



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110737138 A

(43)申请公布日 2020.01.31

(21)申请号 201810805498.7

(22)申请日 2018.07.20

(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 谭纪风

(74)专利代理机构 北京中博世达专利商标代理有限公司 11274

代理人 贾莹

(51)Int.Cl.

G02F 1/1343(2006.01)

G02F 1/1335(2006.01)

G02F 1/133(2006.01)

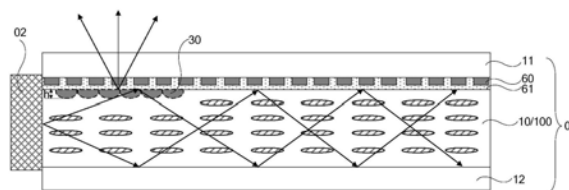
权利要求书2页 说明书11页 附图7页

(54)发明名称

一种显示面板、显示装置及其控制方法

(57)摘要

本申请实施例提供一种显示面板、显示装置及其控制方法,能够在一定程度上提高显示面板透过率。该显示面板包括液晶层以及设置于液晶层相对两侧的第一基板和第二基板。显示面板还包括设置于第一基板的电极结构,电极结构用于在加电状态下,使液晶层中形成位于显示面板显示区的液晶光栅。其中,显示面板中的至少部分层构成波导层,波导层用于将由波导层入光面入射的光线,在波导层内全反射。波导层包括液晶层。液晶光栅用于控制波导层内的全反射光线在第一基板一侧耦合出光。



1. 一种显示面板,其特征在于,所述显示面板包括:

液晶层以及设置于所述液晶层相对两侧的第一基板和第二基板;

设置于所述第一基板的电极结构,所述电极结构用于在加电状态下,使所述液晶层中形成位于所述显示面板显示区的液晶光栅;

其中,所述显示面板中的至少部分层构成波导层,所述波导层用于将由所述波导层入光面入射的光线,在所述波导层内全反射;所述波导层包括所述液晶层,所述液晶光栅用于控制所述波导层内的全反射光线在所述第一基板一侧耦合出光。

2. 根据权利要求1所述的显示面板,其特征在于,所述电极结构包括相互绝缘的第一电极和第二电极,其中,所述第二电极用于接入基准电压。

3. 根据权利要求2所述的显示面板,其特征在于,所述显示面板包括设置在显示区的阵列排布的亚像素;其中,

所述第一电极包括多个间隔设置且电连接的第一子电极,在每个所述亚像素中,所述多个第一子电极电连接;

所述显示区中的所述第二电极为一体结构;或者,所述第二电极包括多个间隔设置且电连接的第二子电极,在每个所述亚像素中,所述多个第二子电极电连接,且所述第二子电极与所述第一子电极在平行所述第一基板的方向上间隔设置。

4. 根据权利要求3所述的显示面板,其特征在于,所述显示区内包括用于发出不同波长单色光的亚像素,其中,所述亚像素发出单色光的波长与所述亚像素中第一子电极的个数成反比。

5. 根据权利要求4所述的显示面板,其特征在于,所述显示区中包括用于发红光的亚像素、用于发绿光的亚像素以及用于发蓝光的亚像素;

其中,所述用于发红光的亚像素中的第一子电极的个数小于所述用于发绿光的亚像素中的第一子电极的个数;所述用于发绿光的亚像素中的第一子电极的个数小于所述用于发蓝光的亚像素中的第一子电极的个数。

6. 根据权利要求1所述的显示面板,其特征在于,所述显示面板还包括绝缘平坦层,所述绝缘平坦层设置于所述电极结构靠近液晶层的一侧,与所述电极结构的折射率相等,且和所述电极结构形状互补,以使得所述绝缘平坦层在靠近液晶层的一侧具有平坦表面。

7. 根据权利要求6所述的显示面板,其特征在于,所述波导层仅包括所述液晶层以及所述液晶层的相邻层,其中,

所述液晶层的相邻层分别为所述绝缘平坦层和所述第二基板;

或者,

所述显示面板还包括设置于所述第一基板和所述第二基板上,且与所述液晶层相接触的取向层,所述液晶层的相邻层为所述取向层。

8. 根据权利要求6所述的显示面板,其特征在于,所述波导层包括所述液晶层、所述绝缘平坦层、所述电极结构、所述第一基板、所述第二基板,以及分别设置于所述第一基板和所述第二基板远离所述液晶层的一侧的空气隔层,所述空气隔层用于使所述波导层入光面入射的光线在所述第一基板和所述第二基板与所述空气隔层的界面发生全反射。

9. 根据权利要求7或8所述的显示面板,其特征在于,所述显示面板还包括设置于所述第一基板上的彩色滤光层。

10. 一种显示装置,其特征在於,包括光源以及如权利要求1-9任一项所述的显示面板;

其中,所述光源设置於所述显示面板的侧面;所述光源的光线入射到所述波导层的入光面的入射角所在的范围为 $(\theta_0-90^\circ, 90^\circ-\theta_0)$;其中, θ_0 为所述波导层中全反射界面的全反射临界角。

11. 根据权利要求10所述的显示装置,其特征在於,所述光源用于发出白光;或者所述光源用于分时发出多种单色光。

12. 根据权利要求11所述的显示装置,其特征在於,所述光源用于发出白光,所述亚像素用于发出波长 λ 的光,其中,所述波导层中的光线入射至所述波导层外表面的入射角 θ_1 满足以下公式:

$$n_1 \sin \theta_1 - n_2 \sin \theta_2 = m \times \lambda / \Lambda;$$

其中, n_1 和 n_2 分别为所述波导层中形成全反射界面的相邻两层的折射率, $n_1 > n_2$; m 为所述液晶光栅的衍射级次; Λ 为所述液晶光栅的周期; θ_2 为该亚像素的设定出光角度。

13. 一种对如权利要求10-12任一项所述的显示装置的控制方法,其特征在於,所述方法包括:

通过光源向波导层提供入射光,所述入射光的入射角所在的范围为 $(\theta_0-90^\circ, 90^\circ-\theta_0)$;其中, θ_0 为所述波导层中全反射界面的全反射临界角;

向电极结构施加电压,以使得对应的液晶层中形成液晶光栅;所述液晶光栅控制所述波导层中的光线在第一基板一侧耦合出光。

14. 根据权利要求13所述的显示装置的控制方法,其特征在於,所述显示装置具有阵列排布的亚像素,所述液晶光栅控制所述波导层中的光线耦合出光包括:

控制向所述电极结构施加的电压,以使得每个所述亚像素对应的所述液晶光栅衍射光的发光强度为所述液晶光栅入射光发光强度的0.1%~20%。

15. 根据权利要求13所述的显示装置的控制方法,其特征在於,所述光源用于分时发出多种单色光;所述显示装置具有用于发出多种单色光的亚像素,所述光源向波导层提供入射光包括:在一个发光周期内,所述光源依次分别发出不同的单色光,所述一个发光周期内发出的不同单色光能够混合为白光;

所述液晶光栅控制所述波导层中的光线耦合出光包括:在一画面帧内,依次控制所述波导层中不同的单色光在对应亚像素位置耦合出光。

一种显示面板、显示装置及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域,尤其涉及一种显示面板、显示装置及其控制方法。

背景技术

[0002] 随着显示技术的不断发展,显示装置例如TFT-LCD(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display,薄膜晶体管-液晶显示器)被越来越多的应用于电子设备中。上述TFT-LCD在显示的过程中,通常通过位于该显示面板两侧的偏光片进行光线的选择性透过。然而,偏光片往往在信赖性测试中表现不佳,且两层偏光片使得光透过率进一步降低。

发明内容

[0003] 本发明的实施例提供一种显示面板、显示装置及其控制方法,能够在一定程度上提高显示面板透过率。

[0004] 为达到上述目的,本发明的实施例采用如下技术方案:

[0005] 本申请实施例的一方面,所述显示面板包括液晶层以及设置于所述液晶层相对两侧的第一基板和第二基板;设置于所述第一基板的电极结构,所述电极结构用于在加电状态下,使所述液晶层中形成位于所述显示面板显示区的液晶光栅;所述显示面板中的至少部分层构成波导层,所述波导层用于将由所述波导层入光面入射的光线,在所述波导层内全反射;所述波导层包括所述液晶层,所述液晶光栅用于控制所述波导层内的全反射光线在所述第一基板一侧耦合出光。

