



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109471283 B

(45) 授权公告日 2021.10.01

(21) 申请号 201810967302.4

(22) 申请日 2018.08.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109471283 A

(43) 申请公布日 2019.03.15

(30) 优先权数据
10-2017-0114449 2017.09.07 KR

(73) 专利权人 乐金显示有限公司
地址 韩国首尔

(72) 发明人 黄贞任 全贤淑

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 刘久亮

(51) Int.Cl.
G02F 1/1333 (2006.01)
G02F 1/1334 (2006.01)
G02F 1/1343 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106990579 A, 2017.07.28
CN 106990579 A, 2017.07.28
CN 101620290 A, 2010.01.06
CN 106773405 A, 2017.05.31
CN 105607334 A, 2016.05.25
CN 101295767 A, 2008.10.29
CN 102103222 A, 2011.06.22
CN 102103223 A, 2011.06.22
CN 102103224 A, 2011.06.22
CN 102466929 A, 2012.05.23
CN 106019673 A, 2016.10.12
CN 105572955 A, 2016.05.11
CN 104570510 A, 2015.04.29
CN 106200090 A, 2016.12.07
CN 102667588 A, 2012.09.12
CN 104297974 A, 2015.01.21
CN 102466912 A, 2012.05.23
JP H0572529 A, 1993.03.26

审查员 田静

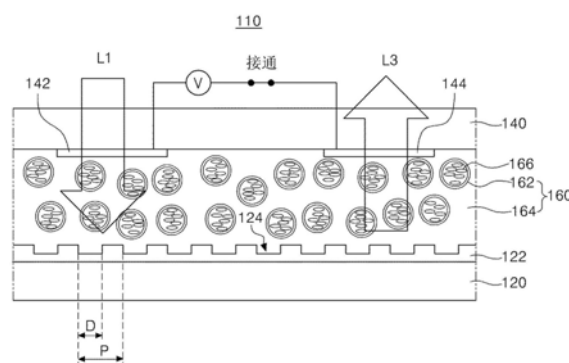
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

包括液晶胶囊的液晶显示装置及其制造方法

(57) 摘要

包括液晶胶囊的液晶显示装置及其制造方法。一种液晶显示装置包括：第一基板；多个凹槽，这多个凹槽在第一基板上彼此周期性地间隔开；像素电极和公共电极，该像素电极和该公共电极在第一基板上彼此间隔开；以及液晶层，该液晶层在多个凹槽上并包括多个液晶胶囊。



1. 一种液晶显示装置,该液晶显示装置包括:

第一基板;

多个凹槽,所述多个凹槽在所述第一基板上方彼此周期性地间隔开;

像素电极和公共电极,所述像素电极和所述公共电极在所述第一基板上方彼此间隔开;以及

液晶层,所述液晶层在所述多个凹槽上包括多个液晶胶囊,

其中,所述多个凹槽吸收入射光,

其中,由所述多个凹槽吸收的所述入射光的波长根据施加到所述液晶层的电压而改变,

其中,所述液晶层在没有所述电压的情况下具有断开状态并且在有所述电压的情况下具有接通状态,并且

其中,在所述断开状态和所述接通状态下由所述多个凹槽吸收的所述入射光的波长根据下式确定,

$$\frac{2\pi}{\lambda(\text{OFF})} = \frac{P}{\sqrt{i^2 + j^2}} \sqrt{\frac{\epsilon_{122}\epsilon_{LC}(\text{OFF})}{\epsilon_{122} + \epsilon_{LC}(\text{OFF})}}$$

$$\frac{2\pi}{\lambda(\text{ON})} = \frac{P}{\sqrt{i^2 + j^2}} \sqrt{\frac{\epsilon_{122}\epsilon_{LC}(\text{ON})}{\epsilon_{122} + \epsilon_{LC}(\text{ON})}}$$

其中 $\lambda(\text{OFF})$ 是在所述断开状态下由所述多个凹槽吸收的光的波长, $\lambda(\text{ON})$ 是在所述接通状态下由所述多个凹槽吸收的光的波长, P 是所述多个凹槽的周期, i 和 j 中的每一个是模式阶次, ϵ_{122} 是所述多个凹槽的介电常数, $\epsilon_{LC}(\text{OFF})$ 是所述断开状态的所述液晶层的平均介电常数并且 $\epsilon_{LC}(\text{ON})$ 是所述接通状态的所述液晶层的平均介电常数。

2. 根据权利要求1所述的液晶显示装置,该液晶显示装置还包括:

位于所述第一基板上的金属层;以及

位于所述液晶层上的第二基板,

其中,所述多个凹槽形成在所述金属层的表面上,并且

其中,所述像素电极和所述公共电极被设置在所述第二基板和所述液晶层之间。

3. 根据权利要求1所述的液晶显示装置,该液晶显示装置还包括:

位于所述第一基板上的反射层;以及

位于所述反射层上的绝缘层,

其中,所述像素电极和所述公共电极被设置在所述绝缘层上方。

4. 根据权利要求3所述的液晶显示装置,其中,所述像素电极、所述公共电极和所述绝缘层之间的空间构成所述多个凹槽。

5. 根据权利要求4所述的液晶显示装置,该液晶显示装置还包括位于所述液晶层上方的第二基板。

6. 根据权利要求3所述的液晶显示装置,其中,所述多个凹槽形成在所述像素电极和所述公共电极中的每一个的表面上。

7. 根据权利要求6所述的液晶显示装置,该液晶显示装置还包括位于所述液晶层上方

的第二基板。

8. 根据权利要求1所述的液晶显示装置, 其中, 所述多个液晶胶囊中的每一个包括多个液晶分子, 并且

其中, 所述多个液晶分子根据是否存在施加到所述像素电极和所述公共电极之间的电压被随机地配向或者被一致地配向。

9. 根据权利要求1所述的液晶显示装置, 其中, 当电压被施加到所述像素电极和所述公共电极之间并且多个液晶分子具有正介电常数各向异性时, 所述多个液晶分子被一致地且水平地配向。

10. 根据权利要求1所述的液晶显示装置, 其中, 所述多个凹槽在平面图中沿四个或更多个方向彼此周期性地间隔开。

11. 根据权利要求1所述的液晶显示装置, 其中, 所述液晶层被直接地形成在所述多个凹槽上。

12. 根据权利要求1所述的液晶显示装置, 其中, 由所述多个凹槽吸收的所述入射光的所述波长由于所述入射光的电场和所述多个凹槽的等离激元的耦合而改变。

13. 一种制造液晶显示装置的方法, 该方法包括以下步骤:

在第一基板上方形形成彼此周期性地间隔开的多个凹槽;

在所述第一基板上方形形成彼此间隔开的像素电极和公共电极; 以及

在所述多个凹槽上形成包括多个液晶胶囊的液晶层,

其中, 所述多个凹槽吸收入射光,

其中, 由所述多个凹槽吸收的所述入射光的波长根据施加到所述液晶层的电压而改变,

其中, 所述液晶层在没有所述电压的情况下具有断开状态并且在有所述电压的情况下具有接通状态, 并且

其中, 在所述断开状态和所述接通状态下由所述多个凹槽吸收的所述入射光的波长根据下式确定,

$$\frac{2\pi}{\lambda(\text{OFF})} = \frac{P}{\sqrt{i^2 + j^2}} \sqrt{\frac{\epsilon_{122}\epsilon_{LC}(\text{OFF})}{\epsilon_{122} + \epsilon_{LC}(\text{OFF})}}$$

$$\frac{2\pi}{\lambda(\text{ON})} = \frac{P}{\sqrt{i^2 + j^2}} \sqrt{\frac{\epsilon_{122}\epsilon_{LC}(\text{ON})}{\epsilon_{122} + \epsilon_{LC}(\text{ON})}}$$

