料的极性不同；

[0019] 采用溶剂清洗所述空穴传输材料，位于所述空穴传输材料上的纳米发光材料同时被去除，保留的图形化的所述极性改变材料为所述空穴传输层，保留的图形化的所述纳米发光材料为所述纳米发光层；

[0020] 在所述至少三种不同颜色的纳米发光层上形成阴极层。

[0021] 在一个实施例中，所述纳米发光材料包括量子点发光材料。

[0022] 在一个实施例中，所述空穴传输材料为油溶性材料，所述极性改变材料为水溶性材料。

[0023] 在一个实施例中，所述空穴传输材料包括空穴传输基团及与所述空穴传输基团相连的光解基团，所述极性改变材料包括空穴传输基团及与所述空穴传输基团相连的极性改变基团，所述极性改变基团与所述光解基团的极性不同；

[0024] 所述采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域，光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域，被光线入射的空穴传输材料发生光化反应且极性发生改变，转变为极性改变材料，包括：

[0025] 采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域，光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域，光线入射区域的空穴传输材料的光解基团发生光解反应生成极性改变基团，从而光线入射区域的所述空穴传输材料转变为极性改变材料。

[0026] 在一个实施例中，所述空穴传输材料还包括增溶基团，所述增溶基团与所述光解基团相连；

[0027] 所述空穴传输基团选自：取代或未取代的咪唑基团、取代或未取代的三苯胺基团；

[0028] 所述光解基团为推电子基团，所述推电子基团包括二甲氧基或二仲氨基；

[0029] 所述增溶基团选自：甲基、乙基。

[0030] 在一个实施例中，所述空穴传输材料包括空穴传输基团及与所述空穴传输基团相连的交联基团；

[0031] 所述采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域，光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域，被光线入射的空穴传输材料发生光化反应且极性发生改变，生成极性改变材料，包括：

[0032] 采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域，光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域，光线入射区域的空穴传输材料中相邻两个分子的交联基团发生交联反应，从而光线入射区域的所述空穴传输材料转变为极性改变材料。

[0033] 在一个实施例中，所述空穴传输基团选自：取代或未取代的咪唑或取代、取代或未取代的三苯胺；

[0034] 所述交联基团包括双键、三键或环氧键。

[0035] 在一个实施例中,所述交联基团选自:取代或未取代的烯烃、取代或未取代的炔烃、取代或未取代的酯基、取代或未取代的醛基、取代或未取代的羰基、取代或未取代的叠氮基团、取代或未取代的氰基、取代或未取代的环氧乙烷、取代或未取代的环氧丙烷、取代或未取代的环氧丁烷、取代或未取代的环氧戊烷。

[0036] 在一个实施例中,所述至少三种不同颜色的纳米发光层包括红色的纳米发光层、绿色的纳米发光层和蓝色的纳米发光层;

[0037] 所述发光二极管为多电子体系,所述红色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度大于所述绿色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度,所述绿色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度大于所述蓝色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度;

[0038] 或者,

[0039] 所述发光二极管为多空穴体系,所述蓝色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度大于所述绿色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度,所述绿色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度大于所述红色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度。

[0040] 根据本申请实施例的第四方面,提供了一种显示面板的制备方法,包括:

[0041] 制备发光二极管,所述发光二极管采用上述的发光二极管的制备方法制备得到。

[0042] 本申请实施例所达到的主要技术效果是:

[0043] 本申请实施例提供的发光二极管及其制备方法、显示面板及其制备方法,发光二极管中不同颜色子像素的空穴传输层的厚度不同,则可根据不同颜色子像素的纳米发光层的电子与空穴的传输性能,确定不同颜色子像素的空穴传输层的厚度,有助于发光二极管达到空穴和电子传输平衡的效果,进而提升发光二极管的器件性能;制备发光二极管的过程中,在形成每一颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输层时,首先形成空穴传输材料及纳米发光材料,通过光线照射使部分空穴传输材料的极性发生改变生成极性改变材料,进而采用溶剂清洗未发生光化反应的空穴传输材料的方法来实现空穴传输材料及纳米发光材料的图形化,得到纳米发光层及对应的空穴传输层;在制备不同颜色的纳米发光层时,通过控制光线入射的区域,可避免不同颜色的纳米发光层出现混色的问题;并且不同颜色纳米发光层下方的空穴传输层是单独形成的,其厚度可以调节,有助于发光二极管达到空穴和电子传输平衡的效果,有助于提升发光二极管的器件性能。

附图说明

[0044] 图1是本申请一示例性实施例提供的发光二极管的结构示意图;

[0045] 图2是本申请一示例性实施例提供的发光二极管的制备方法的流程图;

[0046] 图3是本申请另一示例性实施例提供的发光二极管的制备方法的流程图;

[0047] 图4是本申请一示例性实施例提供的发光二极管的第一中间结构的结构示意图;

[0048] 图5是本申请一示例性实施例提供的光线照射第一中间结构的示意图;

[0049] 图6是本申请一示例性实施例提供的发光二极管的第二中间结构的结构示意图;

[0050] 图7是本申请一示例性实施例提供的发光二极管的第三中间结构的结构示意图;

[0051] 图8是本申请一示例性实施例提供的光线照射第三中间结构的示意图;

[0052] 图9是本申请一示例性实施例提供的发光二极管的第四中间结构的结构示意图;

[0053] 图10是本申请一示例性实施例提供的发光二极管的第五中间结构的结构示意图;

[0054] 图11是本申请一示例性实施例提供的光线照射第五中间结构的示意图；

[0055] 图12是本申请一示例性实施例提供的发光二极管的第六中间结构的结构示意图。

具体实施方式

[0056] 这里将详细地对示例性实施例进行说明，其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时，除非另有表示，不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施例并不代表与本申请相一致的所有实施例。相反，它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本申请的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0057] 在本申请使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的，而非旨在限制本申请。在本申请和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式，除非上下文清楚地表示其他含义。还应当理解，本文中使用的术语“和/或”是指并包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。

[0058] 应当理解，尽管在本申请可能采用术语第一、第二、第三等来描述各种信息，但这些信息不应限于这些术语。这些术语仅用来将同一类型的信息彼此区分开。例如，在不脱离本申请范围的情况下，第一信息也可以被称为第二信息，类似地，第二信息也可以被称为第一信息。取决于语境，如在此所使用的词语“如果”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”。

[0059] 本申请实施例提供了一种发光二极管的制备方法及显示面板的制备方法。下面结合附图，对本申请实施例中的发光二极管的制备方法及显示面板的制备方法进行详细说明。在不冲突的情况下，下述的实施例中的特征可以相互补充或相互组合。

[0060] 本申请实施例提供了一种发光二极管。参见图1，所述发光二极管包括衬底10及位于所述衬底10上的发光器件层100。

[0061] 所述发光器件层100包括至少三种不同颜色的子像素101、102、103，所述子像素包括位于所述衬底上的阳极层、位于所述阳极层上的空穴传输层、位于所述空穴传输层上的纳米发光层及位于所述纳米发光层上的阴极层；不同颜色的子像素的空穴传输层的厚度不同。

