



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106324897 B

(45)授权公告日 2019.06.14

(21)申请号 201610964413.0

(22)申请日 2016.10.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106324897 A

(43)申请公布日 2017.01.11

(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 谭纪风 王维 杨亚锋 张大成

(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 汪源 陈源

(51) Int. Cl.
G02F 1/1335(2006.01)

(56)对比文件

TW 521238 B, 2003.02.21, 说明书第4页-第5页, 图1.

CN 105929587 A, 2016.09.07,

CN 206096695 U, 2017.04.12,

审查员 马美娟

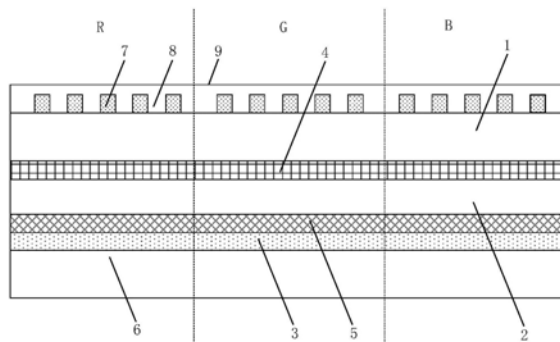
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

显示面板和显示装置

(57)摘要

本发明公开了一种显示面板和显示装置。该显示面板包括第一衬底基板、液晶层、波导层、光栅层、第一电极和第二电极,液晶层、第一电极和第二电极位于波导层和第一衬底基板之间;第一电极和第二电极用于调节液晶层的折射率;液晶层用于控制光线从波导层耦合出光,波导层耦合出光的出光量根据波导层的折射率和液晶层的折射率的差值确定;光栅层用于控制从波导层耦合出的光线中特定波长的光线以特定方向出光。本发明中无需在显示面板中设置偏振片和彩色色阻,从而提高了显示面板的透过率;本发明中无需在显示面板中设置偏振片,因此无需要求液晶层整体的相位延迟量,使得液晶盒厚可以设置的较薄,从而提高了液晶的响应时间。



1. 一种显示面板,其特征在于,包括第一衬底基板、液晶层、波导层、光栅层、第一电极、第二电极和第二衬底基板,所述液晶层、所述第一电极和所述第二电极位于所述波导层和所述第一衬底基板之间,所述第二衬底基板位于所述波导层的远离所述第一衬底基板的一侧;

所述第一电极和所述第二电极用于调节所述液晶层的折射率;

所述液晶层用于控制光线从所述波导层耦合出光,所述波导层耦合出光的出光量根据所述波导层的折射率和所述液晶层的折射率的差值确定;

所述光栅层用于控制从所述波导层耦合出的光线中特定波长的光线以特定方向出光,所述光栅层包括多个间隔设置的光栅结构,所述显示面板包括多个像素单元,每个像素单元中包括多个光栅结构,每个像素单元中的多个所述光栅结构用于使从波导层耦合出的光线中特定波长的光线以特定的衍射角出光,其中,特定的衍射角由每个像素单元中的光栅结构的光栅周期确定,第一像素单元中的光栅结构使光线中的第一波长光线以第一光线衍射角出光,且以其他光线衍射角出光的其他波长的光线不会照射到人眼中,第二像素单元中的光栅结构使光线中的第二波长光线以第二光线衍射角出光,且以其他光线衍射角出光的其他波长的光线不会照射到人眼中,以替代彩色色阻实现彩色显示;

所述第二电极位于所述波导层的靠近所述第一衬底基板的一侧,所述光栅层位于所述第一电极的靠近所述第二衬底基板的一侧,所述液晶层位于所述光栅层的靠近所述第二衬底基板的一侧,所述第一电极位于所述第一衬底基板的靠近所述第二衬底基板的一侧;或者

所述第二电极位于所述波导层的靠近所述第一衬底基板的一侧,所述第一电极位于所述第一衬底基板的靠近所述第二衬底基板的一侧,所述液晶层位于所述第一电极和所述第二电极之间,所述光栅层位于所述第一衬底基板的远离所述第二衬底基板的一侧。

2. 根据权利要求1所述的显示面板,其特征在于,所述光栅层包括多个间隔设置的光栅结构,所述液晶层覆盖所述光栅结构且填充于所述光栅结构之间的间隙中,所述液晶层的厚度大于所述光栅结构的厚度。

3. 根据权利要求1所述的显示面板,其特征在于,还包括:设置于所述光栅层的远离所述第一衬底基板一侧的平坦层;

所述光栅层包括多个间隔设置的光栅结构,所述平坦层覆盖所述光栅结构且填充于所述光栅结构之间的间隙中,所述平坦层的厚度大于所述光栅结构的厚度。

4. 根据权利要求1所述的显示面板,其特征在于,

若所述波导层的折射率和所述液晶层的折射率的差值的绝对值为第一设定差值时,所述波导层耦合出光的出光量为设定出光量,以使所述显示面板处于L255灰阶状态;或者

若所述波导层的折射率和所述液晶层的折射率的差值的绝对值为第二设定差值时,所述波导层耦合出光的出光量为0,以使所述显示面板处于L0灰阶状态;或者

若所述波导层的折射率和所述液晶层的折射率的差值的绝对值大于所述第一设定差值且小于所述第二设定差值时,所述波导层耦合出光的出光量大于0且小于设定出光量,以使所述显示面板处于L0灰阶状态和L255灰阶状态之外的其它灰阶状态。

5. 根据权利要求1所述的显示面板,其特征在于,每个像素单元中的光栅结构的零级衍射强度和一级衍射强度根据光栅结构的厚度和/或占空比确定。

6. 一种显示装置,其特征在于,包括:背光源和权利要求1至5任一所述的显示面板。

显示面板和显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域,特别涉及一种显示面板和显示装置。

背景技术

[0002] 在显示技术领域,液晶显示装置包括背光源和显示面板,显示面板包括相对设置的阵列基板和彩膜基板,阵列基板和彩膜基板之间设置有液晶层,阵列基板的背面和彩膜基板的背面均设置有偏光片。通过电压控制液晶的偏转以及经过两层偏光片的控制,以实现灰阶显示。

[0003] 现有技术中,彩膜基板中的彩色色阻可采用掺有染料的树脂材料制成。

[0004] 现有技术中液晶显示装置中的显示面板中采用偏振片,会导致液晶显示装置透过率很低(例如,透过率为7%左右)以及液晶盒厚较大(例如,3 μ m-5 μ m),而较大的盒厚会降低液晶的响应时间;现有技术中由于染料本身的滤光效果不好,因此采用掺有染料的树脂制作的彩色色阻会造成液晶显示装置的透过率低。

