



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109791939 A

(43)申请公布日 2019.05.21

(21)申请号 201880001629.4

H01L 33/00(2010.01)

(22)申请日 2018.10.12

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.10.15

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2018/109998 2018.10.12

(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 陈右儒 于晶

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 刘悦晗 陈源

(51)Int.Cl.

H01L 27/15(2006.01)

H01L 33/50(2010.01)

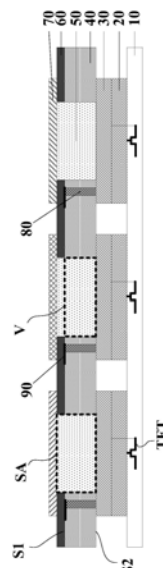
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

### (54)发明名称

微发光二极管显示面板、微发光二极管显示装置和制造微发光二极管显示面板的方法

### (57)摘要

一种微发光二极管(微LED)显示面板,包括:载体基板层;分别延伸进入载体基板层中多个过孔;载体基板层上的多个微LED;以及波长转换层,其包括填充在所述多个过孔中的波长转换材料。



1. 一种微发光二极管显示面板,包括:

载体基板层,所述微发光二极管显示面板包括分别延伸进入所述载体基板层中的多个过孔;

多个微发光二极管,所述多个微发光二极管位于所述载体基板层上;以及

波长转换层,其包括填充在所述多个过孔中的波长转换材料。

2. 根据权利要求1所述的微发光二极管显示面板,其中,所述波长转换层在包括所述载体基板层的平面上的正投影和所述多个微发光二极管在包括所述载体基板层的平面上的正投影至少部分地彼此重叠。

3. 根据权利要求1所述的微发光二极管显示面板,还包括蚀刻停止层,其位于所述载体基板层的远离所述多个微发光二极管的一侧并且实质上位于与所述多个过孔对应的区域之外,所述蚀刻停止层和所述载体基板层限定所述微发光二极管显示面板的多个子像素孔。

4. 根据权利要求3所述的微发光二极管显示面板,其中,所述载体基板层相对于所述蚀刻停止层具有高蚀刻选择比。

5. 根据权利要求4所述的微发光二极管显示面板,其中,所述载体基板层相对于所述蚀刻停止层和所述多个微发光二极管的最接近所述波长转换层的半导体层具有高蚀刻选择比。

6. 根据权利要求3至5中任一项所述的微发光二极管显示面板,其中,所述蚀刻停止层包括含有 $\text{SiNaO}_b$ 的材料,其中 $(a+b)>0$ ;并且

所述载体基板层包括硅。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的微发光二极管显示面板,还包括:多个通孔,所述多个通孔分别贯穿所述载体基板层;以及

多条信号线,所述多条信号线分别通过所述多个通孔分别连接到所述多个微发光二极管的电极。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的微发光二极管显示面板,其中,所述多个过孔分别贯穿所述载体基板层。

9. 根据权利要求8所述的微发光二极管显示面板,其中,所述波长转换层与所述多个微发光二极管的最接近所述波长转换层的半导体层直接接触。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的微发光二极管显示面板,其中,所述波长转换层的厚度大于 $10\mu\text{m}$ 。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的微发光二极管显示面板,其中,所述波长转换层的厚度与所述载体基板层的厚度实质上相同。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的微发光二极管显示面板,还包括位于所述波长转换层的远离所述多个微发光二极管一侧的彩膜层;

其中,所述彩膜层在所述多个微发光二极管上的正投影实质上覆盖所述波长转换层在所述多个微发光二极管上的正投影。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的微发光二极管显示面板,还包括薄膜晶体管阵列基板;

其中,所述多个微发光二极管接合至所述薄膜晶体管阵列基板,所述薄膜晶体管阵列

基板包括多个薄膜晶体管,所述多个薄膜晶体管分别被配置为驱动所述多个微发光二极管发光;

所述载体基板层位于所述多个微发光二极管的远离所述薄膜晶体管阵列基板的一侧;并且

所述多个微发光二极管在所述薄膜晶体管阵列基板上的正投影实质上覆盖所述波长转换层在所述薄膜晶体管阵列基板上的正投影。

14.一种微发光二极管显示装置,包括根据权利要求1至13中任一项所述的微发光二极管显示面板。

15.一种制造微发光二极管显示面板的方法,包括:

在载体基板上形成多个微发光二极管;

形成分别延伸进入所述载体基板中的多个过孔,从而形成载体基板层;以及

通过将波长转换材料填充到所述多个过孔中来形成波长转换层。

16.根据权利要求15所述的方法,在形成分别延伸进入所述载体基板中的多个过孔之前,还包括在所述载体基板上并且实质上在与所述多个过孔对应的区域之外形成蚀刻停止层;

其中所述蚀刻停止层形成为限定与所述多个过孔对应的多个子像素孔;并且

其中,在形成所述蚀刻停止层之后,所述方法还包括使用所述蚀刻停止层作为掩模板并使用选择性蚀刻剂来选择性地蚀刻所述载体基板,以形成所述多个过孔,从而形成所述载体基板层,所述载体基板相对于所述蚀刻停止层具有高蚀刻选择比,所述蚀刻停止层和所述载体基板层形成为限定所述微发光二极管显示面板的多个子像素孔。

17.根据权利要求16所述的方法,其中,选择性地蚀刻所述载体基板包括使用选择性蚀刻剂蚀刻穿过所述载体基板以形成贯穿所述载体基板层的所述多个过孔,所述载体基板相对于所述蚀刻停止层和所述多个微发光二极管的通过选择性蚀刻而暴露的半导体层具有高蚀刻选择比。

18.根据权利要求17所述的方法,其中,形成波长转换层包括形成与所述多个微发光二极管的通过选择性蚀刻而暴露的半导体层直接接触的波长转换层。

19.根据权利要求15至18中任一项所述的方法,还包括:形成分别贯穿所述载体基板的多个通孔;以及用导电材料填充所述多个通孔,所述多个通孔中的每个通孔中的导电材料连接到所述多个微发光二极管中的相应一个的电极。

20.根据权利要求15至19中任一项所述的方法,还包括:

形成薄膜晶体管阵列基板;以及

将所述多个微发光二极管与所述薄膜晶体管阵列基板接合,所述多个微发光二极管分别与所述薄膜晶体管阵列基板中的多个薄膜晶体管连接,所述多个薄膜晶体管分别被配置为驱动所述多个微发光二极管发光。

21.根据权利要求20所述的方法,其中,在将所述多个微发光二极管与所述薄膜晶体管阵列基板接合之后,形成分别延伸进入所述载体基板中的所述多个过孔。

## 微发光二极管显示面板、微发光二极管显示装置和制造微发光二极管显示面板的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术，特别涉及一种微发光二极管显示面板、微发光二极管显示装置及制造微发光二极管显示面板的方法。

### 背景技术

[0002] 近年来，提出并开发了小型化的电光设备，包括微发光二极管（微LED）。基于微LED的显示面板具有亮度高、对比度高、响应快和功耗低的优点。基于微LED的显示技术已经在显示领域中得到了广泛的应用，包括智能手机和智能手表。

### 发明内容

[0003] 一方面，本发明提供一种微发光二极管（微LED）显示面板，包括：载体基板层，所述微LED显示面板包括分别延伸进入载体基板层中的多个过孔；位于载体基板层上的多个微LED；以及波长转换层，其包括填充在所述多个过孔中的波长转换材料。

