



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102422206 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 18

(21) 申请号 200980159174. X

代理人 郑世奇

(22) 申请日 2009. 09. 15

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G02F 1/1335(2006. 01)

61/158, 398 2009. 03. 09 US

61/159, 441 2009. 03. 11 US

61/159, 442 2009. 03. 12 US

61/160, 685 2009. 03. 16 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 11. 08

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/057010 2009. 09. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02010/104528 EN 2010. 09. 16

(71) 申请人 奇像素公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 吕瑞波

(74) 专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有限公司 11012

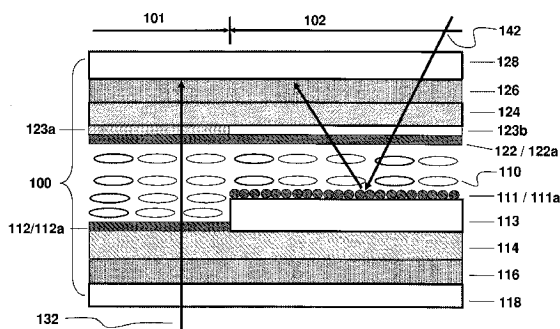
权利要求书 5 页 说明书 18 页 附图 8 页

(54) 发明名称

寻常黑透反式液晶显示器

(57) 摘要

提供了一些用于寻常黑多模式 LCD 的技术，所述寻常黑多模式 LCD 使用均匀排列的可电控的光学双折射液晶材料。光循环 / 重新定向薄膜可被加在一个 BLU 和一个附近的偏振层之间，以将背光从 LCD 单元结构的反射部分循环进同一结构的透射部分，以增强 BLU 的光输出效率。透射部分和反射部分的电极可被分别驱动在各种运行模式下。益处包括高透射比、高反射比、宽视角、提高的光循环效率和低的制造成本。



1. 一种透反式液晶显示器,包括多个单元结构,每个单元结构包括:
  - 一个反射部分,其包括:
    - 一个第一偏振层、一个第二偏振层、一个第一基层层和一个第二基层层中的各个层的第一部分,其中所述第二基层层和所述第一基层层相对;一个第一通用电极;一个反射电极;一个相邻于所述第一基层层和所述第二基层层之一的外敷层;一个相邻于所述第一基层层的反射层;一个半波延迟薄膜;
    - 其中所述第一基层层和所述第二基层层位于所述第一偏振层和所述第二偏振层之间;
    - 位于所述第一基层层和所述第二基层层之间的液晶层的一个第一液晶层部分,其中所述第一液晶层部分中的液晶分子在电压-关的状态下基本均匀地沿着一个方向排列;
    - 一个透射部分,其包括:
      - 所述第一偏振层、所述第二偏振层、所述第一基层层和所述第二基层层中的各个层的第二部分;
      - 所述第一基层层和所述第二基层层之间的液晶层的第二液晶层部分;
      - 第二通用电极部分;和
      - 一个透射电极;
      - 其中所述第一液晶层部分的盒间隙不同于所述第二液晶层部分的盒间隙;
      - 其中所述第二液晶层部分中的液晶分子在电压-关的状态下基本均匀地沿着一个第二方向排列。
2. 根据权利要求1所述的透反式液晶显示器,其中所述单元结构进一步包括至少一个彩色滤波器,该彩色滤波器至少覆盖所述透射部分的一个区域,其中,所述单元结构被配置为表现与所述至少一个彩色滤波器的一个颜色相关的颜色值。
3. 根据权利要求2所述的透反式液晶显示器,其中所述单元结构是一个复合像素的一部分,并且其中复合像素包括被配置用于表现所述单元结构所表现的所述颜色值以外的一个不同的颜色值的另一个单元结构。
4. 根据权利要求1所述的透反式液晶显示器,其中所述第一基层层的一个表面的垂直方向与所述第一方向和所述第二方向中的一个或多个对齐。
5. 根据权利要求1所述的透反式液晶显示器,其中,所述单元结构进一步包括一个或多个定向薄膜,并且第一方向和所述第二方向中的一个或多个是沿着所述一个或多个定向薄膜中的至少一个的摩擦方向。
6. 根据权利要求1所述的透反式液晶显示器,其中半波延迟薄膜是一个基本上仅覆盖反射部分的盒内延迟薄膜。
7. 根据权利要求1所述的透反式液晶显示器,其中,所述单元结构包括一个第一半波薄膜和一个第二半波薄膜,其中,所述第一半波薄膜包括所述反射部分中的一个第一半波薄膜部分和所述透射部分中的一个第二半波薄膜部分,其中,所述第二半波薄膜包括反射部分中的一个第三半波薄膜部分和所述透射部分中的一个第四半波薄膜部分,并且其中,所述半波延迟薄膜是所述反射部分中的所述第三半波薄膜部分。
8. 依据权利要求6所述的透反式液晶显示器,其中所述第二半波薄膜是单轴延迟薄膜、双轴延迟薄膜或斜延迟薄膜之一。

9. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中所述液晶层包括电控光学双折射液晶材料。

10. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中所述半波延迟薄膜和所述第一液晶层部分在电压-关状态下形成一个宽带四分之一波片。

11. 根据权利要求 10 所述的透反式液晶显示器,其中所述半波延迟薄膜有方位角  $\theta_h$ ,所述第一液晶层部分有方位角  $\theta_q$ ,所述方位角满足 (1) $60 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq 120$ ,或 (2) $-120 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq -60$  中的一个。

12. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中所述单元结构包括一个第一半波薄膜和一个第二半波薄膜,其中所述半波延迟薄膜是所述第二半波薄膜的第一部分,所述半波延迟薄膜和所述第一液晶层部分在电压-关的状态下在反射部分中形成一个宽带四分之一波片,所述第二半波薄膜的第二部分和所述第二液晶层部分的第一个半个部分在电压-关的状态下在透射部分中形成一个第一宽带四分之一波片,第一半波薄膜和第二液晶层部分的第二个剩余的半个部分在电压-关的状态下在透射部分中形成一个第二宽带四分之一波片。

13. 根据权利要求 12 所述的透反式液晶显示器,其中所述第一半波薄膜有方位角  $\theta_h$ ,所述第一液晶层部分有方位角  $\theta_q$ ,第二半波薄膜的方位角基本为  $\theta_h$ ,方位角满足 (1) $60 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq 120$ ,或 (2) $-120 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq -60$  中的一个。

14. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中所述单元结构包括一个第一半波薄膜、一个第二半波薄膜、一个第一四分之一波薄膜和一个第二四分之一波薄膜,所述半波延迟薄膜是第二半波薄膜的一部分,第一半波薄膜和第一四分之一波薄膜既在反射部分也在透射部分中形成一个第一宽带四分之一波片,所述第二半波薄膜和所述第二四分之一波薄膜既在反射部分也在透射部分中形成一个第二宽带四分之一波片。

15. 根据权利要求 14 所述的透反式液晶显示器,其中第一半波薄膜有方位角  $\theta_h$ ,第一四分之一薄膜有方位角  $\theta_q$ ,第二半波薄膜的方位角基本上是  $\theta_h$ ,第二四分之一波薄膜的方位角基本上是  $\theta_h$ ,方位角满足 (1) $60 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq 120$ ,或 (2) $-120 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq -60$  中的一个。

16. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中所述单元结构包括一个被配置为控制反射电极与透射电极是否电连接的开关元件。

17. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中所述通用电极被置于所述液晶层的第一个面并且透射电极和反射电极被置于所述液晶层的第二个相对的面上。

18. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中所述通用电极、所述透射电极、以及所述反射电极被置于液晶层的相同的一面,其中所述单元结构进一步包括一个钝化层,其中所述通用电极被置于钝化层的第一个面上,其中透射电极和反射电极被置于钝化层的第二个相对的面上。

19. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中通用电极、透射电极和反射电极中的至少一个由传导材料的非穿孔平面层形成。

20. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中通用电极、透射电极和反射电极中的至少一个由多个分立的传导元件形成,并且其中两个相邻的分立传导元件在空间上被非传导间隙分离。

21. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中通用电极、透射电极和反射电极中的至少一个包括传导材料均空缺的一个或多个开口。

22. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中一个或多个微型凸起被沉积在通用电极、透射电极和反射电极中的至少一个上。

23. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中通用电极包括传导材料均空缺的一个或多个开口,其中一个或多个微型凸起被沉积在透射电极和反射电极之上,其中所述一个或多个开口和所述一个或多个微型凸起形成一对或多对电极子结构,每一对包括所述一个或多个开口中的一个和所述一个或多个微型凸起中的一个。

24. 根据权利要求 1 所述的透反式液晶显示器,其中所述单元结构进一步包括一个在第一基底层和背光单元之间的光循环薄膜,其将背光从反射部分重新定向到透射部分。

25. 根据权利要求 24 所述的透反式液晶显示器,其中光循环薄膜被配置为将任何偏振态的入射光转成具有特定偏振态的重新定向的光。

26. 一种计算机,包括:

一个或多个处理器;

一个联接至所述一个或多个处理器并且包括多个单元结构的透反式液晶显示器,每个单元结构包括:

一个反射部分,其包括:

一个第一偏振层、一个第二偏振层、一个第一基底层和一个第二基底层中的各个层的第一部分,其中所述第二基底层和所述第一基底层相对;一个第一通用电极;一个反射电极;一个相邻于所述第一基底层和所述第二基底层之一的外敷层;一个相邻于所述第一基底层的反射层;一个半波延迟薄膜;

其中所述第一基底层和所述第二基底层位于所述第一偏振层和所述第二偏振层之间;

位于所述第一基底层和所述第二基底层之间的液晶层的一个第一液晶层部分,其中所述第一液晶层部分中的液晶分子在电压 - 关的状态下基本均匀地沿着一个方向排列;

一个透射部分,其包括:

所述第一偏振层、所述第二偏振层、所述第一基底层和所述第二基底层中的各个层的第二部分;

所述第一基底层和所述第二基底层之间的液晶层的第二液晶层部分;

第二通用电极部分;和

一个透射电极;

其中所述第一液晶层部分的盒间隙不同于所述第二液晶层部分的盒间隙;

其中所述第二液晶层部分中的液晶分子在电压 - 关的状态下基本均匀地沿着一个第二方向排列。

27. 根据权利要求 26 所述的计算机,其中所述单元结构进一步包括至少一个彩色滤波器,该彩色滤波器至少覆盖所述透射部分的一个区域,其中,所述单元结构被配置为表现与所述至少一个彩色滤波器的一个颜色相关的颜色值。

28. 根据权利要求 26 所述的计算机,其中半波延迟薄膜是一个基本仅覆盖反射部分的盒内延迟薄膜。

29. 根据权利要求 26 所述的计算机,其中所述单元结构包括一个第一半波薄膜和一个第二半波薄膜,其中,所述第一半波薄膜包括所述反射部分中的一个第一半波薄膜部分和所述透射部分中的一个第二半波薄膜部分,其中,所述第二半波薄膜包括反射部分中的一个第三半波薄膜部分和所述透射部分中的一个第四半波薄膜部分,并且其中,所述半波延迟薄膜是所述反射部分中的所述第三半波薄膜部分。