[0006] 可选的,所述电极结构包括相互绝缘的第一电极和第二电极,其中,所述第二电极用于接入基准电压。

[0007] 可选的,所述显示区包括阵列排布的亚像素;其中,所述第一电极包括多个间隔设置且电连接的第一子电极,在每个所述亚像素中,所述多个第一子电极电连接。所述显示区中的所述第二电极为一体结构;或者,所述第二电极包括多个间隔设置且电连接的第二子电极,在每个所述亚像素中,所述多个第二子电极电连接,且所述第二子电极与所述第一子电极在平行所述第一基板的方向上间隔设置。

[0008] 可选的,所述显示区内包括用于发出不同波长单色光的亚像素,其中,所述亚像素发出单色光的波长与所述亚像素中第一子电极的个数成反比。

[0009] 可选的,所述显示区中包括用于发红光的亚像素、用于发绿光的亚像素以及用于发蓝光的亚像素;其中,所述用于发红光的亚像素中的第一子电极的个数小于所述用于发绿光的亚像素中的第一子电极的个数;所述用于发绿光的亚像素中的第一子电极的个数小于所述用于发蓝光的亚像素中的第一子电极的个数。

[0010] 可选的,所述显示面板还包括绝缘平坦层,所述绝缘平坦层设置于所述电极结构靠近液晶层的一侧,与所述电极结构的折射率相等,且和所述电极结构形状互补,以使得所述绝缘平坦层在靠近液晶层的一侧具有平坦表面。

[0011] 可选的,所述波导层仅包括所述液晶层以及所述液晶层的相邻层,其中,所述液晶

层的相邻层分别为所述绝缘平坦层和所述第二基板；或者，所述显示面板还包括设置于所述第一基板和所述第二基板上，且与所述液晶层相接触的取向层，所述液晶层的相邻层为所述取向层。

[0012] 可选的，所述波导层包括所述液晶层、所述绝缘平坦层、所述电极结构、所述第一基板、所述第二基板，以及分别设置于所述第一基板和所述第二基板远离所述液晶层一侧的空气隔层，所述空气隔层用于使所述波导层入光面入射的光线在所述第一基板和所述第二基板与所述空气隔层的界面发生全反射。

[0013] 可选的，所述显示面板还包括设置于所述第一基板上的彩色滤光层。

[0014] 本申请实施例的另一方面，提供一种显示装置，包括光源以及如上所述的任意一种显示面板；其中，其中，所述光源设置于所述显示面板的侧面；所述光源的光线入射到所述波导层的入光面的入射角所在的范围为 $(\theta_0-90^\circ, 90^\circ-\theta_0)$ ；其中， θ_0 为所述波导层中全反射界面的全反射临界角。

[0015] 可选的，所述光源用于发出白光；或者所述光源用于分时发出多种单色光。

[0016] 可选的，所述光源用于发出白光，所述亚像素用于发出波长 λ 的光，其中，所述波导层中的光线入射至所述波导层外表面的入射角 θ_1 满足以下公式： $n_1 \sin \theta_1 - n_2 \sin \theta_2 = m \times \lambda / \Lambda$ ；其中， n_1 和 n_2 分别为所述波导层中形成全反射界面的相邻两层的折射率， $n_1 > n_2$ ； m 为所述液晶光栅的衍射级次； Λ 为所述液晶光栅的周期； θ_2 为该亚像素的设定出光角度。

[0017] 本申请实施例的又一方面，提供一种用于控制如上所述的任意一种显示装置的方法，所述方法包括：通过光源向波导层提供入射光，所述入射光的入射角所在的范围为 $(\theta_0-90^\circ, 90^\circ-\theta_0)$ ；其中， θ_0 为所述波导层与波导层相邻层的全反射临界角；电极结构施加电压，以使得对应的液晶层中形成液晶光栅；所述液晶光栅控制所述波导层中的光线在第一基板一侧耦合出光。

[0018] 可选的，所述显示装置具有阵列排布的亚像素，所述液晶光栅控制所述波导层中的光线耦合出光包括：控制向所述电极结构施加的电压，以使得每个所述亚像素对应的所述液晶光栅衍射光的发光强度为所述液晶光栅入射光发光强度的0.1%~20%。

[0019] 可选的，所述光源用于分时发出多种单色光；所述显示装置具有用于发出多种单色光的亚像素，所述光源向波导层提供入射光包括：在一个发光周期内，所述光源依次分别发出不同的单色光，所述一个发光周期内发出的不同单色光能够混合为白光；所述液晶光栅控制所述波导层中的光线耦合出光包括：在一画面帧内，依次控制所述波导层中不同的单色光在对应亚像素位置耦合出光。

[0020] 由上述可知，一方面，由于本申请实施例提供的显示面板中的波导层接收的光线是从波导层的侧面入射，且当液晶层中形成有液晶光栅时，液晶光栅可以将波导层中的光线从第一基板耦合出光。因此，该显示面板01无需设置偏光片即可实现显示，从而解决由于设置偏光片导致光线透过率降低的问题。另一方面，在进行灰阶显示时，通过向电极结构施加电压，以在液晶层中形成液晶光栅，并通过调整液晶光栅的衍射能力，达到显示不同的灰阶。因此无需单独在液晶层中制作光栅条，从而能够避免光栅条对液晶层中液晶分子的初始取向造成影响。又一方面，本该显示面板显示暗态时，波导层中的光线发生全反射，因此不会有光线露出，从而能够解决暗态下显示面板漏光的问题，有利于提升显示画面的对比度。所以至少光源入射至波导层入光面的光线能够满足全反射的条件，即可保证显示面板

在暗态情况下不发生漏光,从而容易提高产品的量产性。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术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。

[0022] 图1为本申请实施例提供的一种显示面板的结构示意图;

[0023] 图2为图1所示的显示面板中波导层耦合出光的示意图;

[0024] 图3为本申请实施例提供的另一种显示面板的结构示意图;

[0025] 图4为本申请实施例提供的另一种显示面板的结构示意图;

[0026] 图5a为本申请实施例提供的显示面板中第一电极和第二电极的一种设置方式示意图;

[0027] 图5b为图5a中多个第二电极为一体结构的一种示意图;

[0028] 图5c为图5a中多个第二电极为一体结构的另一种示意图;

[0029] 图6为本申请实施例提供的另一种显示面板的中波导层耦合出光的示意图;

[0030] 图7为本申请实施例提供的显示面板中第一电极和第二电极的另一种设置方式示意图;

[0031] 图8为本申请实施例提供的显示面板实现彩色显示的一种示意图;

[0032] 图9为本申请实施例提供的显示面板实现彩色显示的另一种示意图;

[0033] 图10为本申请实施例提供的一种显示装置的控制方法流程图;

[0034] 图11为本申请实施例提供的通过分时输入三原色光源中的红色子光源实现彩色显示的示意图;

[0035] 图12为本申请实施例提供的通过分时输入三原色光源中的绿色子光源实现彩色显示的示意图;

[0036] 图13为本申请实施例提供的通过分时输入三原色光源中的蓝色子光源实现彩色显示的示意图。

[0037] 附图标记:

[0038] 01-显示面板;02-光源;10-波导层;11-第一基板;12-第二基板;101-亚像素;21-第一电极;210-第一子电极;22-第二电极;220-第二子电极;30-液晶光栅;40-彩色滤光层;401-滤光单元;50-取向层;60-电极结构;61-绝缘平坦层;62-透明盖板;63-空气隔层。

具体实施方式

[0039] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0040] 本申请实施例提供一种显示面板01,如图1所示,该显示面板01包括液晶层100,以及设置于该液晶层100相对两侧的第一基板11和第二基板12。

[0041] 此外,上述显示面板01,如图1所示,还包括电极结构60。该电极结构60用于在加电状态下,使在液晶层100中形成位于显示面板01显示区的,如图2所示的液晶光栅30。

[0042] 其中,显示面板01中的至少部分层构成波导层10。该波导层10用于将由波导层入光面入射的光线,在波导层10内全反射。该波导层10包括液晶层100。此外,一液晶光栅30中具有多个间隔设置的光栅条。该液晶光栅30用于控制波导层10中的光线在上述第一基板11一侧耦合出光。

[0043] 上述波导层10入光面入射的光线可以由一光源02提供,在此情况下,上述光源02提供的光线可以在波导层10内发生全反射。基于此,该波导层10还包括与该波导层的上表面和下表面垂直的四个侧面。将光源02设置于其中一个侧面,使得光源02入射的光由该波导层10的其中一个侧面进入至波导层10内部。在此情况下,设置有上述光源02的波导层10的侧面为该波导层10的入光面。