[0004] 可选地，波长转换层在包括载体基板层的平面上的正投影和所述多个微LED在包括载体基板层的平面上的正投影至少部分地彼此重叠。

[0005] 可选地，微LED显示面板还包括蚀刻停止层，其位于载体基板层的远离所述多个微LED的一侧并且实质上在与所述多个过孔对应的区域之外，蚀刻停止层和载体基板层限定微LED显示面板的多个子像素孔。

[0006] 可选地，载体基板层相对于蚀刻停止层具有高蚀刻选择比。

[0007] 可选地，载体基板层相对于蚀刻停止层和多个微LED的最接近波长转换层的半导体层具有高蚀刻选择比。

[0008] 可选地，蚀刻停止层包括含有 $\text{SiNaO}_b$ 的材料，其中 $(a+b) > 0$ ；并且载体基板层包括硅。

[0009] 可选地，微LED显示面板还包括：多个通孔，所述多个通孔分别贯穿载体基板层；以及多条信号线，所述多条信号线分别通过所述多个通孔分别连接到所述多个微LED的电极。

[0010] 可选地，所述多个过孔分别贯穿载体基板层。

[0011] 可选地，波长转换层与所述多个微LED的最接近波长转换层的半导体层直接接触。

[0012] 可选地，波长转换层的厚度大于 $10\mu\text{m}$ 。

[0013] 可选地，波长转换层的厚度与载体基板层的厚度实质上相同。

[0014] 可选地，微LED显示面板还包括位于波长转换层的远离所述多个微LED一侧的彩膜层；其中，彩膜层在所述多个微LED上的正投影实质上覆盖波长转换层在所述多个微LED上的正投影。

[0015] 可选地，微LED显示面板还包括薄膜晶体管阵列基板；其中，所述多个微LED接合至薄膜晶体管阵列基板，薄膜晶体管阵列基板包括多个薄膜晶体管，所述多个薄膜晶体管分别被配置为驱动所述多个微LED发光；载体基板层位于所述多个微LED的远离薄膜晶体管阵

列基板的一侧;并且所述多个微LED在薄膜晶体管阵列基板上的正投影实质上覆盖波长转换层在薄膜晶体管阵列基板上的正投影。

[0016] 另一方面,本发明提供一种微发光二极管(微LED)显示装置,包括本文所述的微LED显示面板或通过本文所述的方法制造的微LED显示面板。

[0017] 另一方面,本发明提供一种制造微发光二极管(微LED)显示面板的方法,包括:在载体基板上形成多个微LED;形成分别延伸进入载体基板中的多个过孔,从而形成载体基板层;以及通过将波长转换材料填充到所述多个过孔中来形成波长转换层。

[0018] 可选地,在形成分别延伸进入载体基板中的多个过孔之前,所述方法还包括在载体基板上并且实质上在与所述多个过孔对应的区域之外形成蚀刻停止层;其中蚀刻停止层形成限定与所述多个过孔对应的多个子像素孔;并且其中,在形成蚀刻停止层之后,所述方法还包括使用蚀刻停止层作为掩模板并使用选择性蚀刻剂来选择性地蚀刻载体基板,以形成所述多个过孔,从而形成载体基板层,载体基板相对于蚀刻停止层具有高蚀刻选择比,蚀刻停止层和载体基板层形成限定微LED显示面板的多个子像素孔。

[0019] 可选地,选择性地蚀刻载体基板包括使用选择性蚀刻剂蚀刻穿过载体基板以形成贯穿载体基板层的所述多个过孔,载体基板相对于蚀刻停止层和所述多个微LED的通过选择性蚀刻而暴露的半导体层具有高蚀刻选择比。

[0020] 可选地,形成波长转换层包括形成与所述多个微LED的通过选择性蚀刻而暴露的半导体层直接接触的波长转换层。

[0021] 可选地,所述方法还包括:形成分别贯穿载体基板的多个通孔;以及用导电材料填充所述多个通孔,所述多个通孔中的每个通孔中的导电材料连接到所述多个微LED中的相应一个的电极。

[0022] 可选地,所述方法还包括:形成薄膜晶体管阵列基板;以及将所述多个微LED与薄膜晶体管阵列基板接合,所述多个微LED分别与所述薄膜晶体管阵列基板中的多个薄膜晶体管连接,所述多个薄膜晶体管分别被配置为驱动所述多个微LED发光。

[0023] 可选地,在将所述多个微LED与薄膜晶体管阵列基板接合之后,形成分别延伸进入载体基板中的多个过孔。

## 附图说明

[0024] 以下附图仅是根据各种公开的实施例的用于说明性目的的示例,不旨在限制本发明的范围。

[0025] 图1是示出根据本公开的一些实施例中的微发光二极管显示面板的结构的示意图。

[0026] 图2是示出根据本公开的一些实施例中的微发光二极管显示面板中的多个微LED之一的结构的示意图。

[0027] 图3示出了红色量子点波长转换层的厚度与蓝光透射率之间的相关性以及绿色量子点波长转换层的厚度与蓝光透射率之间的相关性。

[0028] 图4是示出根据本公开的一些实施例中的微发光二极管显示面板的结构的示意图。

[0029] 图5A至图5G示出了根据本公开的一些实施例中的制造微LED显示面板的过程。

## 具体实施方式

[0030] 现在将参考以下实施例更具体地描述本公开。应注意，本文仅出于说明和描述的目的呈现了一些实施例的以下描述。其并非旨在穷举或限于所公开的精确形式。

[0031] 本公开特别提供一种微发光二极管显示面板、一种微发光二极管显示装置和一种制造微发光二极管显示面板的方法，其实质上消除了由于相关技术的局限和缺点而导致的问题中的一个或多个。一方面，本公开提供了一种微LED显示面板。在一些实施例中，微LED显示面板包括：载体基板层，微LED显示面板具有分别延伸进入载体基板层中的多个过孔；位于载体基板层上的多个微LED；以及波长转换层，其包括填充在所述多个过孔中的波长转换材料。

[0032] 图1是示出根据本公开的一些实施例中的微发光二极管显示面板的结构示意图。参考图1，微LED显示面板包括：载体基板层40，微LED显示面板具有分别延伸进入载体基板层40中的多个过孔V；位于载体基板层40上的多个微LED 30；以及波长转换层50，其包括填充在所述多个过孔V中的波长转换材料。可选地，所述多个过孔V贯穿载体基板层40的至少第一侧S1，第一侧S1为载体基板层40的背对所述多个微LED 30的一侧。可选地，参考图1，所述多个过孔V贯穿载体基板层40，例如，所述多个过孔V贯穿载体基板层40的第一侧S1和第二侧S2，第一侧S1是载体基板层40的背对所述多个微LED 30的一侧，第二侧S2是载体基板层40的面向所述多个微LED 30的一侧。可选地，波长转换层50在包括载体基板层40的平面上的正投影和所述多个微LED 30在包括载体基板层40的平面上的正投影至少部分地彼此重叠。可选地，所述多个微LED 30在包括载体基板层40的平面上的正投影实质上覆盖波长转换层50在包括载体基板层40的平面上的正投影。