30. 根据权利要求 26 所述的透反式液晶显示器,其中液晶层包括电控光学双折射液晶材料。

31. 根据权利要求 26 所述的计算机,其中所述半波延迟薄膜和所述第一液晶层部分在电压 - 关状态下形成一个宽带四分之一波片。

32. 根据权利要求 26 所述的计算机,其中所述单元结构包括一个第一半波薄膜和一个第二半波薄膜,其中所述半波延迟薄膜是所述第二半波薄膜的第一部分,所述半波延迟薄膜和所述第一液晶层部分在电压 - 关的状态下在反射部分中形成一个宽带四分之一波片,所述第二半波薄膜的第二部分和所述第二液晶层部分的第一个半个部分在电压 - 关的状态下在透射部分中形成一个第一宽带四分之一波片,第一半波薄膜和第二液晶层部分的第二个剩余的半个部分在电压 - 关的状态下在透射部分中形成一个第二宽带四分之一波片。

33. 根据权利要求 26 所述的计算机,其中所述单元结构包括一个第一半波薄膜、一个第二半波薄膜、一个第一四分之一波薄膜和一个第二四分之一波薄膜,所述半波延迟薄膜是第二半波薄膜的一部分,第一半波薄膜和第一四分之一波薄膜既在反射部分也在透射部分中形成一个第一宽带四分之一波片,所述第二半波薄膜和所述第二四分之一波薄膜既在反射部分也在透射部分中形成一个第二宽带四分之一波片。

34. 根据权利要求 26 所述的计算机,其中所述单元结构包括一个被配置为控制反射电极与透射电极是否电连接的开关元件。

35. 根据权利要求 26 所述的计算机,其中所述通用电极、所述透射电极、以及所述反射电极被置于液晶层的相同的一面,其中所述单元结构进一步包括一个钝化层,其中所述通用电极被置于钝化层的第一个面上,其中透射电极和反射电极被置于钝化层的第二个相对的面上。

36. 根据权利要求 26 所述的计算机,其中通用电极包括传导材料均空缺的一个或多个开口,其中一个或多个微型凸起被沉积在透射电极和反射电极之上,其中所述一个或多个开口和所述一个或多个微型凸起形成一对或多对电极子结构,每一对包括所述一个或多个开口中的一个和所述一个或多个微型凸起中的一个。

37. 根据权利要求 26 所述的计算机,其中所述单元结构进一步包括一个在第一基底层和背光单元之间的光循环薄膜,其将背光从反射部分重新定向到透射部分。

38. 一种制造透反式液晶显示器的方法,包括:

提供多个单元结构,单元结构包括:

一个反射部分,其包括:

一个第一偏振层、一个第二偏振层、一个第一基底层和一个第二基底层中的各个层的第一部分,其中所述第二基底层和所述第一基底层相对;一个第一通用电极;一个反射电极;一个相邻于所述第一基底层和所述第二基底层之一的外敷层;一个相邻于所述第一基底层的反射层;一个半波延迟薄膜;

其中所述第一基底层和所述第二基底层位于所述第一偏振层和所述第二偏振层之间；

位于所述第一基底层和所述第二基底层之间的液晶层的一个第一液晶层部分，其中所述第一液晶层部分中的液晶分子在电压 - 关的状态下基本均匀地沿着一个方向排列；

一个透射部分，其包括：

所述第一偏振层、所述第二偏振层、所述第一基底层和所述第二基底层中的各个层的第二部分；

所述第一基底层和所述第二基底层之间的液晶层的第二液晶层部分；

第二通用电极部分；和

一个透射电极；

其中所述第一液晶层部分的盒间隙不同于所述第二液晶层部分的盒间隙；

其中所述第二液晶层部分中的液晶分子在电压 - 关的状态下基本均匀地沿着一个第二方向排列。

39. 根据权利要求 38 所述的方法，其中所述单元结构进一步包括至少一个彩色滤波器，该彩色滤波器至少覆盖所述透射部分的一个区域，其中，所述单元结构被配置为表现与所述至少一个彩色滤波器的一个颜色相关的颜色值。

40. 根据权利要求 38 所述的方法，其中液晶层包括电控光学双折射液晶材料。

## 寻常黑透反式液晶显示器

### 技术领域

[0001] 本公开内容涉及液晶显示器 (LCD)。

### 背景技术

[0002] 在这部分中描述的方法是能够被追踪的方法,但未必是以前已经被构思或追踪过的方法。因此,除非另有说明,不能仅因为这部分中所描述的方法被包括在这部分而认定它们就是现有技术。