其中 $\lambda(\text{OFF})$ 是在所述断开状态下由所述多个凹槽吸收的光的波长, $\lambda(\text{ON})$ 是在所述接通状态下由所述多个凹槽吸收的光的波长, P 是所述多个凹槽的周期, i 和 j 中的每一个是模式阶次, ϵ_{122} 是所述多个凹槽的介电常数, $\epsilon_{LC}(\text{OFF})$ 是所述断开状态的所述液晶层的平均介电常数并且 $\epsilon_{LC}(\text{ON})$ 是所述接通状态的所述液晶层的平均介电常数。

14. 根据权利要求13所述的方法, 其中, 形成所述液晶层的步骤包括涂覆、干燥并固化液晶胶囊溶液。

15. 根据权利要求14所述的方法, 其中, 形成所述液晶层的步骤包括:

在第二基板上形成所述液晶层; 以及

将具有所述液晶层的所述第二基板与具有所述多个凹槽的所述第一基板相结合。

16. 一种液晶显示装置, 该液晶显示装置包括:

第一基板;

导电层, 所述导电层在所述第一基板上方并具有多个凹槽; 以及

液晶层, 所述液晶层在所述导电层上方并包括多个液晶胶囊, 所述液晶胶囊中的一个或多个具有多个液晶分子,

其中, 所述多个凹槽吸收入射光,

其中, 由所述多个凹槽吸收的所述入射光的波长根据施加到所述液晶层的电压而改变,

其中, 所述液晶层在没有所述电压的情况下具有断开状态并且在有所述电压的情况下具有接通状态, 并且

其中, 在所述断开状态和所述接通状态下由所述多个凹槽吸收的所述入射光的波长根据下式确定,

$$\frac{2\pi}{\lambda(\text{OFF})} = \frac{P}{\sqrt{i^2 + j^2}} \sqrt{\frac{\epsilon_{122}\epsilon_{LC}(\text{OFF})}{\epsilon_{122} + \epsilon_{LC}(\text{OFF})}}$$

$$\frac{2\pi}{\lambda(\text{ON})} = \frac{P}{\sqrt{i^2 + j^2}} \sqrt{\frac{\epsilon_{122}\epsilon_{LC}(\text{ON})}{\epsilon_{122} + \epsilon_{LC}(\text{ON})}}$$

其中 $\lambda(\text{OFF})$ 是在所述断开状态下由所述多个凹槽吸收的光的波长, $\lambda(\text{ON})$ 是在所述接通状态下由所述多个凹槽吸收的光的波长, P 是所述多个凹槽的周期, i 和 j 中的每一个是模式阶次, ϵ_{122} 是所述多个凹槽的介电常数, $\epsilon_{LC}(\text{OFF})$ 是所述断开状态的所述液晶层的平均介电常数并且 $\epsilon_{LC}(\text{ON})$ 是所述接通状态的所述液晶层的平均介电常数。

17. 根据权利要求16所述的液晶显示装置, 该液晶显示装置还包括:

像素电极和公共电极, 所述像素电极和所述公共电极在所述液晶层上方; 以及

第二基板, 所述第二基板在所述像素电极和所述公共电极上方。

18. 根据权利要求16所述的液晶显示装置, 该液晶显示装置还包括:

在所述第一基板上方的反射层; 以及

在所述反射层上方的绝缘层,

其中, 所述导电层在所述绝缘层上方。

19. 根据权利要求18所述的液晶显示装置, 其中, 所述导电层包括多个像素电极和多个公共电极, 所述多个像素电极和所述多个公共电极在所述绝缘层上方彼此周期性地间隔开, 在所述绝缘层上方的所述像素电极和所述公共电极之间的空间构成所述多个凹槽。

20. 根据权利要求18所述的液晶显示装置, 其中, 所述导电层包括在所述绝缘层上方的像素电极和公共电极, 并且

其中, 所述多个凹槽形成在所述像素电极和所述公共电极中的每一个面向所述液晶层的表面上。

包括液晶胶囊的液晶显示装置及其制造方法

技术领域

[0001] 本公开涉及液晶显示装置,并且更具体地,涉及一种使用包括纳米大小的周期性图案和液晶胶囊的液晶层来显示颜色的液晶显示装置以及一种制造该液晶显示装置的方法。

背景技术

[0002] 近来,随着信息时代的进步,处理并显示大量信息的显示装置已快速地发展。例如,已经研究了具有薄外形、轻重量和低功耗的各种平板显示器(FPD)。

[0003] 结果,已经开发了具有优异的颜色再现性和薄外形的薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)。LCD装置使用液晶分子的光学各向异性和极化性质来显示图像。

[0004] 一般而言,LCD装置通过使用滤色器层来显示彩色图像。然而,由于滤色器层的存在,会降低LCD装置的透射率并且制造工艺会被复杂化。

发明内容

[0005] 为了解决以上问题,已经提出了通过使用在其上具有纳米大小的周期性图案的金属层和液晶层来显示彩色图像的等离子体LCD装置。

[0006] 图1A和图1B是分别示出了根据相关技术的等离子体液晶显示装置的断开状态和接通状态的截面图。

[0007] 在图1A和图1B中,根据相关技术的等离子体液晶显示(LCD)装置10包括第一基板20和第二基板40以及在第一基板20与第二基板40之间包括液晶分子62的液晶层60。

[0008] 像素电极22被设置在第一基板20的内表面上,并且第一配向层26被设置在像素电极22上。像素电极22包括金属材料并且具有周期性的纳米大小的多个凹槽24形成在像素电极22的顶表面上。多个凹槽24沿着四个方向彼此周期性地间隔开以在平面图中具有数百纳米的直径D和周期P。

[0009] 公共电极42被设置在第二基板40的内表面上,并且第二配向层44被设置在公共电极42上。

[0010] 等离子体LCD装置10可以通过使用由于像素电极22的多个凹槽24而引发的表面等离子体来显示彩色图像。

[0011] 等离子体(plasmon)是表示金属中的自由电子的集体振荡的伪粒子。因为等离子体局部地存在于纳米大小的金属图案的表面上,所以等离子体可以被称为表面等离子体。

[0012] 当介电层形成在纳米大小的金属图案上时,入射到介电层的光穿过介电层,然后在金属图案上反射。由于可见光线的波长带至近红外光线的波长带内的入射光的电场和等离子体的耦合,特定波长的光被吸收并且除该特定波长以外的光被选择性地反射。

[0013] 当全波长带的第一光L1进入等离子体LCD装置10时,第一光L1穿过第二基板40、公共电极42、第二配向层44、液晶层60和第一配向层26并且在像素电极22上反射。由于第一光L1的电场和像素电极22的等离子体的耦合,除特定波长以外的波长带的第二光L2被选择性

地反射。

[0014] 白色颜色的第一光L1进入等离子激元LCD装置10,并且从等离子激元LCD装置10发出特定颜色的第二光L2。

[0015] 由像素电极22的多个凹槽24吸收的特定波长可以通过下式1来表示。

[0016] [式1]

$$[0017] \quad \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{P}{\sqrt{i^2 + j^2}} \sqrt{\frac{\epsilon_{Al}\epsilon_{LC}}{\epsilon_{Al} + \epsilon_{LC}}}$$

[0018] 这里, λ 是由像素电极22吸收的光的波长,P是多个凹槽24的周期,i和j中的每一个是模式阶次, ϵ_{Al} 是像素电极22的铝的介电常数(电容率),并且 ϵ_{LC} 是液晶层60的介电常数。

[0019] 在等离子激元LCD装置10中,因为液晶分子62在未施加电压V的断开状态和施加电压V的接通状态下具有不同的排列,所以液晶层60在接通状态和断开状态下具有不同的介电常数,并且由像素电极22吸收的光的波长根据施加到液晶层60之间的电压V而改变。

[0020] 结果,在等离子激元LCD装置10中,可以通过施加到液晶层60之间的电压V来控制在像素电极22上反射的第二光L2的波长带以显示彩色图像。

[0021] 在等离子激元LCD装置10中,第一配向层26和第二配向层44被形成用于液晶层60的初始配向。因为第一配向层26和第二配向层44是通过包括诸如聚酰亚胺PI之类的配向材料的涂覆和研磨(rubbing)的工艺来形成的,所以用于等离子激元LCD装置10的制造工艺被复杂化。