[0033] 可以使用各种适当的材料来制作载体基板层40。可选地，载体基板层40是通过对其上生长所述多个微LED 30的母基板进行图案化而形成的层。可选地，载体基板层40是通过对所述多个微LED 30被转移至其上的基板进行图案化而形成的层。用于制作载体基板层40的合适材料的示例包括硅、石英、蓝宝石、以及诸如聚酰亚胺、聚碳酸酯、聚醚砜、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚芳酯和纤维增强塑料的柔性材料。可选地，载体基板层40是相对于可见光的透明层。可选地，载体基板层40是相对于可见光的不透明层。可选地，载体基板层40由硅（例如，非晶硅和多晶硅）制成。

[0034] 在一些实施例中，载体基板层40由相对于可见光实质上不透明的材料制成。如本文所用，术语“实质上不透明”是指可见波长范围内至少50%（例如，至少60%、至少70%、至少80%、至少90%、和至少95%）的光不透过。可选地，载体基板层40构成用于微LED显示面板的黑矩阵。

[0035] 在一些实施例中，载体基板层40由相对于可见光实质上透明的材料制成。可选地，微LED显示面板还包括黑矩阵。

[0036] 可以使用各种适当的材料来制作波长转换层50。用于制作波长转换层50的适当材料的示例包括磷光体和量子点。在一些实施例中，波长转换层50包括多个第一波长转换块（例如，多个红光波长转换块）、多个第二波长转换块（例如，多个绿光波长转换块）以及多个第三波长转换块（例如，多个蓝光波长转换块）。

[0037] 在一些实施例中，所述多个微LED是多个发蓝光的微LED。可选地，波长转换层50包括多个第一波长转换块和多个第二波长转换块。可选地，所述多个第一波长转换块为多个

红光量子点块,所述多个第二波长转换块为多个绿光量子点块。可选地,所述多个第一波长转换块为多个红光和绿光量子点块,所述多个第二波长转换块为多个红光和绿光量子点块,并且微LED显示面板还包括彩膜。

[0038] 参考图1,在一些实施例中,微LED显示面板还包括蚀刻停止层60,其位于载体基板层40上并且实质上在与所述多个过孔V对应的区域之外。蚀刻停止层60和载体基板层40限定微LED显示面板的多个子像素孔SA。微LED显示面板的多个子像素孔SA中的每一个近似为微LED显示面板中的多个子像素之一的发光区域。

[0039] 在一些实施例中,载体基板层40相对于蚀刻停止层60具有高蚀刻选择比。如本文所用,术语“蚀刻选择比”是指一种材料相对于另一种材料的去除速率。可选地,载体基板层40和蚀刻停止层60之间的蚀刻剂的蚀刻选择比大于10:1,例如,通过蚀刻剂去除载体基板层40的速率是使用相同蚀刻剂去除蚀刻停止层60的速率的约10倍。可选地,载体基板层40和蚀刻停止层60之间的蚀刻剂的蚀刻选择比大于15:1,例如,大于20:1、大于30:1、大于40:1、大于50:1、大于60:1、大于70:1、大于80:1、大于90:1、以及大于100:1。

[0040] 在一些实施例中,载体基板层40相对于蚀刻停止层60和所述多个微LED 30的面对波长转换层50的半导体层(例如,n-GaN层)具有高蚀刻选择比。可选地,载体基板层40和蚀刻停止层60之间的蚀刻剂的蚀刻选择比大于10:1,例如,通过蚀刻剂去除载体基板层40的速率是使用相同蚀刻剂去除蚀刻停止层60的速率的约10倍。可选地,载体基板层40和蚀刻停止层60之间的蚀刻剂的蚀刻选择比大于15:1,例如,大于20:1、大于30:1、大于40:1、大于50:1、大于60:1、大于70:1、大于80:1、大于90:1、以及大于100:1。可选地,载体基板层40和所述多个微LED 30的面对波长转换层50的半导体层之间的蚀刻剂的蚀刻选择比大于10:1,例如,通过蚀刻剂去除载体基板层40的速率是使用相同蚀刻剂去除所述多个微LED 30的最接近波长转换层50的半导体层的速率的约10倍。可选地,载体基板层40与所述多个微LED 30的最接近波长转换层50的半导体层之间的蚀刻剂的蚀刻选择比大于15:1,例如,大于20:1、大于30:1、大于40:1、大于50:1、大于60:1、大于70:1、大于80:1、大于90:1、以及大于100:1。

[0041] 在一些实施例中,载体基板层40包括硅,蚀刻停止层60包括 $\text{SiN}_a\text{O}_b$ ,其中 $(a+b) > 0$ 。用于制作蚀刻停止层60的材料的示例包括硅的氧化物( $\text{SiO}_x$ )、硅的氮化物( $\text{SiN}_y$ )和硅的氮氧化物( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ )。选择性蚀刻硅而非 $\text{SiN}_a\text{O}_b$ 的蚀刻剂的示例包括含氯气体或等离子体(例如 $\text{Cl}_2$ )、含氟气体或等离子体(例如, $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8$ 、 $\text{SF}_6$ )、氢氧化钾、四甲基氢化铵、含有(氟化氢、硝酸和乙酸)的酸性溶液、深反应离子蚀刻(DRIE)及其任何组合。可选地,硅和 $\text{SiN}_a\text{O}_b$ 之间的蚀刻剂的蚀刻选择比大于10:1,例如,大于15:1、大于20:1、大于30:1、大于40:1、大于50:1、大于60:1、大于70:1、大于80:1、大于90:1、以及大于100:1。

[0042] 在一些实施例中,所述多个微LED 30的最接近波长转换层50的半导体层包括氮化镓(GaN),载体基板层40包括硅,蚀刻停止层60包括 $\text{SiN}_a\text{O}_b$ ,其中 $(a+b) > 0$ 。可选地,所述多个过孔V分别贯穿载体基板层40,从而暴露所述多个微LED 30的最接近波长转换层50的半导体层。可选地,如上所述地选择选择性蚀刻剂,并且控制蚀刻工艺的参数,使得由所述多个过孔V暴露的GaN仅被蚀刻到有限的程度,或者实质上不被蚀刻。可选地,硅和 $\text{SiN}_a\text{O}_b$ 之间的蚀刻剂的蚀刻选择比大于10:1,例如,大于15:1、大于20:1、大于30:1、大于40:1、大于50:1、大于60:1、大于70:1、大于80:1、大于90:1、以及大于100:1。可选地,硅和GaN之间的蚀刻剂

的蚀刻选择比大于10:1,例如,大于15:1、大于20:1、大于30:1、大于40:1、大于50:1、大于60:1、大于70:1、大于80:1、大于90:1、以及大于100:1。

[0043] 参考图1,在一些实施例中,所述多个过孔V分别贯穿载体基板层40。可选地,波长转换层50与所述多个微LED 30的半导体层直接接触,该半导体层是最接近波长转换层50并通过蚀刻工艺暴露的层。图2是示出根据本公开的一些实施例中的微发光二极管显示面板中的多个微LED之一的结构的示意图。参考图2,在一些实施例中,所述多个微LED中的每一个包括第一半导体层31、多量子阱32(有源层)、第二半导体层33、第一接触电极34和第二接触电极35。可选地,第一接触电极34和第二接触电极35是选自p接触电极和n接触电极的两个不同的接触电极。可选地,第一半导体层31为n-GaN层,第二半导体层33为p-GaN层,第一接触电极34为n接触电极,第二接触电极35为p接触电极。参考图2,在一些实施例中,波长转换层50与第一半导体层31(例如,n-GaN层)直接接触。可选地,在一些实施例中,所述多个微LED中的每一个还包括:第一接合触头110,其夹在第一接触电极34和薄膜晶体管阵列基板10之间,以将第一接触电极34电连接到薄膜晶体管阵列基板10;以及第二接合触头120,其夹在第二接触电极35和薄膜晶体管阵列基板10之间,以将第二接触电极35电连接到薄膜晶体管阵列基板10。