[0062] 其中，各个子像素的阴极层90为连成一片的面电极，该面电极在衬底上的正投影可覆盖衬底。子像素的阳极层20为电极块，不同子像素的电极块可间隔设置。子像素101包括阳极层20、空穴传输层41、纳米发光层50及阴极层90。子像素102包括阳极层20、空穴传输层42、纳米发光层70及阴极层。子像素103包括阳极层20、空穴传输层43、纳米发光层80及阴极层90。子像素101、子像素102及子像素103为不同发光颜色的子像素，空穴传输层41、空穴传输层42及空穴传输层43的厚度各不相同。

[0063] 本申请实施例提供的发光二极管，发光二极管中不同颜色子像素的空穴传输层的厚度不同，则可根据不同颜色子像素的纳米发光层的电子与空穴的传输性能，确定不同颜色子像素的空穴传输层的厚度，有助于发光二极管达到空穴和电子传输平衡的效果，进而提升发光二极管的器件性能。

[0064] 在一个实施例中，每一子像素的纳米发光层及其对应的空穴传输层在衬底10上的正投影大致重合，且不同子像素的纳米发光层在衬底10上的正投影不存在重合区域，不同子像素的空穴传输层在衬底10上的正投影不存在重合区域。

[0065] 在一个实施例中,所述至少三种不同颜色的子像素包括红色的子像素、绿色的子像素和蓝色的子像素。

[0066] 所述发光二极管为多电子体系,所述红色的子像素的空穴传输层的厚度大于所述绿色的子像素的空穴传输层的厚度,所述绿色的子像素的空穴传输层的厚度大于所述蓝色的子像素的空穴传输层的厚度。再次参见图1,子像素101为红色的子像素,子像素102为绿色的子像素,子像素103为蓝色的子像素,红色的子像素101的空穴传输层41的厚度大于绿色的子像素102的空穴传输层42的厚度,绿色的子像素102的空穴传输层42的厚度大于蓝色的子像素103的空穴传输层43的厚度。

[0067] 由于蓝色的子像素的纳米发光层传输空穴的阻碍比较大,绿色的子像素的纳米发光层传输空穴的阻碍次之,红色的子像素的纳米发光层传输空穴的阻碍最小。如此设置,有助于发光二极管达到空穴和电子传输平衡的效果,有助于提升发光二极管的器件性能。

[0068] 在另一个实施例中,所述发光二极管为多空穴体系,所述蓝色的子像素的空穴传输层的厚度大于所述绿色的子像素的空穴传输层的厚度,所述绿色的子像素的空穴传输层的厚度大于所述红色的子像素的空穴传输层的厚度。如此设置,有助于发光二极管达到空穴和电子传输平衡的效果,提升发光二极管的器件性能。

[0069] 在一个实施例中,所述空穴传输层的材料由光敏变性型材料发生光化反应生成,所述光敏变性型材料在光照条件下发生光解反应或交联反应。其中光敏变性型材料在光照条件下发生光解反应或交联反应。如此,在制备每一颜色的子像素的空穴传输层时,可通过光照引发光敏变性型材料发生光解反应或交联反应,来实现空穴传输层的图形化。

[0070] 在一个实施例中,参见图1,所述发光二极管的子像素还包括空穴注入层30。发光二极管的各个子像素的空穴注入层可以是连成一片的膜层,且该膜层在衬底上的正投影可覆盖衬底。

[0071] 在一个实施例中,所述发光二极管的子像素还可包括电子传输层及电子注入层。发光二极管的各个子像素的电子传输层可以是连成一片的膜层,且该膜层在衬底上的正投影可覆盖衬底。发光二极管的各个子像素的电子注入层可以是连成一片的膜层,且该膜层在衬底上的正投影可覆盖衬底。

[0072] 本申请实施例还提供了一种显示面板,所述显示面板包括上述任一实施例所述的发光二极管。

[0073] 所述显示面板还可包括像素电路层,所述像素电路层设有像素电路。所述发光二极管的阳极层与所述像素电路电连接。

[0074] 所述显示面板还可包括封装层,所述封装层位于所述发光二极管背离衬底的一侧。

[0075] 本申请实施例提供了一种发光二极管的制备方法。参见图2,所述发光二极管的制备方法包括如下步骤110至步骤140。下面将对各步骤进行具体介绍。

[0076] 在步骤110中,提供衬底。

[0077] 在一个实施例中,衬底10为刚性衬底,例如衬底的材质为导电玻璃。在其他实施例中,衬底10也可以是柔性衬底,柔性衬底的材料为有机材料。

[0078] 在一个实施例中,衬底10为刚性衬底时,在步骤110之前,所述发光二极管的制备方法还包括:对所述衬底进行清洗,以除去衬底表面的杂质。在一些实施例中,可采用异丙

醇、水或丙酮对衬底进行超声清洗,在清洗完成后可用紫外光照射5-10min。

[0079] 在步骤120中,在所述衬底上形成阳极层。

[0080] 在一个实施例中,可采用蒸镀工艺在衬底上形成阳极层。

[0081] 在一个实施例中,阳极层的材料可为铝、银或者氧化铟锡等。

[0082] 在一个实施例中,阳极层包括多个间隔排布的阳极块。发光二极管包括多个子像素,每一子像素包括一个阳极块。

[0083] 在一个实施例中,在步骤120之后且在步骤130之前,所述发光二极管的制备方法还包括:在所述阳极层上形成空穴注入层。

[0084] 在一个实施例中,可采用旋涂、蒸镀或喷墨打印的方式形成空穴注入层。空穴注入层的材料可以是聚3,4-乙烯二氧噻吩与聚苯乙烯磺酸盐的混合溶液。当然,空穴注入层也可以选用其他具有空穴传输性能的材料。

[0085] 在一个实施例中,采用旋涂的方式来形成空穴注入层时,可采用匀胶机来进行旋涂。匀胶机的转速范围可以为500-2500rpm。可通过调整匀胶机的转速来调整空穴注入层的厚度。

[0086] 在步骤130中,在所述阳极层上依次形成至少三种不同颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输层。

[0087] 其中,每一颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输层同时形成。空穴传输层及纳米发光层形成在空穴注入层上。

[0088] 在一个实施例中,所述至少三种不同颜色的纳米发光层包括红色的纳米发光层、绿色的纳米发光层和蓝色的纳米发光层。在其他实施例中,所述纳米发光层的颜色可不同于上述的三种颜色。在其他实施例中,发光二极管可包括四种或四种以上的纳米发光层。