发明内容

[0005] 本发明提供一种显示面板和显示装置,用于提高显示面板的透过率以及提高液晶的响应时间。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种显示面板,包括第一衬底基板、液晶层、波导层、光栅层、第一电极和第二电极,所述液晶层、所述第一电极和所述第二电极位于所述波导层和所述第一衬底基板之间;

[0007] 所述第一电极和所述第二电极用于调节所述液晶层的折射率;

[0008] 所述液晶层用于控制光线从所述波导层耦合出光,所述波导层耦合出光的出光量根据所述波导层的折射率和所述液晶层的折射率的差值确定;

[0009] 所述光栅层用于控制从所述波导层耦合出的光线中特定波长的光线以特定方向出光。

[0010] 可选地,还包括:第二衬底基板,所述第二衬底基板位于所述波导层的远离所述第一衬底基板的一侧。

[0011] 可选地,所述第二电极位于所述波导层的靠近所述第一衬底基板的一侧,所述光栅层位于所述第一电极的靠近所述第二衬底基板的一侧,所述液晶层位于所述光栅层的靠近所述第二衬底基板的一侧,所述第一电极位于所述第一衬底基板的靠近所述第二衬底基板的一侧。

[0012] 可选地,所述光栅层包括多个间隔设置的光栅结构,所述液晶层覆盖所述光栅结构且填充于所述光栅结构之间的间隙中,所述液晶层的厚度大于所述光栅结构的厚度。

[0013] 可选地,所述第二电极位于所述波导层的靠近所述第一衬底基板的一侧,所述第一电极位于所述第一衬底基板的靠近所述第二衬底基板的一侧,所述液晶层位于所述第一电极和所述第二电极之间,所述光栅层位于所述第一衬底基板的远离所述第二衬底基板的

一侧。

[0014] 可选地,还包括:设置于所述光栅层的远离所述第一衬底基板的一侧的平坦层;

[0015] 所述光栅层包括多个间隔设置的光栅结构,所述平坦层覆盖所述光栅结构且填充于所述光栅结构之间的间隙中,所述平坦层的厚度大于所述光栅结构的厚度。

[0016] 可选地,若所述波导层的折射率和所述液晶层的折射率的差值的绝对值为第一设定差值时,所述波导层耦合出光的出光量为设定出光量,以使所述显示面板处于L255灰阶状态;或者

[0017] 若所述波导层的折射率和所述液晶层的折射率的差值的绝对值为第二设定差值时,所述波导层耦合出光的出光量为0,以使所述显示面板处于L0灰阶状态;或者

[0018] 若所述波导层的折射率和所述液晶层的折射率的差值的绝对值大于所述第一设定差值且小于所述第二设定差值时,所述波导层耦合出光的出光量大于0且小于设定出光量,以使所述显示面板处于L0状态和L255灰阶状态之外的其它灰阶状态。

[0019] 可选地,所述光栅层包括多个间隔设置的光栅结构,所述显示面板包括多个像素单元,每个像素单元中包括多个光栅结构,每个像素单元中的多个所述光栅结构用于使从波导层耦合出的光线中特定波长的光线以特定的衍射角出光,其中,特定的衍射角由每个像素单元中的光栅结构的光栅周期确定。

[0020] 可选地,每个像素单元中的光栅结构的零级衍射强度和一级衍射强度根据光栅结构的厚度和/或占空比确定。

[0021] 为实现上述目的,本发明提供了一种显示装置包括:背光源和上述显示面板。

[0022] 本发明具有以下有益效果:

[0023] 本发明提供的显示面板和显示装置的技术方案中,该显示面板包括第一衬底基板、波导层、光栅层、第一电极和第二电极,第一电极和第二电极可调节液晶层的折射率,液晶层控制光线从波导层耦合出光,波导层耦合出光的出光量根据波导层的折射率和液晶层的折射率的差值确定,光栅层控制从波导层耦合出的光线中特定波长的光线以特定方向出光,本发明中无需在显示面板中设置偏振片和彩色色阻,从而提高了显示面板的透过率;本发明中无需在显示面板中设置偏振片,因此无需要求液晶层整体的相位延迟量,使得液晶盒厚可以设置的较薄,从而提高了液晶的响应时间。

附图说明

[0024] 图1为本发明实施例一提供的一种显示面板的结构示意图;

[0025] 图2为图1中波导层的示意图;

[0026] 图3为图2中波导层的光路图;

[0027] 图4为图1中显示面板的出射光线示意图;

[0028] 图5为图1中光栅层的衍射原理示意图;

[0029] 图6为图1中光栅层的干涉原理示意图;

[0030] 图7为本发明实施例二提供的一种显示面板的结构示意图;

[0031] 图8为本发明实施例三提供的一种显示装置的结构示意图;

[0032] 图9a为显示装置为ECB显示装置时的一种显示模式示意图;

[0033] 图9b为显示装置为ECB显示装置时的另一种显示模式示意图。

具体实施方式

[0034] 为使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面结合附图对本发明提供的显示面板和显示装置的进行详细描述。

[0035] 图1为本发明实施例一提供的一种显示面板的结构示意图,如图1所示,该显示面板包括第一衬底基板1、液晶层2、波导层3、光栅层、第一电极4和第二电极5,液晶层2、第一电极4和第二电极5位于波导层3和第一衬底基板1之间。第一电极4和第二电极5用于调节液晶层2的折射率;液晶层2用于控制光线从波导层3耦合出光,波导层3耦合出光的出光量根据波导层3的折射率和液晶层2的折射率的差值确定;光栅层用于控制液晶层2耦合出的光线中特定波长的光线以特定方向出光。

[0036] 本实施例中,波导层3耦合出光的出光量根据波导层3的折射率和液晶层2的折射率的差值的变化而变化。由于液晶层2的折射率可根据第一电极4和第二电极5加载的电压的压差调节,因此当第一电极4和第二电极5加载的电压的压差变化时液晶层2的折射率也变化,则波导层3的折射率和液晶层2的折射率的差值也会发生变化,从而使得波导层3耦合出光的出光量也会变化。

[0037] 进一步地,该显示面板还可以包括第二衬底基板6,第二衬底基板6位于波导层3的远离第一衬底基板6的一侧。本实施例中,当显示面板中不包括第二衬底基板6时,波导层3还可以起到充当第二衬底基板6的作用,也就是说波导层3和第二衬底基板6在功能上合二为一。

[0038] 第二衬底基板6的材料可以为玻璃或者树脂,第一衬底基板1的材料可以为玻璃或者树脂。在实际应用中,第二衬底基板6和第一衬底基板1还可以采用其它材料制成,此处不再一一列举。

[0039] 本实施例中,第一电极4和第二电极5可位于液晶层2的同侧或者不同侧。优选地,第一电极4为公共电极,第二电极5为像素电极。

[0040] 如图1所示,第一电极4和第二电极5位于液晶层2的不同侧。具体地,第二电极5位于波导层3的靠近第一衬底基板1的一侧,第一电极4位于第一衬底基板1的靠近第二衬底基板6的一侧,液晶层2位于第一电极4和第二电极5之间,光栅层位于第一衬底基板1的远离第二衬底基板6的一侧。