[0044] 基于此,例如, n_1 和 n_2 分别为波导层10中形成全反射界面的相邻两层的折射率; $n_1 > n_2$,那么上述波导层10中全反射界面的全反射临界角 θ_0 满足一下公式:

[0045]
$$n_1 \sin \theta_0 = n_2 \sin 90^\circ$$

[0046] 即
$$\theta_0 = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad (1)$$

[0047] 由此可知得出,上述光源02提供的光线在波导层10内发生全反射,该光线的入射角 α 的范围为 $(\theta_0-90^\circ, 90^\circ-\theta_0)$,其中, θ_0 为上述波导层10中全反射界面的全反射临界角。图1中角度 θ 为实际全反射角,该角度 θ 大于上述全反射临界角 θ_0 。

[0048] 需要说明的是,由于液晶光栅30的高度 h 远小于液晶层100的厚度,因此液晶光栅30的耦合出光,仅考虑在液晶光栅30与第一基板11平行的表面进行折射或反射出的光线,而不考虑从液晶光栅的侧面(沿高度 h 方向)进行折射或反射的光线。

[0049] 其中,电极结构60施加电压的多少,能够决定该电极结构60产生的电场的大小,产生的电场越大,在该电场作用下形成于液晶层100中的液晶光栅30的高度 h 越大,而该液晶光栅30的高度 h 越大,衍射出的光线越多。从而可以通过对电极结构60施加不同的电压实现多灰阶显示的技术。此外,当未向电极结构60施加电压时,液晶层100中无法形成液晶光栅30,因此该波导层10中的光线无法通过液晶光栅30耦合出光,在此情况下,光线从波导层10入光面入射的入射角 α 在满足上述角度范围 $(\theta_0-90^\circ, 90^\circ-\theta_0)$ 的情况下,该光线只会在波导层10和上述波导层相邻层的界面进行全反射,此时显示面板01不发光,处于暗态。

[0050] 此外,显示面板01还包括,如图1所示的绝缘平坦层61,该绝缘平坦层61设置于电极结构60靠近液晶层100的一侧,与电极结构60的折射率相等,且绝缘平坦层61和电极结构60形状互补,以使得绝缘平坦层61在靠近液晶层100的一侧具有平坦表面。在此情况下,由于绝缘平坦层61和电极结构60形状互补,因此电极结构60凹陷位置正好与绝缘平坦层61的凸出位置相对应,而电极结构60凸出位置正好与绝缘平坦层61的凹陷位置相对应,从而可以避免电极结构60内部的条纹电极形成另一个光栅结构,从而对上述液晶光栅30的耦合出光造成影响。

[0051] 需要说明的是,上述绝缘平坦层61与电极结构60的折射率相等是指,绝缘平坦层61与电极结构60的折射率完全相等,或者在人眼无法分辨绝缘平坦层61与电极结构60对光线传输方向的影响下,绝缘平坦层61与电极结构60的折射率可以近似相等。

[0052] 以下对上述波导层10的结构进行说明。

[0053] 在本申请的一些实施例中,如图1所示,上述波导层10仅包括液晶层100以及与液晶层100的相邻层。

[0054] 在此情况下,上述液晶层100的相邻层,如图1所示,分别为绝缘平坦层61和第二基板12。液晶层100与绝缘平坦层61的接触面,以及液晶层100与第二基板12的接触面为波导层10的全反射界面。

[0055] 此时,公式(1)中, n_1 为液晶层100的折射率, n_2 为绝缘平坦层61或第二基板12的折射率。此时,液晶层10的折射率大于绝缘平坦层61和第二基板12的折射率时,液晶层10相对于绝缘平坦层61和第二基板12为光密介质。从而使得光源02入射至波导层10的光线可以在波导层10与绝缘平坦层61的界面,以及波导层10与第二基板12的界面发生全反射。如液晶层10的折射率为2.0,绝缘平坦层61的折射率为1.8,第二基板12的折射率为1.7,此时全反射角为 64.16° 。

[0056] 此外,为了在液晶光栅30的控制下,使得波导层10中的光线在上述第一基板11一侧耦合出光。可以设置绝缘平坦层61的折射率大于或近似等于第二基板12的折射率。或者,还可以在第二基板12远离液晶层100的一侧设置反光层。

[0057] 或者,液晶层100的相邻层的结构还可以为,如图3所示,在显示面板01还包括设置于第一基板10和第二基板12上,且与液晶层100相接触的取向层50时,上述液晶层100的相邻层为该取向层50。该取向层50用于对液晶层100中的液晶分子的初始偏转角度进行限定。

[0058] 此外,当上述取向层50能够对于电极结构60直接接触,该取向层50背离电极结构60一侧具有平坦表面,且取向层50与电极结构60的折射率近似相等时,该取向层50可以代替上述绝缘平坦层61。

[0059] 在本申请的一些实施例中,如图4所示,波导层10包括液晶层100、绝缘平坦层61、电极结构60、第一基板11和第二基板12以及分别设置于第一基板11和第二基板12连接液晶层100一侧的空气隔层63。该空气隔层63用于使波导层10如光面入射的光线在第一基板11和第二基板12与空气隔层的界面发生全反射。

[0060] 此外,在显示面板01还包括上述取向层50时,该波导层10还包括取向层50。

[0061] 需要说明的是,当显示面板01还包括设置于出光侧,例如第一基板11远离液晶层100一侧的透明盖板62时,该透明盖板62通过非显示区的支撑结构与显示面板01形成一定间隔,该间隔中填充由空气,从而将位于上述间隔内的空气作为上述空气隔层63。或者当第一基板11、第二基板12远离液晶层100的一侧表面(简称外表面)与外界空气直接接触时,可以将与第一基板11、第二基板12外表面相接触的空气作为上述空气隔层63。

[0062] 在此情况下,液晶层10的折射率小于或等于取向层50、绝缘平坦层61、电极结构60、第一基板11和第二基板12的折射率,液晶层10相对于取向层50、绝缘平坦层61、电极结构60、第一基板11或第二基板12为光疏介质。此时,液晶层100、取向层50、绝缘平坦层61、电极结构60、第一基板11以及第二基板12相对于上述空气隔层63而言为光密介质。

[0063] 例如,液晶层100具有晶体双折射现象,因此液晶层100的“寻常光”的折射率 $n_o=1.52$,”非常光”的折射率 $n_e=1.8$ 。

[0064] 取向层50的材料为聚酰亚胺,其折射率为1.55;电极结构60的材料为ITO,其折射率为1.8,绝缘平坦层61的材料 SiN_x ,其折射率1.8;第一基板11和第二基板12的折射率为

1.5,空气隔层63的折射率为1,此时全反射角为 42.07° 。

[0065] 需要说明的是,对于任意一种波导层10的结构而言,上述第一基板11和第二基板12的折射率可以相同也可以不相同,本申请对此不作限定,为了方便说明。本申请以下实施例均是以第一基板11和第二基板12的折射率相同为例进行的说明。

[0066] 由上述可知,一方面,由于上述波导层10接收的光线是从波导层10的侧面入射,且当液晶层中形成有液晶光栅30时,液晶光栅30可以将波导层10中的光线从第一基板11耦合出光。因此,该显示面板01无需设置偏光片即可实现显示,从而解决由于设置偏光片导致光线透过率降低的问题。

[0067] 另一方面,显示面板01在进行灰阶显示时,通过向电极结构60施加电压,以在液晶层中形成液晶光栅30,并通过调整液晶光栅30的衍射能力,达到显示不同的灰阶。因此无需单独在液晶层中制作光栅条,从而能够避免光栅条对液晶层中液晶分子的初始取向造成影响。

[0068] 又一方面,本该显示面板01显示暗态时,波导层10中的光线发生全反射,因此不会有光线露出,从而能够解决暗态下显示面板01漏光的问题,有利于提升显示画面的对比度。所以至少光源入射至波导层10入光面的光线能够满足全反射的条件,即可保证显示面板01在暗态情况下不发生漏光,从而容易提高产品的量产性。

[0069] 在此基础上,电极结构60包括相互绝缘的第一电极21和第二电极22。第二电极21用于接入基准电压。

[0070] 如图5a所示,显示面板01还包括设置于上述显示区内的阵列排布的亚像素101。每个亚像素101包括一组第一电极21和第二电极22。其中,第一电极21包括多个间隔设置且电连接的第一子电极210,在每个所述亚像素中,上述多个第一子电极210电连接。

[0071] 此外,如图6所示,在第一电极21和第二电极22加电状态下,一个亚像素101内形成有一液晶光栅30。这样一来,每个亚像素101所对应的第一电极21和第二电极22施加的电压可以单独进行调整,从而可以单独对各个亚像素101内的液晶光栅30的衍射能力进行单独控制,进而使得各个亚像素可以根据需要显示预设的灰阶值。