[0089] 在一个实施例中,每一颜色的纳米发光层在衬底上的正投影与其对应的空穴传输层在衬底上的正投影大致重合。不同颜色的纳米发光层在衬底上的正投影不存在重合的部分,不同颜色的纳米发光层对应的空穴传输层在衬底上的正投影不存在重合的部分。

[0090] 在一个实施例中,参见图3,每一颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输层的形成步骤包括如下步骤131至步骤133。

[0091] 在步骤131中,在所述阳极层上依次设置空穴传输材料及纳米发光材料,所述空穴传输材料及所述纳米发光材料在所述衬底上的正投影均覆盖所述衬底。

[0092] 在一个实施例中,可采用旋涂、蒸镀或喷墨打印的方式依次形成空穴传输材料及纳米发光材料。

[0093] 在步骤132中,采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域,光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域,被光线入射的空穴传输材料发生光化反应且极性发生改变,转变为极性改变材料,所述极性改变材料与所述空穴传输材料的极性不同。

[0094] 其中,光线入射至空穴传输材料的区域与光线照射所述纳米发光材料的区域在纵向上相对。光线照射纳米发光材料的部分区域时,光线穿过纳米发光材料的部分区域并入射至空穴传输材料的部分区域。

[0095] 在一个实施例中,可采用紫外光线照射纳米发光材料。

[0096] 在一个实施例中,在步骤132中,可将掩膜版放置在纳米发光材料上,掩膜版的开孔暴露纳米发光材料的部分区域,光线通过掩膜版的开孔入射至与该开孔在纵向上对应的

空穴传输材料,纳米发光材料的其他区域被掩膜版遮挡,光线无法照射,光线也无法入射至该部分纳米发光材料下方的空穴传输材料。

[0097] 在步骤133中,采用溶剂清洗所述空穴传输材料,位于所述空穴传输材料上的纳米发光材料同时被去除,保留的图形化的所述极性改变材料为所述空穴传输层,保留的图形化的所述纳米发光材料为所述纳米发光层。

[0098] 在一个实施例中,可采用与空穴传输材料极性相同的溶剂清洗空穴传输材料。空穴传输材料可溶解在与其极性相同的溶剂中,而极性改变材料不会溶解在该溶剂中。

[0099] 在一个实施例中,所述空穴传输材料为油溶性材料,所述极性改变材料为水溶性材料。空穴传输材料可溶解在水溶性溶剂中,极性改变材料不可溶解在水溶性溶剂中。

[0100] 在步骤133中,可用水溶性溶剂对空穴传输材料进行清洗,空穴传输材料溶解在水溶性溶剂中后,位于其上方的纳米发光材料由于失去支撑,与位于极性改变材料上方的纳米发光材料分离,随空穴传输材料一起被去除。因此可得到图形化的纳米发光层及图形化的空穴传输层。

[0101] 在一个实施例中,纳米发光材料的极性与空穴传输材料的极性不同。纳米发光材料可为油溶性材料。如此,在清洗空穴传输材料时,不会将位于极性改变材料上方的纳米发光材料清洗掉。

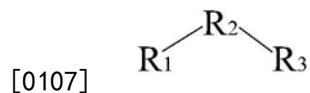
[0102] 在一个实施例中,所述空穴传输材料包括空穴传输基团及与所述空穴传输基团相连的光解基团,所述极性改变材料包括空穴传输基团及与所述空穴传输基团相连的极性改变基团,所述极性改变基团与所述光解基团的极性不同。由于空穴传输材料发生光化反应后生成的极性改变材料包括空穴传输基团,则极性改变材料仍具有较好的空穴传输性能。

[0103] 所述采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域,光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的部分区域,被光线入射的空穴传输材料发生光化反应且极性发生改变,转变为极性改变材料的步骤132,可包括如下过程:

[0104] 采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域,光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域,光线入射区域的空穴传输材料的光解基团发生光解反应生成极性改变基团,从而所述光线入射区域的空穴传输材料转变为极性改变材料。

[0105] 如此,被光线入射的空穴传输材料的光解基团发生光解反应生成极性改变基团,光解基团与极性改变基团的极性不同,因而使得空穴传输材料与极性改变材料的极性不同,进而后续可以利用空穴传输材料与极性改变材料的不同极性来选择合适的清洗容易,以去除空穴传输材料。

[0106] 在一个实施例中,所述空穴传输材料的结构通式如式I所示:



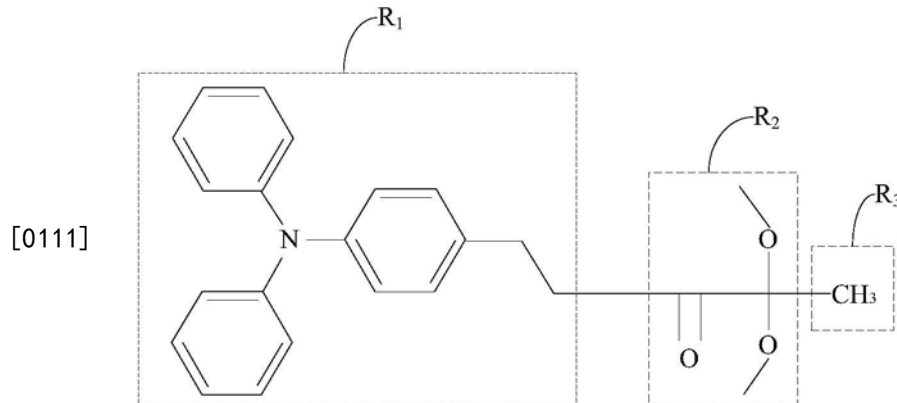
式 I

[0108] 由式I可知,所述空穴传输材料还包括增溶基团 R_3 ,所述增溶基团 R_3 与所述光解基团 R_2 相连。所述空穴传输基团 R_1 与所述光解基团 R_2 相连。所述空穴传输基团 R_1 选自:取代或未取代的咪唑基团、取代未取代的三苯胺基团。所述光解基团 R_2 为推电子基团,所述推电子基团包括二甲氧基或二仲氨基。所述增溶基团 R_3 选自:甲基、乙基。

[0109] 增溶基团 R_3 可增大空穴传输材料在水性溶剂中的溶解性,有助于将空穴传输材料

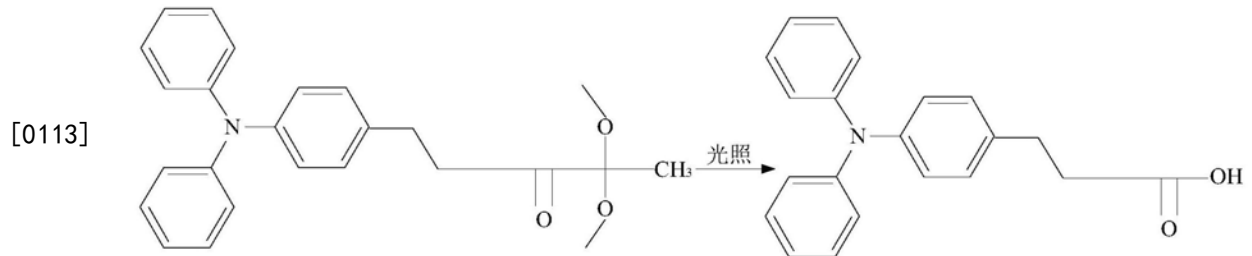
去除更干净。且空穴传输材料发生光化反应后生成的另一产物中包括增溶基团 R_3 ，也可使得其在水性溶剂中的溶解性较好。