[0041] 如图1所示,当第一电极4和第二电极5位于液晶层2的不同侧时,显示面板可以为扭曲向列(Twisted Nematic,简称TN)型显示面板、垂直向列(Vertical Alignment,简称VA)型显示面板或者电控双折射(Electrically Controlled Birefringence,简称ECB)显示装置。

[0042] 或者,当第一电极4和第二电极5位于液晶层2的同侧且第一电极4和第二电极5位于不同层时,该显示面板可以为高级超维场转换(Advanced Super Dimension Switch,简称ADS)显示面板;当第一电极4和第二电极5位于液晶层2的同侧且第一电极4和第二电极5位于同一层时,该显示面板可以为平面转换(In-Plane Switching,简称IPS)显示面板。此处均不再具体画出。在实际应用中,该显示面板还可以为其他类型的显示面板,此处不再一一列举。

[0043] 液晶层2的材料可以为向列相液晶、胆甾相液晶或者蓝相液晶。优选地,TN型显示面板、VA型显示面板以及ADS型显示面板通常均采用向列相液晶。

[0044] 波导层4的材料可以为透明材料,例如,氮化硅 Si_3N_4 。波导层3的折射率需要大于波导层3的一个或者多个相邻层的折射率,以保证光线在波导层3中发生全反射。如图1所示,波导层3的折射率大于第二衬底基板6的折射率,波导层3的折射率大于第二电极5的折射率,波导层3的折射率大于液晶层2的折射率。调节液晶层2的折射率使得液晶层2的折射率在 n_o 至 n_e 之间变化(例如, n_e 大于 n_o),则当液晶层2的折射率为 n_o 时,波导层3的折射率和液晶层2的折射率的差值的绝对值为最大差值;当液晶层2的折射率为 n_e 时,波导层3的折射率和液晶层2的折射率的差值的绝对值为最小差值。

[0045] 其中,由于波导层3的折射率大于第二衬底基板6的折射率且波导层3的折射率大于第二电极5的折射率因此第二电极5和第二衬底基板6中的光线将不能很好的被束缚,而是被注入到波导层3中,因此第二电极5和第二衬底基板6充当了辅助波导的作用。图2为图1中波导层的示意图,图3为图2中波导层的光路图,需要说明的是图2中未画出第二电极,如图2和图3所示,第二衬底基板6、波导层3和液晶层2形成平板波导,第二衬底基板6的折射率为 n_2 ,波导层3的折射率为 n_1 以及液晶层2的折射率为 n_3 。波导层3的厚度一般在微米数量级,波导层3的厚度可以与光线的波长相比较。波导层3和第二衬底基板6的折射率的差值的范围可以在 10^{-1} 和 10^{-3} 之间。为了构成真正的光波导,要求 n_1 必须大于 n_2 和 n_3 ,即 $n_1 > n_2 \geq n_3$,这样光线能被限制在波导层3之中传播。光线在平板波导中的传播可以看作是光线在波导层3—第二衬底基板6和波导层3—液晶层2的分界面上发生全反射,在波导层3中沿Z字形路径传播。在平板波导中, $n_1 > n_2$ 且 $n_1 > n_3$,当入射光的入射角 θ_1 超过临界角 θ_0 时:

$$[0046] \quad \sin \theta_0 = \frac{n_2}{n_1}$$

[0047] 入射光发生全反射,此时,在反射点产生一定的位相跃变。通过菲涅耳反射公式:

$$[0048] \quad R_{\text{TE}} = \frac{n_1 \cos \theta_1 - \sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \theta_1}}{n_1 \cos \theta_1 + \sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \theta_1}}$$

$$[0049] \quad R_{\text{TM}} = \frac{n_2^2 \cos \theta_1 - n_1 \sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \theta_1}}{n_2^2 \cos \theta_1 + n_1 \sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \theta_1}}$$

[0050] 可以推导出反射点的位相跃变 ϕ_{TM} 、 ϕ_{TE} 为:

$$[0051] \quad \tan \phi_{\text{TE}} = \frac{\sqrt{\beta^2 - k_0^2 n_2^2}}{\sqrt{k_0^2 n_1^2 - \beta^2}}$$

$$[0052] \quad \tan \phi_{\text{TM}} = \frac{n_1^2 \sqrt{\beta^2 - k_0^2 n_2^2}}{n_2^2 \sqrt{k_0^2 n_1^2 - \beta^2}}$$

[0053] 其中, $\beta = k_0 n_1 \sin \theta_1$ 为光的传播常数, $k_0 = 2\pi/\lambda$ 为光线在真空中的波数, λ 是光线的波长。要使光线在波导层3中稳定的传播,就要求:

$$[0054] \quad 2kh - 2\phi_{12} - 2\phi_{13} = 2m\pi, m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

[0055] 其中, $k = k_0 n_1 \cos \theta$, ϕ_{12} 、 ϕ_{13} 为全反射的相位差, h 为波导层3的厚度, m 为模序数,即从零开始的正整数。所以,只有入射角满足上述公式的光线才能在光波导中稳定地传播

上述公式为平板波导的色散方程。

[0056] 如图1所示,光栅层包括多个间隔设置的光栅结构7,光栅结构7之间设置有间隙8。具体地,光栅结构7的材料为透明介质材料,例如,二氧化硅SiO₂或者其他有机树脂,其中,有机树脂可以透视镜有机高分子材料,例如聚甲基丙烯酸甲酯(Polymethylmethacrylate,简称PMMA)。光栅结构7的厚度小于或等于200nm。该光栅层为纳米光栅层。

[0057] 进一步地,该显示面板还包括平坦层9,平坦层9设置于光栅层的远离第一衬底基板1的一侧。具体地,平坦层9覆盖光栅结构7且填充于光栅结构7之间的间隙8中,平坦层9的厚度大于光栅结构7的厚度。光栅结构7的折射率与平坦层9的折射率之间可具备固定折射率差值,例如,该固定折射率差值可大于0.05,该固定折射率差值越大越好,以便于能够体现出光栅结构7的作用。在实际应用中,可根据需要设定光栅结构7的厚度,例如,红色像素单元、绿色像素单元和蓝色像素单元对应的光栅结构7的厚度可以相同或者不同。优选地,光栅结构7的占空比可以为0.5,但在实际产品设计中可以根据需要设置占空比,例如,出于调节出光强度的目的或者平衡显示面板不同位置亮度差异的目的。