[0072] 基于此,以下对上述第一电极21和第二电极22的设置方式进行详细的举例说明。

[0073] 具体的,每个亚像素101对应的第二电极22可以为块状。在此情况下,多个第二电极22可以相互绝缘,例如如图5a所示,相邻的第二电极22之间间隔开。

[0074] 或者如图5b或图5c所示,显示区中的第二电极22为一体结构。具体的,如图5b所示,相邻的第二电极22之间通过连接部221电连接,且该连接部221的面积较小。在此情况下,相邻的第二电极22之间具有镂空区域。

[0075] 或者,如图5c所示,相邻的第二电极22之间通过连接部221电连接,且该连接部221的面积较大。在此情况下,相邻的第二电极22之间没有镂空区域,此时,显示区中为一体结构的第二电极22构成一整层电极结构,该电极结构至少覆盖显示面板01的显示区。

[0076] 其中,上述连接部221与第二电极22同层同材料。本申请对多个第二电极22为一体结构的设置方式不做限定。

[0077] 第一电极21和第二电极22可以设置于相同的基板中,例如,如图6所示,上述第一电极21和第二电极22可以均位于第一基板11中,且第二电极22与第一电极21之间具有至少一层绝缘层23。在此情况下,同一平面内,第一电极21中的第一子电极210的边缘可以产生

平行电场,而均位于第一基板11中的第一电极21与第二电极22之间可以产生纵向电场。上述平行电场和纵向电场构成的多维电场能够驱动液晶层中的液晶分子进行翻转,从而形成上述液晶光栅30。

[0078] 此外,上述第一电极21和第二电极22的设置方式,还可以如图7所示,将第一电极21和第二电极22同层且绝缘设置。

[0079] 在此情况下,如图7所示,上述第一电极21和第二电极22可以均制作于第一基板11中。基于此,为了使得第一电极21和第二电极22能够绝缘设置,第二电极22包括多个间隔设置且电连接的第二子电极220,在每个亚像素101中,多个第二子电极220电连接。该第二子电极220与第一子电极210在平行第一基板11的方向上间隔设置。在此情况下,第一电极21中相邻的第一子电极210之间,第二电极22中相邻的第二子电极220之间,以及相邻的第一子电极210与第二子电极220之间的平行电场可以驱动液晶层中的液晶分子进行翻转,从而形成上述液晶光栅30。

[0080] 本申请的实施例提供一种显示装置,包括如上所述的任意一种显示面板01。

[0081] 此外,该显示装置还包括光源02,该光源02设置于显示面板01的侧面。其中,光源02的光线入射到波导层10的入光面的入射角 α 所在的范围为 $(\theta_0-90^\circ, 90^\circ-\theta_0)$ 。上述 θ_0 为波导层10中全反射界面的全反射临界角。

[0082] 上述显示装置可以为显示器、电视、数码相框、手机或平板电脑等任何具有显示功能的产品或者部件。该显示装置具有与前述实施例提供的显示面板01相同的技术效果,此处不再赘述。

[0083] 其中,上述光源02的出光面覆盖波导层10的侧面,且该光源02的出光面与波导层10侧面的面积相同。例如,如图1所示,当波导层10仅包括液晶层时,上述光源02的出光面可以正好覆盖该液晶层的侧面。或者,如图4所示,当波导层10包括液晶层100、取向层50、绝缘平坦层61、电极结构60、第一基板11以及第二基板12时,上述光源02的侧面可以正好覆盖液晶层100、取向层50、绝缘平坦层61、电极结构60、第一基板11以及第二基板12的侧面。这样一来,可以提高光源02入射至波导层10的光线的入射率。

[0084] 显示面板01的相对两侧可均设置有上述光源02,这样一来,可以减小光在波导层10内传播的过程中,由于耦合出光带来的光线衰减而引起的显示画面质量降低的问题出现的几率。

[0085] 以下对该显示装置在进行彩色显示时,所采用的实施方式举例说明。

[0086] 实施方式一

[0087] 对于该方式,本实施方式中光源02用于发出白光,且显示面板01的显示区中设置有上述亚像素101。

[0088] 在此情况下,如图8所示,本实施方式中,上述显示面板还包括彩色滤光层40,该彩色滤光层40设置于第一基板11上。该彩色滤光层40包括多个滤光单元401。每个亚像素101内具有一个滤光单元401。

[0089] 其中,相邻的至少三个亚像素101可以构成一个像素。同一像素中不同的亚像素101的滤光单元401可以不同,也可以相同,本申请对此不做限定。以同一像素中具有三个亚像素101,且该三个亚像素101的滤光单元401不同为例,例如,该像素中的三个亚像素101分别对应红色(R)的滤光单元401、绿色(G)的滤光单元401以及蓝色(B)的滤光单元401。

[0090] 这样一来,在该显示装置处于暗态时,各个亚像素101对应的第一电极21和第二电极22未施加电压,光源02提供以上述入射角 α 入射至波导层10的入光面的光线,在该波导层10和波导层相邻层的界面发生全反射。波导层10中的光线无法由该波导层10出射。此外,当显示装置需要显示画面时,可以根据各个亚像素101需要显示的灰阶值(除了0灰阶),向不同的亚像素101对应的第一电极21和第二电极22施加电压,使得不显示0灰阶的亚像素101中能够形成上述一组液晶光栅30,且在该一组液晶光栅30的衍射作用下,将波导层10中的光线根据该液晶光栅30的衍射能力耦合出光。此外,亚像素101中由一组液晶光栅30衍射出的光线,在该亚像素101中滤色单元401的滤色作用下,发出红光、绿光或者蓝光,从而实现彩色显示。

[0091] 实施方式二

[0092] 本实施方式中,上述光源02为用于发出白光,且显示面板01的显示区中设置有上述亚像素101。

[0093] 在此情况下,由上述可知,相邻的至少三个亚像素101可以构成一个像素。

[0094] 如图9所示,同一像素中不同的亚像素101中的第一子电极210的个数不相同。从而可以通过调整亚像素101内一个第一电极21中第一子电极210的个数,即该第一电极21中第一子电极210的宽度和间距,使得不同的亚像素101能够在一固定的出射方向上衍射出波长不相同的光线,从而实现彩色显示。

[0095] 具体的,亚像素101用于发出波长 λ 的光。其中,波导层10中的光线入射至波导层10入光面的入射角 θ_1 满足以下公式:

[0096]
$$n_1 \sin \theta_1 - n_2 \sin \theta_2 = m \times \lambda / \Lambda \quad (2)$$

[0097] 其中, n_1 和 n_2 分别为波导层10中形成全反射界面的相邻两层的折射率, $n_1 > n_2$; m 为液晶光栅30的衍射级次; Λ 为液晶光栅30的周期; θ_2 为该亚像素101的设定出光角度。以波导层10包括液晶层100、取向层50、绝缘平坦层61、电极结构60、第一基板11和第二基板12为例,波导层10的折射率 n_1 为第一基板11的折射率。此外, n_2 为与第一基板11相接触的空气隔层63的折射率。

[0098] 在此情况下,对于近眼显示装置而言,由于显示装置的显示面板距离用户眼睛较近,因此用户的眼睛通常只接受某一角度出射的光线。此外,对于虚拟现实(Virtual Reality,VR)或者增强现实(Augmented Reality,AR)显示装置而言,该显示装置的显示面板01上一亚像素的出光方向是固定的。因此,在产品设计和制作过程中,可以通过光学仿真软件对上述显示面板出射光线的方向进行设计,从而可以获知公式(2)中亚像素101的设定出光角度 θ_2 (即液晶光栅30衍射光所在的方向与显示面板01出光侧表面所在平面法线之间的夹角)。

[0099] 由于公式(2)中波导层10中的光线入射至波导层10入光面的入射角 θ_1 、波导层10的折射率 n_1 、与位于波导层10耦合出光侧的介质的折射率 n_2 、亚像素101的设定出光角度 θ_2 、液晶光栅30的衍射级次 m 均已知,因此,可以通过调节各个亚像素101中第一电极21的第一子电极210的数量,达到调节该亚像素101内液晶光栅30的周期 Λ 的目的,进而达到调节液晶光栅30衍射光的波长 λ 的目的。使得显示面板01出射的光线在给定的方向(液晶光栅30衍射光的角度 θ_2)上,能够发出给定波长的光线,达到彩色显示的目的。