[0110] 在一个示例性实施例中，空穴传输材料为如下化合物A1：



化合物 A1

[0112] 化合物A1被光线入射后，发生的化学反应如下反应式所示：



[0114] 在另一个实施例中，所述空穴传输材料包括空穴传输基团及与所述空穴传输基团相连的交联基团。

[0115] 所述采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域，光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域，被光线入射的空穴传输材料发生光化反应且极性发生改变，转变为极性改变材料的步骤132，包括如下过程：

[0116] 采用光线照射所述纳米发光材料的部分区域，光线穿过所述纳米发光材料并入射至空穴传输材料的对应区域，光线入射区域的空穴传输材料中相邻两个分子的交联基团被光线照射后发生交联反应，从而所述光线入射区域的空穴传输材料转变为极性改变材料。

[0117] 被光线入射的空穴传输材料中，相邻两个分子的交联基团发生交联反应生成极性改变材料，使空穴传输材料与极性改变材料的极性不同，进而后续可以利用空穴传输材料与极性改变材料的极性不同来去除空穴传输材料。由于空穴传输材料发生交联反应后生成的极性改变材料仍包括空穴传输基团，则极性改变材料仍具有较好的空穴传输性能。

[0118] 在一个实施例中，所述空穴传输材料的结构通式如式 II 所示：

[0119] R_1R_2

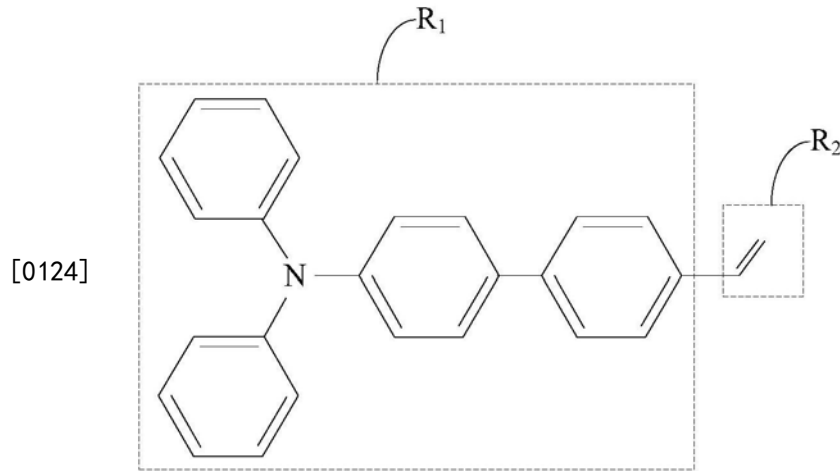
[0120] 式 II

[0121] 所述空穴传输基团 R_1 与所述交联基团 R_2 相连。所述空穴传输基团 R_1 选自：取代或未取代的咪唑基团、取代或未取代的三苯胺基团。所述光解基团 R_2 包括双键、三键或环氧键。

[0122] 在一个实施例中，所述交联基团选自：取代或未取代的烯烃、取代或未取代的炔烃、取代或未取代的酯基、取代或未取代的醛基、取代或未取代的羰基、取代或未取代的叠

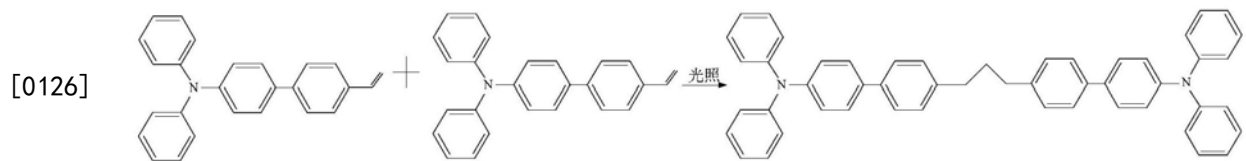
氨基团、取代或未取代的氰基、取代或未取代的环氧乙烷、取代或未取代的环氧丙烷、取代或未取代的环氧丁烷、取代或未取代的环氧戊烷。

[0123] 在一个示例性实施例中,空穴传输材料为如下化合物A2:



化合物 A2

[0125] 化合物A2被光线入射后,发生的化学反应如下反应式所示:



[0127] 在一个实施例中,所述纳米发光材料包括量子点发光材料。量子点发光材料包括CdS、CdSe、CdTe、ZnSe、InP、PbS、CuInS₂、ZnO、CsPbCl₃、CsPbBr₃、CsPbI₃、CdS/ZnS、CdSe/ZnS、ZnSe、InP/ZnS、PbS/ZnS、InAs、InGaAs、InGaN、GaNk、ZnTe、Si、Ge及C等材料中的至少一种。其中,量子点发光材料为CdS/ZnS、CdSe/ZnS、InP/ZnS及PbS/ZnS,指的是,量子点发光材料为核壳结构,其中一种材料为核的材料,另一种为壳的材料。例如,量子点发光材料为CdS/ZnS指的是,量子点的核的材料为CdS,壳的材料为ZnS。

[0128] 在其他实施例中,纳米发光材料也可以是其他纳米尺度材料,例如纳米棒、纳米片等。其他纳米尺度材料的成分可包括CdS、CdSe、CdTe、ZnSe、InP、PbS、CuInS₂、ZnO、CsPbCl₃、CsPbBr₃、CsPbI₃、CdS/ZnS、CdSe/ZnS、ZnSe、InP/ZnS、PbS/ZnS、InAs、InGaAs、InGaN、GaNk、ZnTe、Si、Ge及C等材料中的至少一种。

[0129] 优选的,纳米发光材料不含镉。纳米发光材料不含镉,可减小纳米发光材料的毒性,可减小对环境的污染。

[0130] 在一个实施例中,所述至少三种不同颜色的纳米发光层包括红色的纳米发光层、绿色的纳米发光层和蓝色的纳米发光层。

[0131] 在形成纳米发光层的过程中,不同颜色的纳米发光层的形成顺序可变,例如可先形成红色的纳米发光层,再形成绿色的纳米发光层,最后形成蓝色的纳米发光层;或者,也可先形成绿色的纳米发光层,再形成红色的纳米发光层,最后形成蓝色的纳米发光层;或者,可先形成蓝色的纳米发光层,再形成绿色的纳米发光层,最后形成红色的纳米发光层。