[0058] 进一步地,可选地,该显示面板还包括设置于液晶层2两侧的配向膜(图中未示出)。具体地,可在第一电极4上设置配向膜,以及在第二电极5上设置配向膜。设置配向膜可控制液晶层2中的液晶分子的初始排列状态,从而确保液晶分子可以在施加电压下按照预期的方式进行旋转以决定是L0灰阶状态还是L255灰阶状态。需要说明的是:当液晶层2的材料为蓝相液晶时,由于蓝相液晶不需要取向,因此显示面板中可不设置配向膜。

[0059] 进一步地,该显示面板还包括栅线、数据线和薄膜晶体管。该栅线、数据线和薄膜晶体管可位于波导层3和第二电极5之间。薄膜晶体管包括栅极、有源层、源极和漏极,第二电极5与薄膜晶体管的漏极连接。图1中栅线、数据线和薄膜晶体管均未示出。

[0060] 若波导层3的折射率和液晶层2的折射率的差值的绝对值为第一设定差值时,波导层3耦合出光的出光量为设定出光量,以使显示面板处于L255灰阶状态。此种情况下波导层3的折射率和液晶层2的折射率的差值的绝对值为最小差值,此时第一设定差值为最小差值,设定出光量为最大出光量,液晶层2能够最大限度的破坏波导层3中光线的全反射,使得从波导层3耦合出来的光的出光量最大,因此显示面板处于L255灰阶状态。

[0061] 若波导层3的折射率和液晶层2的折射率的差值的绝对值为第二设定差值时,波导层4耦合出光的出光量为0,以使显示面板处于L0灰阶状态。此种情况下波导层3的折射率和液晶层2的折射率的差值的绝对值为最大差值,此时第二设定差值为最大差值,光线在波导层3中发生全反射,没有光从波导层3耦合出来,因此显示面板处于L0灰阶状态。

[0062] 若波导层3的折射率和液晶层2的折射率的差值的绝对值大于第一设定差值且小于第二设定差值时,波导层3耦合出光的出光量大于0且小于设定出光量,以使显示面板处于L0灰阶状态和L255灰阶状态之外的其它灰阶状态。此时出光量处于0和最大出光量之间,从而使得显示面板处于其它灰阶状态。调节波导层3的折射率和液晶层2的折射率的差值,可以使显示面板处于不同的灰阶状态。

[0063] 需要说明的是:所谓灰阶是将最亮与最暗之间的亮度变化区分为若干份,灰阶代表了由最暗到最亮之间不同亮度的层次级别,层级越多所能够呈现的画面效果就越细腻。能表现256个亮度层次的灰阶为256灰阶。256灰阶可包括从L0灰阶至L255灰阶的256级灰阶。

[0064] 本实施例中,显示面板包括多个像素单元,每个像素单元中包括多个光栅结构7,每个像素单元中的多个光栅结构7用于使从波导层3耦合出的光线中特定波长的光线以特定的衍射角出光,其中,特定的衍射角由每个像素单元中的光栅结构7的光栅周期确定。图4为图1中显示面板的出射光线示意图,如图1和图4所示,像素单元可以为红色像素单元R、绿色像素单元G或者蓝色像素单元B,则显示面板包括的多个像素单元为依次排列的红色像素单元R、绿色像素单元G和蓝色像素单元B。其中,特定波长的光线为红色光线且特定的衍射角为红色光线衍射角时,从波导层3耦合出的光线照射到红色像素单元R中的光栅结构7,红色像素单元R中的光栅结构7使光线中的红色光线以红色光线衍射角出光,红色像素单元R的以红色光栅衍射角出光的红色光线会照射到人眼中,而红色像素单元R的以其它衍射角出光的其它波长的光线不会照射到人眼中,例如,绿色光线和蓝色光线不会照射到人眼中,从而使得红色像素单元R出射红色光线;特定波长的光线为绿色光线且特定的衍射角为绿色光线衍射角,从波导层3耦合出的光线照射到绿色像素单元G中的光栅结构7,绿色像素单元G中的光栅结构7使光线中的绿色光线以绿色光线衍射角出光,绿色像素单元G的以绿色光栅衍射角出光的绿色光线会照射到人眼中,而绿色像素单元G的以其它衍射角出光的其它波长的光线不会照射到人眼中,例如,红色光线和蓝色光线不会照射到人眼中,从而使得绿色像素单元G出射绿色光线;特定波长的光线为蓝色光线且特定的衍射角为蓝色光线衍射角,从波导层3耦合出的光线照射到蓝色像素单元B中的光栅结构7,蓝色像素单元B中的光栅结构7使光线中的蓝色光线以蓝光线衍射角出光,蓝色像素单元B的以蓝色光栅衍射角出光的蓝色光线会照射到人眼中,而蓝色像素单元B的以其它衍射角出光的其它波长的光线不会照射到人眼中,例如,红色光线和绿色光线不会照射到人眼中,从而使得蓝色像素单元B出射蓝色光线。

[0065] 特定的衍射角由每个像素单元中的光栅结构的光栅周期确定。如图1和图4所示,

根据公式 $2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{\lambda}{\Lambda}$ 可知,在一个像素单元的出射的光线的特定波长 λ 确定的情况下,出

射的光线的特定的衍射角 θ 由该像素单元中的光栅结构7的光栅周期 Λ 确定。以图1中的红色像素单元R为例进行描述,红色像素单元R需要出射红色光,即出射光线的特定波长为红色光的波长,在出射的光线的特定波长 λ 为红色光的波长的前提下,出射的红色光线的特定的衍射角 θ (即红色光线衍射角)由红色像素单元R中的光栅结构7的光栅周期 Λ 确定。同理,出射的绿色光线的特定的衍射角 θ (即绿色光线衍射角)由绿色像素单元G中的光栅结构7的光栅周期 Λ 确定;出射的蓝色光线的特定的衍射角 θ (即蓝色光线衍射角)由蓝色像素单元B中的光栅结构7的光栅周期 Λ 确定。而每个像素单元中的光栅结构7的光栅周期由每个像素单元中的光栅结构7的数量决定。需要说明的是:图1和图4中画出的每个像素单元中的光栅结构7的数量仅表示每个像素单元中具备多个光栅结构7,并不能表明每个像素单元中光栅结构7的实际数量。

[0066] 每个像素单元中的光栅结构7的零级衍射强度和一级衍射强度根据光栅结构7的厚度和/或占空比确定。图5为图1中光栅层的衍射原理示意图,图6为图1中光栅层的干涉原理示意图。如图5所示,照射到光栅结构7上的光线会发生多级衍射,图6中示出了零级衍射(0阶)、一级衍射(+1阶、-1阶)和二级衍射(+2阶、-2阶)。如图4所示,照射到光栅结构7上的光线还会发生干涉,干涉可包括相消干涉或者相长干涉。当干涉为相消干涉时, $h_1(n_4-n_5)$