[0100] 其中,由上述公式(2)可知,一亚像素101发出单色光的波长 λ 与亚像素101中液晶

光栅30的周期 Λ 成正比。而液晶光栅30的周期 Λ 又与该亚像素101对应的第一电极21中的第一子电极210的个数成反比。因此,当显示区内包括用于发出不同波长单色光的亚像素101时,亚像素101发出单色光的波长 λ 与该亚像素101中第一子电极210的个数成反比。

[0101] 基于此,以显示区包括用于发出红光(R)、绿光(G)以及蓝光(B)的亚像素为例,对上述第一子电极210的个数的设定进行说明。

[0102] 其中,红光(R)的波长 λ_R 可以为622~760nm、绿光(G)的波长 λ_G 可以为492~577nm,而蓝光(B)的波长 λ_B 可以为435~450nm。由此可知, $\lambda_R > \lambda_G > \lambda_B$ 。在此情况下,由上述公式(2)可知,用于发红光(R)的亚像素101内的液晶光栅30的 Λ_R ,用于发绿光(G)的亚像素101内的液晶光栅30的 Λ_G ,以及用于发蓝光(B)的亚像素101内的液晶光栅30的 Λ_B 满足一下关系: $\Lambda_R > \Lambda_G > \Lambda_B$ 。

[0103] 由上述可知,液晶光栅30的周期 Λ 与该液晶光栅30所在的亚像素101所对应的第一电极21中第一子电极210的数量成反比。因此,如图9所示,同一像素中用于发红光(R)的亚像素101中的第一子电极210的个数小于用于发绿光(G)的亚像素101中的第一子电极210的个数。此外,用于发绿光(G)的亚像素101中的第一子电极210的个数小于用于发蓝光(B)的亚像素101中的第一子电极210的个数。

[0104] 上述仅仅是以一显示区内包括用于发出红光(R)、绿光(G)以及蓝光(B)的亚像素101为例进行的说明,当显示区内还包括用于发出其他颜色光线的亚像素时,一个第一电极21中第一子电极210的数量设置过程同上所述,此处不再赘述。

[0105] 由上述可知,实施方式二提供的彩色显示方案中,只有在显示面板01出射的光线方向确定的情况下,才能够看到正常的彩色显示,因此该方式适用于近眼显示,以及VR或AR等应用场景显示。

[0106] 本申请实施例提供一种用于控制如上所述的显示装置的方法,如图10所示,该方法包括:

[0107] S101、通过光源02向波导层10提供入射光。

[0108] 其中,该入射光入射至波导层10入光面的入射角 α 所在的范围为 $(\theta_0-90^\circ, 90^\circ-\theta_0)$ 。其中, θ_0 为波导层10中全反射界面的全反射临界角。

[0109] S102、向电极结构60施加电压,以使得对应的液晶层100中形成液晶光栅30。

[0110] 或者,上述电极结构60未施加电压,波导层10中的光线在波导层10内发生全反射,且波导层10中的液晶层为透明状态。

[0111] S103、液晶光栅30控制波导层10中的光线在第一基板一侧耦合出光。

[0112] 在此基础上,在上述显示装置的显示面板01具有阵列排布的亚像素101的情况下,距离光源02较近的亚像素101中形成的一液晶光栅30接收到的光线较多,而光线在波导层10中传输的过程中,会有光量损失,因此距离光源02较远的亚像素101中形成的一液晶光栅30接收到的光栅较少,从而耦合出光的量也少,不利于整个显示面板亮度均匀性的提升。

[0113] 为了解决上述问题,上述步骤S103可以包括:

[0114] 控制向电极结构60施加的电压,以使得上述亚像素101对应的电极结构60形成电场,该电场控制每个亚像素101对应的液晶光栅30衍射光的发光强度为该液晶光栅30入射光发光强度的0.1%~20%,从而可以使得亚像素101中的液晶光栅30将入射光的一部分衍射出波导层10。在此情况下,入射光的另一部分能够继续在波导层10中传播,从而能够对光

线在波导层10中传播过程中的光损失进行补偿,使得距离光源02较远的亚像素101中的液晶光栅30接收到的光线的量有所增加。这样一来,距离光源02较近的亚像素101通过该亚像素101内的液晶光栅30耦合出光的亮度与距离光源02较远的亚像素101通过该亚像素101内的液晶光栅30耦合出光的亮度差异较小,从而有利于提高整个显示面板01发光的均匀性。

[0115] 需要说明的是,为了使得液晶光栅30衍射光的发光强度为该液晶光栅30入射光发光强度的0.1%~20%,可以对向电极结构60施加的电压进行多次调试,以得到能够使得液晶光栅30衍射光的发光强度满足上述条件的电场。

[0116] 基于此,当液晶光栅30衍射光的发光强度小于该液晶光栅30入射光发光强度的0.1%时,具有该液晶光栅30的亚像素出光量太小,显示亮度太低。而当液晶光栅30衍射光的发光强度大于该液晶光栅30入射光发光强度的20%时,虽然能够提高具有该液晶光栅30的亚像素的出光亮度,但是剩余的在波导层10中传输的光线较少,从而对光线在波导层10中传播过程中的光损失进行补偿的效果有所减弱,不利于整个显示面板出光亮度均匀性的提高。

[0117] 在此基础上,在上述电极结构30包括第一电极21和第二电极22时,上述步骤S103包括:向显示相同灰阶的亚像素101中的第一电极21施加相同的电压,并向显示相同灰阶的亚像素101中的第二电极22施加相同的电压,以使得显示相同灰阶的亚像素101中的液晶光栅30衍射光的发光强度可以相同,从而使得整个显示面板01显示相同灰阶的亚像素101的亮度也相同。

[0118] 基于上述控制方法,本申请提供又一种显示装置进行彩色显示的方式。

[0119] 实施方式三

[0120] 本实施方式中,如图11所示,上述光源02为用于分时发出多种单色光。此外,在该显示装置的显示面板01具有上述周期相同的用于发出多种单色光的亚像素101的情况下,可以形成独立的液晶光栅30的情况下,上述步骤S101包括:在一个发光周期T内,上述光源02依次分别发出不同的单色光,例如依次发出R、G、B三原色光,且一个发光周期内发出的不同单色光能够混合为白光。

[0121] 需要说明的是,上述一个发光周期T的时长小于或等于一画面帧的时长。

[0122] 具体的,上述光源02中设置有多种,例如,红色(R)、绿色(G)以及蓝色(B)三色点阵子光源,每种颜色的点阵子光源可以分时驱动。例如,在一个发光周期T的第一时刻P1,如图11所示,红色(R)子光源发光,然后,在上述发光周期T的第二时刻P2,如图12所示,绿色(G)子光源发光,最后,在发光周期T的第三时刻P3,如图13所示,蓝色(B)子光源发光。

[0123] 接下来,在亚像素101中形成液晶光栅30,且该液晶光栅30控制波导层10中的光线耦合出光包括:在一画面帧内,依次控制波导层10中不同的单色光在对应亚像素101位置耦合出光,从而使得用户的眼睛可以将上述一个发光周期内,波导层10在亚像素101耦合出光的具有不同颜色的光线进行叠加。

[0124] 这样一来,每个亚像素101可以在一个发光周期内发出三种颜色的光线,从而可以在实现彩色显示的同时,提高显示面板01的分辨率。

[0125] 在此基础上,为了使得各个亚像素101一个发光周期内将发出的不同颜色的光线均匀混光,可选的,在上述一个发光周期内,该光源02依次分别发出的不同单色光的发光时间相同。

[0126] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,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,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