[0044] 如上所述,在一些实施例中,所述多个微LED 30是发射第一颜色光的微LED。为了实现彩色显示,需要波长转换层50将第一颜色的光转换成不同颜色的光。在一个示例中,所述多个微LED 30是发射蓝光的微LED,波长转换层50将蓝光转换为其他颜色的光,例如红光和绿光。为了完全转换或以其他方式吸收蓝光,波长转换层50需要具有一定的厚度。图3示出了红色量子点波长转换层的厚度与蓝光透射率之间的相关性以及绿色量子点波长转换层的厚度与蓝光透射率之间的相关性。如图3所示,当波长转换层的厚度大于10 $\mu\text{m}$ 时,蓝光透射率可以降低到可忽略的水平。

[0045] 在传统的微LED显示面板中,当厚度超过一定程度时难以对波长转换层进行图案化,而且传统的微LED显示面板中的相对厚的波长转换层会导致相邻子像素之间的干扰问题。

[0046] 在当前微LED显示面板中,通过使多个过孔V延伸进入载体基板层40中,并且通过使波长转换层50填充在多个过孔V中,可以容易地制造具有相对大的厚度的波长转换层50。可选地,波长转换层50的厚度大于10 $\mu\text{m}$ ,例如,大于20 $\mu\text{m}$ 、大于30 $\mu\text{m}$ 、大于40 $\mu\text{m}$ 、大于50 $\mu\text{m}$ 、大于60 $\mu\text{m}$ 、大于70 $\mu\text{m}$ 、大于80 $\mu\text{m}$ 、大于90 $\mu\text{m}$ 、以及大约100 $\mu\text{m}$ 。可选地,波长转换层50的厚度与载体基板层40的厚度实质上相同。可选地,波长转换层50的厚度大于10 $\mu\text{m}$ 且等于或小于载体基板层40的厚度。如本文所用,术语“实质上相同”是指两个值之间的差不超过10%,例如,不超过8%、不超过6%、不超过4%、不超过2%、不超过1%、不是超过0.5%、不超过0.1%、不超过0.05%、以及不超过0.01%。

[0047] 此外,通过在多个过孔V中形成波长转换层50,当载体基板层40由相对于可见光不透明的材料制成时,限定用于保持波长转换层的空间的载体基板层40可以用作黑矩阵。通过这种设计,可以避免由于波长转换层50的厚度增加而导致的相邻子像素之间的干扰。

[0048] 可选地,波长转换层50由实质上透明的材料制成。

[0049] 可选地,微LED显示面板还包括位于微LED显示面板的子像素间区域中的黑矩阵。

[0050] 参考图1,在一些实施例中,微LED显示面板还包括:分别贯穿载体基板层40的多个



通孔80;以及分别通过所述多个通孔80分别连接至所述多个微LED 30的电极多条信号线90。例如,所述多条信号线90分别通过所述多个通孔80分别连接到所述多个微LED 30的p接触电极。

[0051] 参考图1,在一些实施例中,微LED显示面板还包括彩膜层70。可选地,彩膜层70包括多个彩膜块,例如,红色彩膜块、绿色彩膜块和蓝色彩膜块。可选地,彩膜层70位于波长转换层50的远离所述多个微LED 30的一侧。可选地,彩膜层70的多个彩膜块中的每个单独的一个彩膜块位于波长转换层50的多个波长转换块中的相应一个的远离所述多个微LED 30中的相应一个的一侧。可选地,彩膜层70在所述多个微LED 30上的正投影实质上覆盖波长转换层50在所述多个微LED 30上的正投影。可选地,彩膜层70的多个彩膜块中的每个单独的一个在所述多个微LED 30中的相应一个上的正投影实质上覆盖波长转换层50的所述多个波长转换块中的相应一个在所述多个微LED 30中的所述相应一个上的正投影。

[0052] 参考图1,在一些实施例中,微LED显示面板还包括薄膜晶体管阵列基板10,薄膜晶体管阵列基板10具有多个薄膜晶体管TFT,所述多个薄膜晶体管TFT分别被配置为驱动所述多个微LED 30发光。所述多个微LED 30接合至薄膜晶体管阵列基板10。可选地,载体基板层40位于所述多个微LED 30的远离薄膜晶体管阵列基板10的一侧。可选地,蚀刻停止层60位于载体基板层40的远离薄膜晶体管阵列基板10的一侧。可选地,所述多个微LED 30在薄膜晶体管阵列基板10上的正投影实质上覆盖波长转换层50在薄膜晶体管阵列基板10上的正投影。可选地,所述多个微LED 30中的每个单独的一个微LED在薄膜晶体管阵列基板10上的正投影实质上覆盖波长转换层50的多个波长转换块中的相应一个在薄膜晶体管阵列基板10上的正投影。

[0053] 可以在任何适当的衬底基板(例如,柔性衬底基板和刚性衬底基板)上制造薄膜晶体管阵列基板10。适于制造衬底基板的材料的示例包括但不限于玻璃、石英、聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚酯等。在一个示例中,在玻璃基板上形成柔性膜,并且在柔性膜上形成多个薄膜晶体管TFT。当完成显示面板的制造时,可以将玻璃基板与柔性膜分离,从而形成柔性显示面板。在另一示例中,将柔性膜(例如,聚酰亚胺膜)涂覆在玻璃基板上。

[0054] 参考图1,在一些实施例中,微LED显示面板还包括用于将所述多个微LED 30与薄膜晶体管阵列基板10接合的接合材料层20。可以使用各种适当的接合材料和接合技术来将所述多个微LED 30与薄膜晶体管阵列基板10接合。在一个示例中,接合材料层20是金属接合材料层(例如,铜/锡接合层)。在另一示例中,接合材料层20包括苯并环丁烯(BCB)。在另一示例中,接合材料层20是焊料层。在另一示例中,接合材料层20是玻璃料层。

[0055] 图4是示出根据本公开的一些实施例中的微发光二极管显示面板的结构示意图。参考图4,在一些实施例中,所述多个过孔V仅贯穿载体基板层40的一侧(例如,第一侧S1),但不贯穿载体基板层40的另一侧(例如,第二侧S2)。可选地,载体基板层40由实质上透明的材料制成,使得波长转换层50和所述多个微LED之间的剩余载体基板材料实质上不阻挡从所述多个微LED发射的光。

[0056] 可选地,微LED显示面板还包括黑矩阵100。可选地,黑矩阵100位于微LED显示面板的子像素间区域中。

[0057] 另一方面,本公开提供一种制造微发光二极管显示面板的方法。在一些实施例中,该方法包括:在载体基板上形成多个微LED;形成分别延伸进入载体基板中的多个过孔,从

而形成载体基板层;以及通过将波长转换材料填充到所述多个过孔中来形成波长转换层。

[0058] 在一些实施例中,在形成分别延伸进入载体基板中的多个过孔之前,该方法还包括在载体基板层上并且实质上在与所述多个过孔对应的区域之外形成蚀刻停止层。可选地,蚀刻停止层形成为限定与所述多个过孔对应的多个孔。可选地,在形成蚀刻停止层之后,该方法还包括使用蚀刻停止层作为掩模板并使用选择性蚀刻剂来选择性地蚀刻载体基板,以形成所述多个过孔,从而形成载体基板层。可选地,载体基板相对于蚀刻停止层具有高蚀刻选择比。蚀刻停止层和载体基板层形成为限定微LED显示面板的多个子像素孔。