$=m\lambda/2$,其中, h_1 为光栅结构7的厚度, n_4 为光栅结构7的折射率, n_5 为平坦层9的折射率, λ 为光线的波长,例如当 $n_4=1.8$ 且 $n_5=1.3$ 时, $\lambda=h_1/m$, $m=1、3、5\dots$ 时零级衍射出现透射谷以及一级衍射出现透射峰。当干涉为相长干涉时, $h_1(n_4-n_5)=m\lambda$,其中, h_1 为光栅结构7的厚度, n_4 为光栅结构7的折射率, n_5 为平坦层9的折射率, λ 为光线的波长,例如当 $n_4=1.8$ 且 $n_5=1.3$ 时, $\lambda=h_1/2m$, $m=1、2、3\dots$ 时零级衍射出现透射峰以及一级衍射出现透射谷。本实施例中,采用 $m=1、3、5\dots$ 时零级衍射出现透射谷以及一级衍射出现透射峰的情况,由于白光通过零级衍射出射,因此当零级衍射出现透射谷时白光无法通过光栅结构7的零级衍射进行透射,从而使得白光被过滤掉;由于特定波长的光线通过一级衍射出射,因此当一级衍射出现透射峰时,特定波长的光线可以通过光栅结构7的一级衍射出射。从相消干涉和相长干涉的公式可以看出,可通过调节每个像素单元中的光栅结构7的厚度 h_1 来调节光栅结构7的零级衍射强度和一级衍射强度。或者,可通过调节每个像素单元中光栅结构7的占空比来调节液晶光栅7的零级衍射强度和一级衍射强度,其中,占空比为光栅结构7的光栅宽度 W /光栅周期 Λ 。或者,可通过调节每个像素单元中的光栅结构7的厚度 h_1 和占空比来调节光栅结构7的零级衍射强度和一级衍射强度。通过调节零级衍射强度和一级衍射强度能够使从波导层耦合出光的光线中特定波长的光线以特定方向更好的出光。

[0067] 本实施例提供的显示面板中,该显示面板包括第一衬底基板、波导层、光栅层、第一电极和第二电极,第一电极和第二电极可调节液晶层的折射率,液晶层控制光线从波导层耦合出光,波导层耦合出光的出光量根据波导层的折射率和液晶层的折射率的差值确定,光栅层控制从波导层耦合出的光线中特定波长的光线以特定方向出光,本实施例中无需在显示面板中设置偏振片和彩色色阻,从而提高了显示面板的透过率;本实施例中无需在显示面板中设置偏振片,因此无需要求液晶层整体的相位延迟量,使得液晶盒厚可以设置的较薄,从而提高了液晶的响应时间。由于本实施例的显示面板的透过率较高,因此该显示面板可应用于透明显示产品、虚拟现实(Virtual Reality,简称VR)产品或者增强现实(Augmented Reality,简称AR)中。本实施例中,光栅结构7的光栅周期较小,因此像素单元的尺寸可以做的较小,从而使得该显示面板可以实现高PPI显示。

[0068] 图7为本发明实施例二提供的一种显示面板的结构示意图,如图7所示,本实施例与上述实施例一的区别在于,第二电极5位于波导层3的靠近第一衬底基板1的一侧,光栅层位于第一电极4的靠近第二衬底基板6的一侧,液晶层2位于光栅层的靠近第二衬底基板6的一侧,第一电极5位于第一衬底基板1的靠近第二衬底基板6的一侧。

[0069] 本实施例中,光栅层包括多个间隔设置的光栅结构7,液晶层2覆盖光栅结构7且填充于光栅结构7之间的间隙8中,液晶层2的厚度大于光栅结构7的厚度。通常光栅结构7的厚度小于或等于200nm,则液晶层2的厚度大于200nm且小于20 μ m,优选地,液晶层2的厚度为1 μ m。液晶层2厚度的设定可以以能够覆盖光栅结构7以及便于产品的其他参数设计(例如,电学设计、驱动设计等)为依据。本实施例中液晶层2只要覆盖光栅层即可,因此液晶层2的厚度可以设置的很薄,即液晶盒厚可以设置的很薄,从而进一步提高了液晶的响应时间。

[0070] 本实施例中液晶层2覆盖光栅结构7且填充于光栅结构7之间的间隙8中,因此无需设置平坦层。

[0071] 本实施例中对其余结构的描述可参见上述实施例一,此处不再赘述。

[0072] 本实施例提供的显示面板中,该显示面板包括第一衬底基板、波导层、光栅层、第

一电极和第二电极,第一电极和第二电极可调节液晶层的折射率,液晶层控制光线从波导层耦合出光,波导层耦合出光的出光量根据波导层的折射率和液晶层的折射率的差值确定,光栅层控制从波导层耦合出的光线中特定波长的光线以特定方向出光,本实施例中无需在显示面板中设置偏振片和彩色色阻,从而提高了显示面板的透过率;本实施例中无需在显示面板中设置偏振片,因此无需要求液晶层整体的相位延迟量,使得液晶盒厚可以设置的较薄,从而提高了液晶的响应时间。由于本实施例的显示面板的透过率较高,因此该显示面板可应用于透明显示产品、虚拟现实(Virtual Reality,简称VR)产品或者增强现实(Augmented Reality,简称AR)中。本实施例中,光栅结构7的光栅周期较小,因此像素单元的尺寸可以做的较小,从而使得该显示面板可以实现高PPI显示。

[0073] 图8为本发明实施例三提供的一种显示装置的结构示意图,如图8所示,该显示装置包括:背光源10和显示面板。

[0074] 本实施例中,背光源10位于显示面板的侧边,因此本实施例的背光源为侧入式背光源。在实际应用中,还可以采用其他形式的背光源,例如,背光源可以为直下式背光源,此种情况不再具体画出。

[0075] 背光源10可包括LED光源或者其他模式的光源,其中,LED光源可包括白光LED或者由R、G、B三色LED经过混光后制成的光源;其他模式的光源可以为激光光源,激光光源可以为由R、G、B三色激光光源经过混光后制成的光源;其他模式的光源可包括CCFL灯管和光线准直结构。可选地,当背光源10为激光光源时,在背光源10的出光侧(即:背光源10和显示面板之间)还可以设置扩束结构,该扩束结构可以将激光光源发出的激光点光源扩束为准直光源,同时也增大了光束的直径。

[0076] 背光源10至少与波导层3对应设置,背光源10的光线的出光方向和波导层3所在平面平行。如图8所示,背光源10与第二衬底基板6、波导层3和第二电极5对应设置,且背光源10的宽度可以为第二衬底基板6、波导层3和第二电极5的宽度之和。在实际应用中,背光源10的宽度还可以设置为其他宽度,但以不向液晶层2以及液晶层2以上各层发射光线为宜,由于液晶层2的外侧设置有封框胶,因此向液晶层2发射的光线不会射入液晶层2。

[0077] 优选地,背光源10发出的光为准直光。特别是,当背光源10为激光光源时,背光源10发出的光在扩束结构的作用下成为准直光。且本实施例中,背光源10发出的光可以为白光。

