



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109856830 B

(45) 授权公告日 2022. 03. 08

(21) 申请号 201910005727.1

G02F 1/1335 (2006.01)

(22) 申请日 2019.01.03

G02F 1/137 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 施素婷

申请公布号 CN 109856830 A

(43) 申请公布日 2019.06.07

(73) 专利权人 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 严允晟 贾玉娥 张舜航 刘立伟

廖峰 张慧 王洪润 侯凯

(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 姜春咸 陈源

(51) Int. Cl.

G02F 1/133 (2006.01)

G02F 1/1347 (2006.01)

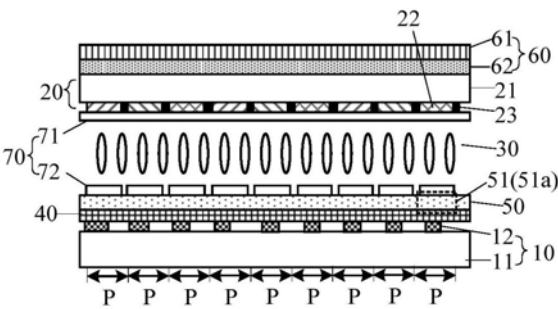
权利要求书3页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

反射式显示面板及其制作方法、驱动方法、显示装置

(57) 摘要

本发明提供一种反射式显示面板,包括相对设置的阵列基板和对盒基板,所述阵列基板和所述对盒基板之间设置有光电材料层,所述反射式显示面板划分为多个像素区,所述光电材料层背离所述对盒基板的一侧设置有太阳能电池层和光调节层,所述光调节层位于所述太阳能电池层与所述光电材料层之间;光调节层包括位于每个像素区中的光调节部;光调节部用于在像素区处于显示状态时,对从光电材料层射向所述光调节部的至少一部分光线进行反射,并在像素区处于非显示状态时,对从所述光电材料层射向所述光调节部的光线进行透射。相应地,本发明还提供一种反射式显示面板的制作方法、驱动方法和显示装置。本发明能够增大太阳能电池层的采光面积。



1. 一种反射式显示面板, 包括相对设置的阵列基板和对盒基板, 所述阵列基板和所述对盒基板之间设置有光电材料层, 所述反射式显示面板划分为多个像素区, 其特征在于,

所述光电材料层背离所述对盒基板的一侧设置有太阳能电池层和光调节层, 所述光调节层位于所述太阳能电池层与所述光电材料层之间;

所述光调节层包括位于每个像素区中的光调节部; 所述光调节部用于在所述像素区处于显示状态时, 对从所述光电材料层射向所述光调节部的至少一部分光线进行反射, 并在所述像素区处于非显示状态时, 对从所述光电材料层射向所述光调节部的光线进行透射;

所述对盒基板背离所述光电材料层的一侧设置有圆偏光片;

所述光电材料层包括向列型液晶层, 所述反射式显示面板还包括驱动电极层, 所述驱动电极层用于为所述向列型液晶层施加电场, 以利用向列型液晶层将来自于所述圆偏光片的光线在左旋圆偏振光和右旋圆偏振光的偏振状态之间转变; 所述光调节部包括胆甾型液晶层;

所述胆甾型液晶层包括固态的第一胆甾型液晶层, 该第一胆甾型液晶层设置在所述阵列基板与所述光电材料层之间, 用于对所述左旋圆偏振光和所述右旋圆偏振光中的一者进行反射, 并对另一者进行透射;

或者,

所述胆甾型液晶层为液态, 所述光调节部还包括第一透明电极层和第二透明电极层, 所述第一透明电极层和所述第二透明电极层用于为所述胆甾型液晶层提供电场, 以控制所述胆甾型液晶层处于平面织构状态或焦锥织构状态; 其中,

所述胆甾型液晶层包括第二胆甾型液晶层或者第三胆甾型液晶层, 所述第二胆甾型液晶层用于在焦锥织构状态时对入射光进行透射, 并在平面织构状态时对入射光进行反射; 所述第三胆甾型液晶层用于在焦锥织构状态时对入射光进行透射, 并在平面织构状态时对左旋圆偏振光和所述右旋圆偏振光中的一者进行反射、对另一者进行透射。

2. 根据权利要求1所述的反射式显示面板, 其特征在于, 所述阵列基板包括第一衬底和设置在该第一衬底上的薄膜晶体管, 所述第一胆甾型液晶层设置在所述薄膜晶体管与所述驱动电极层之间, 所述太阳能电池层设置在所述第一胆甾型液晶层与所述第一衬底之间。

3. 根据权利要求1所述的反射式显示面板, 其特征在于, 所述第一胆甾型液晶层包括双折射率大于或等于5的手性剂。

4. 根据权利要求1所述的反射式显示面板, 其特征在于, 所述第二胆甾型液晶层包括双折射率小于或等于0.5的手性剂;

所述第三胆甾型液晶层包括双折射率大于或等于5的手性剂。

5. 根据权利要求1所述的反射式显示面板, 其特征在于, 还包括设置在所述阵列基板远离所述对盒基板一侧的第三衬底, 液态的所述胆甾型液晶层位于所述阵列基板与所述第三衬底之间。

6. 根据权利要求1所述的反射式显示面板, 其特征在于, 所述胆甾型液晶层中的液晶为宽频带胆甾型液晶, 所述对盒基板包括彩色滤光层, 所述彩色滤光层包括位于每个像素区的滤光部。

7. 一种显示装置, 其特征在于, 包括权利要求1至6中任意一项所述的反射式显示面板。

8. 一种如权利要求1至7中任意一项所述的反射式显示面板的制作方法, 其特征在于,

包括：

分别制作所述阵列基板和所述对盒基板；

将所述阵列基板和所述对盒基板相对设置，并形成位于所述阵列基板和所述对盒基板之间的光电材料层；

分别形成所述太阳能电池层和所述光调节层，并使得所述太阳能电池层和所述光调节层均位于所述光电材料层背离所述对盒基板的一侧，且所述光调节层位于所述太阳能电池层与所述光电材料层之间。

9. 根据权利要求8所述的制作方法，其特征在于，形成所述光调节层的步骤包括：

在所述阵列基板靠近所述对盒基板的一侧，形成液态的第一胆甾型液晶材料层；

对所述第一胆甾型液晶材料层进行固化，以在每个像素区形成所述第一胆甾型液晶层。

10. 一种如1至6中任意一项所述的反射式显示面板的驱动方法，其特征在于，包括：

在所述像素区处于显示状态时，通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的至少一部分光线进行反射；

在所述像素区处于非显示状态时，通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的光线进行透射。

11. 根据权利要求10所述的驱动方法，其特征在于，当所述胆甾型液晶层包括所述第一胆甾型液晶层时，

所述第一胆甾型液晶层所能够反射的光线为第一偏振光，所述第一胆甾型液晶层所能够透射的光线为第二偏振光；

通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的至少一部分光线进行反射的步骤包括：利用所述驱动电极层为所述光电材料层施加电场，以使所述光电材料层将所述圆偏光片出射的光线调整为所述第一偏振光或椭圆偏振光；

通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的光线进行透射的步骤包括：利用所述驱动电极层为所述光电材料层施加电场，以使所述光电材料层将来自于所述圆偏光片的光线调整为所述第二偏振光。

12. 根据权利要求10所述的驱动方法，其特征在于，当所述胆甾型液晶层包括所述第二胆甾型液晶层时，

通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的至少一部分光线进行反射的步骤包括：调节所述第一透明电极层和所述第二透明电极层之间的电压，以控制所述第二胆甾型液晶层处于平面织构状态；

通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的光线进行透射的步骤包括：调节所述第一透明电极层和所述第二透明电极层之间的电压，以控制所述第二胆甾型液晶层处于焦锥织构状态；

当所述胆甾型液晶层包括所述第三胆甾型液晶层时，处于平面织构状态的第三胆甾型液晶层所能够反射的光线为第一偏振光、所能够透射的光线为第二偏振光，

通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的至少一部分光线进行反射的步骤包括：调节所述第一透明电极层和所述第二透明电极层之间的电压，以控制所述第三胆甾型液晶层处于平面织构状态；同时利用所述驱动电极层为所述光电材料层施加电

场,以使所述光电材料层将来自于所述圆偏光片的光线调整为所述第一偏振光或椭圆偏振光;

通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的光线进行透射的步骤包括:使所述第三胆甾型液晶层保持在平面织构状态,同时利用所述驱动电极层为所述光电材料层施加电场,以使所述光电材料层将来自于所述圆偏光片的光线调整为所述第二偏振光;或者,调节所述第一透明电极层和所述第二透明电极层之间的电压,以控制所述第三胆甾型液晶层处于焦锥织构状态。

## 反射式显示面板及其制作方法、驱动方法、显示装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域，具体涉及一种反射式显示面板及其制作方法、驱动方法、显示装置。

### 背景技术

[0002] 在现有的太阳能电池显示技术中，太阳能电池集成在彩膜基板的黑矩阵上方，但是这种结构会导致太阳能电池的采光面积较小，产生的光电流有限。

### 发明内容

[0003] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一，提出了一种反射式显示面板及其制作方法、驱动方法、显示装置。

[0004] 为了实现上述目的，本发明提供一种反射式显示面板，包括相对设置的阵列基板和对盒基板，所述阵列基板和所述对盒基板之间设置有光电材料层，所述反射式显示面板划分为多个像素区，所述光电材料层背离所述对盒基板的一侧设置有太阳能电池层和光调节层，所述光调节层位于所述太阳能电池层与所述光电材料层之间；

[0005] 所述光调节层包括位于每个像素区中的光调节部；所述光调节部用于在所述像素区处于显示状态时，对从所述光电材料层射向所述光调节部的至少一部分光线进行反射，并在所述像素区处于非显示状态时，对从所述光电材料层射向所述光调节部的光线进行透射。

[0006] 可选地，所述对盒基板背离所述光电材料层的一侧设置有圆偏光片；

[0007] 所述光电材料层包括向列型液晶层，所述反射式显示面板还包括驱动电极层，所述驱动电极层用于为所述向列型液晶层施加电场，以利用向列型液晶层将来自于所述圆偏光片的光线在左旋圆偏振光和右旋圆偏振光的偏振状态之间转变。