[0059] 在一些实施例中,选择性地蚀刻载体基板包括使用选择性蚀刻剂蚀刻穿过载体基板以形成贯穿载体基板层的所述多个过孔。可选地,载体基板相对于蚀刻停止层和所述多个微LED的通过选择性蚀刻而暴露的半导体层具有高蚀刻选择比。可选地,形成波长转换层包括形成与所述多个微LED的通过选择性蚀刻而暴露的半导体层直接接触的波长转换层。

[0060] 在一些实施例中,使用包括 $\text{SiNaO}_b$ 的材料形成蚀刻停止层,其中 $(a+b)>0$ ;并且使用硅(例如,非晶硅和多晶硅)形成载体基板层。可选地,所述多个微LED的通过选择性蚀刻而暴露的半导体层由包括GaN的材料制成。

[0061] 在一些实施例中,该方法还包括:形成分别贯穿载体基板的多个通孔;以及用导电材料填充所述多个通孔。所述多个通孔中的每个单独的一个通孔中的导电材料连接到所述多个微LED中的相应一个的电极。可选地,该方法还包括形成分别通过多个通孔分别连接到所述多个微LED的电极的多条信号线。

[0062] 在一些实施例中,该方法还包括在波长转换层的远离多所述个微LED的一侧形成彩膜层。可选地,彩膜层形成为使得彩膜层在所述多个微LED上的正投影实质上覆盖波长转换层在所述多个微LED上的正投影。

[0063] 在一些实施例中,该方法还包括:形成薄膜晶体管阵列基板;以及将所述多个微LED与薄膜晶体管阵列基板接合。所述多个微LED形成为分别连接到薄膜晶体管阵列基板中的多个薄膜晶体管,所述多个薄膜晶体管分别被配置为驱动所述多个微LED发光。可选地,在将所述多个微LED与薄膜晶体管阵列基板接合之后,形成分别延伸进入载体基板中的多个过孔。

[0064] 图5A至图5G示出了根据本公开的一些实施例中的制造微LED显示面板的过程。参考图5A,形成并提供薄膜晶体管阵列基板10。在载体基板40'上形成多个微LED 30。将所述多个微LED 30通过接合材料层20与薄膜晶体管阵列基板10接合。在一个示例中,接合材料层是金属接合材料层。可选地,金属接合材料层包括铟和锡中的一种或其组合。可选地,所述多个微LED 30形成为多个发光岛I,所述多个发光岛I中的每一个包括所述多个微LED 30中的一个,构成微LED显示面板的子像素。

[0065] 在一些实施例中,首先在载体基板40'上形成多个微LED 30的各层,然后蚀刻所述多个微LED 30的各层以形成所述多个发光岛I。可以使用各种适当的蚀刻方法来形成所述多个发光岛I。蚀刻方法的示例包括但不限于反应离子蚀刻(RIE)、深反应离子蚀刻(DRIE)、电感耦合等离子体蚀刻(ICP)、电子回旋共振蚀刻(ECR)、离子束蚀刻和激光加工。各种蚀刻气体可用于干法蚀刻。等离子体蚀刻气体的示例包括但不限于氯化硼( $\text{BCl}_3$ )和氯气( $\text{Cl}_2$ )。在一些实施例中,使用电感耦合等离子体蚀刻工艺来执行蚀刻所述多个微LED 30的各层以形成所述多个发光岛I的步骤。用于执行电感耦合等离子体蚀刻工艺的等离子体蚀刻气体

的示例包括氯化硼 (BCl<sub>3</sub>)、氟化碳 (CF<sub>4</sub>) 和氯气 (Cl<sub>2</sub>)。

[0066] 可以使用各种适当的接合方法将所述多个微LED 30与薄膜晶体管阵列基板10接合。适当的接合方法的示例包括激光焊接、红外焊接、倒装芯片接合和晶片接合。

[0067] 参考图5B,形成多个通孔80以贯穿载体基板40'。可选地,在形成所述多个通孔80之前,对载体基板40'执行化学机械加工,以减小载体基板40'的厚度。可选地,载体基板40'的厚度减小到小于100μm。

[0068] 参考图5C,在所述多个通孔80中填充导电材料(例如,铜)。可以使用各种适当的方法用导电材料填充所述多个通孔80。用导电材料填充所述多个通孔80的适当方法的示例包括电镀和化学气相沉积。可选地,在将导电材料电镀到所述多个通孔80中之后,对基板进行抛光。随后,形成多条信号线90,以分别通过所述多个通孔80分别连接到所述多个微LED 30的电极。

[0069] 参考图5D,在载体基板40'的远离薄膜晶体管阵列基板10的一侧形成蚀刻停止层60。蚀刻停止层60形成为限定与多个过孔(将在后续步骤中形成)对应的多个孔。可以使用各种适当的材料和各种适当的方法来制作蚀刻停止层60。在一个示例中,蚀刻停止层60通过光刻形成,例如,通过沉积蚀刻停止材料层,然后对蚀刻停止材料层进行图案化以形成蚀刻停止层60。在另一示例中,通过用等离子体处理载体基板40'来形成蚀刻停止层60,从而转换载体基板40'的一部分(例如,载体基板40'的顶表面)。在另一示例中,载体基板40'由硅制成,并且通过用含氧等离子体处理载体基板40'以将硅转换成氧化硅来形成蚀刻停止层60。

[0070] 在一些实施例中,蚀刻停止层60由使得载体基板40'相对于蚀刻停止层60具有高蚀刻选择比的材料制成。可选地,载体基板40'和蚀刻停止层60之间的蚀刻剂的蚀刻选择比大于10:1,例如,通过蚀刻剂去除载体基板层40'的速率是使用相同蚀刻剂去除蚀刻停止层60的速率的约10倍。可选地,载体基板40'和蚀刻停止层60之间的蚀刻剂的蚀刻选择比大于15:1,例如,大于20:1、大于30:1、大于40:1、大于50:1、大于60:1、大于70:1、大于80:1、大于90:1、以及大于100:1。

[0071] 参考图5E,形成多个过孔V以延伸进入载体基板中,从而形成载体基板层40。可选地,如图5E所示,所述多个过孔V形成为贯穿载体基板层40。蚀刻停止层60和载体基板层40形成为限定微LED显示面板的多个子像素孔SA。在一个示例中,通过使用蚀刻停止层60作为掩模板并使用选择性蚀刻剂选择性地蚀刻载体基板来形成所述多个过孔V。载体基板相对于蚀刻停止层60具有高蚀刻选择比,允许形成多个过孔V。在一个示例中,蚀刻穿过载体基板以形成贯穿载体基板层40的多个过孔V。

[0072] 参考图5F,通过将波长转换材料填充到所述多个过孔V中来形成波长转换层50。可选地,波长转换层50形成为具有大于10μm的厚度。可选地,波长转换层50形成为与所述多个微LED 30的通过选择性蚀刻而暴露的半导体层直接接触。

[0073] 参考图5G,在波长转换层50的远离所述多个微LED 30的一侧形成彩膜层70。彩膜层70在所述多个微LED 30上的正投影实质上覆盖波长转换层50在所述多个微LED 30上的正投影。