[0078] 本实施例中的显示面板采用图1中所示的显示面板,具体描述可参见实施例一中的描述,此处不再赘述。

[0079] 可选地,本实施例中的显示面板还可以采用图7中所示的显示面板,具体描述可参见实施例二中的描述,此处不再具体画出。

[0080] 本实施例中,显示装置可以为ECB显示装置、TN显示装置、VA显示装置、IPS显示装置或者ADS显示装置。

[0081] 图9a为显示装置为ECB显示装置时的一种显示模式示意图,图9b为显示装置为ECB显示装置时的另一种显示模式示意图。如图9a和图9b所示,液晶层2的材料可以为向列相液晶。如图9a所示,调节第二电极5和第一电极4的电压的差值以调节液晶层2的液晶分子的排列方向,从而使波导层3的折射率和液晶层2的折射率的差值的绝对值为第一设定差值,此时该第一设定差值为最小差值,波导层3耦合出光的出光量为设定出光量,该设定出光量为

最大出光量,因此ECB显示装置处于L255灰阶状态。如图9b所示,调节第二电极5和第一电极4的电压的差值以调节液晶层3的液晶分子的排列方向,从而使液晶层2的折射率与光栅层的折射率的差值的绝对值为第二设定差值,该第二设定差值为最大差值,此时波导层3耦合出光的出光量为0,光线无法从波导层3耦合出光,因此使ECB显示装置处于L0灰阶状态。需要说明的是:图9a和图9b中液晶层2的填充图形仅为表示出两张图中液晶分子的排列方向是不同的,此处并未构成对液晶分子的排列方向的限定。

[0082] 以上仅以一种类型的显示装置为例对不同的显示模式进行说明,对其余类型的显示装置的显示模式不再一一列举。

[0083] 本实施例提供的显示装置中,显示面板包括第一衬底基板、波导层、光栅层、第一电极和第二电极,第一电极和第二电极可调节液晶层的折射率,液晶层控制光线从波导层耦合出光,波导层耦合出光的出光量根据波导层的折射率和液晶层的折射率的差值确定,光栅层控制从波导层耦合出的光线中特定波长的光线以特定方向出光,本实施例中无需在显示面板中设置偏振片和彩色色阻,从而提高了显示面板的透过率;本实施例中无需在显示面板中设置偏振片,因此无需要求液晶层整体的相位延迟量,使得液晶盒厚可以设置的较薄,从而提高了液晶的响应时间。由于本实施例的显示面板的透过率较高,因此该显示面板可应用于透明显示产品、虚拟现实(Virtual Reality,简称VR)产品或者增强现实(Augmented Reality,简称AR)中。本实施例中,光栅结构7的光栅周期较小,因此像素单元的尺寸可以做的较小,从而使得该显示面板可以实现高PPI显示。