[0022] 另外,由于第一配向层26的研磨工艺,像素电极22的多个凹槽24的对准程度被降低。

[0023] 此外,因为液晶层60包括相对较高的折射率的液晶分子62以得到清晰的颜色,所以液晶层60的响应速度被降低。

[0024] 本公开的各方面涉及一种包括液晶胶囊的液晶显示装置以及一种制造该液晶显示装置的方法。

[0025] 本公开的一个或多个方面涉及一种包括液晶胶囊的液晶显示装置以及一种制造该液晶显示装置的方法,其中通过在纳米大小的多个凹槽上形成包括液晶胶囊的液晶层,简化了制造工艺,降低了制造成本并且防止了纳米大小的多个凹槽的对准程度的降低。

[0026] 本公开的一个或多个方面涉及一种包括液晶胶囊的液晶显示装置以及一种制造该液晶显示装置的方法,其中,通过根据液晶胶囊中的液晶分子的重新排列使用平均介电常数(电容率)的变化来控制反射光的波长带来以提高的响应速度显示彩色图像。

[0027] 为了实现发明构思的这些和其它方面,如实施和广义描述的,一种液晶显示装置包括:第一基板;多个凹槽,这多个凹槽在第一基板上彼此周期性地间隔开;像素电极和公共电极,该像素电极和该公共电极在第一基板上彼此间隔开;以及液晶层,该液晶层在多个凹槽上包括多个液晶胶囊。

[0028] 在另一方面中,一种制造液晶显示装置的方法包括:在第一基板上形成彼此周期性地间隔开的多个凹槽;在第一基板上形成彼此间隔开的像素电极和公共电极;以及在多个凹槽上形成包括多个液晶胶囊的液晶层。

[0029] 本发明的优点和特征将部分地在接下来的描述中阐述,并且部分地对于研究了以下内容的本领域普通技术人员而言将变得显而易见,或者可以从本公开的实践中习得。本文的各方面的其它优点和特征可以通过所撰写的说明书及其权利要求书以及附图中具体指出的结构来实现和获得。

[0030] 应当理解的是,上述一般描述和以下详细描述都是说明性的,并且旨在提供对如要求保护的各方面的进一步说明。

附图说明

[0031] 附图被包括以提供对本公开的进一步理解,被并入本说明书并构成本说明书的一部分,附图例示了本公开的实现方式,并且与说明书一起用来说明本公开的各方面的原理。

[0032] 在附图中:

[0033] 图1A和图1B是分别示出了根据相关技术的等离激元液晶显示装置的断开状态和接通状态的截面图;

[0034] 图2A和图2B是分别示出了根据本公开的第一实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示装置的断开状态和接通状态的截面图;

[0035] 图3是示出了根据本公开的第一实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示装置的液晶分子的水平介电常数和垂直介电常数的图示;

[0036] 图4是示出了根据本公开的第二实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示装置的截面图;

[0037] 图5是示出了根据本公开的第三实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示装置的截面图;以及

[0038] 图6是示出了根据本公开的第四实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示装置的截面图。

具体实施方式

[0039] 现在将详细地参照本公开的各方面,其示例被例示在附图中。在以下描述中,当与本文档有关的公知功能或配置的详细描述被确定为不必要地模糊本公开的一个方面的要旨时,将省略其详细描述。所描述的处理步骤和/或操作的进展是示例;然而,除了必定以某一次序发生的步骤和/或操作以外,步骤和/或操作的顺序不限于本文所阐述的顺序,并且可以像本领域中已知的那样被改变。相似的附图标记自始至终标明相似的元件。在以下说明中使用的相应元件的名称是仅仅是为了撰写本说明书的方便而选择的,并且因此可以不同于实际产品中使用的那些名称。

[0040] 图2A和图2B是分别示出了根据本公开的第一实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示装置的断开状态和接通状态的截面图。

[0041] 在图2A和图2B中,根据本公开的第一实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示(LCD)装置110包括第一基板120和第二基板140以及在第一基板120与第二基板140之间包括多个液晶胶囊162的液晶层160。

[0042] 金属层(导电层)122被设置在第一基板120的内表面上。金属层122可以包括具有相对较高的反射率的金属材料,诸如铝(Al)。

[0043] 具有周期性的纳米大小的多个凹槽124形成在金属层122的顶表面上。多个凹槽124可以沿着四个或更多个方向彼此周期性地间隔开以在平面图中具有数百纳米的直径D和周期P。

[0044] 像素电极142和公共电极144可以被设置在第二基板140的内表面上。像素电极142和公共电极144中的每一个可以包括诸如铟锡氧化物(ITO)和铟锌氧化物(IZO)之类的透明导电材料。

[0045] 像素电极142和公共电极144中的每一个在平面图中可以具有条形状,并且由于电压V的施加,可以在像素电极142与公共电极144之间产生水平电场。

[0046] 尽管未示出,第一基板120和第二基板140可以包括多个像素,彼此交叉以限定多个像素的选通线和数据线可以被设置在第二基板140的内表面上,并且连接到选通线和数据线的薄膜晶体管、像素电极142和公共电极144可以被设置在多个像素中的每一个中。

[0047] 尽管在图2A和图2B的第一实施方式中像素电极142和公共电极144形成在同一层中,然而在另一实施方式中像素电极和公共电极可以形成在不同的层中。像素电极和公共电极中的位于上面的电极可以具有板形状并且像素电极和公共电极中的位于下面的电极可以具有条形状,并且反之亦然。

[0048] 液晶层160包括多个液晶胶囊162以及多个液晶胶囊162分散在其中的粘合剂(binder)164。多个液晶胶囊162中的每一个包括多个液晶分子166。

[0049] 例如,液晶层160可以具有大约1 μ m至大约4 μ m的范围内的厚度。

[0050] 多个液晶胶囊162中的每一个可以是具有大约1nm至大约999nm的直径(例如,比可见光线的波长小的直径)的聚合物胶囊。例如,各个液晶胶囊162可以包括诸如聚乙烯醇(PVA)之类的水溶性材料或诸如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)之类的脂溶性材料。各个液晶胶囊162可以具有大约1nm至大约320nm的范围内的直径。

[0051] 粘合剂164可以是透明的或不透明的,并且粘合剂164可以具有水溶性、脂溶性或者水溶性和脂溶性的混合性质。

[0052] 多个液晶分子166可以包括向列液晶分子、铁电液晶分子和挠曲电液晶分子中的至少一种。

[0053] 液晶层160可以通过包括对包括多个液晶胶囊162的液晶胶囊溶液的涂覆、干燥和固化的可溶工艺而形成。

[0054] 这里,因为包括多个液晶胶囊162的液晶层160是在没有附加配向层的情况下形成的,所以包括多个液晶胶囊162的液晶层160直接接触金属层122、像素电极142和公共电极144。

[0055] 在图2A的在像素电极142与公共电极144之间未施加电压V的断开状态下,在像素电极142与公共电极144之间未产生水平电场。结果,液晶层160的多个液晶胶囊162中的多个液晶分子166未被水平电场重新配向以像在初始状态下那样被随机地配向。

[0056] 在图2B的在像素电极142与公共电极144之间施加电压V的接通状态下,在像素电极142与公共电极144之间产生水平电场。结果,液晶层160的多个液晶胶囊162中的多个液晶分子166被水平电场重新配向以被一致地(水平地或垂直地)配向。尽管多个液晶分子166在图2B中被水平地重新配向(与水平电场平行),但在另一实施方式中,多个液晶分子166可以被垂直地重新配向(与水平电场垂直)。

[0057] 液晶层160在多个液晶分子166在液晶胶囊162中被随机地配向的断开状态下与在多个液晶分子166在液晶胶囊162中被一致地配向的接通状态下具有不同的平均介电常数。

[0058] 图3是示出了根据本公开的第一实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示装置的液晶分子的水平介电常数和垂直介电常数的图示。