[0074] 另一方面,本公开提供一种微发光二极管显示装置,其具有本文所述的微LED显示面板或通过本文所述的方法制造的微LED显示面板。适当的微发光二极管显示装置的示例

包括但不限于电子纸、移动电话、平板电脑、电视、显示器、笔记本电脑、数码相册、GPS等。可选地,微发光二极管显示装置还包括一个或多个集成电路,用于驱动微LED显示面板中的图像显示。

[0075] 已经出于说明和描述的目的呈现了本发明的实施例的上述描述。其并非旨在穷举或将本发明限制为所公开的确切形式或示例性实施例。因此,上述描述应当被认为是示意性的而非限制性的。显然,许多修改和变形对于本领域技术人员而言将是显而易见的。选择和描述这些实施例是为了解释本发明的原理和其最佳方式的实际应用,从而使本领域技术人员能够通过各种实施例及适用于特定用途或所构思的实施方式的各种变型来理解本发明。本发明的范围旨在由所附权利要求及其等同形式限定,其中除非另有说明,否则所有术语以其最宽的合理意义解释。因此,术语“发明”、“本发明”等不一定将权利范围限制为具体实施例,并且对本发明示例性实施例的参考不隐含对本发明的限制,并且不应推断出这种限制。本发明仅由随附权利要求的精神和范围限定。此外,这些权利要求可涉及使用跟随有名词或元素的“第一”、“第二”等术语。这种术语应当理解为一种命名方式而不应解释为对由这种命名方式修饰的元素的数量进行限制,除非已给出具体数量。所描述的任何优点和益处不一定适用于本发明的全部实施例。应当认识到的是,本领域技术人员在不脱离随附权利要求所限定的本发明的范围的情况下可以对所描述的实施例进行变型。此外,本公开中没有元件和组件是意在贡献给公众的,无论该元件或组件是否明确地记载在随附权利要求中。