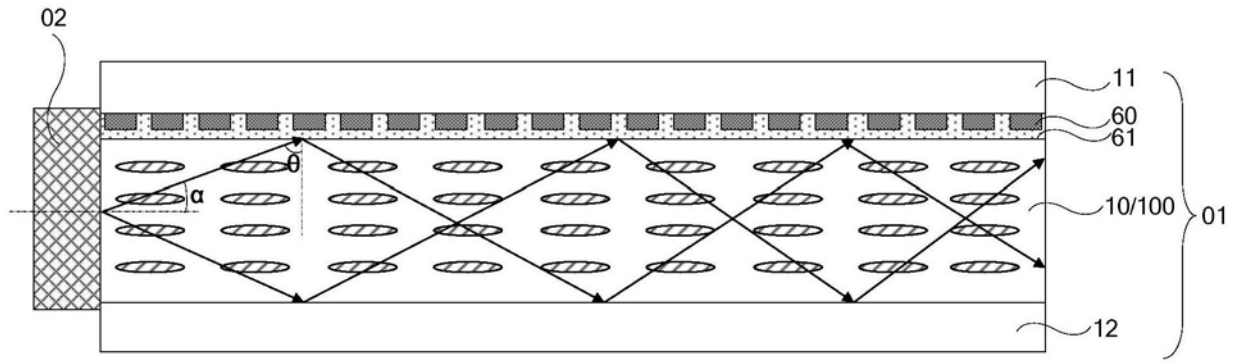


图1

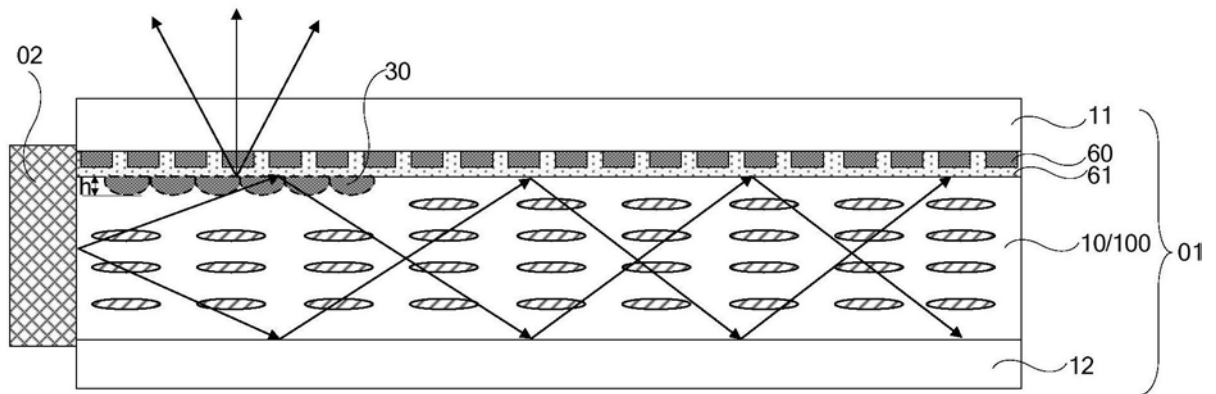


图2

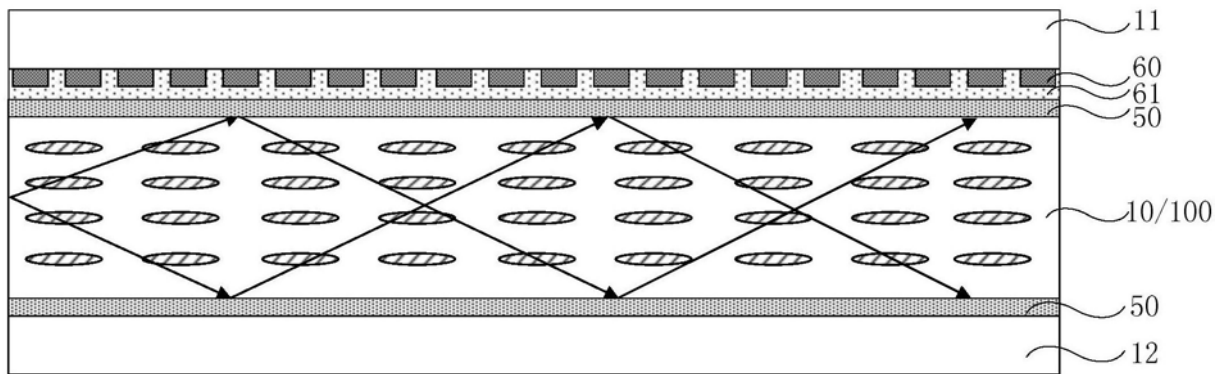


图3

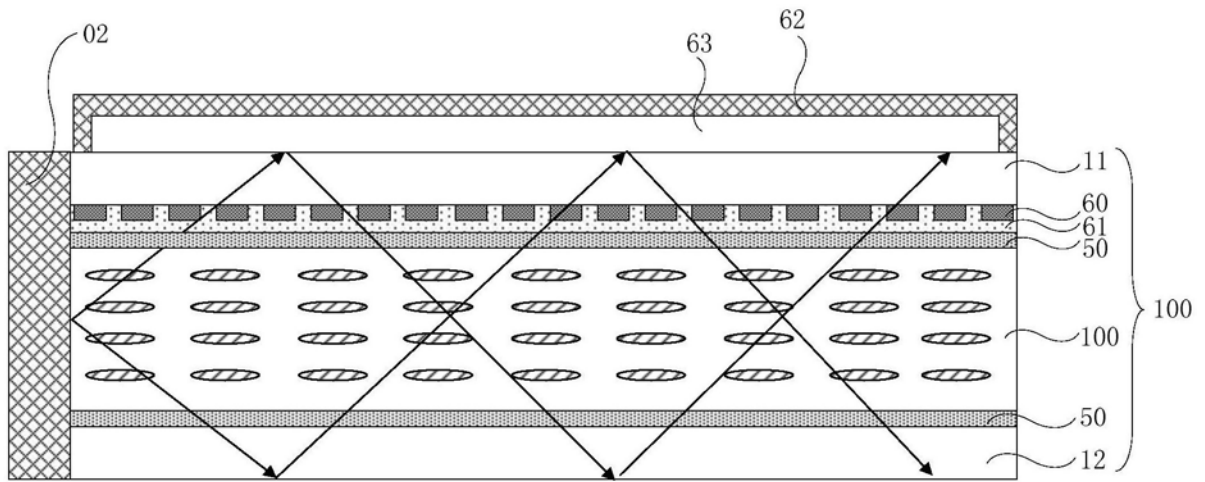


图4

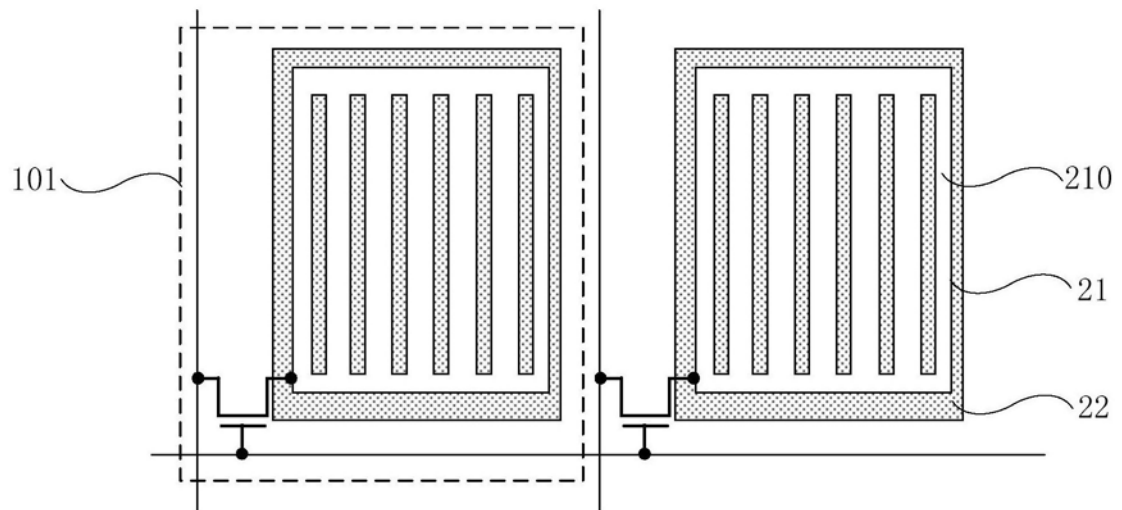


图5a

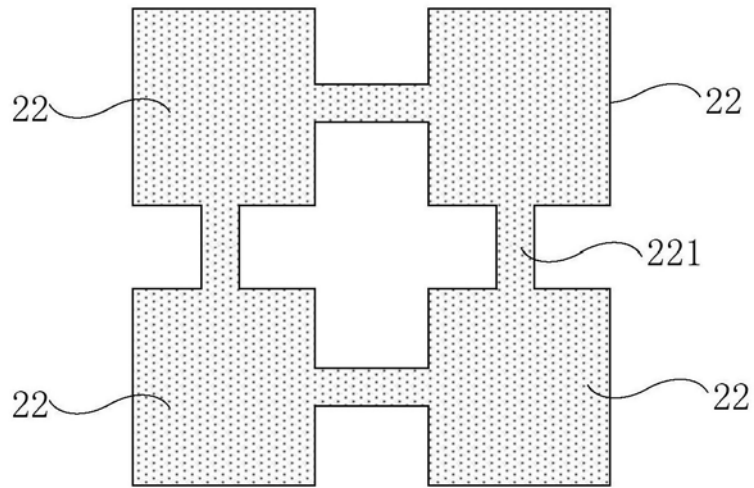


图5b

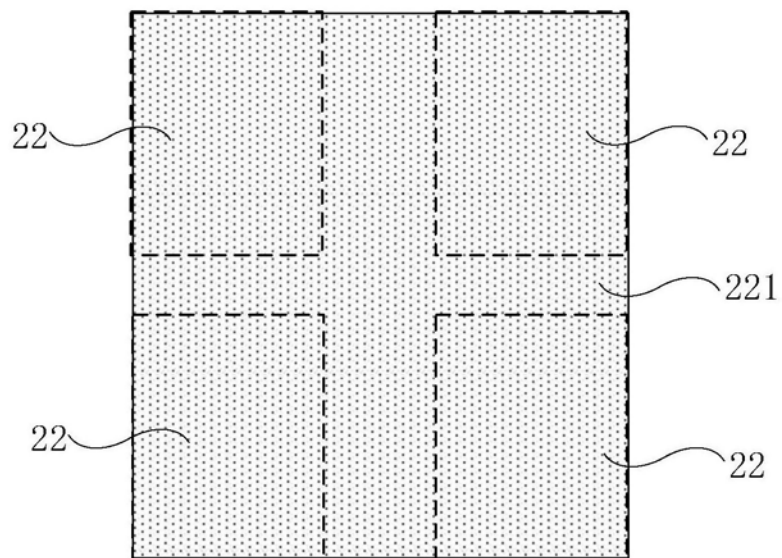


图5c

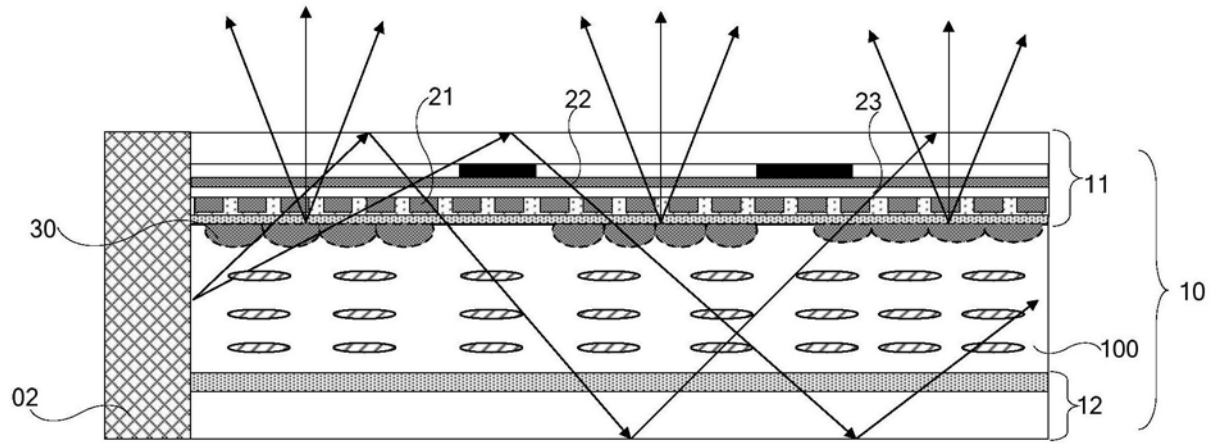


图6

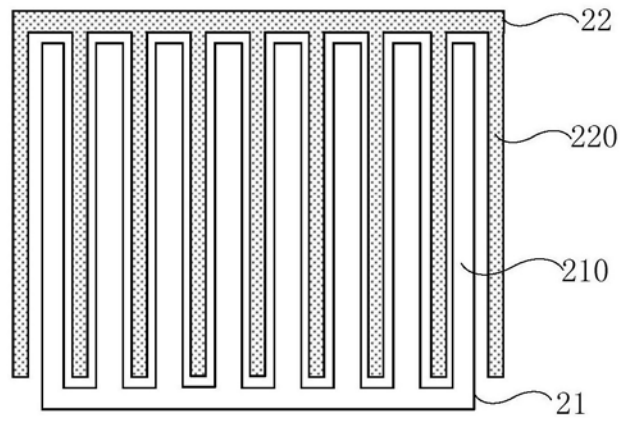


图7