[0084] 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。

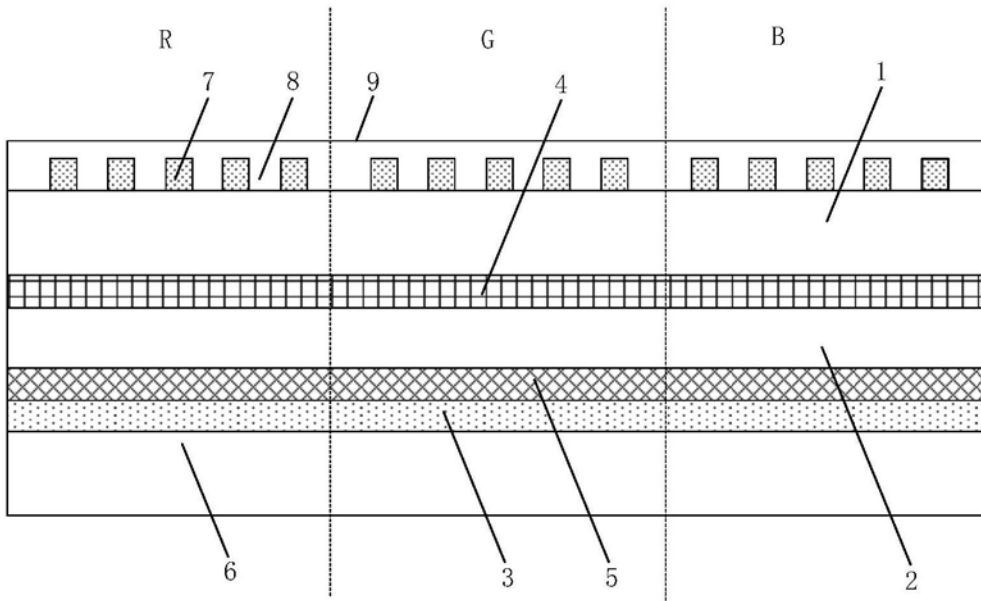


图1

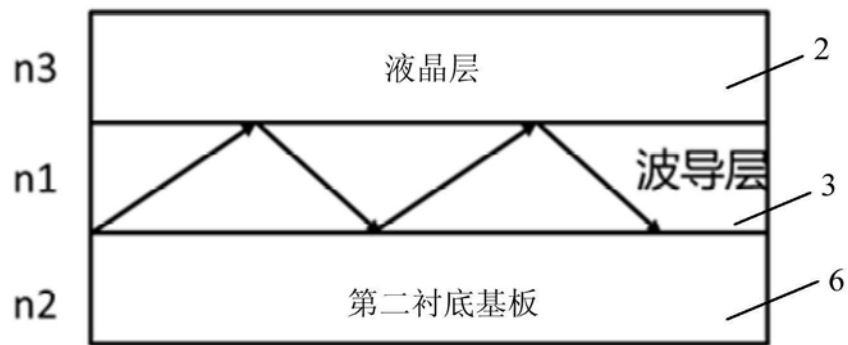


图2

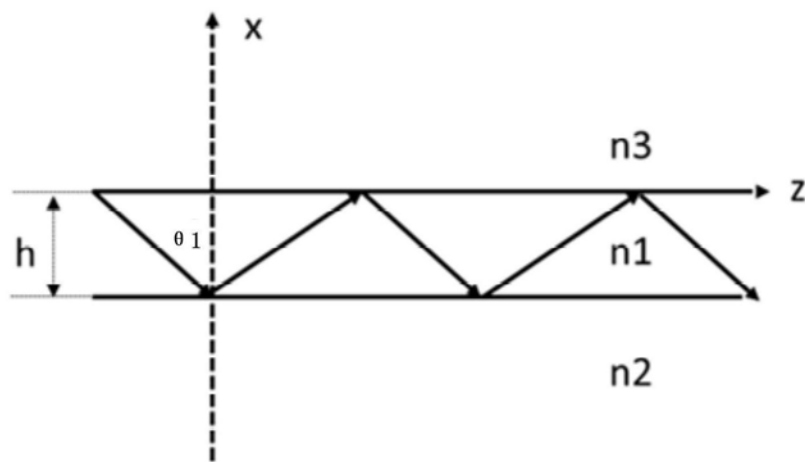


图3

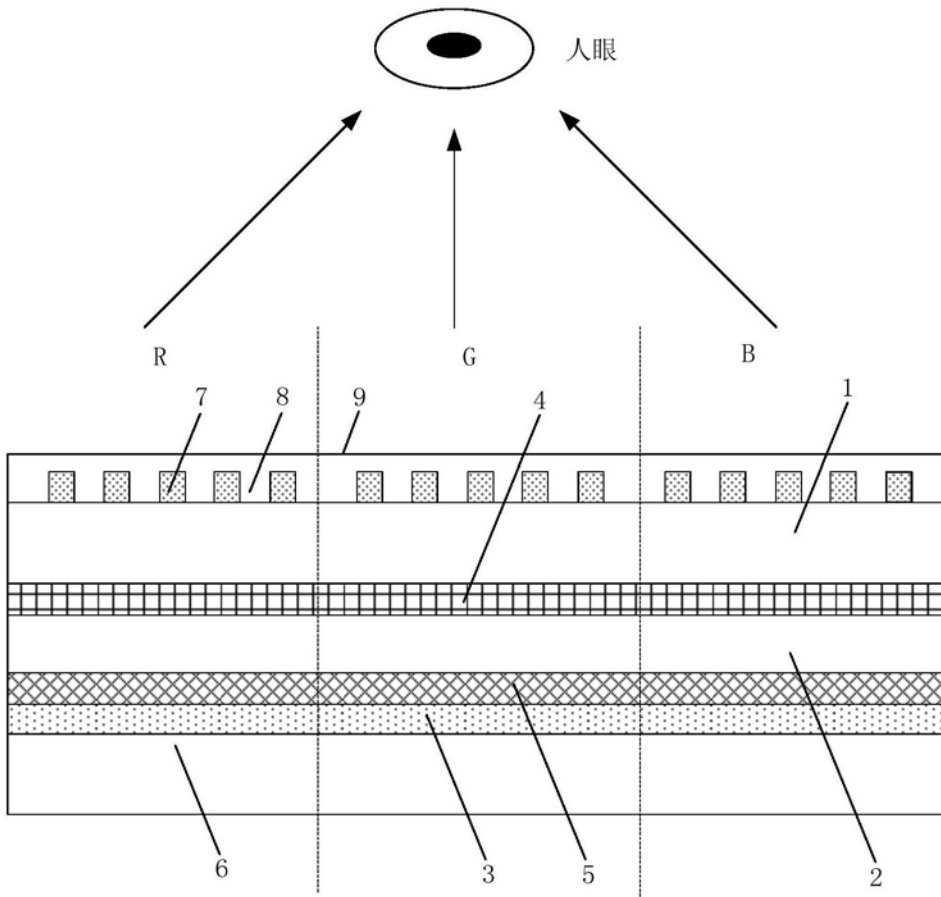


图4