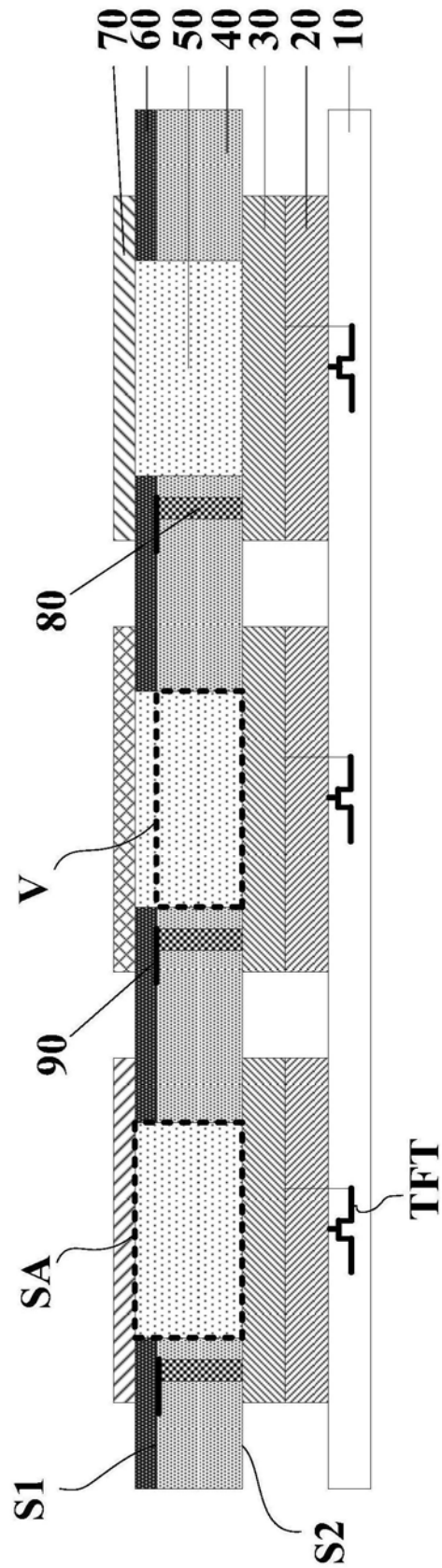


图1

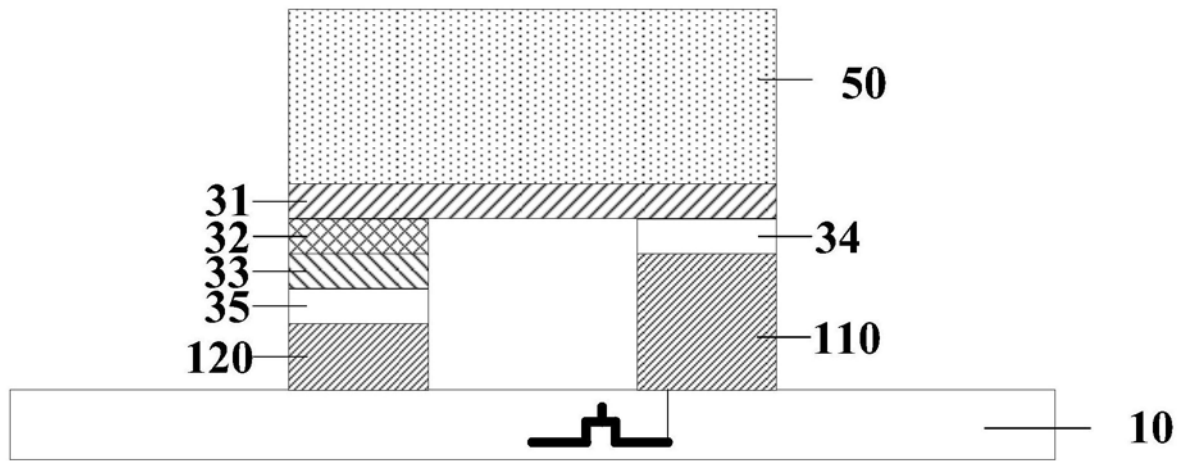


图2

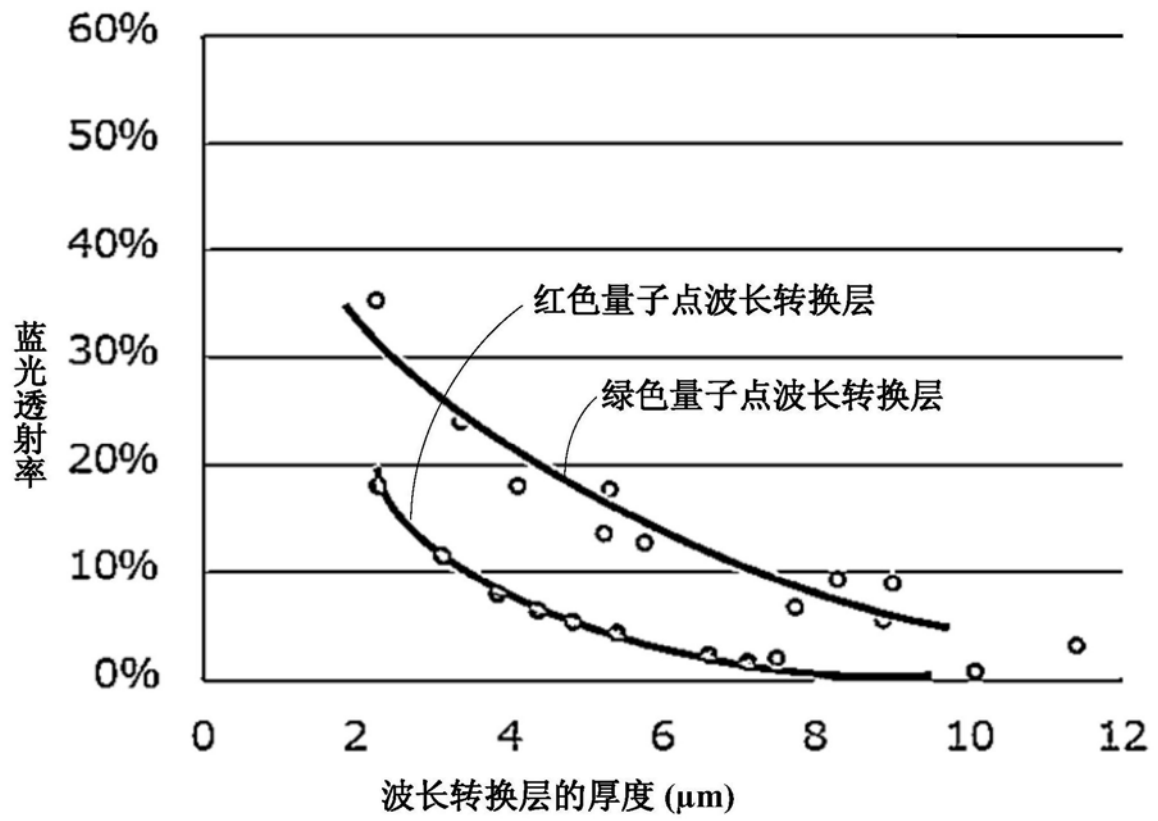


图3

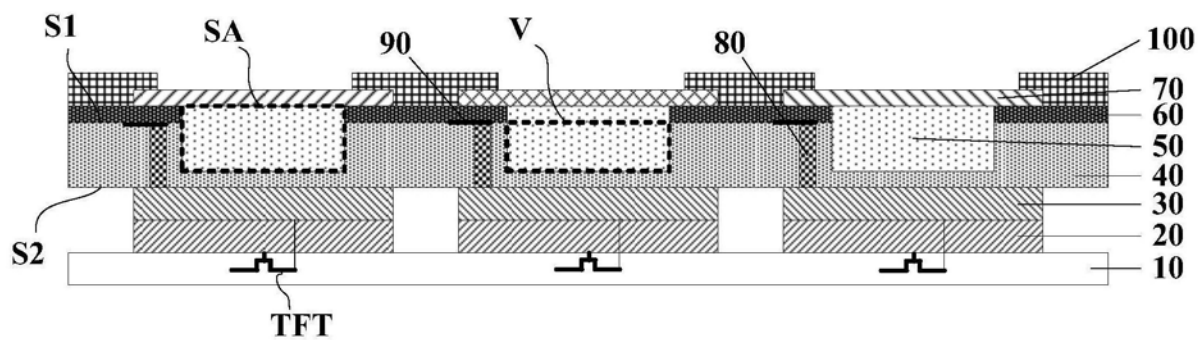


图4

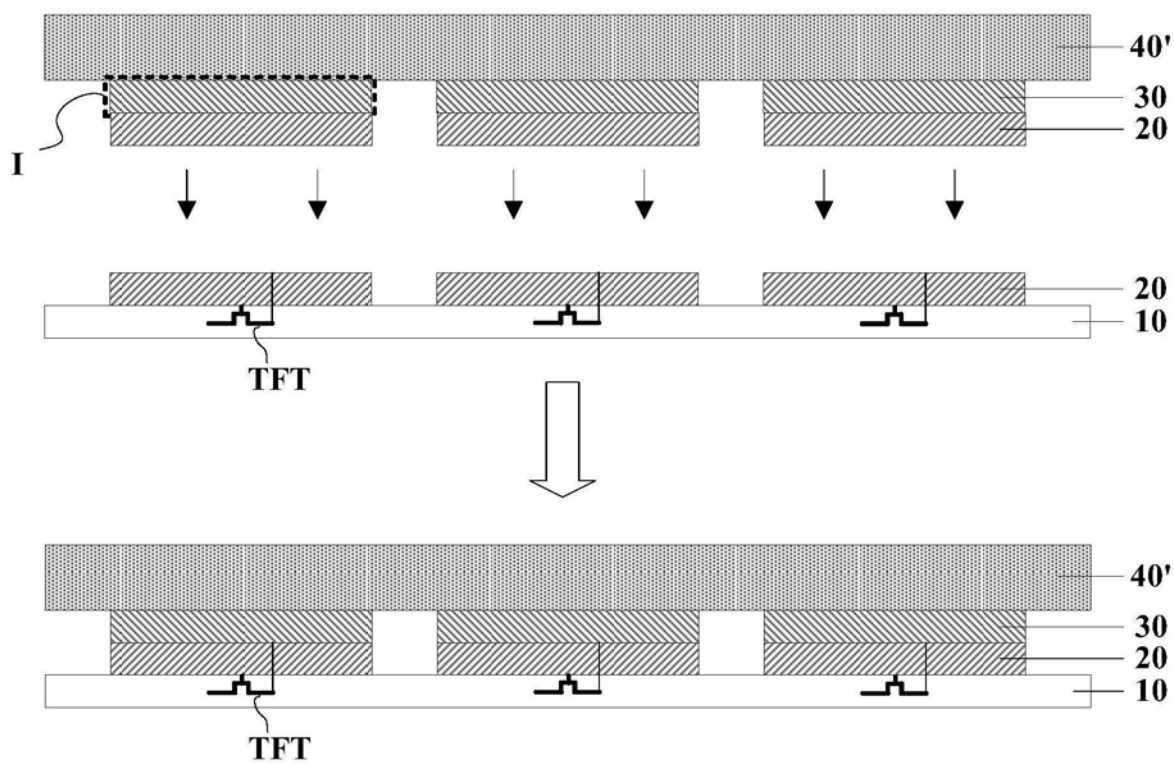


图5A

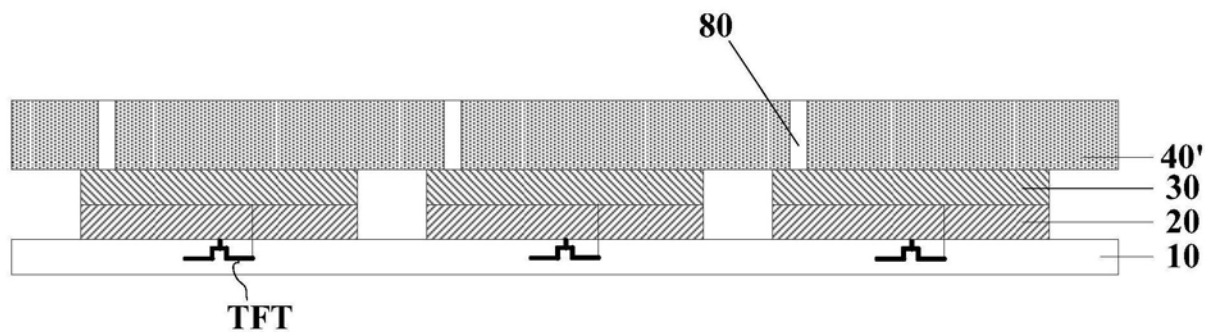


图5B

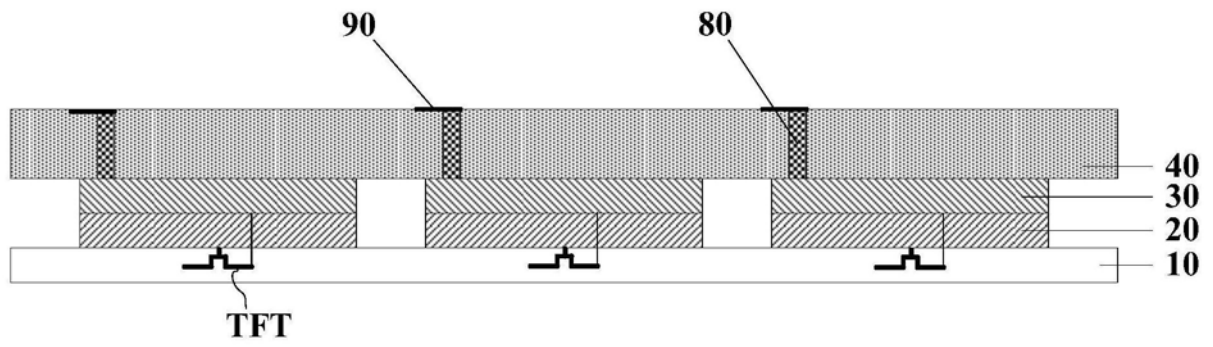