[0008] 可选地，所述光电调节部包括胆甾型液晶层。

[0009] 可选地，所述胆甾型液晶层包括固态的第一胆甾型液晶层，该第一胆甾型液晶层用于对所述左旋圆偏振光和所述右旋圆偏振光中的一者进行反射，并对另一者进行透射。

[0010] 可选地，所述阵列基板包括第一衬底和设置在该第一衬底上的薄膜晶体管，所述第一胆甾型液晶层设置在所述薄膜晶体管与所述驱动电极层之间，所述太阳能电池层设置在所述第一胆甾型液晶层与所述第一衬底之间。

[0011] 可选地，所述第一胆甾型液晶层包括双折射率大于或等于5的手性剂。

[0012] 可选地，所述胆甾型液晶层为液态，所述光调节部还包括第一透明电极层和第二透明电极层，所述第一透明电极层和所述第二透明电极层用于为所述胆甾型液晶层提供电场，以控制所述胆甾型液晶层处于平面织构状态或焦锥织构状态；其中，

[0013] 所述胆甾型液晶层包括第二胆甾型液晶层，所述第二胆甾型液晶层用于在焦锥织构状态时对入射光进行透射，并在平面织构状态时对入射光进行反射；或者，

[0014] 所述胆甾型液晶层包括第三胆甾型液晶层，所述第三胆甾型液晶层用于在焦锥织

构状态时对入射光进行透射,并在平面织构状态时对左旋圆偏振光和所述右旋圆偏振光中的一者进行反射、对另一者进行透射。

[0015] 可选地,所述第二胆甾型液晶层包括双折射率小于或等于0.5的手性剂;

[0016] 所述第三胆甾型液晶层包括双折射率大于或等于5的手性剂。

[0017] 可选地,所述反射式显示面板还包括设置在所述阵列基板远离所述对盒基板一侧的第三衬底,液态的所述胆甾型液晶层位于所述阵列基板与所述第三衬底之间。

[0018] 可选地,所述胆甾型液晶层中的液晶为宽频带胆甾型液晶,所述对盒基板包括彩色滤光层,所述彩色滤光层包括位于每个像素区的滤光部。

[0019] 相应地,本发明还提供一种显示装置,包括上述反射式显示面板。

[0020] 相应地,本发明还提供一种上述反射式显示面板的制作方法,包括:

[0021] 分别制作所述阵列基板和所述对盒基板;

[0022] 将所述阵列基板和所述对盒基板相对设置,并形成位于所述阵列基板和所述对盒基板之间的光电材料层;

[0023] 分别形成所述太阳能电池层和所述光调节层,并使得所述太阳能电池层和所述光调节层均位于所述光电材料层背离所述对盒基板的一侧,且所述光调节层位于所述太阳能电池层与所述光电材料层之间。

[0024] 可选地,形成所述光调节层的步骤包括:

[0025] 在所述阵列基板靠近所述对盒基板的一侧,形成液态的第一胆甾型液晶材料层;

[0026] 对所述第一胆甾型液晶材料层进行固化,以在每个像素区形成所述第一胆甾型液晶层。

[0027] 相应地,本发明还提供一种上述反射式显示面板的驱动方法,包括:

[0028] 在所述像素区处于显示状态时,通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的至少一部分光线进行反射;

[0029] 在所述像素区处于非显示状态时,通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的光线进行透射。

[0030] 可选地,所述第一胆甾型液晶层所能够反射的光线为第一偏振光,所述第一胆甾型液晶层所能够透射的光线为第二偏振光;

[0031] 通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的至少一部分光线进行反射的步骤包括:利用所述驱动电极层为所述光电材料层施加电场,以使所述光电材料层将所述圆偏光片出射的光线调整为所述第一偏振光或椭圆偏振光;

[0032] 通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的光线进行透射的步骤包括:利用所述驱动电极层为所述光电材料层施加电场,以使所述光电材料层将来自于所述圆偏光片的光线调整为所述第二偏振光。

[0033] 可选地,当所述胆甾型液晶层包括所述第二胆甾型液晶层时,

[0034] 通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的至少一部分光线进行反射的步骤包括:调节所述第一透明电极层和所述第二透明电极层之间的电压,以控制所述第二胆甾型液晶层处于平面织构状态;

[0035] 通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的光线进行透射的步骤包括:调节所述第一透明电极层和所述第二透明电极层之间的电压,以控制所述第二胆

甬型液晶层处于焦锥织构状态；

[0036] 当所述胆甬型液晶层包括所述第三胆甬型液晶层时，处于平面织构状态的第三胆甬型液晶层所能够反射的光线为第一偏振光、所能够透射的光线为第二偏振光，

[0037] 通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的至少一部分光线进行反射的步骤包括：调节所述第一透明电极层和所述第二透明电极层之间的电压，以控制所述第三胆甬型液晶层处于平面织构状态；同时利用所述驱动电极层为所述光电材料层施加电场，以使所述光电材料层将来自于所述圆偏光片的光线调整为所述第一偏振光或椭圆偏振光；

[0038] 通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的光线进行透射的步骤包括：使所述第三胆甬型液晶层保持在平面织构状态，同时利用所述驱动电极层为所述光电材料层施加电场，以使所述光电材料层将来自于所述圆偏光片的光线调整为所述第二偏振光；或者，调节所述第一透明电极层和所述第二透明电极层之间的电压，以控制所述第三胆甬型液晶层处于焦锥织构状态。

## 附图说明

[0039] 附图是用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与下面的具体实施方式一起用于解释本发明，但并不构成对本发明的限制。在附图中：

[0040] 图1为本发明实施例一提供的反射式显示面板的结构示意图；

[0041] 图2为本发明实施例一中提供的反射式显示面板的第一种具体结构示意图；

[0042] 图3a为图2中的反射式显示面板的像素区实现亮态的原理示意图之一；

[0043] 图3b为图2中的反射式显示面板的像素区实现暗态的原理示意图之一；

[0044] 图4a为图2中的反射式显示面板的像素区实现亮态的原理示意图之二；

[0045] 图4b为图2中的反射式显示面板的像素区实现暗态的原理示意图之二；

[0046] 图5为反射式显示面板的第二种结构示意图；

[0047] 图6为第二胆甬型液晶层处于不同状态时的示意图；

[0048] 图7为本发明提供的反射式显示面板的第三种结构示意图；

[0049] 图8为第三胆甬型液晶层处于平面织构状态和焦锥织构状态的示意图；

[0050] 图9a为图7中的反射式显示面板的像素区实现亮态的原理示意图之一；

[0051] 图9b为图7中的反射式显示面板的像素区实现暗态的原理示意图之一；

[0052] 图9c为图7中的反射式显示面板的像素区实现亮态的原理示意图之二；

[0053] 图9d为图7中的反射式显示面板的像素区实现暗态的原理示意图之二；

[0054] 图10为本发明实施例二提供的反射式显示面板的制作流程图之一；

[0055] 图11a至图11i为采用图10的制作方法制作反射式显示面板的过程示意图；

[0056] 图12为本发明实施例二提供的反射式显示面板的制作流程图之二；

[0057] 图13a至图13f为采用图12的制作方法制作反射式显示面板的过程示意图。

## 具体实施方式

[0058] 以下结合附图对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明，并不用于限制本发明。

[0059] 在目前使用太阳能电池的显示装置中,为提高显示装置的集成度,通常将太阳能电池与显示面板集成在一起,这时,显示面板采用反射式显示面板,即,阵列基板上的像素电极为反光电极。这种情况下,如果将太阳能电池设置在阵列基板侧,由于反光电极不透光,则太阳能电池无法采光,因此,为了保证太阳能电池能够接收到光线且不影响显示面板的正常显示,目前通常将太阳能电池集成在彩膜基板上黑矩阵的位置。然而,通常为了保证显示,黑矩阵所占面积较小,当太阳能电池设置在黑矩阵所占区域中时,将导致太阳能电池的采光面积较小,产生的光电流有限。

[0060] 本发明实施例一提供一种反射式显示面板,图1为本发明实施例一提供的反射式显示面板的结构示意图。如图1所示,反射式显示面板划分为多个像素区P,反射式显示面板包括相对设置的阵列基板10和对盒基板20。阵列基板10和对盒基板20之间设置有光电材料层30,该光电材料层30具体可以为液晶层30。光电材料层30背离对盒基板20的一侧设置有太阳能电池层40和光调节层50,光调节层50位于太阳能电池层40与光电材料层30之间。光调节层50包括位于每个像素区P中的光调节部51;光调节部51用于在像素区P处于显示状态时,对从光电材料层30射向光调节部51的至少一部分光线进行反射,并在像素区P处于非显示状态时,对从光电材料层30射向光调节部51的光线进行透射。

[0061] 其中,显示状态为有光线射出的状态;非显示状态则没有光线射出的状态,即,暗态。当反射式显示面板用于电子书、手写板等显示产品时,其显示状态为亮态,即像素区P的亮度达到最大(即,L255)的状态;当反射式显示面板用于手机、电脑等能够显示不同灰度的显示产品时,其显示状态可以包括亮态和中间态,中间态为像素区P的亮度介于0和最大亮度之间的状态。

[0062] 在本实施例一中,由于光调节部51可以在像素区P不进行显示时,对从光电材料层30射向光调节部51的光线进行透射;在像素区P进行显示时,对从光电材料层30射向光调节部51的至少一部分光线进行反射,因此,太阳能电池层40可以在像素区P不进行显示时接收到光线,从而形成光电流;而在像素区P进行显示时,将该像素区P的至少一部分光线反射回去,以在反射式显示面板的显示侧能够看到该像素区P的相应亮度。因此,太阳能电池层40不需要像现有技术中那样集成在黑矩阵中,而是可以设置在像素区P中,从而增大太阳能电池层的采光面积,增大光电流。

[0063] 优选地,太阳能电池层40在阵列基板10上的正投影覆盖阵列基板10的整个显示区,以最大程度地增大太阳能电池层40的采光面积。

[0064] 图2为本发明实施例一中提供的反射式显示面板的第一种具体结构示意图,如图2所示,阵列基板10包括第一衬底11、设置在该第一衬底11上的栅线、数据线和薄膜晶体管12。对盒基板20背离光电材料层30的一侧还设置有圆偏光片60。该圆偏光片60可以将外界光线转换为圆偏振光,具体转换成左旋圆偏振光或右旋圆偏振光均可。