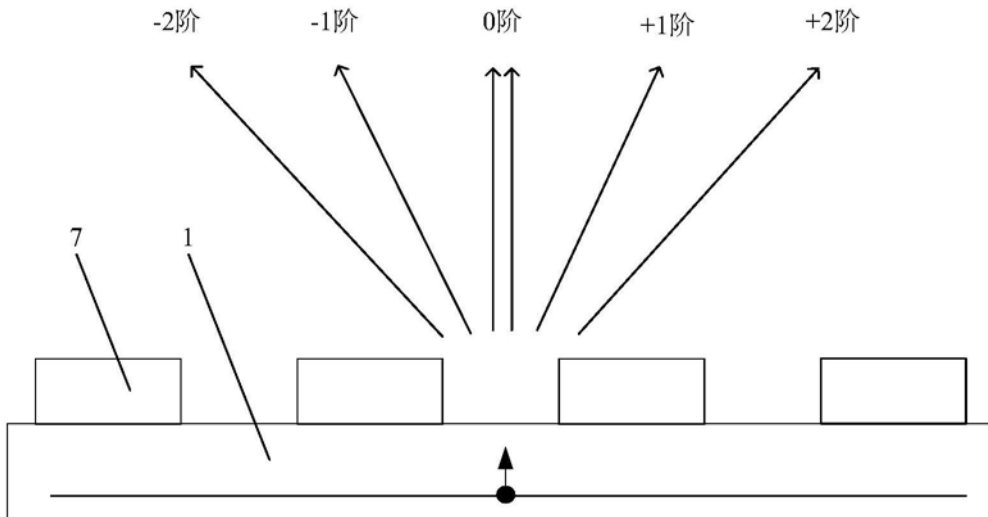


图5

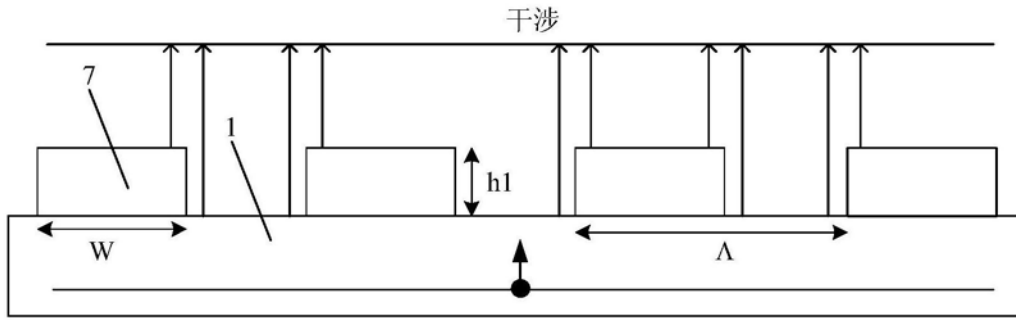


图6

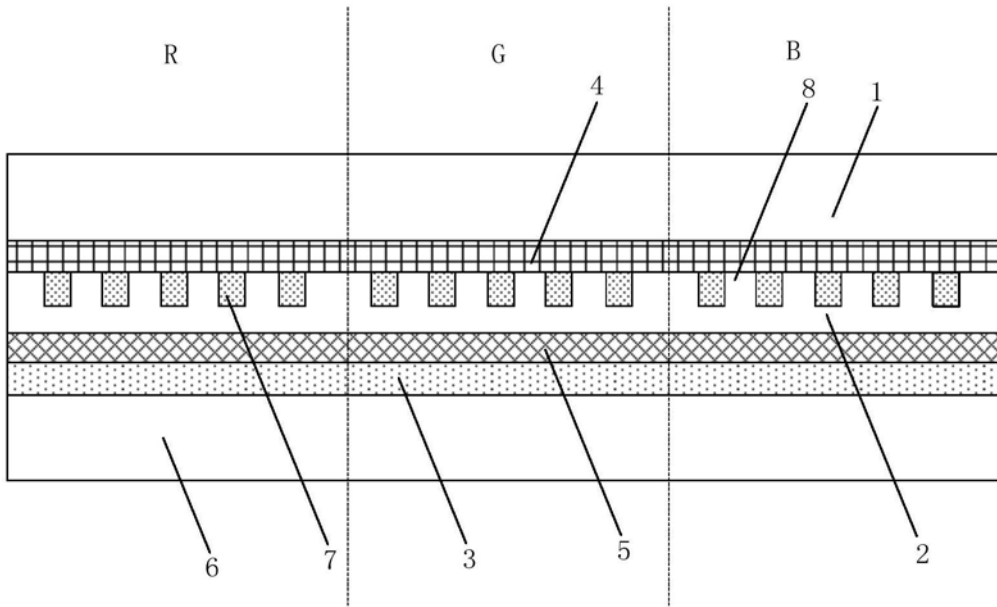


图7

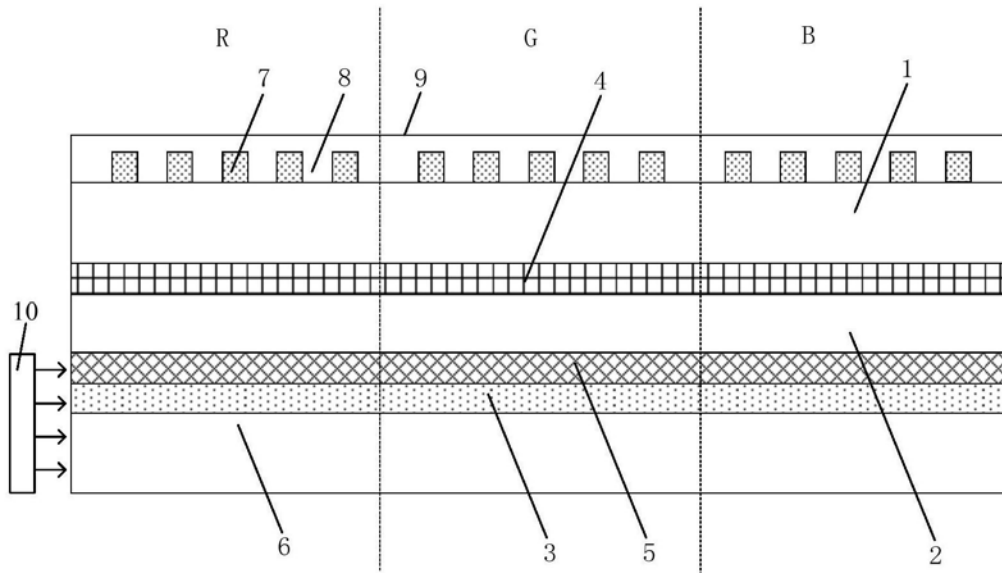


图8

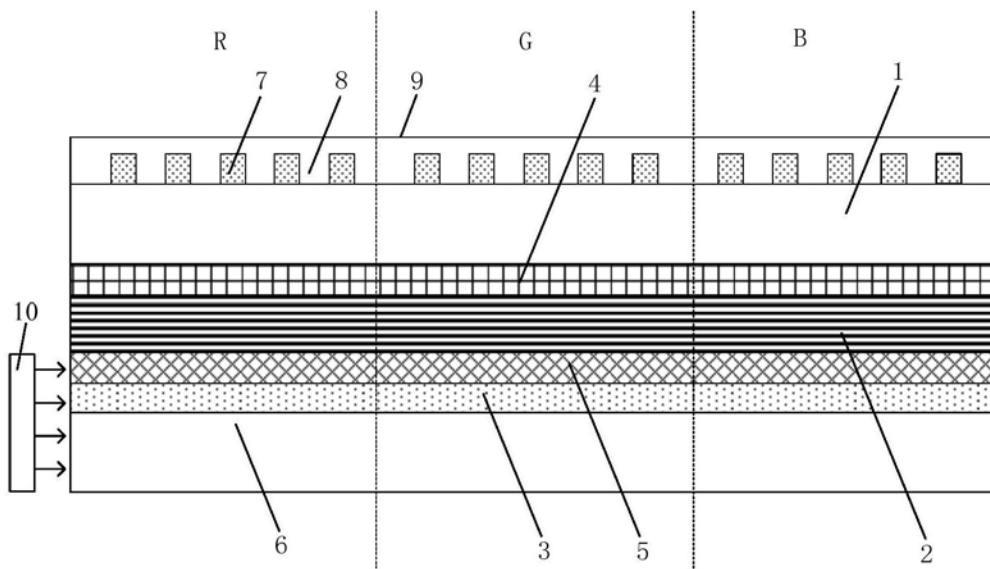


图9a

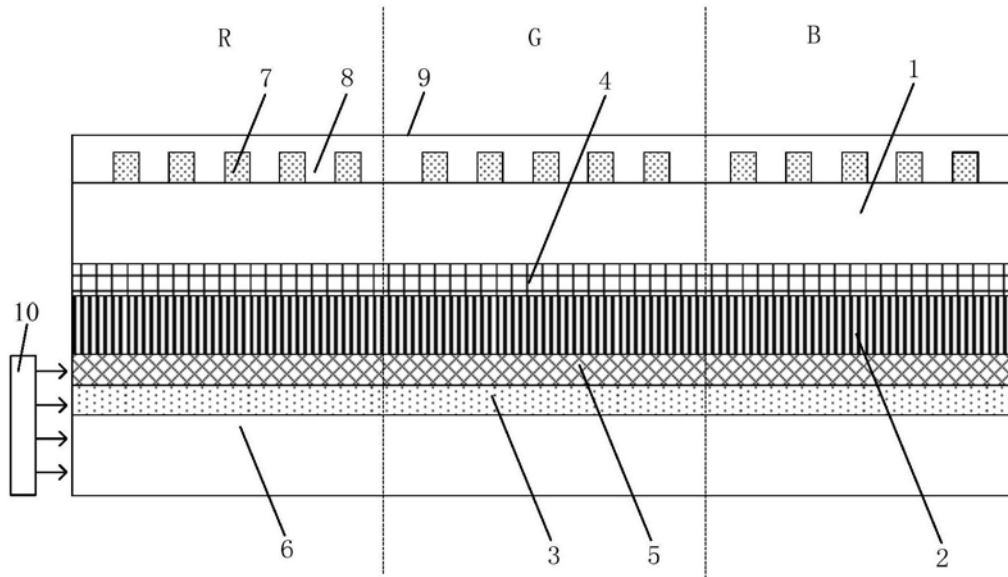


图9b