[0059] 在图3中,当平行于液晶分子166的长轴的第一电场E1被施加到液晶分子166时,液晶分子166的空穴(+)和电子(-)被极化到长轴的端部,并且液晶分子166具有水平介电常数(电容率) $\epsilon_{||}$ 。

[0060] 另外,当垂直于液晶分子166的长轴的第二电场E2被施加到液晶分子166时,液晶分子166的空穴(+)和电子(-)被极化到短轴的端部,并且液晶分子166具有垂直介电常数(电容率) $\epsilon_{\perp}$ 。

[0061] 液晶分子166的水平介电常数 $\epsilon_{||}$ 和垂直介电常数 $\epsilon_{\perp}$ 的差被定义为介电常数各向异性($\Delta\epsilon$)。具有正介电常数各向异性($\Delta\epsilon>0$)的液晶分子可以被称为正液晶,而具有负介电常数各向异性($\Delta\epsilon<0$)的液晶分子可以被称为负液晶。正液晶的液晶分子被配向为平行于电场,而负液晶的液晶分子被配向为垂直于电场。

[0062] 在图2A的断开状态下,液晶胶囊162中的多个液晶分子166被随机地配向,并且断开状态的液晶层160的平均介电常数可以通过下式2来表示。

[0063] [式2]

$$[0064] \quad \epsilon_{LC}(OFF) = \frac{1}{3}(\epsilon_{||} + 2\epsilon_{\perp})$$

[0065] 这里, $\epsilon_{LC}(OFF)$ 是断开状态的液晶层160的平均介电常数(电容率), $\epsilon_{||}$ 是液晶分子166的水平介电常数,并且 $\epsilon_{\perp}$ 是液晶分子166的垂直介电常数。

[0066] 在图2B的接通状态下,液晶胶囊162中的具有正介电常数各向异性($\Delta\epsilon>0$)的多个液晶分子166被配向为平行于水平电场,而接通状态的液晶层160的平均介电常数($\epsilon_{LC}(ON)$)可以变成水平介电常数($\epsilon_{||}$)。 $(\epsilon_{LC}(ON) = \epsilon_{||})$

[0067] 此外,在图2B的接通状态下,液晶胶囊162中的具有负介电常数各向异性($\Delta\epsilon<0$)的多个液晶分子166被配向为垂直于水平电场,而接通状态的液晶层160的平均介电常数($\epsilon_{LC}(ON)$)可以变成垂直介电常数($\epsilon_{\perp}$)。 $(\epsilon_{LC}(ON) = \epsilon_{\perp})$

[0068] 接通状态的液晶层160的平均介电常数($\epsilon_{LC}(ON)$)与液晶分子166的水平介电常数($\epsilon_{||}$)和垂直介电常数($\epsilon_{\perp}$)中的较大者相同,并且断开状态的液晶层160的平均介电常数($\epsilon_{LC}(OFF)$)和接通状态的液晶层160的平均介电常数($\epsilon_{LC}(ON)$)彼此不同。

[0069] 例如,当具有正介电常数各向异性($\Delta\epsilon>0$)的多个液晶分子166被设置在液晶层160的多个液晶胶囊162中时,断开状态的液晶层160的平均介电常数小于接通状态的液晶层160的平均介电常数,即,水平介电常数($\epsilon_{||}$)。 $(\epsilon_{LC}(OFF) < \epsilon_{LC}(ON) = \epsilon_{||})$ 。当具有负介电常数各向异性($\Delta\epsilon<0$)的多个液晶分子166被设置在液晶层160的多个液晶胶囊162中时,断开状态的液晶层160的平均介电常数小于接通状态的液晶层160的平均介电常数,即,垂直介电常数($\epsilon_{\perp}$)。 $(\epsilon_{LC}(OFF) < \epsilon_{LC}(ON) = \epsilon_{\perp})$

[0070] 根据本公开的第一实施方式的包括液晶胶囊的LCD装置110通过使用由于金属层122的多个凹槽124而引发的表面等离子激元来显示彩色图像。

[0071] 当全波长带的第一光L1进入包括液晶胶囊的LCD装置110时,第一光L1穿过第二基板140和液晶层160并且在金属层122上反射。由于第一光L1的电场和金属层122的等离子激元的耦合,除预定波长以外的波长带的第二光L2被选择性地反射。

[0072] 白色颜色的第一光L1进入包括液晶胶囊的LCD装置110并且从包括液晶胶囊的LCD装置110发出预定颜色的第二光L2。

[0073] 由断开状态和接通状态的金属层122的多个凹槽124吸收的预定波长可以通过下式3和式4来表示。

[0074] [式3]

$$[0075] \quad \frac{2\pi}{\lambda(OFF)} = \frac{P}{\sqrt{i^2 + j^2}} \sqrt{\frac{\epsilon_{122}\epsilon_{LC}(OFF)}{\epsilon_{122} + \epsilon_{LC}(OFF)}}$$

[0076] [式4]

$$[0077] \quad \frac{2\pi}{\lambda(ON)} = \frac{P}{\sqrt{i^2 + j^2}} \sqrt{\frac{\epsilon_{122}\epsilon_{LC}(ON)}{\epsilon_{122} + \epsilon_{LC}(ON)}}$$

[0078] 这里, $\lambda(ON)$ 是由接通状态的金属层122吸收的光的波长, $\lambda(OFF)$ 是由断开状态的金属层122吸收的光的波长,P是多个凹槽124的周期,i和j中的每一个是模式阶次, ϵ_{122} 是金属层122的介电常数(电容率), $\epsilon_{LC}(OFF)$ 是断开状态的液晶层160的平均介电常数并且 $\epsilon_{LC}(ON)$ 是接通状态的液晶层160的平均介电常数。

[0079] 在包括液晶胶囊的LCD装置110中,因为由接通状态的金属层122的多个凹槽124吸收的光的波长 $\lambda(ON)$ 和由金属层122的多个凹槽124吸收的光的波长 $\lambda(OFF)$ 彼此不同,所以由金属层122的多个凹槽124吸收的光的波长根据施加到液晶层160的电场而改变。

[0080] 结果,在包括液晶胶囊162的LCD装置110中,可以通过施加到像素电极142和公共电极144之间的电压V来控制在金属层122上反射的第二光L2的波长带以显示彩色图像。

[0081] 在根据本公开的第一实施方式的包括液晶胶囊162的LCD装置110中,液晶层160被设置在其顶表面上具有多个凹槽124的金属层122上,并且通过施加到像素电极142和公共电极144之间的电压V来控制液晶层160的平均介电常数以显示彩色图像。

[0082] 因为省略了配向层,所以简化了制造工艺,降低了制造成本,并且防止了多个凹槽124的对准程度的降低。

[0083] 此外,通过由于液晶层160的液晶胶囊162中的液晶分子166的重新配向而导致的平均介电常数的变化来控制由金属层122的多个凹槽124吸收的光的波长以提高响应速度。

[0084] 虽然在第一实施方式中具有多个凹槽的金属层形成在第一基板的内表面上并且像素电极和公共电极形成在第二基板的内表面上,但是在另一实施方式中,可以在第一基板的内表面上形成构成多个凹槽的像素电极和公共电极。

[0085] 图4是示出了根据本公开的第二实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示装置的截面图。将省略对与第一实施方式相同的部分的例示。

[0086] 在图4中,根据本公开的第二实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示(LCD)装置210

包括第一基板220和第二基板240以及在第一基板220与第二基板240之间包括多个液晶胶囊262的液晶层260。

[0087] 反射层222被设置在第一基板220的内表面上,并且绝缘层224被设置在反射层222上。

[0088] 反射层222可以包括具有相对较高的反射率的金属材料,诸如铝(Al)。绝缘层224可以包括诸如二氧化硅(SiO_x)和氮化硅(SiN_x)之类的无机绝缘材料或诸如苯并环丁烯(BCB)和光亚克力之类的有机绝缘材料。