[0065] 具体地,圆偏光片60可以包括线性偏光片61和位于线性偏光片61与对盒基板20之间的四分之一波片62。其中,四分之一波片62的光轴与线性偏光片61的透过轴之间呈45度。外界光可经过线性偏光片61后形成线偏振光,该线偏振光经过四分之一波片62后变成圆偏振光。若四分之一波片62的光轴相对于线性偏光片61的透过轴向右旋转(顺时针旋转)45°,则可以将外界光转换为右旋圆偏振光。相反地,若四分之一波片62的光轴相对于线性偏光片61的透过轴向左旋转(逆时针旋转)45°,则可以将外界光转换为左旋圆偏振光。

[0066] 光电材料层30具体可以为向列型液晶层,此时,反射式显示面板还包括驱动电极层70,驱动电极层70用于为向列型液晶层施加电场,以利用向列型液晶层将来自于圆偏光片60的光线在左旋圆偏振光和右旋圆偏振光的偏振状态之间转变。其中,像素区P处于亮态时,圆偏光片60出射的光线被光电材料层30中与像素区P相对应的部分调整为左旋圆偏振光;在像素区P处于非显示状态(即,暗态)时,圆偏光片60出射的光线被光电材料层30中与像素区P相对应的部分调整为右旋圆偏振光;或者,像素区P处于亮态时,圆偏光片60出射的光线被调整为右旋圆偏振光,像素区P处于非显示状态,圆偏光片60出射的光线被调整为左旋圆偏振光。需要说明的是,像素区P在处于亮态与暗态之间的中间态时,圆偏光片60出射的光线经过液晶层30后的偏振状态为左旋圆偏振光向右旋圆偏振光转变时的中间状态,该中间状态的光可以为左旋椭圆偏振光和/或右旋椭圆偏振光。

[0067] 其中,驱动电极层70具体包括像素电极72和公共电极71,每个像素区P均设置有像素电极72。为了防止驱动电极层70影响太阳能电池层40的采光,优选地,像素电极72和公共电极71均可以采用透明材料(例如,氧化铟锡等)制成。

[0068] 其中,驱动电极层70具体设置在阵列基板10与对盒基板20之间。具体地,公共电极71和像素电极72可以均设置在阵列基板10上,也可以将像素电极72设置在阵列基板10上,将公共电极71设置在对盒基板20上。作为本发明的一种具体实施方式,反射式显示面板应用于TN型液晶显示面板,此时,像素电极72设置在阵列基板10上,公共电极71设置在对盒基板20上,并位于对盒基板20靠近向列型液晶层的一侧。当像素电极72和公共电极71之间不产生电场时,相应像素区P的向列型液晶层改变光线的偏振方向;在像素电极72和公共电极71之间产生电场时,相应像素区P的向列型液晶层保持光线的偏振方向不变。

[0069] 对向列型液晶层进行驱动的方式可以为现有的有源矩阵(Active Matrix,AM)驱动方式,即,将像素区P中的薄膜晶体管的栅极与相应的栅线相连,将薄膜晶体管的源极与数据线相连,将薄膜晶体管的漏极与像素电极相连;通过栅线为薄膜晶体管提供扫描信号,以控制薄膜晶体管源极和漏极导通,从而将数据线上的数据信号传输至像素电极,进而在像素电极72与公共电极71之间产生电场。

[0070] 光调节部51具体包括胆甾型液晶层,通过设置胆甾型液晶层的具体材料组成或调节胆甾型液晶层的状态,以达到对光线进行反射/透射的目的。

[0071] 进一步具体地,在反射式显示面板的第一种结构中,如图2所示,胆甾型液晶层采用固态的第一胆甾型液晶层51a,其中,第一胆甾型液晶层51a中包括双折射大于或等于5的手性剂,例如,联二萘。第一胆甾型液晶层51a用于对左旋圆偏振光和右旋圆偏振光中的一者进行反射,并对另一者进行透射。也即,如果光电材料层30在像素区P进行亮态显示时,将圆偏光片60出射的光线调整为左旋圆偏振光,并在像素区P进行暗态显示时,将圆偏光片60出射的光学调整为右旋圆偏振光,则第一胆甾型液晶层51a被配置为:对左旋圆偏振光进行反射,对右旋圆偏振光进行透射;如果光电材料层30在像素区P进行亮态显示时,将圆偏光片60出射的光线调整为右旋圆偏振光,并在像素区P进行暗态显示时,将圆偏光片60出射的光线调整为左旋圆偏振光,则第一胆甾型液晶层51a被配置为:对右旋圆偏振光进行反射,对左旋圆偏振光进行透射。

[0072] 其中,不同像素区P的第一胆甾型液晶层51a形成为一体结构。第一胆甾型液晶层51a设置在薄膜晶体管与驱动电极层70之间,像素电极51与薄膜晶体管的漏极通过贯穿第

一胆甾型液晶层51a的过孔相连。太阳能电池层40设置在第一胆甾型液晶层51a与第一衬底11之间；具体地，太阳能电池层40可以设置在薄膜晶体管12与第一衬底11之间；或者，将太阳能电池层40设置在第一胆甾型液晶层51a与薄膜晶体管12之间，以防止薄膜晶体管12影响太阳能电池层40的采光。

[0073] 可以理解的是，第一胆甾型液晶层51a所透射/反射的光线颜色与第一胆甾型液晶层51a的螺距有关，当第一胆甾型液晶层51a具有单一的螺距时，则其反射/透射的光线颜色也是一定的。在本发明中，第一胆甾型液晶层51a的液晶为宽频带(wideband)胆甾型液晶，从而可以对不同的光线进行透射/反射。此时，为了实现彩色显示，对盒基板20还包括设置在第二衬底21上的彩色滤光层，该彩色滤光层包括位于每个像素区P中的滤光部22。

[0074] 下面以圆偏光片60将外界光转换为左旋圆偏振光为例，结合图2至图4b对图2的反射式显示面板的工作原理进行介绍。

[0075] 第一种情况：第一胆甾型液晶层51a对右旋圆偏振光进行反射，并对左旋圆偏振光进行透射。

[0076] 此时，图2中的反射式显示面板的像素区P实现亮态的原理如图3a所示，外界光经过线性偏光片61后变为线偏振光，线偏振光经过四分之一波片62后变为左旋圆偏振光。在公共电极71和像素电极72之间不加电场的情况下，光电材料层30(即，向列型液晶层)将左旋圆偏振光转换为右旋圆偏振光，右旋圆偏振光可被第一胆甾型液晶层51a反射；被反射的右旋圆偏振光经过向列型液晶层又转换成左旋圆偏振光，之后，经过四分之一波片62后变为与入射时偏振方向一致的线偏振光，从而可从线性偏光片出射。此时，太阳能电池层40位于像素区P下方的部分无法接收到光线。

[0077] 图2中的反射式显示面板的像素区P实现暗态的原理如图3b所示，外界光经过线性偏光片61后变为线偏振光，线偏振光61经过四分之一波片62后变为左旋圆偏振光。在公共电极71与像素电极72之间施加电场以使向列型液晶层的液晶竖直排列，从而不改变光线的偏振状态，仍保持为左旋圆偏振光。左旋圆偏振光透过第一胆甾型液晶层51a，实现暗态；同时，透过第一胆甾型液晶层51a的光线被下方的太阳能电池层40接收。

[0078] 当公共电极71与像素电极72之间的电场小于图3b中的电场强度时，左旋圆偏振光被向列型液晶层转换为右旋椭圆偏振光，该右旋椭圆偏振光被分解为右旋圆偏振光和线偏振光，右旋圆偏振光被第一胆甾型液晶层51反射，从而使反射式显示面板处于图3a和图3b两种状态之间，实现中间态的不同灰阶显示。

[0079] 第二种情况：第一胆甾型液晶层51a对左旋圆偏振光进行反射，并对右旋圆偏振光进行透射。

[0080] 此时，图2中的反射式显示面板的像素区实现亮态的原理如图4a所示，外界光经过线性偏光片61后变为线偏振光，线偏振光经过四分之一波片后变为左旋圆偏振光。在公共电极71与像素电极72之间施加电场以使向列型液晶层的液晶竖直排列，从而不改变光线的偏振状态，仍保持为左旋圆偏振光。左旋圆偏振光可被第一胆甾型液晶层51a反射；被反射的左旋圆偏振光51a经过向列型液晶层仍为左旋圆偏振光，之后，经过四分之一波片62后变为与入射时偏振方向一致的线偏振光，从而可从线性偏光片61出射。此时，太阳能电池层40位于像素区P下方的部分无法接收到光线。

[0081] 图2中的反射式显示面板的像素区实现暗态的原理如图4b所示，外界光经过线性

偏光片61后变为线偏振光,线偏振光经过四分之一波片62后变为左旋圆偏振光。在公共电极71和像素电极72之间不加电场的情况下,向列型液晶层将左旋圆偏振光转换为右旋圆偏振光,右旋圆偏振光透过第一胆甾型液晶层51a,实现暗态;同时,透过第一胆甾型液晶层51a的光线被下方的太阳能电池层40接收。

[0082] 当公共电极71与像素电极72之间的电场小于图4a中的电场强度时,左旋圆偏振光被向列型液晶层转换为左旋椭圆偏振光,左旋椭圆偏振光的一部分被第一胆甾型液晶层51a反射,以使反射式显示面板处于图4a和图4b两种状态之间,实现中间态的不同灰阶的显示。

[0083] 上述以对圆偏光片60将外界光转换为左旋圆偏振光为例对反射式显示面板的工作原理进行了介绍,当然,圆偏光片60也可以将外界光转换为右旋圆偏振光,这种情况下,第一胆甾型液晶层51a也可以反射左旋圆偏振光,透过右旋圆偏振光;或者反射右旋圆偏振光,反射左旋圆偏振光。具体工作过程与上述工作过程类似:若第一胆甾型液晶层51a反射左旋圆偏振光,透过右旋圆偏振光,那么,当像素区P进行亮态显示时,调节公共电极71和像素电极72之间的电压,使得向列型液晶层将右旋圆偏振光转换为左旋圆偏振光;当像素区P进行暗态显示时,调节公共电极71和像素电极72之间的电压,使得向列型液晶层不改变光线的偏振状态。若第一胆甾型液晶层51a反射右旋圆偏振光,反射左旋圆偏振光,那么,当像素区P进行亮态显示时,调节公共电极71和像素电极72之间的电压,使得向列型液晶层不改变光线的偏振状态;当像素区P进行暗态显示时,调节公共电极71和像素电极72之间的电压,使得向列型液晶层将右旋圆偏振光转换为左旋圆偏振光。