[0132] 下面以先形成红色的纳米发光层,再形成绿色的纳米发光层,最后形成蓝色的纳米发光层为例,介绍三种颜色的纳米发光层的形成过程。

[0133] 首先,在所述阳极层上依次设置空穴传输材料及红色的纳米发光材料。

[0134] 通过该步骤可得到如图4所示的第一中间结构。参见图4,空穴传输材料51及所述红色的纳米发光材料52在所述衬底10上的正投影均覆盖所述衬底10。阳极20位于空穴注入层30上,阳极20位于衬底10上。

[0135] 随后,将掩膜版放置在红色的纳米发光材料上,掩膜版的开口暴露红色的纳米发光材料的部分区域。

[0136] 随后,采用紫外光线照射所述掩膜版,部分紫外光线通过所述掩膜版的开孔入射至与该开孔在纵向上对应的红色的纳米发光材料及空穴传输材料。

[0137] 采用紫外光线照射第一中间结构时的示意图如图5所示。参见图5,掩膜版60的开孔61暴露一部分红色的纳米发光材料。被紫外光线入射的空穴传输材料发生光化反应,生成极性改变材料。

[0138] 随后,采用与所述空穴传输材料的极性相同的溶剂清洗空穴传输材料,位于空穴传输材料上的红色的纳米发光材料同时被去除,得到红色的纳米发光层及其对应的空穴传输层。

[0139] 通过该步骤可得到如图6所示的第二中间结构。如图6所示,红色的纳米发光层50及其对应的空穴传输层41在衬底10上的正投影大致重合。

[0140] 随后,依次设置空穴传输材料及绿色的纳米发光材料,空穴传输材料及所述绿色的纳米发光材料在所述衬底上的正投影覆盖所述衬底。

[0141] 通过该步骤可得到如图7所示的第三中间结构。参见图7,该步骤中设置的空穴传输材料53及绿色的纳米发光材料54均覆盖红色的纳米发光层50。

[0142] 随后,将掩膜版放置在绿色的纳米发光材料上,掩膜版的开口暴露绿色的纳米发光材料的部分区域。

[0143] 随后,采用紫外光线照射所述掩膜版,部分紫外光线通过所述掩膜版的开孔入射至与该开孔在纵向上对应的绿色的纳米发光材料。

[0144] 采用紫外光线照射第三中间结构时的示意图如图8所示。参见图8,掩膜版60的开孔61暴露一部分绿色的纳米发光材料54。被紫外光线入射的空穴传输材料发生光化反应,生成极性改变材料。

[0145] 随后,采用与所述空穴传输材料的极性相同的溶剂清洗空穴传输材料,位于空穴传输材料上的绿色的纳米发光材料同时被去除,得到绿色的纳米发光层及其对应的空穴传输层。

[0146] 通过该步骤可得到如图9所示的第四中间结构。如图9所示,绿色的纳米发光层70及其对应的空穴传输层42在衬底10上的正投影大致重合,且绿色的纳米发光层70与红色的纳米发光层50在衬底10上的正投影不存在重合区域。

[0147] 随后,依次设置空穴传输材料及蓝色的纳米发光材料,空穴传输材料及所述蓝色的纳米发光材料在所述衬底上的正投影均覆盖所述衬底。

[0148] 通过该步骤可得到如图10所示的第五中间结构。参见图10,该步骤中设置的空穴传输材料55及蓝色的纳米发光材料56均覆盖红色的纳米发光层50和绿色的纳米发光层70。

[0149] 随后,将掩膜版放置在蓝色的纳米发光材料上,掩膜版的开口暴露蓝色的纳米发光材料的部分区域。

[0150] 随后,采用紫外光线照射所述掩膜版,部分紫外光线通过所述掩膜版的开孔入射至与该开孔在纵向上对应的蓝色的纳米发光材料及空穴传输材料。

[0151] 采用紫外光线照射时的示意图如图11所示。参见图11,掩膜版60的开孔61暴露一部分蓝色的纳米发光材料56。被紫外光线入射的空穴传输材料55发生光化反应,生成极性改变材料。

[0152] 随后,采用与所述空穴传输材料的极性相同的溶剂清洗所述空穴传输材料,位于所述空穴传输材料上的蓝色的纳米发光材料同时被去除,得到蓝色的纳米发光层及其对应的空穴传输层。

[0153] 通过该步骤可得到如图12所示的第六中间结构。如图12所示,蓝色的纳米发光层80及其对应的空穴传输层43在衬底10上的正投影大致重合,且蓝色的纳米发光层80在衬底10上的正投影、与绿色的纳米发光层70在衬底10上的正投影及红色的纳米发光层50在衬底10上的正投影均不存在重合区域。

[0154] 在一个实施例中,在步骤130之后,所述发光二极管的制备方法还包括:在所述至少三种不同颜色的纳米发光层上依次形成电子传输层及电子注入层。

[0155] 在一个实施例中,所述发光二极管为多电子体系,所述发光二极管为多电子体系,所述红色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度大于所述绿色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度,所述绿色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度大于所述蓝色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度。蓝色的纳米发光层传输空穴的阻碍比较大,其次是绿色的纳米发光层,红色的纳米发光层传输空穴的阻碍最小。如此设置,有助于发光二极管达到空穴和电子传输平衡的效果,有助于提升发光二极管的器件性能。

[0156] 在另一个实施例中,所述发光二极管为多空穴体系,所述蓝色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度大于所述绿色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度,所述绿色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度大于所述红色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度。如此设置,有助于发光二极管达到空穴和电子传输平衡的效果,有助于提升发光二极管的器件性能。

[0157] 在再一实施例中,所述发光二极管中不同颜色的纳米发光层对应的空穴传输层的厚度可相同。

[0158] 在步骤140中,在所述至少三种不同颜色的纳米发光层上形成阴极层。

[0159] 通过该步骤可得到如图1所示的发光二极管。参见图1,阴极层90为整面的电极。可通过蒸镀铝膜、银膜或溅射铟锌氧化物(例如氧化铟锡)的方式来形成阴极层。

[0160] 在一个实施例中,所述发光二极管的制备方法还包括:在所述阴极层上形成封装层。

[0161] 在一个实施例中,所述封装层为封装盖板,可采用紫外固化胶将所述封装盖板加盖在所述阴极层上。在其他实施例中,封装层可为薄膜封装层,包括交替叠加的无机材料层及阴极材料层。

[0162] 本申请实施例提供的发光二极管的制备方法,在形成每一颜色的纳米发光层及其对应的空穴传输层时,首先形成空穴传输材料及纳米发光材料,通过光线照射使部分空穴传输材料的极性发生改变生成极性改变材料,进而采用溶剂清洗未发生光化反应的空穴传输材料的方法来实现空穴传输材料及纳米发光材料的图形化,得到纳米发光层及对应的空