[0089] 彼此间隔开的像素电极226和公共电极228被设置在绝缘层224上。

[0090] 像素电极226、公共电极228和绝缘层224构成具有周期性的纳米大小的多个凹槽230。多个凹槽230可以沿着四个或更多个方向彼此周期性地间隔开以在平面图中具有几百纳米的直径D和周期P。

[0091] 像素电极226和公共电极228可以包括具有相对较高的反射率的金属材料,诸如铝(Al)。

[0092] 像素电极226和公共电极228中的每一个在平面图中可以具有条形状,并且由于电压的施加,可以在像素电极226与公共电极228之间产生水平电场。

[0093] 液晶层260包括多个液晶胶囊262以及多个液晶胶囊262分散在其中的粘合剂264。多个液晶胶囊262中的每一个包括多个液晶分子266。

[0094] 液晶层260可以通过包括对包括多个液晶胶囊162的液晶胶囊溶液的涂覆、干燥和固化的可溶工艺而形成。

[0095] 第二基板240可以包括玻璃或膜。例如,在液晶层260通过可溶工艺形成在膜型的第二基板240上之后,通过将具有液晶层260的第二基板240附着到具有像素电极226和公共电极228的第一基板220来完成LCD装置210。

[0096] 这里,因为包括多个液晶胶囊262的液晶层260是在没有附加配向层的情况下形成的,所以包括多个液晶胶囊262的液晶层260直接接触像素电极226、公共电极228和第二基板240。

[0097] 尽管未示出,然而液晶层260的多个液晶胶囊262中的多个液晶分子266在断开状态下被随机地配向,并且液晶层260的多个液晶胶囊262中的多个液晶分子266在接通状态下被一致地配向。

[0098] 这里,因为由接通状态的LCD装置210的像素电极226和公共电极228的多个凹槽230吸收的光的波长 λ (ON) 以及由断开状态的LCD装置210的像素电极226和公共电极228的多个凹槽230吸收的光的波长 λ (OFF) 彼此不同,所以由像素电极226和公共电极228的多个凹槽230吸收的光的波长根据施加到液晶层260的电场而改变。

[0099] 结果,在包括液晶胶囊262的LCD装置210中,可以通过施加到像素电极226和公共电极228之间的电压来控制像素电极226、公共电极228和反射层222上反射的光的波长带以显示彩色图像。

[0100] 在根据本公开的第二实施方式的包括液晶胶囊262的LCD装置210中,液晶层260被设置在构成多个凹槽230的像素电极226、公共电极228和绝缘层224上,并且通过施加到像素电极226和公共电极228之间的电压来控制液晶层260的平均介电常数以显示彩色图像。

[0101] 因为省略了配向层,所以简化了制造工艺,降低了制造成本,并且防止了多个凹槽

230的对准程度的降低。

[0102] 此外,通过由于液晶层260的液晶胶囊262中的液晶分子266的重新配向而导致的平均介电常数的变化来控制由像素电极226和公共电极228的多个凹槽230吸收的光的波长以提高响应速度。

[0103] 另外,因为液晶层260通过可溶工艺形成在膜型的第二基板240上并且具有液晶层260的第二基板240附着到具有像素电极226和公共电极228的第一基板220上,所以进一步简化了制造工艺。

[0104] 此外,因为省略了用于形成多个凹槽230的附加工艺,所以进一步简化了制造工艺。

[0105] 虽然在第二实施方式中像素电极和公共电极构成多个凹槽,但是在另一实施方式中多个凹槽可以形成在像素电极和公共电极的表面上。

[0106] 图5是示出了根据本公开的第三实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示装置的截面图。将省略对与第一和第二实施方式相同的部分的例示。

[0107] 在图5中,根据本公开的第三实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示(LCD)装置310包括第一基板320和第二基板340以及在第一基板320与第二基板340之间包括多个液晶胶囊362的液晶层360。

[0108] 反射层322被设置在第一基板320的内表面上,并且绝缘层324被设置在反射层322上。

[0109] 反射层322可以包括具有相对较高的反射率的金属材料,诸如铝(Al)。绝缘层324可以包括诸如二氧化硅(SiO_x)和氮化硅(SiN_x)之类的无机绝缘材料或诸如苯并环丁烯(BCB)和光亚克力(photoacryl)之类的有机绝缘材料。

[0110] 彼此间隔开的像素电极326和公共电极328被设置在绝缘层324上。

[0111] 具有周期性的纳米大小的多个凹槽330形成在像素电极326和公共电极328中的每一个的顶表面上。多个凹槽330可以沿着四个或更多个方向彼此周期性地间隔开以在平面图中具有数百纳米的直径D和周期P。

[0112] 可以使用半透射掩模来通过单个光刻工艺形成具有多个凹槽330的像素电极326和公共电极328。

[0113] 像素电极326和公共电极328可以包括具有相对较高的反射率的金属材料,诸如铝(Al)。

[0114] 像素电极326和公共电极328中的每一个在平面图中可以具有条形状,并且由于电压的施加,可以在像素电极326与公共电极328之间产生水平电场。

[0115] 液晶层360包括多个液晶胶囊362以及多个液晶胶囊362分散在其中的粘合剂364。多个液晶胶囊362中的每一个包括多个液晶分子366。

[0116] 液晶层360可以通过包括对包括多个液晶胶囊162的液晶胶囊溶液的涂覆、干燥和固化的可溶工艺而形成。

[0117] 第二基板340可以包括玻璃或膜。例如,在液晶层360通过可溶工艺形成在膜型的第二基板340上之后,通过将具有液晶层360的第二基板340附着到具有像素电极326和公共电极328的第一基板320来完成LCD装置310。

[0118] 这里,因为包括多个液晶胶囊362的液晶层360是在没有附加配向层的情况下形成

的,所以包括多个液晶胶囊362的液晶层360直接接触像素电极326、公共电极328和第二基板340。

[0119] 在另一实施方式中,LCD装置310可包括第一基板320和液晶层360而没有第二基板340。

[0120] 虽然未示出,然而液晶层360的多个液晶胶囊362中的多个液晶分子366在断开状态下被随机地配向,并且液晶层360的多个液晶胶囊362中的多个液晶分子366在接通状态下被一致地配向。

[0121] 这里,因为由接通状态的LCD装置310的像素电极326和公共电极328的多个凹槽330吸收的光的波长 λ (ON) 以及由断开状态的LCD装置310的像素电极326和公共电极328的多个凹槽330吸收的光的波长 λ (OFF) 彼此不同,所以由像素电极326和公共电极328的多个凹槽330吸收的光的波长根据施加到液晶层360的电场而改变。

[0122] 结果,在包括液晶胶囊362的LCD装置310中,可以通过施加到像素电极326和公共电极328之间的电压来控制在像素电极326、公共电极328和反射层322上反射的光的波长带以显示彩色图像。

[0123] 在根据本公开的第三实施方式的包括液晶胶囊362的LCD装置310中,液晶层360被设置在在其表面上具有多个凹槽330的像素电极326和公共电极328上,并且通过施加到像素电极326和公共电极328之间的电压来控制液晶层360的平均介电常数以显示彩色图像。

[0124] 因为省略了配向层,所以简化了制造工艺,降低了制造成本,并且防止了多个凹槽330的对准程度的降低。

[0125] 此外,通过由于液晶层360的液晶胶囊362中的液晶分子366的重新配向而导致的平均介电常数的变化来控制由像素电极326和公共电极328的多个凹槽330吸收的光的波长以提高响应速度。

[0126] 另外,因为液晶层360通过可溶工艺形成在膜型的第二基板340上并且具有液晶层360的第二基板340附着到具有像素电极326和公共电极328的第一基板320上,所以进一步简化了制造工艺。

[0127] 虽然在第二实施方式中包括多个液晶胶囊的液晶层形成在第一基板与第二基板之间,但是在另一实施方式中包括多个液晶胶囊的液晶层可以在没有第二基板的情况下形成在第一基板上。

[0128] 图6是示出了根据本公开的第四实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示装置的截面图。将省略针对与第一至第三实施方式相同的部分的例示。