[0084] 以上对第一种结构的反射式显示面板的结构进行了介绍,可见,当像素区P进行暗态显示时,太阳能电池层40与该像素区P对应的部分即可接收到光线,因此,只要反射式显示面板的所有像素区P不同时为亮态,则太阳能电池层40即可接收到光线。并且,在光调节部51的第一种结构中,只需要设置固态的第一胆甾型液晶层51a即可,从而简化光调节层50的整体结构,易于生产实现。

[0085] 图5为反射式显示面板的第二种结构示意图。如图5所示,第二种结构和第一种结构类似,下面仅对两种结构的区别进行介绍。

[0086] 图5中的光调节部51同样包括胆甾型液晶层,但是与图2中的结构所不同的是,图5中的胆甾型液晶层为液态,液态的胆甾型液晶层具有三种不同状态:平面织构状态(即,P态)、焦锥织构状态(即,FC态)和垂直织构状态(即,H态)。

[0087] 具体地,液态的胆甾型液晶层为第二胆甾型液晶层51d,第二胆甾型液晶层51d包括双折射率小于或等于0.5的手性剂。图6为第二胆甾型液晶层处于不同状态时的示意图。如图6所示,第二胆甾型液晶层51d用于在平面织构状态时对入射光进行反射,并在平面织构状态时对入射光进行反射。当向第二胆甾型液晶层51d施加一定强度的电场时,第二胆甾型液晶层51d由平面织构状态转换为焦锥织构状态,此时,第二胆甾型液晶层51d能够对入射光进行透射。若在第二胆甾型液晶层51d上施加足够高的电压,第二胆甾型液晶层51d将转换为垂直织构状态。对处于垂直织构状态的第二胆甾型液晶层,当电压迅速降到零时,第二胆甾型液晶层51d回到平面织构状态;当电压缓慢降低时,第二胆甾型液晶层51d则转变为焦锥织构状态。其中,平面织构状态和垂直织构状态在零电场下均为稳态。

[0088] 为了控制第二胆甾型液晶层51d的状态,图5的光调节部51还包括第一透明电极层

51b和第二透明电极层51c,第一透明电极层51b和第二透明电极层51c用于为第二胆甾型液晶层51d提供电场,以控制第二胆甾型液晶层51d处于平面状态或焦锥织构状态。具体地,第一透明电极层51b和第二透明电极层51c在像素区P显示状态时,控制第二胆甾型液晶层51d达到平面织构状态,以对从向列型液晶层照射至第二胆甾型液晶层51d的光线进行反射;像素区P在非显示状态时,控制第二胆甾型液晶层51d达到焦锥织构状态,以透过从向列型液晶层照射至第二胆甾型液晶层51d的光线,从而使太阳能电池层40接收到光线。

[0089] 进一步地,图5的反射式显示面板的像素区的显示状态也可以包括亮态和中间态。以圆偏光片60将外界光转换为左旋圆偏振光为例,图5的反射式显示面板的工作原理如下:

[0090] 当像素区P实现亮态显示时,调节公共电极71和像素电极72之间的电场,使得向列型液晶层将来自于圆偏光片60的左旋圆偏振光转换为右旋圆偏振光,右旋圆偏振光被处于平面织构状态的第二胆甾型液晶层51d反射回向列型液晶层,被反射的右旋圆偏振光经过向列型液晶层又转换成左旋圆偏振光;之后,经过四分之一波片62后变为与入射时偏振方向一致的线偏振光,从而可从线性偏光片61出射。当然,也可以通过调节公共电极71和像素电极72之间的电场,使得向列型液晶层不改变光线的偏振状态,此时,被第二胆甾型液晶层51d反射的光线同样可以从线性偏光片61出射。

[0091] 当像素区P实现暗态显示时,无论向列型液晶层将来自于圆偏光片60的左旋圆偏振光转换为何种状态,这部分光线均可以透过处于焦锥织构状态的第二胆甾型液晶层51d。

[0092] 当通过调节公共电极71与像素电极72之间的电场,使得左旋圆偏振光被向列型液晶层转换为椭圆偏振光时,椭圆偏振光被处于平面织构状态的第二胆甾型液晶层51d反射回向列型液晶层,被反射的椭圆偏振光经过向列型液晶层仍然是椭圆偏振光,从而使得一部分光线可从线性偏光片出射。

[0093] 和第一胆甾型液晶层51a类似地,第二胆甾型液晶层51d的液晶也采用宽频带胆甾型液晶,以使得每个像素区P的第二胆甾型液晶层51d均可以透射/反射多种不同颜色的光线。

[0094] 另外,在反射式显示面板的第二种结构中,液态的胆甾型液晶层(即,第二胆甾型液晶层51d)和太阳能电池层40均位于阵列基板背离光电材料层的一侧。不同像素区P的光调节部51的第二胆甾型液晶层51d可以形成为一体。

[0095] 可选地,反射式显示面板还包括设置在阵列基板10远离对盒基板20一侧的第三衬底53,液态的胆甾型液晶层位于阵列基板10与第三衬底53之间。进一步地,第一透明电极层51b和第二透明电极层51c可以分别位于液态的胆甾型液晶层的两侧,并且,第一透明电极层51b设置在第三衬底53上,第二透明电极层51c则可以设置在第一衬底11上。此时,不同像素区P的光调节部51的第一透明电极层51b可以形成为一体,不同像素区P的光调节部51的第二透明电极层51c可以形成为一体。第一衬底11和第三衬底53之间还设置有封装结构,用于将液态的胆甾型液晶层封装在第一衬底11和第三衬底53之间。

[0096] 当然,第一透明电极层51b和第二透明电极层51c也可以设置在液态的胆甾型液晶层的同一侧。

[0097] 图7为本发明提供的反射式显示面板的第三种结构示意图。和第二种结构相同的,在反射式显示面板的第三种结构中,胆甾型液晶层为液态。下面仅对反射式显示面板的第

三种结构与第二种结构的区别进行介绍。

[0098] 在反射式显示面板的第三种结构中,液态的胆甾型液晶层为第三胆甾型液晶层51e,第三胆甾型液晶层51e包括双折射率大于或等于5的手性剂,如,联二萘。图8为第三胆甾型液晶层处于平面织构状态和焦锥织构状态的示意图,如图8所示,第三胆甾型液晶层51e用于在焦锥织构状态时对入射光进行透射,并在平面织构状态时对左旋圆偏振光和右旋圆偏振光中的一者进行反射、对另一者进行透射。图8中示意出了第三胆甾型液晶层51e在平面织构状态时对左旋圆偏振光进行反射、对右旋圆偏振光进行透射的情况,当然,也可以使第三胆甾型液晶层51e在平面织构状态时对右旋圆偏振光进行反射、对左旋圆偏振光进行透射。

[0099] 下面以圆偏光片60将外界光转换为左旋圆偏振光为例,对图7的反射式显示面板的工作原理进行介绍。

[0100] 第一种情况:第三胆甾型液晶层51e用于在焦锥织构时对入射光进行透射,在平面织构状态时对右旋圆偏振光进行反射、对左旋圆偏振光进行透射。

[0101] 这种情况下,图7中的反射式显示面板的像素区P实现亮态的原理如图9a所示,外界光经过线性偏光片61后变为线偏振光,线偏振光经过四分之一波片62后变为左旋圆偏振光。此时,通过调节第一透明电极层51b和第二透明电极层51c之间的电压,使第三胆甾型液晶层51e达到并保持平面织构状态;同时,通过调节公共电极71和像素电极72之间的电场,使得光电材料层30(即,向列型液晶层)将左旋圆偏振光转换为右旋圆偏振光。右旋圆偏振光可被第三胆甾型液晶层51e反射;被反射的右旋圆偏振光经过向列型液晶层又转换成左旋圆偏振光,之后,经过四分之一波片62后变为与入射时偏振方向一致的线偏振光,从而可从线性偏光片出射。此时,太阳能电池层40位于像素区P下方的部分无法接收到光线。

[0102] 图7中的反射式显示面板的像素区P实现暗态的原理如图9b所示,外界光经过线性偏光片61后变为线偏振光,线偏振光61经过四分之一波片62后变为左旋圆偏振光。此时,使第三胆甾型液晶层51e保持在平面织构状态;另外,在公共电极71与像素电极72之间施加电场以使向列型液晶层的液晶竖直排列,从而不改变光线的偏振状态,仍保持为左旋圆偏振光。左旋圆偏振光透过第三胆甾型液晶层51e,实现暗态;同时,透过第三胆甾型液晶层51e的光线被下方的太阳能电池层40接收。

[0103] 当通过调节公共电极71与像素电极72之间的电场,使得左旋圆偏振光被向列型液晶层转换为右旋椭圆偏振光,且第三胆甾型液晶层51e保持在平面织构状态时,右旋椭圆偏振光被分解为右旋圆偏振光和线偏振光,右旋圆偏振光被第三胆甾型液晶层51e反射,从而使反射式显示面板处于图9a和图9b两种状态之间,实现中间态的不同灰阶显示。

[0104] 当然,在实现暗态显示时,也可以通过调节第一透明电极层51b和第二透明电极层51c之间的电压,以使第三胆甾型液晶层51e达到焦锥织构状态;此时,射向第三胆甾型液晶层51e的光线无论处于何种偏振状态,这部分光线均可以透过第三胆甾型液晶层51e,从而实现暗态。

[0105] 第二种情况:第三胆甾型液晶层51e用于在焦锥织构状态下对入射光进行透射,并在平面织构状态时对左旋圆偏振光进行反射、对右旋圆偏振光进行透射。

[0106] 这种情况下,图7中的反射式显示面板的像素区实现亮态的原理如图9c所示,外界光经过线性偏光片61后变为线偏振光,线偏振光经过四分之一波片62后变为左旋圆偏振