图5C

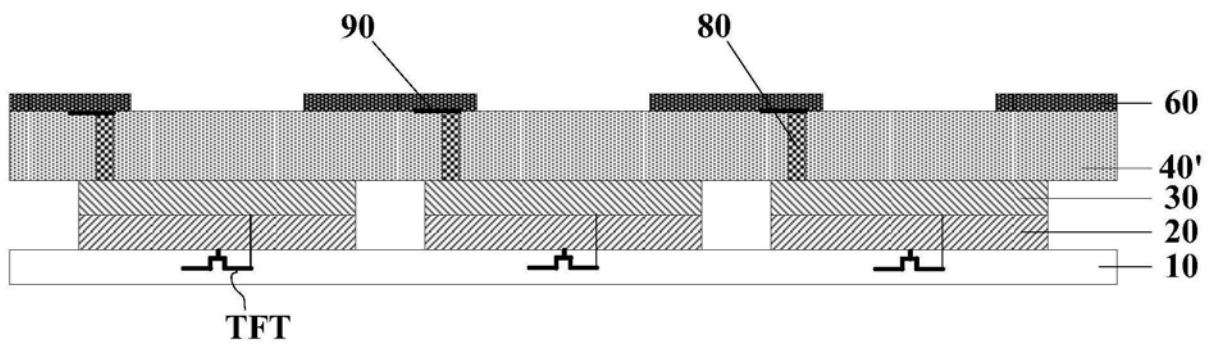


图5D

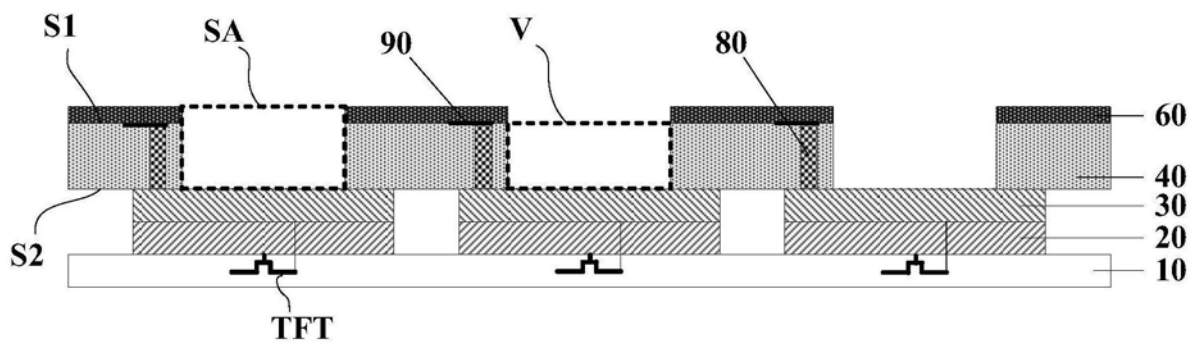


图5E



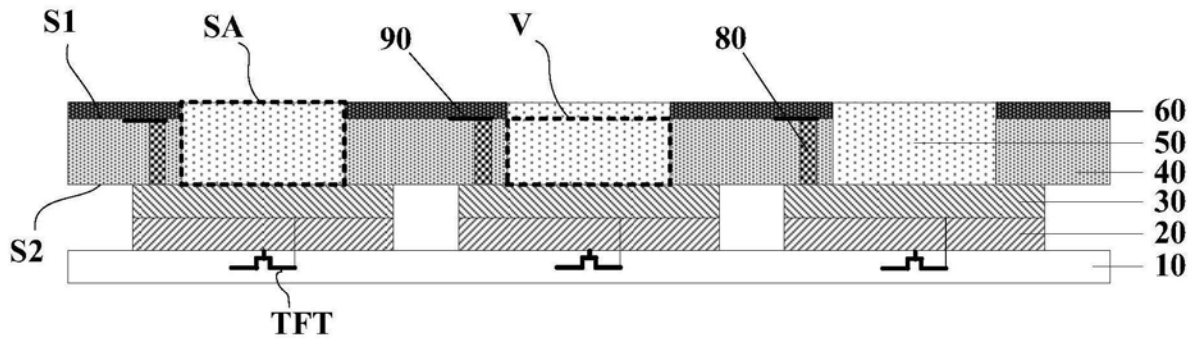


图5F

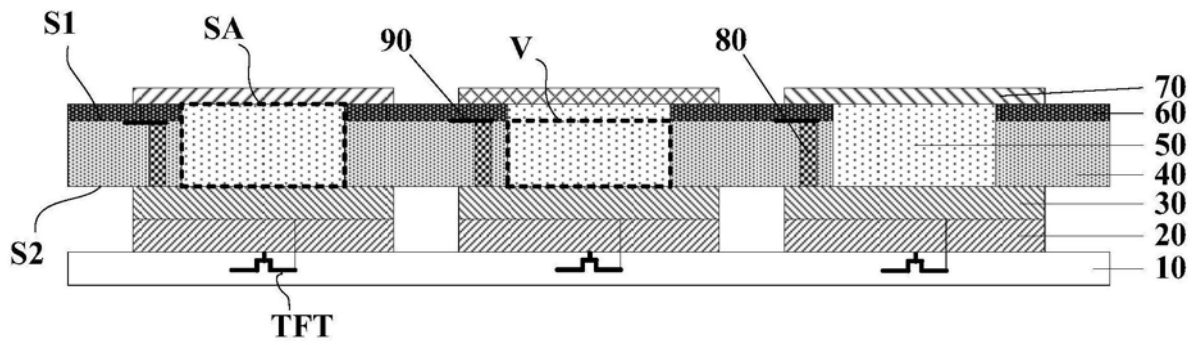


图5G

一种微发光二极管(微LED)显示面板,包括:载体基板层;分别延伸进入载体基板层中多个过孔;载体基板层上的多个微LED;以及波长转换层,其包括填充在所述多个过孔中的波长转换材料。