[0129] 在图6中,根据本公开的第四实施方式的包括液晶胶囊的液晶显示 (LCD) 装置410包括第一基板420以及在第一基板420上包括多个液晶胶囊462的液晶层460。

[0130] 反射层422被设置在第一基板420上,并且绝缘层424被设置在反射层422上。

[0131] 反射层422可以包括具有相对较高的反射率的金属材料,诸如铝 (Al)。绝缘层424可以包括诸如二氧化硅 (SiO_x) 和氮化硅 (SiN_x) 之类的无机绝缘材料或诸如苯并环丁烯 (BCB) 和光亚克力之类的有机绝缘材料。

[0132] 彼此间隔开的像素电极426和公共电极428被设置在绝缘层424上。

[0133] 像素电极426、公共电极428和绝缘层424构成具有周期性的纳米大小的多个凹槽430。多个凹槽430可以沿着四个或更多个方向彼此周期性地间隔开以在平面图中具有几百

纳米的直径D和周期P。

[0134] 像素电极426和公共电极428可以包括具有相对较高的反射率的金属材料,诸如铝(Al)。

[0135] 像素电极426和公共电极428中的每一个在平面图中可以具有条形状,并且由于电压的施加,可以在像素电极426与公共电极428之间产生水平电场。

[0136] 液晶层460包括多个液晶胶囊462以及多个液晶胶囊462分散在其中的粘合剂464。多个液晶胶囊462中的每一个包括多个液晶分子466。

[0137] 可以通过包括对包括多个液晶胶囊162的液晶胶囊溶液的涂覆、干燥和固化的可溶工艺来形成液晶层460。

[0138] 这里,因为包括多个液晶胶囊462的液晶层460是在没有附加配向层的情况下形成的,所以包括多个液晶胶囊462的液晶层460直接接触像素电极426和公共电极428。

[0139] 尽管未示出,然而液晶层460的多个液晶胶囊462中的多个液晶分子466在断开状态下被随机地配向,并且液晶层460的多个液晶胶囊462中的多个液晶分子466在接通状态下被一致地配向。

[0140] 这里,因为由接通状态的LCD装置410的像素电极426和公共电极428的多个凹槽430吸收的光的波长 λ (ON) 以及由断开状态的LCD装置410的像素电极426和公共电极428的多个凹槽430吸收的光的波长 λ (OFF) 彼此不同,所以由像素电极426和公共电极428的多个凹槽430吸收的光的波长根据施加到液晶层460的电场而改变。

[0141] 结果,在包括液晶胶囊462的LCD装置410中,可以通过施加到像素电极426和公共电极428之间的电压来控制在像素电极426、公共电极428和反射层422上反射的光的波长带以显示彩色图像。

[0142] 在根据本公开的第四实施方式的包括液晶胶囊462的LCD装置410中,液晶层460被设置在构成多个凹槽430的像素电极426、公共电极428和绝缘层424上,并且通过施加到像素电极426和公共电极428之间的电压来控制液晶层460的平均介电常数以显示彩色图像。

[0143] 因为省略了配向层,所以简化了制造工艺,降低了制造成本,并且防止了多个凹槽430的对准程度的降低。

[0144] 此外,通过由于液晶层460的液晶胶囊462中的液晶分子466的重新配向而导致的平均介电常数的变化来控制由像素电极426和公共电极428的多个凹槽430吸收的光的波长以提高响应速度。

[0145] 另外,因为LCD装置410包括第一基板420和液晶层410而没有第二基板,所以进一步简化了制造工艺并且改进了对诸如建筑物上的电子板的户外产品的适用性。

[0146] 已经在上面描述了许多示例。然而,应理解的是,可以做出各种修改。例如,如果所描述的技术被以不同的顺序执行和/或如果所描述的系统、架构、装置或电路中的组件被以不同的方式组合并且/或者用其它组件或其等同物替换或补充,则也可以实现适合的结果。因此,其它实施方式在以下权利要求的范围内。

[0147] 相关申请的交叉引用

[0148] 本申请要求于2017年9月7日在韩国提交的韩国专利申请No.2017-0114449的优先权权益,通过引用将其全部合并于此以用于所有目的,如同在本文中完全阐述一样。