穴传输层;在制备不同颜色的纳米发光层时,通过控制光线入射的区域,可避免不同颜色的纳米发光层出现混色的问题;并且不同颜色纳米发光层下方的空穴传输层是单独形成的,其厚度可以调节,有助于发光二极管达到空穴和电子传输平衡的效果,有助于提升发光二极管的器件性能。

[0163] 本申请实施例提供的发光二极管及发光二极管的制备方法,相关细节及有益效果的描述可相互参见,不再进行赘述。

[0164] 本申请实施例还提供了一种显示面板的制备方法。所述显示面板的制备方法包括:

[0165] 制备发光二极管,所述发光二极管采用上述任一实施例所述的发光二极管的制备方法制备得到。

[0166] 在所述制备发光二极管之前,所述显示面板的制备方法还可包括:形成像素电路层,所述像素电路层设有像素电路。所述发光二极管的阳极层与所述像素电路电连接。

[0167] 由于显示面板的制备方法与发光二极管的制备方法属于同一发明构思,具体细节及带来的有益效果相同,在此不再进行赘述。

[0168] 本申请实施例还提供了一种显示装置,所述显示装置包括上述实施例所述的显示面板。

[0169] 所述显示装置还可包括外壳,显示面板嵌设在外壳中。

[0170] 本申请实施例提供的显示装置例如可以为手机、平板电脑、电视机、笔记本电脑、车载设备等任何具有显示功能的设备。

[0171] 需要指出的是,在附图中,为了图示的清晰可能夸大了层和区域的尺寸。而且可以理解,当元件或层被称为在另一元件或层“上”时,它可以直接在其他元件上,或者可以存在中间的层。另外,可以理解,当元件或层被称为在另一元件或层“下”时,它可以直接在其他元件下,或者可以存在一个以上的中间的层或元件。另外,还可以理解,当层或元件被称为在两层或两个元件“之间”时,它可以为两层或两个元件之间唯一的层,或还可以存在一个以上的中间层或元件。通篇相似的参考标记指示相似的元件。

[0172] 本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的公开后,将容易想到本申请的其它实施方案。本申请旨在涵盖本申请的任何变型、用途或者适应性变化,这些变型、用途或者适应性变化遵循本申请的一般性原理并包括本申请未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的,本申请的真正范围和精神由下面的权利要求指出。

[0173] 应当理解的是,本申请并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构,并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本申请的范围仅由所附的权利要求来限制。