光。此时,通过调节第一透明电极层51b和第二透明电极层51c之间的电压,使第三胆甾型液晶层51e达到并保持平面织构状态;同时,通过调节公共电极71和像素电极72之间的电场,使得光电材料层30不改变光线的偏振状态,仍保持为左旋圆偏振光。左旋圆偏振光可被第三胆甾型液晶层51e反射;被反射的左旋圆偏振光51a经过向列型液晶层仍为左旋圆偏振光,之后,经过四分之一波片62后变为与入射时偏振方向一致的线偏振光,从而可从线性偏光片61出射。此时,太阳能电池层40位于像素区P下方的部分无法接收到光线。

[0107] 图7中的反射式显示面板的像素区实现暗态的原理如图9d所示,外界光经过线性偏光片61后变为线偏振光,线偏振光经过四分之一波片62后变为左旋圆偏振光。此时,使第三胆甾型液晶层51e保持在平面织构状态;另外,调节公共电极71和像素电极72之间的电场,使得向列型液晶层将左旋圆偏振光转换为右旋圆偏振光。右旋圆偏振光透过第三胆甾型液晶层51e,实现暗态;此时,透过第三胆甾型液晶层51e的光线被下方的太阳能电池层40接收。

[0108] 当调节公共电极71与像素电极72之间的电场,以使得向列型液晶层将来自于四分之一波片62的左旋圆偏振光转换为左旋椭圆偏振光,左旋椭圆偏振光的一部分被第三胆甾型液晶层51e反射,以使反射式显示面板处于图9c和图9d两种状态之间,实现中间态的不同灰阶的显示。

[0109] 当然,图7中反射式显示面板的像素区P在实现暗态时,也可以通过调节第一透明电极层51b和第二透明电极层51c之间的电压,以使第三胆甾型液晶层51e达到焦锥织构状态;此时,射向第三胆甾型液晶层51e的光线无论处于何种偏振状态,这部分光线均可以透过第三胆甾型液晶层51e,从而实现暗态。

[0110] 以上为对本实施例一提供的反射式显示面板的介绍,可以看出,在本实施例一中,太阳能电池层40的位置不必限定在黑矩阵的覆盖范围内,而是可以覆盖阵列基板的整个显示区,增大了太阳能电池层40的采光面积;通过控制公共电极71和像素电极72之间的电场强度,从而控制向列型液晶层的偏转状态,以实现不同的灰阶显示。

[0111] 基于同一发明构思,本发明实施例二提供了一种上述反射式显示面板的制作方法,包括:

[0112] 步骤a、分别制作所述阵列基板和所述对盒基板。其中,阵列基板包括第一衬底和设置在该第一衬底上的薄膜晶体管、栅线、数据线等结构。对盒基板包括第二衬底和设置在该第二衬底上的彩色滤光层、黑矩阵。

[0113] 步骤b、将所述阵列基板和所述对盒基板对盒,并形成位于所述阵列基板和所述对盒基板之间的光电材料层;其中,该光电材料层具体可以为向列型液晶层。

[0114] 步骤c、形成所述太阳能电池层和所述光调节层,并使得所述太阳能电池层和所述光调节层均位于所述光电材料层背离所述对盒基板的一侧,且所述光调节层位于所述太阳能电池层与所述光电材料层之间。

[0115] 如上文所述,反射式显示面板具有图2、图5、图7所示的三种不同结构,下面结合附图对图2和图5两种结构的反射式显示面板的制作方法进行介绍。

[0116] 图10为本发明实施例二提供的反射式显示面板的制作流程图之一,用于制作图2中的反射式显示面板。图11a至图11i为采用图10的制作方法制作反射式显示面板的过程示意图,结合图10至图11i所示,制作方法包括:

[0117] S10、制作阵列基板10和太阳能电池层40,如图11a所示,阵列基板10包括第一衬底11和设置在第一衬底11上的薄膜晶体管12、栅线和数据线等结构,太阳能电池层40位于薄膜晶体管12背离第一衬底11的一侧。当然,也可以将太阳能电池层40形成在薄膜晶体管12与第一衬底11之间。

[0118] S11、形成钝化层13,并形成贯穿钝化层13和太阳能电池层40的第一过孔V1,第一过孔V1的位置对应于薄膜晶体管12的漏极,如图11b所示。

[0119] S12、形成取向层14,如图11c所示。

[0120] S13、在阵列基板10靠近对盒基板的一侧形成液态的第一胆甾型液晶材料层。

[0121] S14、对第一胆甾型液晶材料层进行固化,从而在每个像素区形成第一胆甾型液晶层51a,如图11d所示。第一胆甾型液晶层51a用于反射左旋圆偏振光,并透射右旋圆偏振光;或者反射右旋圆偏振光,并透射左旋圆偏振光。可以通过向第一胆甾型液晶材料层中添加适当的手性剂,以使得固化后的第一胆甾型液晶层51a满足上述光学特性。添加的手性剂包括联二萘。对第一胆甾型液晶材料层的固化方式可以为紫外线照射的方式。

[0122] S15、形成贯穿第一胆甾型液晶材料层51a和取向层14的第二过孔V2,第二过孔V2与第一过孔V1连通,如图11e所示。第二过孔V2可以通过灰化的方式形成。

[0123] S16、在每个像素区形成像素电极72,该像素电极72通过第一过孔和第二过孔与薄膜晶体管12的漏极相连,如图11f所示。

[0124] S17、制作对盒基板20,并在对盒基板20上形成公共电极71。如图11g所示,对盒基板20包括第二衬底21以及设置在该第二衬底21上的彩色滤光层和黑矩阵23。彩色滤光层包括位于每个像素区中的滤光部22。公共电极71位于彩色滤光层背离第二衬底21的一侧。

[0125] S18、在阵列基板10上形成封框胶80,封框胶80环绕所有的像素区;并在封框胶80限定的范围内形成光电材料层30,该光电材料层30为向列型液晶层。如图11h所示。

[0126] S19、将对盒基板20与形成有液晶层30的阵列基板10对盒;并在对盒基板20背离光电材料层30的一侧设置圆偏光片。其中,圆偏光片60具体包括线偏光片61和设置在该线偏光片61与对盒基板20之间的四分之一波片62。如图11i所示。

[0127] 需要说明的是,上述步骤的先后次序不限于上述顺序,例如,也可以将步骤S17在步骤S10之前进行。

[0128] 图12为本发明实施例二提供的反射式显示面板的制作流程图之二,用于制作图5中的反射式显示面板。图13a至图13f为采用图12的制作方法制作反射式显示面板的过程示意图,结合图12至图13f所示,制作方法包括:

[0129] S20、制作阵列基板10,如图13a所示,阵列基板10包括第一衬底11和设置在第一衬底11上的薄膜晶体管12、栅线和数据线等结构。

[0130] S21、形成覆盖薄膜晶体管12的钝化层13、平坦化层15等结构,并形成像素电极72,像素电极72通过贯穿钝化层13和平坦化层15的过孔与薄膜晶体管12的漏极相连,如图13b所示。

[0131] S22、制作对盒基板20,并在对盒基板20上形成公共电极71。如图13c所示,对盒基板20包括第二衬底21以及设置在该第二衬底21上的彩色滤光层和黑矩阵23。彩色滤光层包括位于每个像素区中的滤光部22。公共电极71位于彩色滤光层背离第二衬底21的一侧。

[0132] S23、将阵列基板10与对盒基板20相对设置,并形成位于阵列基板10与对盒基板20

之间的光电材料层30、封框胶80,光电材料层30位于封框胶80所环绕的范围内。如图13d所示。光电材料层30具体为向列型液晶层。

[0133] S24、在对盒基板20背离液晶层30的一侧设置圆偏光片60。如图13e所示,圆偏光片60具体包括线偏光片61和设置在该线偏光片61与对盒基板20之间的四分之一波片62。

[0134] S25、在阵列基板10背离对盒基板20的一侧形成位于每个像素区的光调节部51,如图13f所示,光调节部51包括第二胆甾型液晶层51d、第一透明电极层51b和第二透明电极层51c。

[0135] 其中,不同像素区的第一透明电极层51b形成为一体,不同像素区的第二透明电极层51c也形成为一体,不同像素区的第二胆甾型液晶层51d也形成为一体。

[0136] 具体地,在步骤S25中,可以先在第一衬底11上形成第二透明电极层51c,并在第三衬底53上形成第一透明电极层51b;之后,在第一衬底11或第三衬底53上形成封装结构81;然后,在封装结构81限定的范围内形成第二胆甾型液晶层51d,最后,将第三衬底53与第一衬底11相对设置并固定连接在一起。

[0137] S26、形成太阳能电池层40,如图13f所示,太阳能电池层40位于第三衬底53背离第一衬底11的一侧。

[0138] 其中该,步骤S23~S25之间的先后顺序不限于上述顺序,例如,也可以将步骤S24和步骤S25在步骤S23之前进行。

[0139] 对于图7中所示的第三种结构的反射式显示面板,其制作方法与图5中所示的第二种结构的反射式显示面板的制作方法相同,只需要将第二胆甾型液晶层51d替换为第三胆甾型液晶层51e即可,这里不再赘述。

[0140] 基于同一发明构思,本发明实施例三提供了一种上述反射式显示面板的驱动方法,包括:

[0141] 在所述像素区处于显示状态时,通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的至少一部分光线进行反射。

[0142] 在所述像素区处于非显示状态时,通过所述光调节部对从所述光电材料层射向所述光调节部的光线进行透射。

[0143] 其中,显示状态可以包括亮态和中间态。

[0144] 当反射式显示面板采用图2中所示的结构时,将所述第一胆甾型液晶层所能够反射的光线作为第一偏振光,将所述第一胆甾型液晶层所能够透射的光线作为第二偏振光,此时,驱动方法具体包括:

[0145] 在像素区处于亮态时,利用驱动电极层为光电材料层施加电场,以调节光电材料层中的向列型液晶的偏转状态,从而使光电材料层将圆偏光片出射的光线调整为第一偏振光。此时,第一偏振光被第一胆甾型液晶层反射,从而通过光调节部对从光电调节层射向光调节部的光线进行反射。