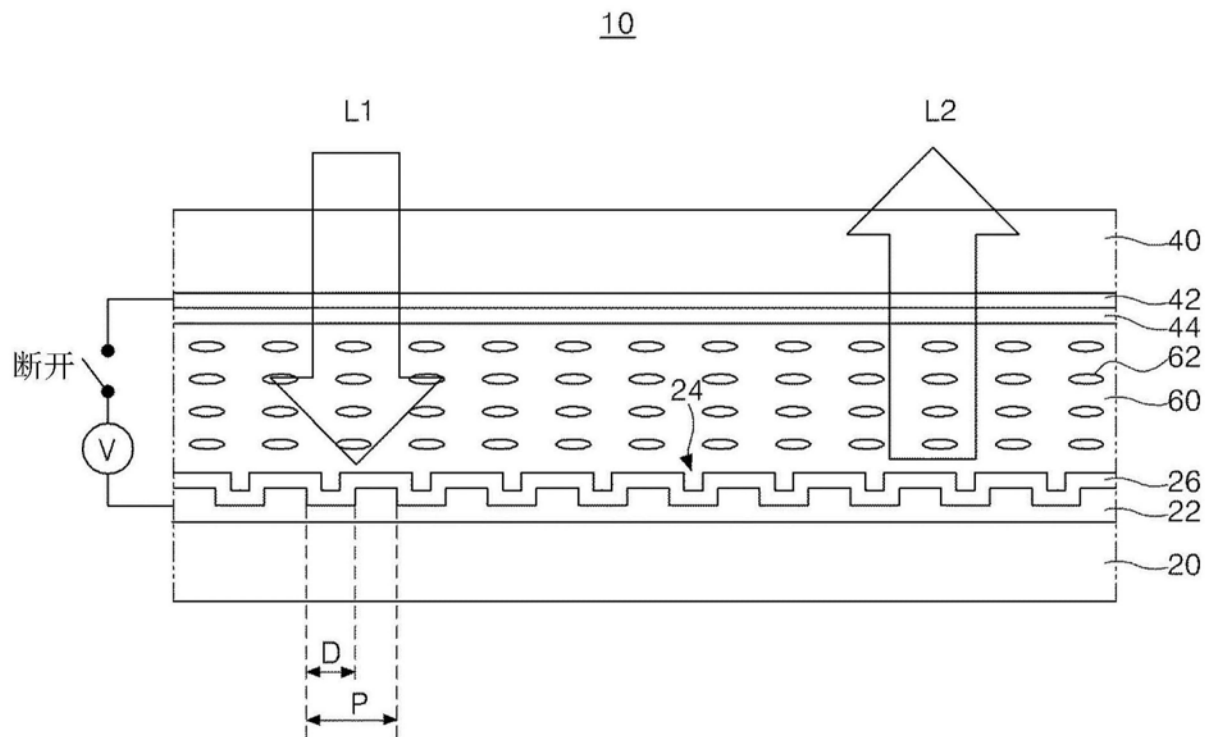


图1A

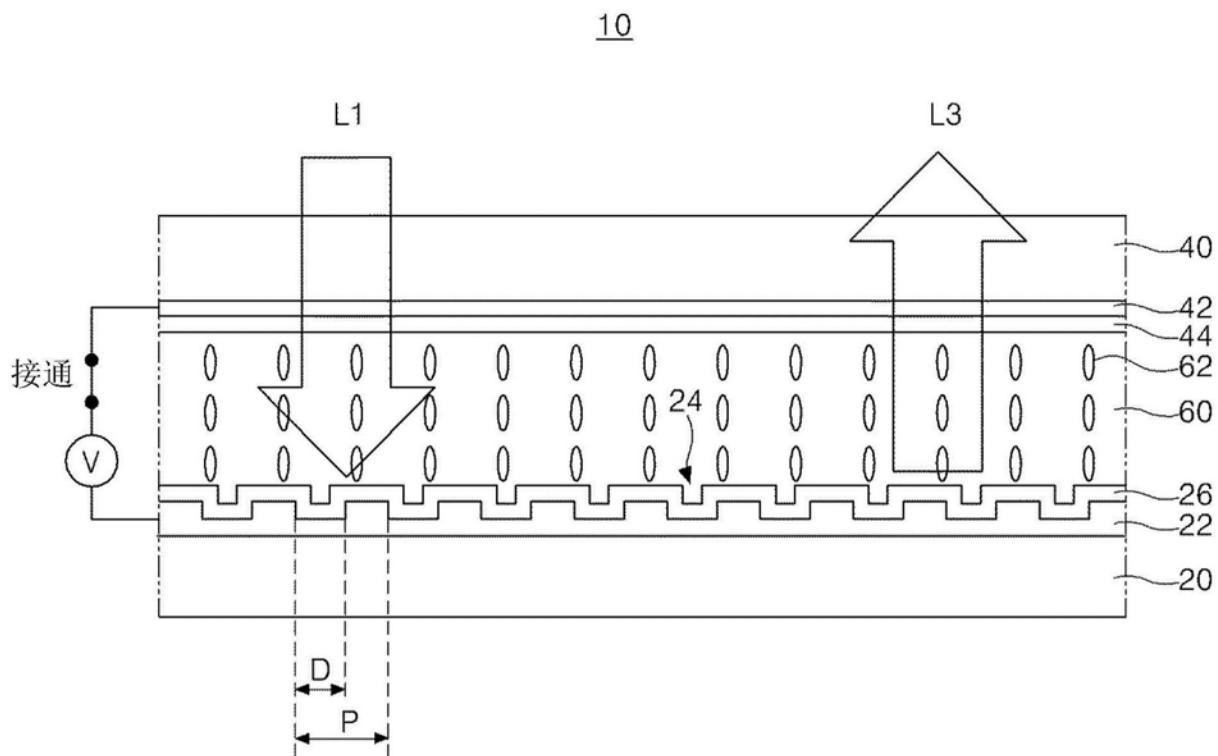


图1B

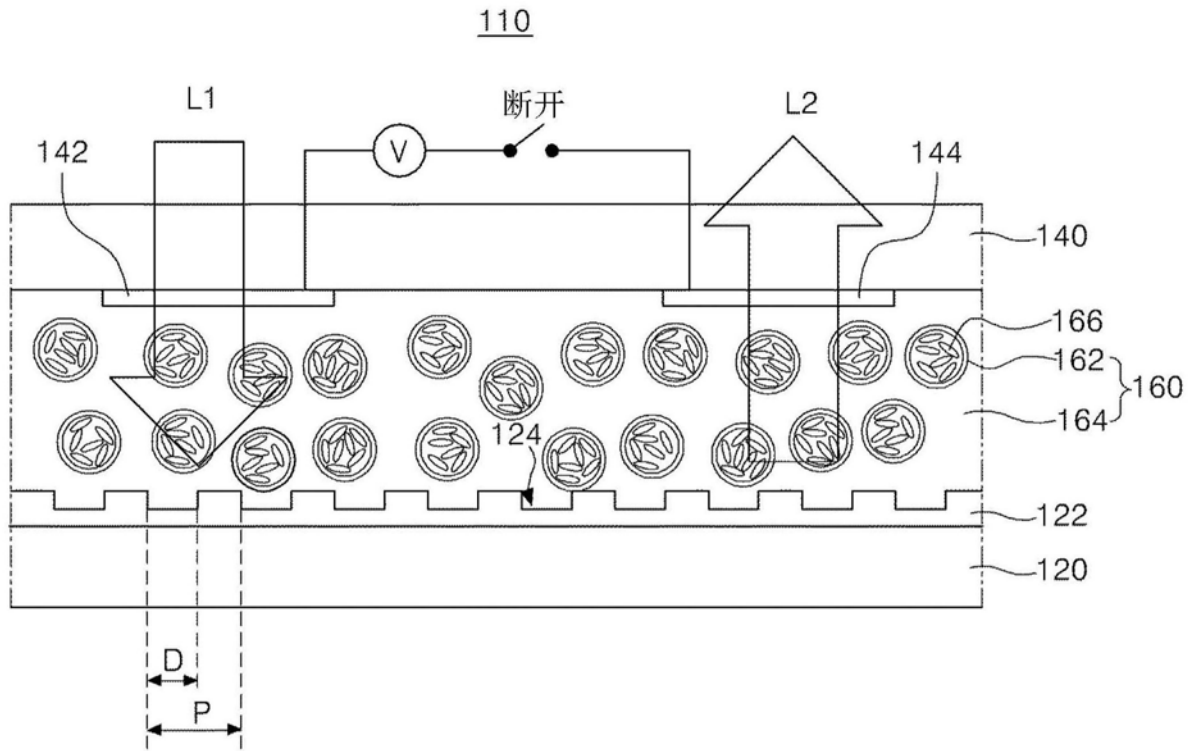


图2A

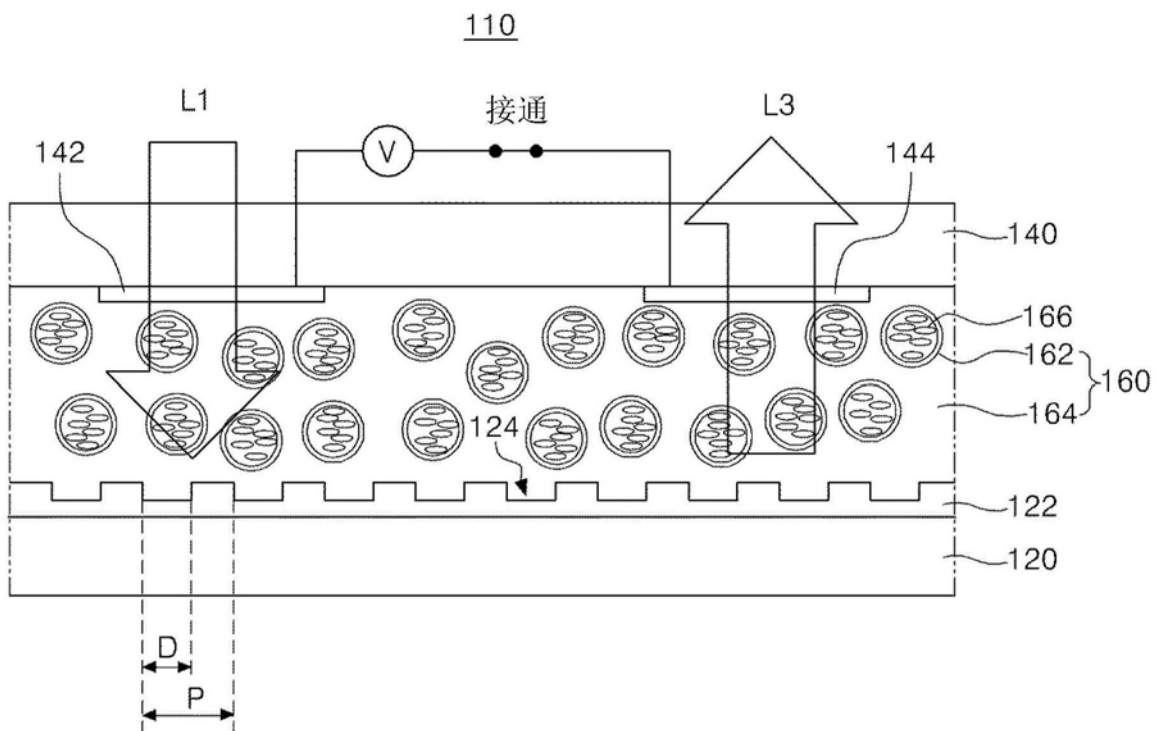


图2B