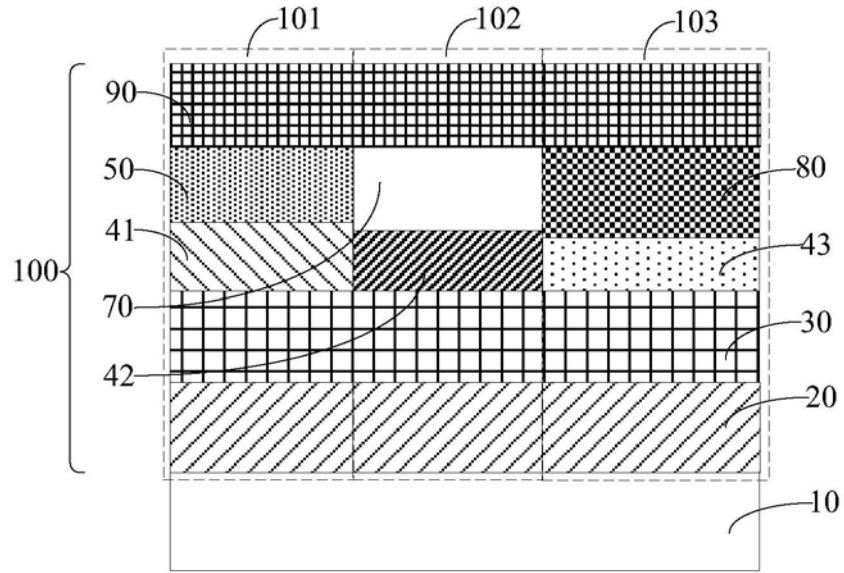


图1

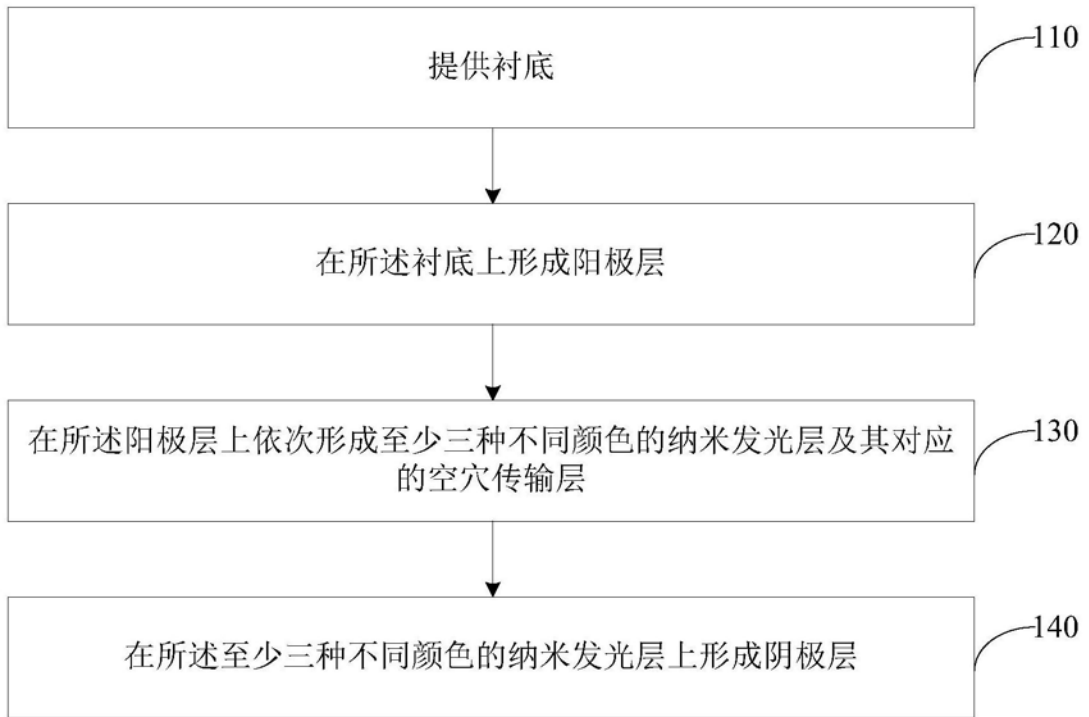


图2

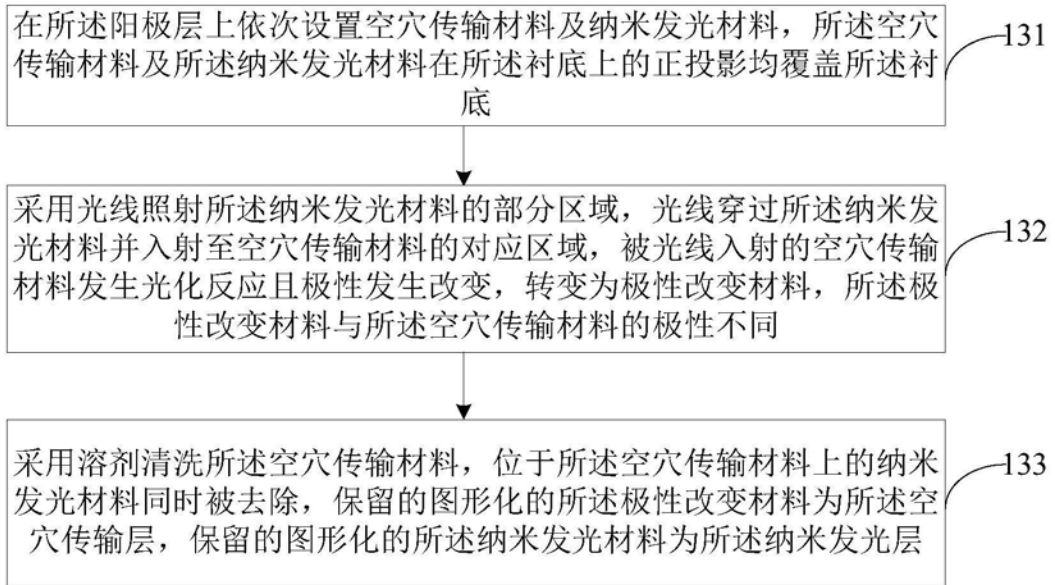


图3

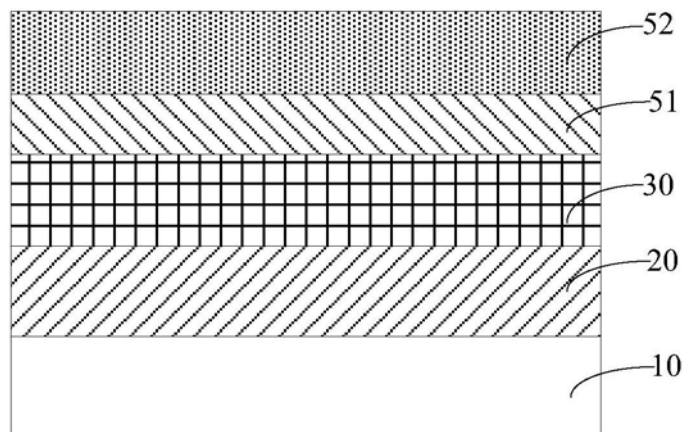


图4

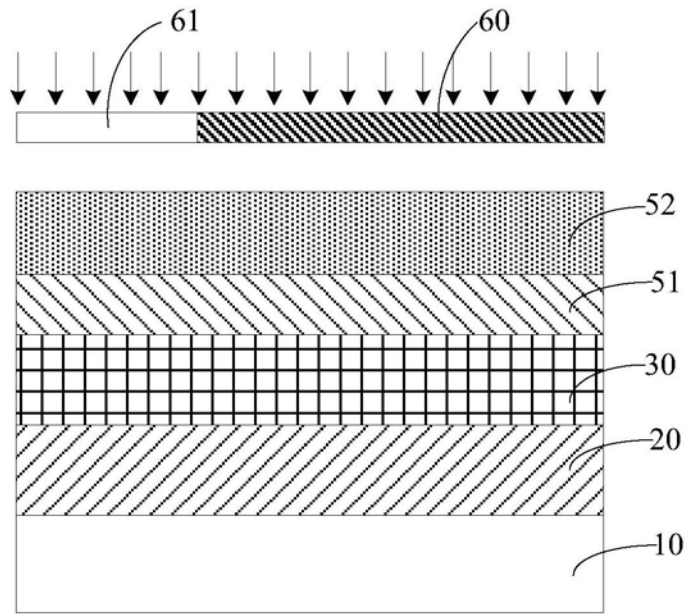


图5

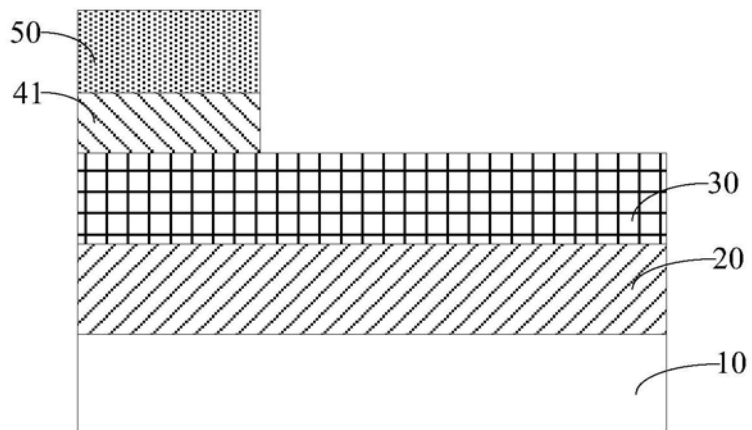


图6