[0146] 在像素区处于中间态时,利用驱动电极层为光电材料层施加电场,以调节光电材料层中的向列型液晶的偏转状态,从而使光电材料层将圆偏光片出射的光线调整为椭圆偏振光,椭圆偏振光可以分解为第一偏振光和线偏振光,即,椭圆偏振光的一部分被第一胆甾型液晶层反射。从而通过光调节部对从光电调节层射向光调节部的一部分光线进行反射。

[0147] 在像素区处于非显示状态时,利用驱动电极层为光电材料层施加电场,以使光电

材料层将来自于圆偏光片的光线调整为第二偏振光,该第二偏振光透过第一胆甾型液晶层,从而通过光调节部对从光电调节层射向光调节部的光线进行透射。

[0148] 图2所示的反射式显示面板的驱动原理和工作过程已在上文进行介绍,这里不再赘述。

[0149] 当反射式显示面板采用图5中所示的结构时,所述驱动方法包括:

[0150] 在所述像素区处于显示状态时,调节第一透明电极层和所述第二透明电极层之间的电压,以控制所述第二胆甾型液晶层处于平面织构状态,从而对从光电材料层照射至第二胆甾型液晶层的光线进行反射。

[0151] 在所述像素区处于非显示状态时,调节第一透明电极层和所述第二透明电极层之间的电压,以控制所述第二胆甾型液晶层处于焦锥织构的状态,从而对光电材料层照射至第二胆甾型液晶层的光线进行透射。

[0152] 当反射式显示面板采用图7中所示的结构时,将处于平面织构状态的第三胆甾型液晶层所能够反射的光线作为第一偏振光、将处于平面织构状态的第三胆甾型液晶层所能够透射的光线作为第二偏振光。此时,所述驱动方法具体包括:

[0153] 在像素区处于亮态时,调节第一透明电极层和第二透明电极层之间的电压,以控制第三胆甾型液晶层处于平面织构状态;同时利用驱动电极层为光电材料层施加电场,以使光电材料层将来自于圆偏光片的光线调整为第一偏振光。此时,光电材料层射向第三胆甾型液晶层的光线被第三胆甾型液晶层反射,从而通过光调节部对从光电调节层射向光调节部的光线进行反射。

[0154] 在像素区处于中间态时,调节第一透明电极层和第二透明电极层之间的电压,以控制第三胆甾型液晶层处于平面织构状态;同时利用驱动电极层为光电材料层施加电场,以使光电材料层将来自于圆偏光片的光线调整为椭圆偏振光。此时,椭圆偏振光的一部分被第三胆甾型液晶层反射,从而通过光调节部对从光电调节层射向光调节部的一部分光线进行反射。

[0155] 在像素区处于暗态时,使第三胆甾型液晶层保持在平面织构状态,同时利用驱动电极层为光电材料层施加电场,以使光电材料层将来自于圆偏光片的光线调整为第二偏振光,第二偏振光透过第三胆甾型液晶层。或者,调节第一透明电极层和第二透明电极层之间的电压,以控制第三胆甾型液晶层处于焦锥织构状态,此时,入射至第三胆甾型液晶层的光线也会被第三胆甾型液晶层反射。

[0156] 图7所示的反射式显示面板的驱动原理和工作过程已在上文进行介绍,这里不再赘述。

[0157] 基于同一发明构思,本发明实施例四提供了一种显示装置,包括上述实施例一的反射式显示装置。由于所述反射式显示面板上的太阳能电池层的采光面积增大,因此,采用反射式显示面板的显示装置的功耗进一步降低。

[0158] 可以理解的是,以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式,然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言,在不脱离本发明的精神和实质的情况下,可以做出各种变型和改进,这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