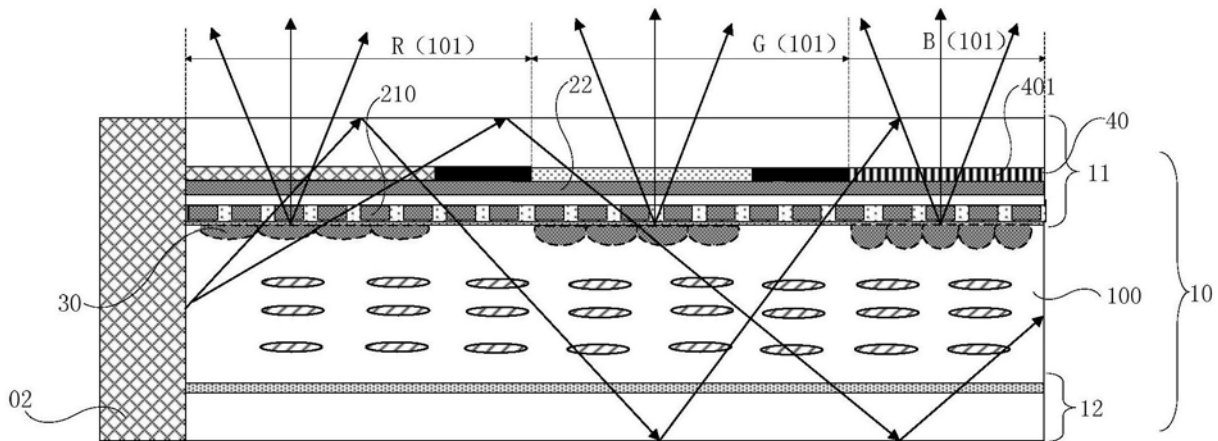


图8

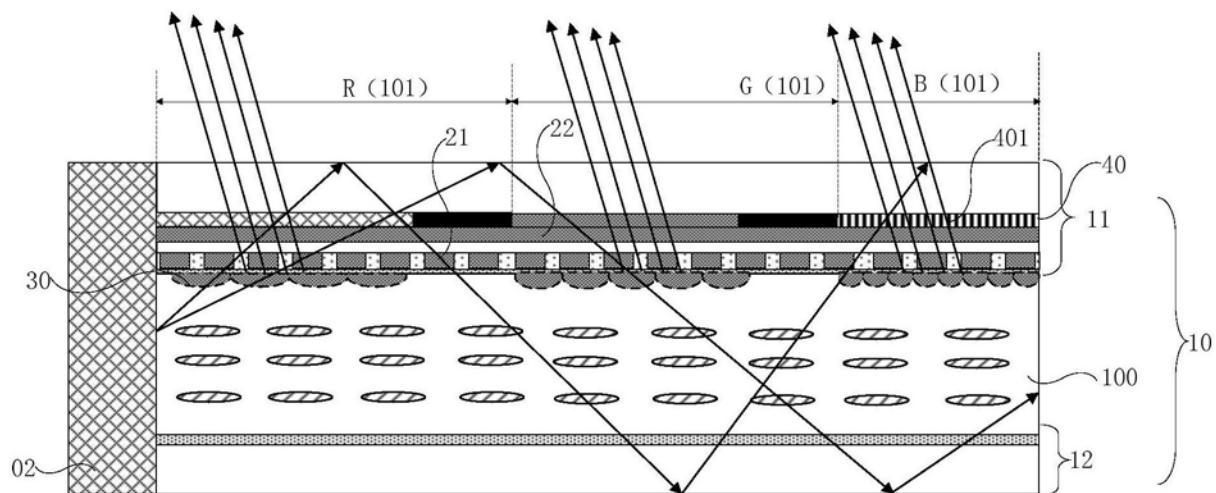


图9

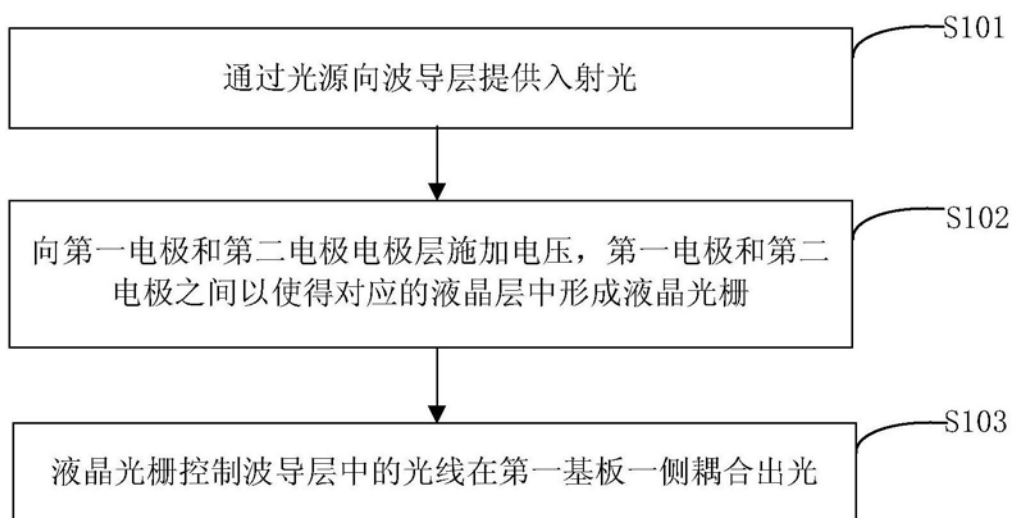


图10

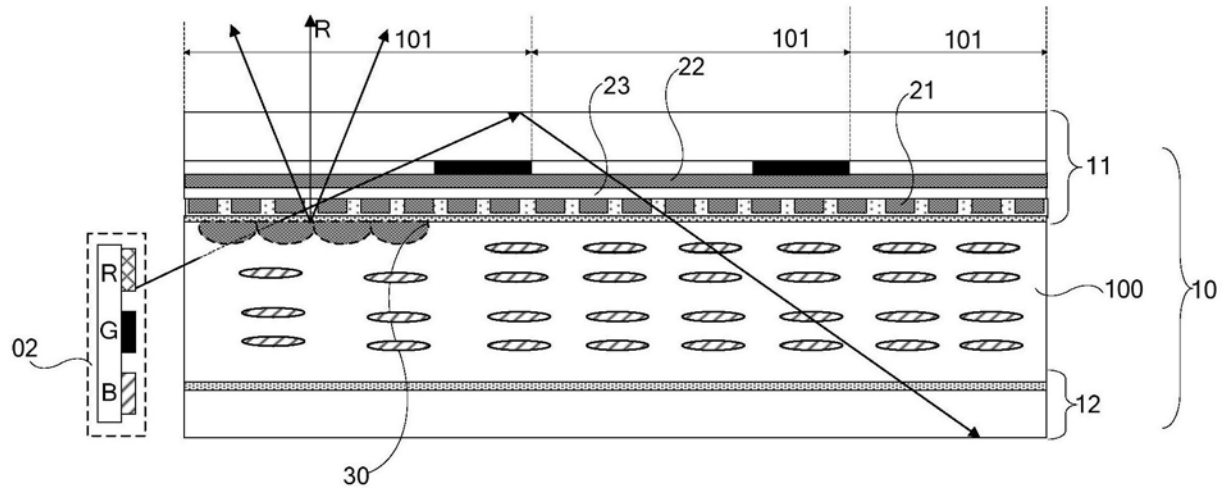


图11

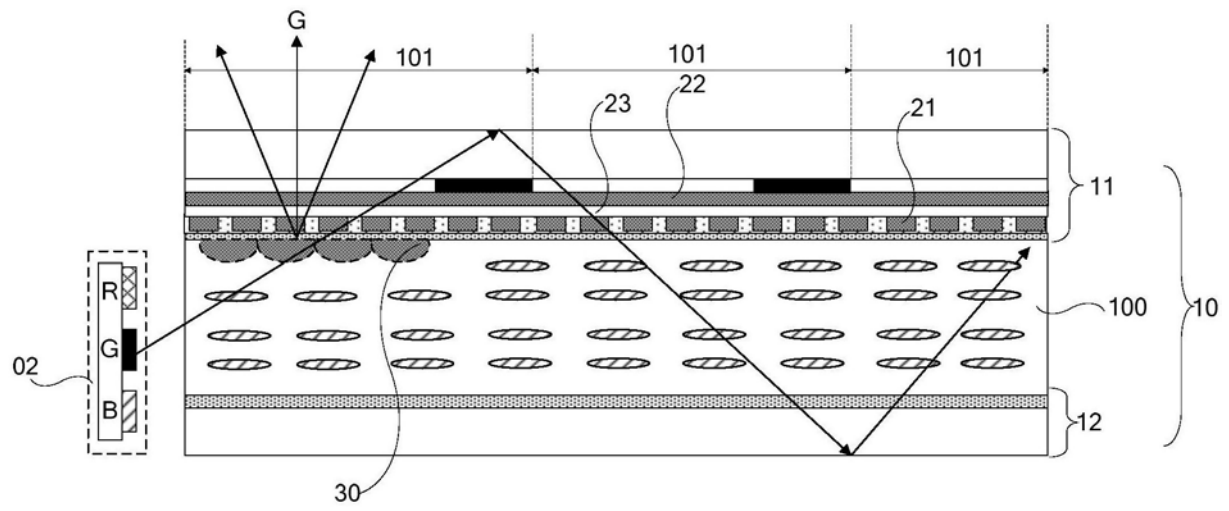


图12

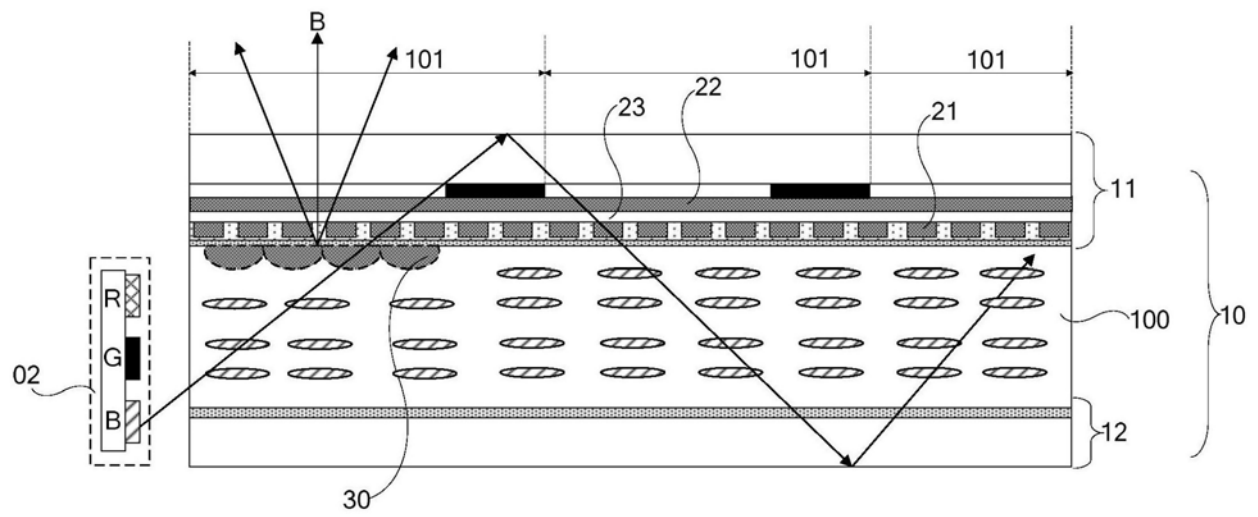


图13

专利名称(译)	一种显示面板、显示装置及其控制方法		
公开(公告)号	CN110737138A	公开(公告)日	2020-01-31
申请号	CN201810805498.7	申请日	2018-07-20
[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	谭纪风		
发明人	谭纪风		
IPC分类号	G02F1/1343 G02F1/1335 G02F1/133		
CPC分类号	G02F1/13306 G02F1/133504 G02F1/133524 G02F1/134309 G02B6/34 G02F1/133 G02F1/1335 G02F1/1343		
代理人(译)	贾莹		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请实施例提供一种显示面板、显示装置及其控制方法，能够在一定程度上提高显示面板透过率。该显示面板包括液晶层以及设置于液晶层相对两侧的第一基板和第二基板。显示面板还包括设置于第一基板的电极结构，电极结构用于在加电状态下，使液晶层中形成位于显示面板显示区的液晶光栅。其中，显示面板中的至少部分层构成波导层，波导层用于将由波导层入光面入射的光线，在波导层内全反射。波导层包括液晶层。液晶光栅用于控制波导层内的全反射光线在第一基板一侧耦合出光。