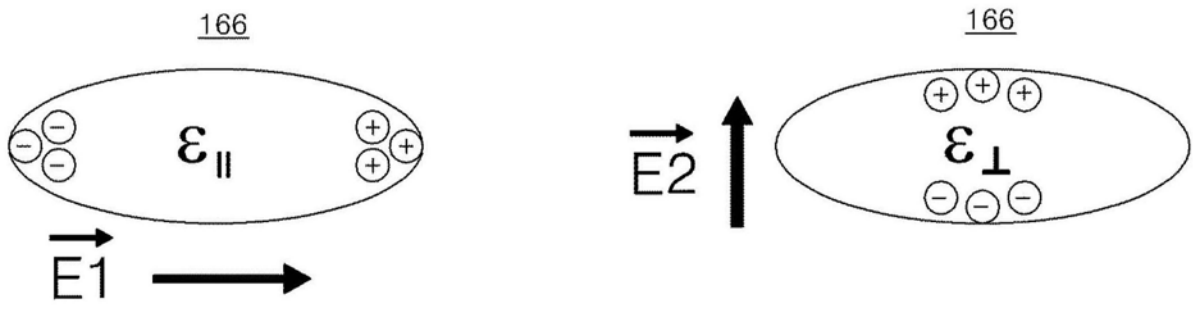


图3

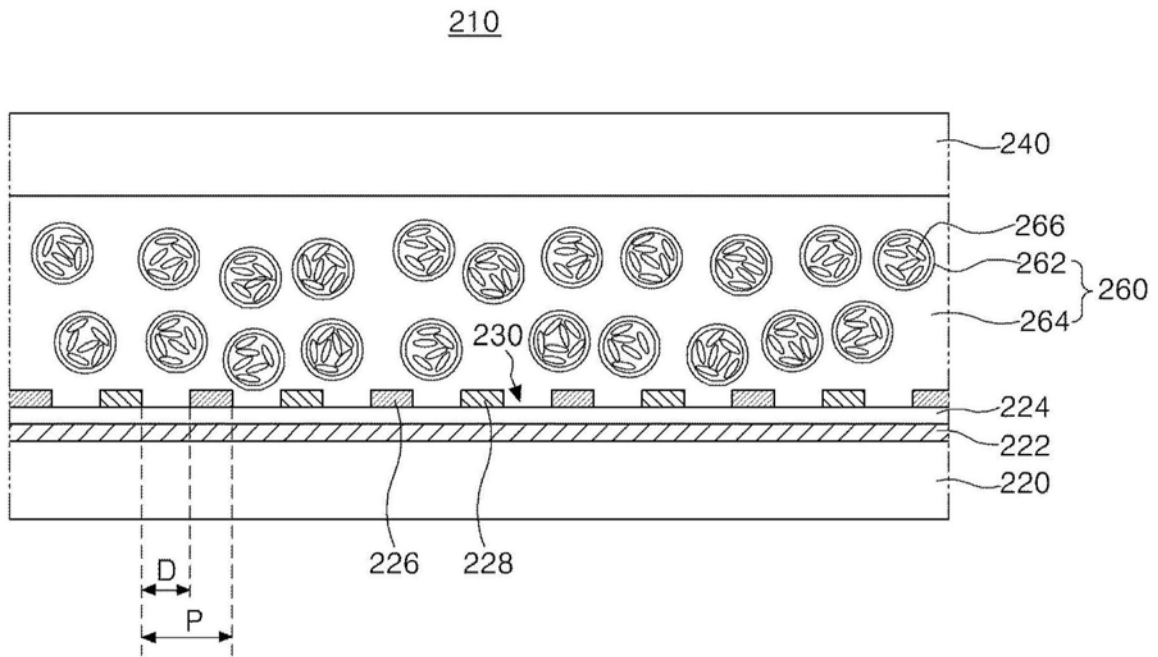


图4

310

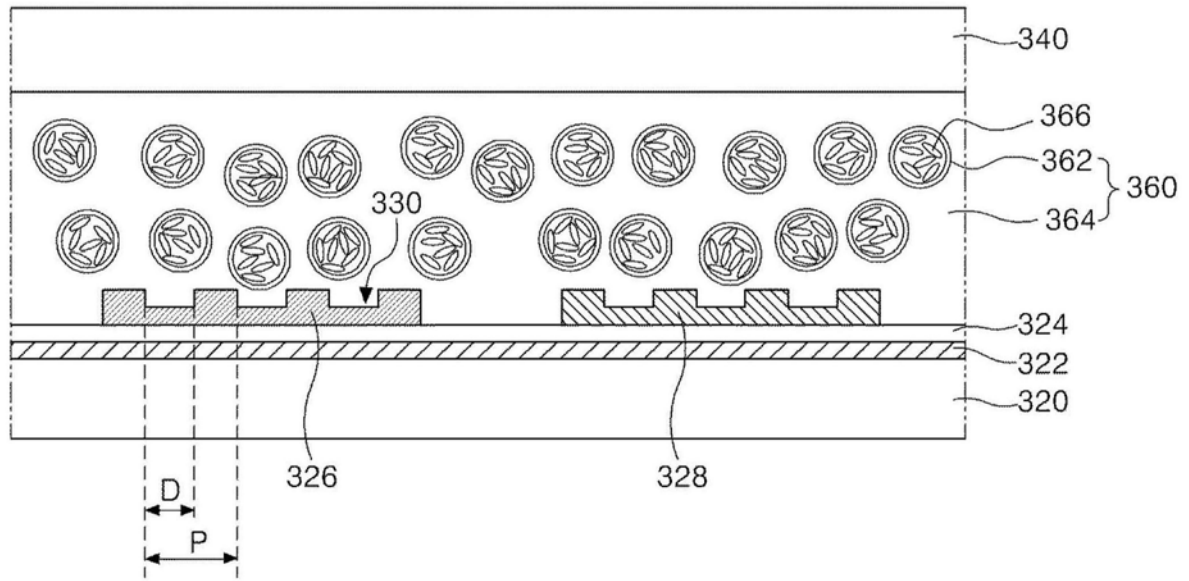


图5

410

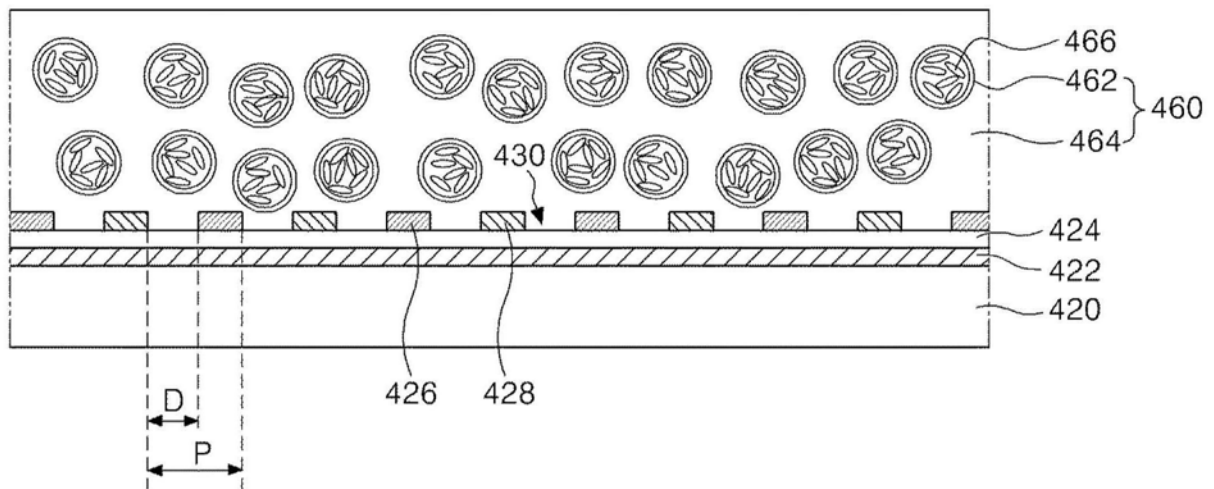


图6