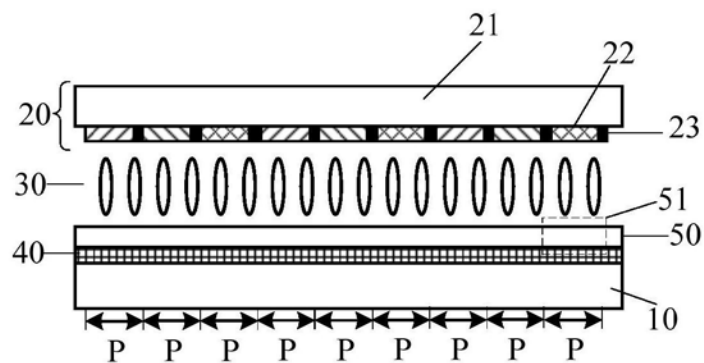


图1

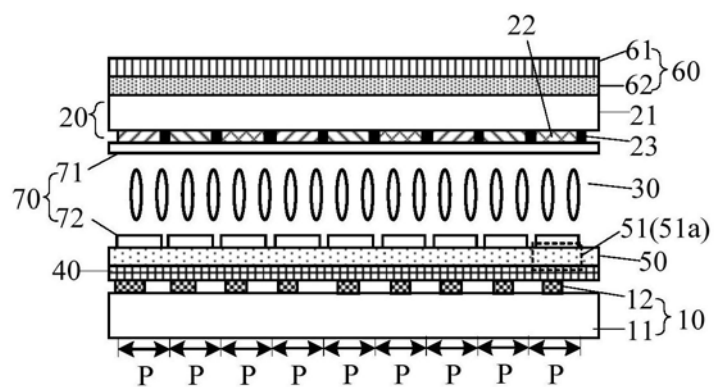


图2

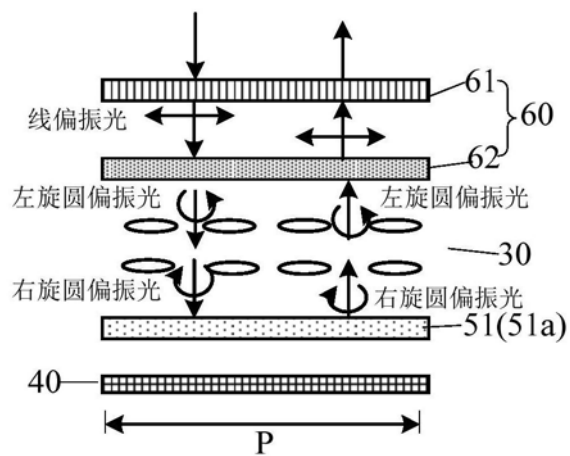


图3a

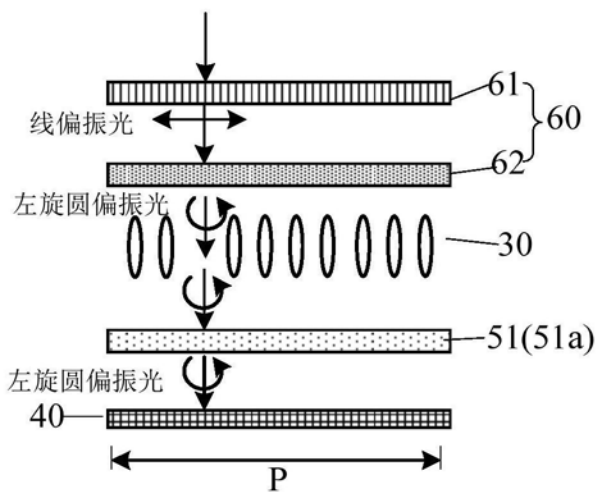


图3b

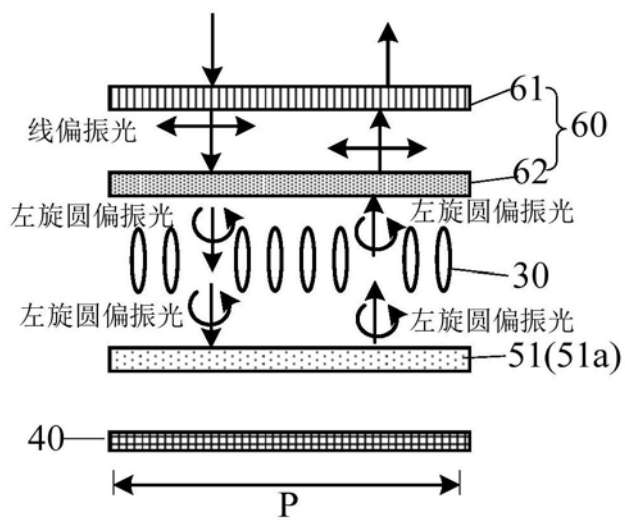


图4a

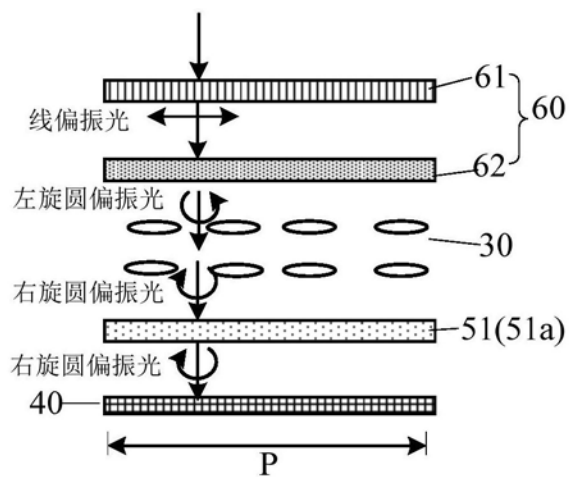


图4b

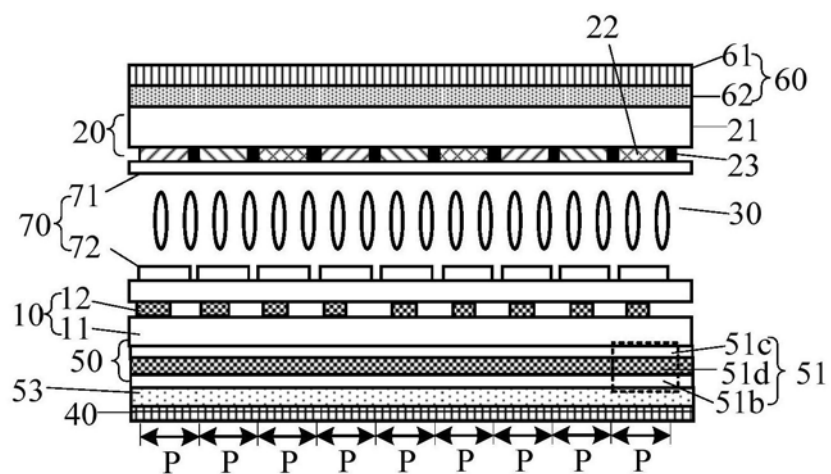


图5

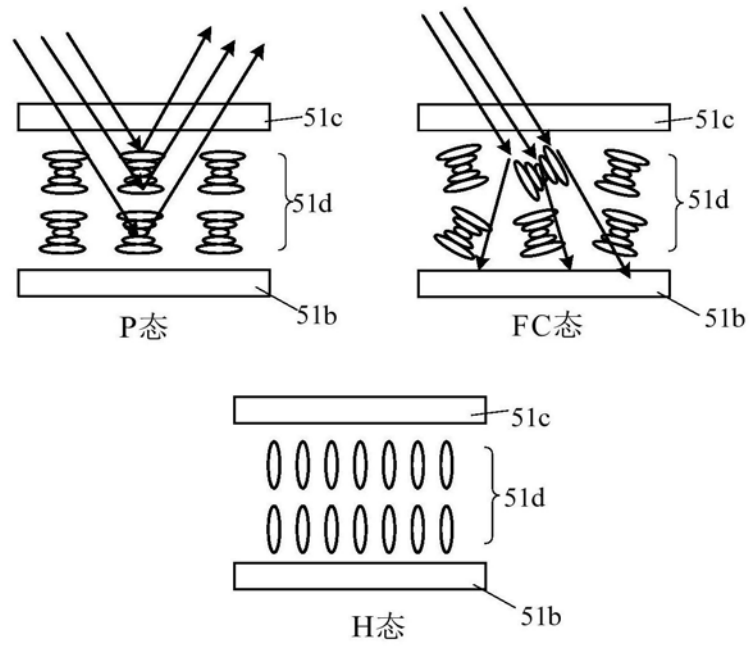


图6

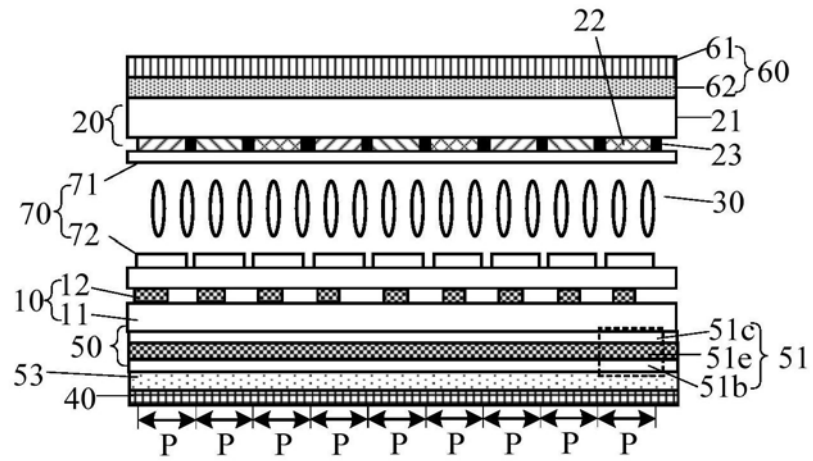


图7

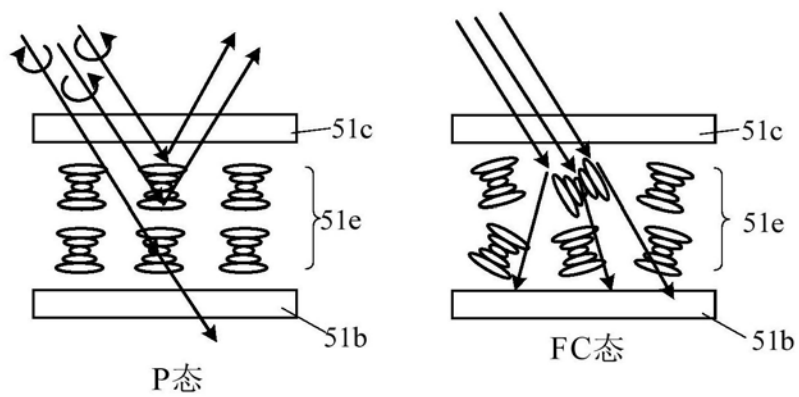


图8

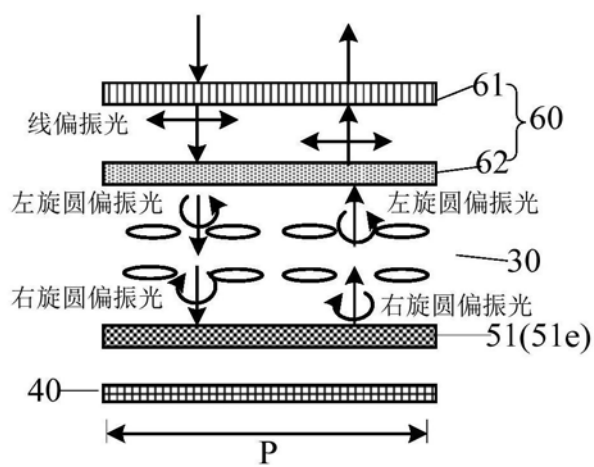


图9a

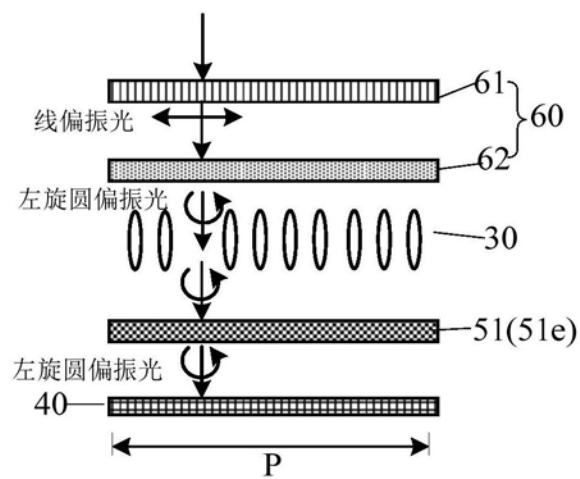


图9b

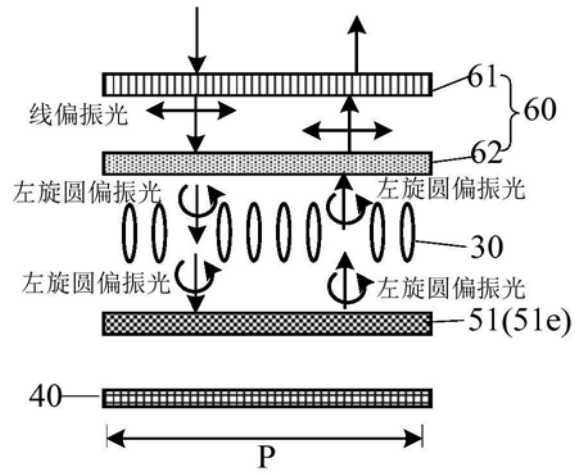


图9c

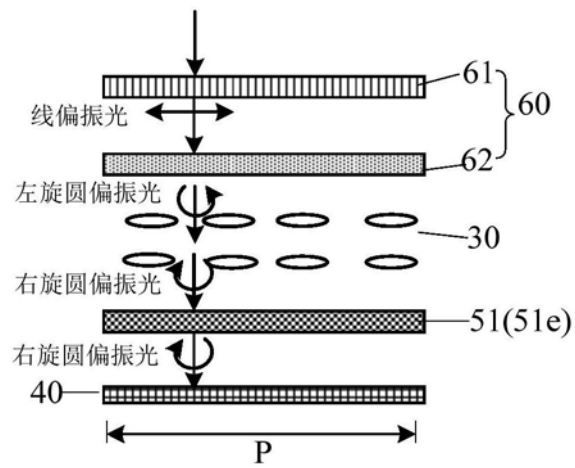