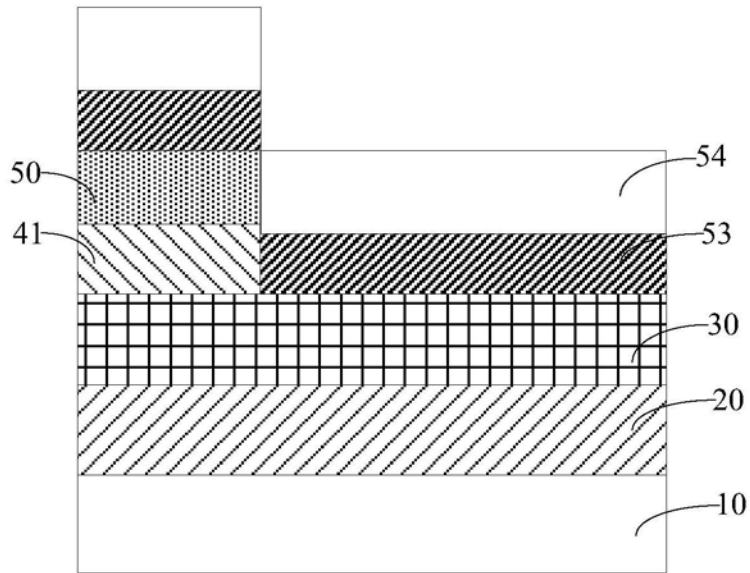


图7

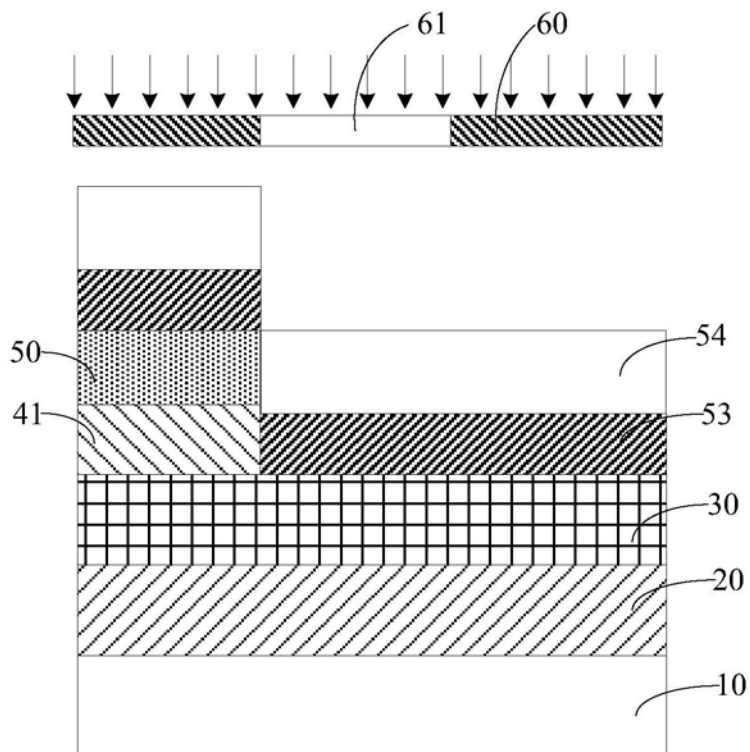


图8

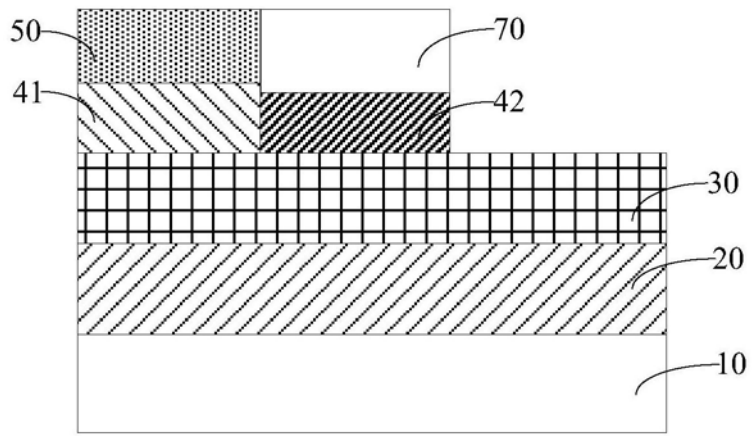


图9

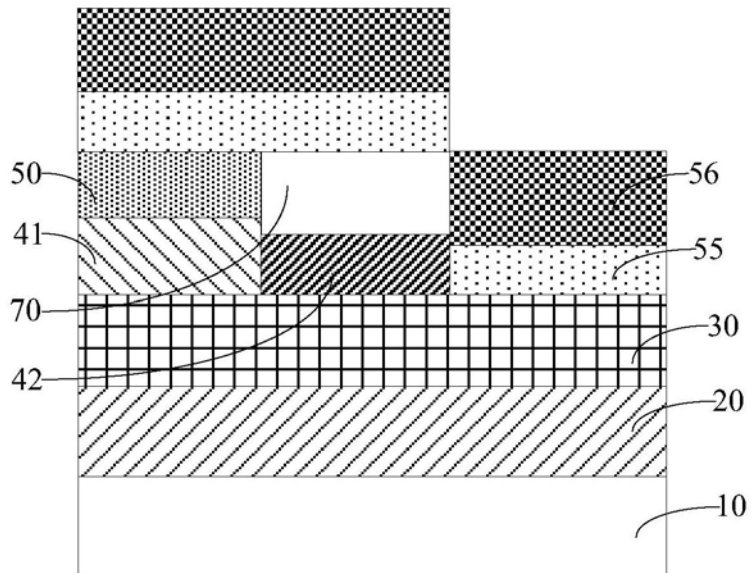


图10

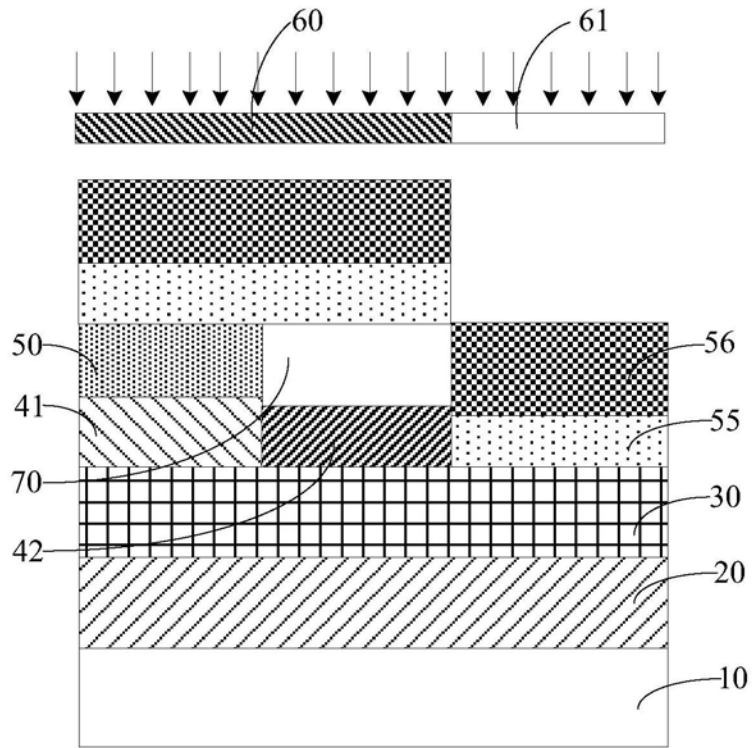


图11

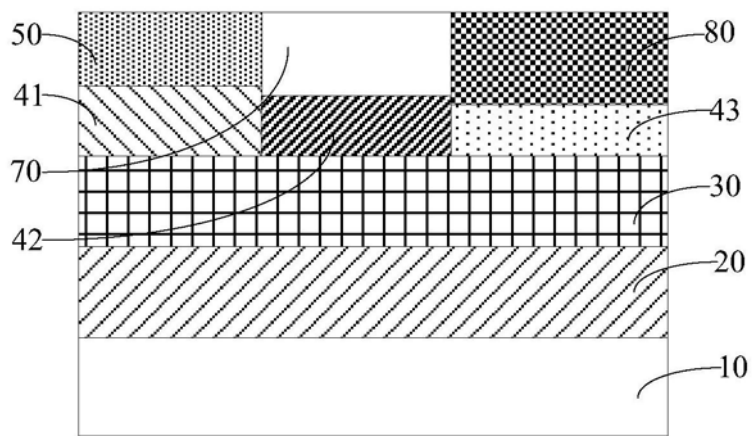


图12