图9d

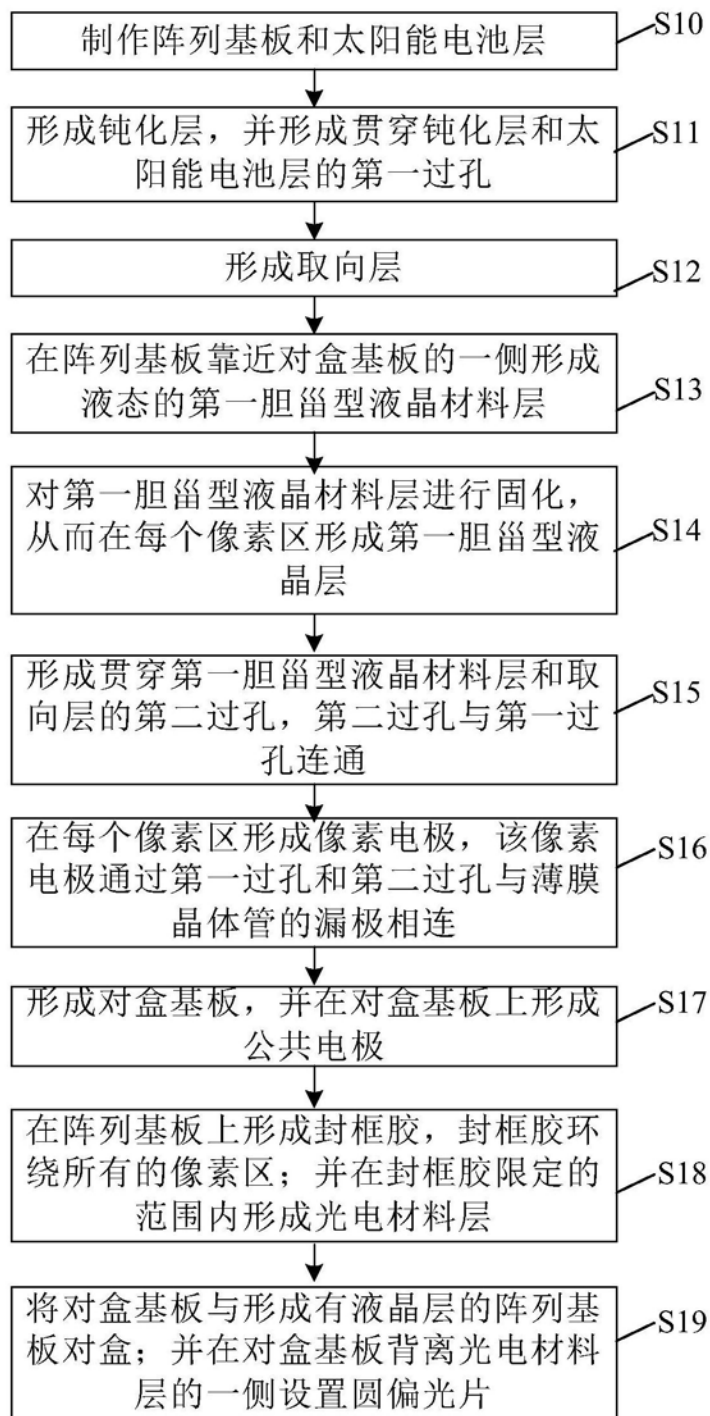


图10

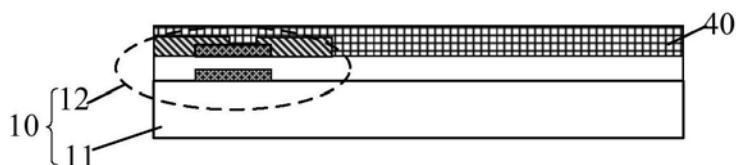


图11a

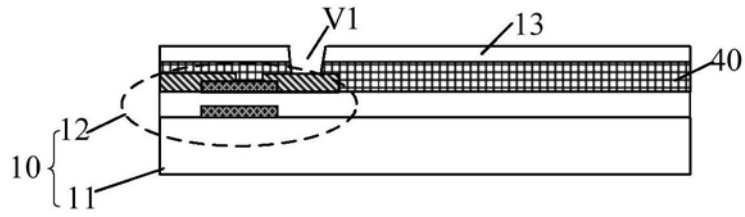


图11b

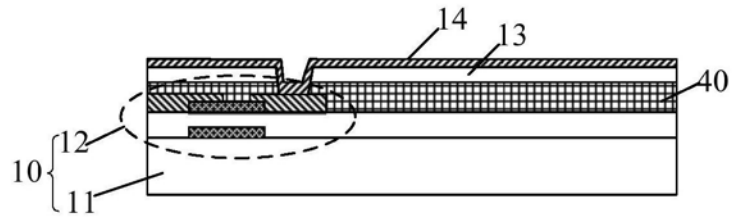


图11c

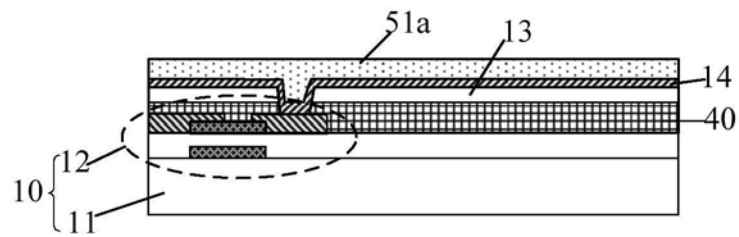


图11d

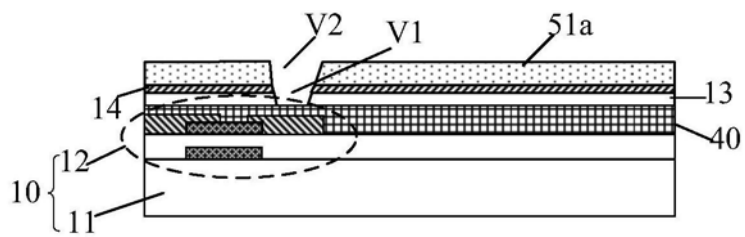


图11e



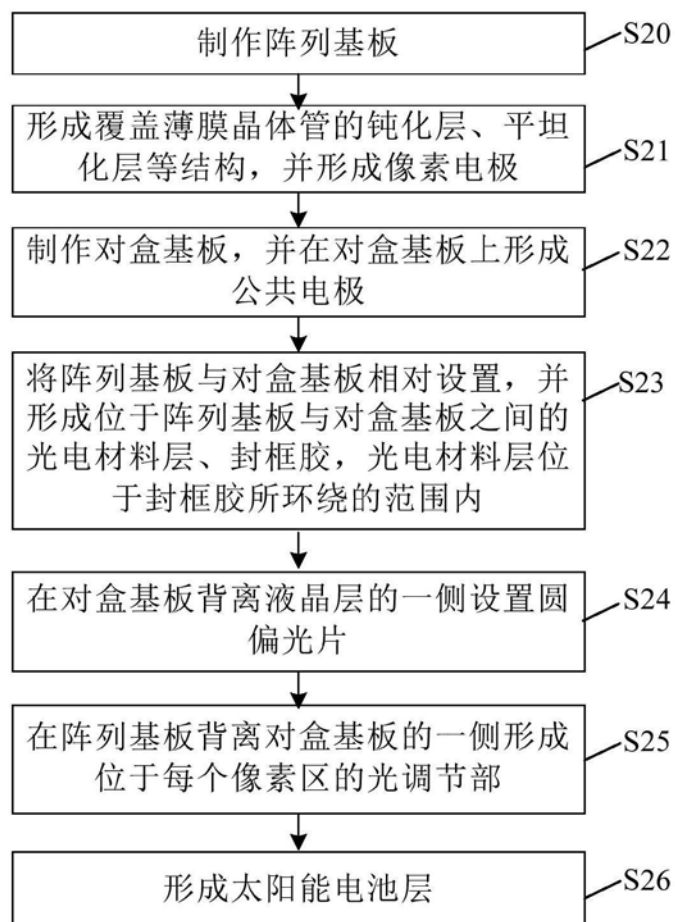


图12

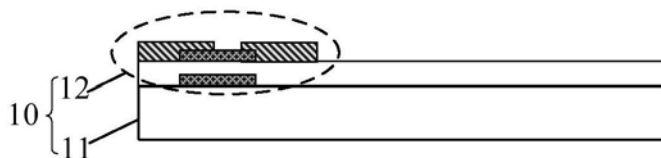


图13a

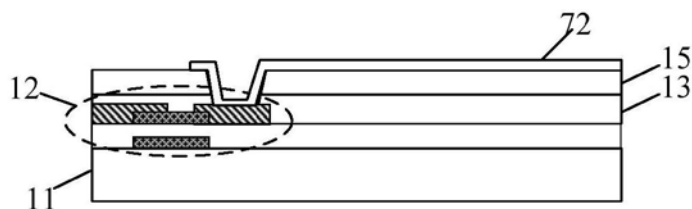


图13b

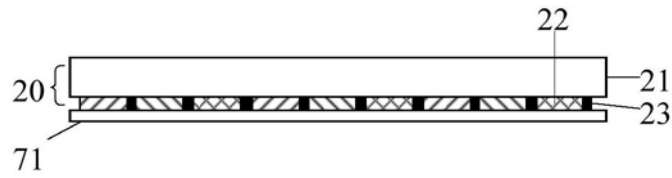


图13c

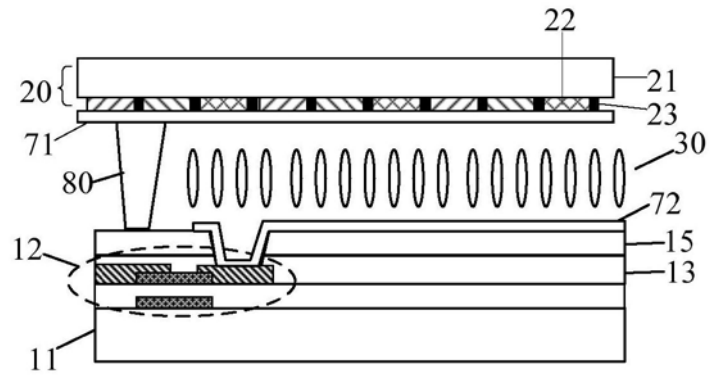


图13d

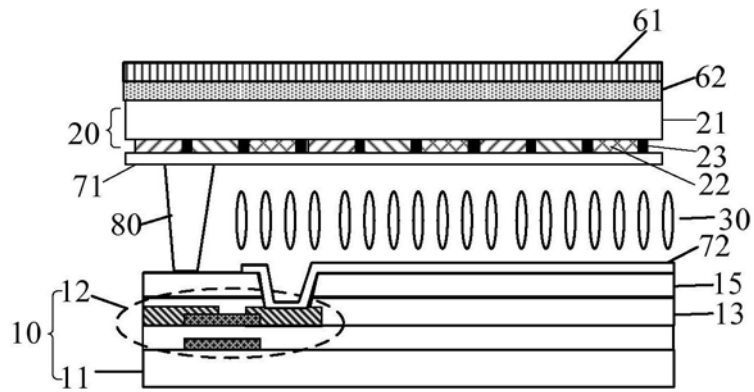


图13e

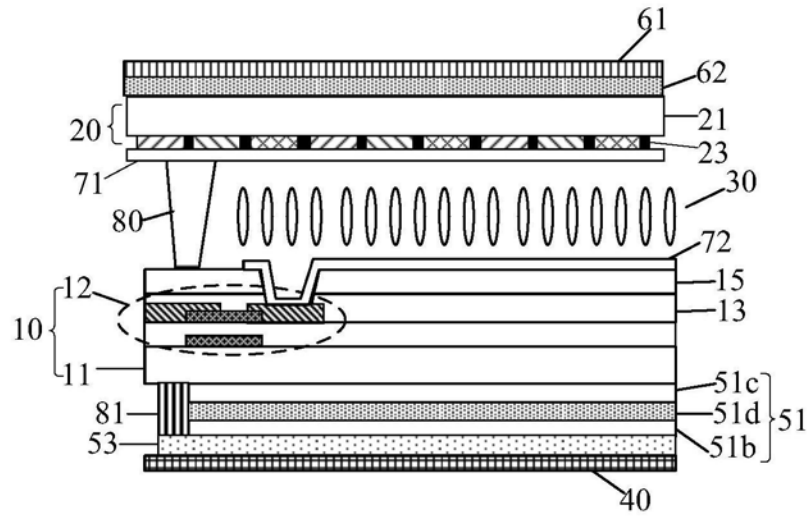


图13f