[0003] 透反式 LCD 可用于手机、电子书和个人计算机,在某种程度上是由于透反式 LCD 的可读性通常不受环境光线条件的限制,一个透反式 LCD 包括一系列像素或子像素,每个像素或子像素具有反射部分和透射部分。在透反式 LCD 的一个像素或子像素中的反射部分和透射部分可能被同时用于表达一个单一的像素或子像素值。然而,当反射部分和透射部分中仅一个被用于表达一个像素或子像素的值时,余下的部分有时使得像素或子像素的总体照射水平改变。

[0004] 寻常白透反式 LCD 可能使用例如向列混合延迟器 (nematic-hybrid retarder) 的这类补偿延迟器,将一个像素的透射部分和反射部分之中的一个置于一个暗黑的状态以防止像素的总体照射水平改变。然而,补偿延迟器通常很贵,并且将补偿延迟器合并到寻常白透反式 LCD 中造成制造过程复杂。

[0005] 另外,在运行中,需要额外的功率损耗来将白色的像素转化成暗黑色的状态。这样,在一个传统的 LCD 里面,将近 75% 的电池功率将被背光单元 (BLU) 损耗。

### 附图说明

[0006] 本发明在所配的附图中以示例性的而非限制性的方式加以示出,在这些附图中,相同的参考标号指示相同的元件:

[0007] 图 1A 示出了一个处于电压 - 关状态的示例性的寻常黑透反式电控双折射 (ECB) LCD 单元结构的示意性横截面视图。

[0008] 图 1B 示出了一个处于电压 - 开状态的示例性的寻常黑透反式电控双折射 LCD 单元结构的示意性横截面视图。

[0009] 图 2A 示出了一个处于电压 - 关状态的示例性的寻常黑透反式边缘场开关模式 (FFS) LCD 单元结构的示意性横截面视图。

[0010] 图 2B 示出了一个处于电压 - 开状态的示例性的寻常黑透反式 FFSLCD 单元结构的示意性横截面视图。

[0011] 图 3A 示出了一个处于电压 - 关状态的示例性的寻常黑透反式花状电极构造 (FEC) LCD 单元结构的示意性横截面视图。

[0012] 图 3B 示出了一个处在一个示例性的寻常黑透反式 FEC LCD 单元结构中的示例性电极子结构。

[0013] 图 3C 示出了一个处于电压 - 开状态的示例性的寻常黑透反式 FECLCD 的单元结构

的示意性横截面视图。

[0014] 图 4 示出了一个可用于任何 LCD 单元结构的示例性的背光循环简图。

[0015] 附图不是按比例提供的。

## 具体实施方式

[0016] 寻常黑 (NB) 透反式 LCD 技术被描述。对此处所描述的优选实施方案和基本准则以及特征的各种修改对本领域普通技术人员来说是显而易见的。因此,本发明不意在局限于所示出的实施方案,而是由本处所描述的准则和特征相一致的最广的范围来限定。

### [0017] 1. 总体描述

[0018] 在一些实施方案中,寻常黑透反式 LCD 使用背光或额外的环境光在透射或透反模式下显示彩色图像,并且在反射模式下仅使用环境光显示黑白图像。在一些实施方案当中,寻常黑透反式 LCD 具有宽的视角。在一些实施方案当中,寻常黑透反式 LCD 具有较少的延迟薄膜和相比于其他生成更低的成本。在一些实施方案当中,寻常黑透反式 LCD 存在好的环境光可读性和较低的功率损耗。

[0019] 在一些实施方案中,一个寻常黑透反式 LCD 的一个单元结构在反射部分和透射部分中包括一个均匀排列的液晶层。如此处所用的,“均匀排列的液晶层”意指,液晶层在电压-关的状态下在每个透射部分和反射部分内部按相同的方向保持了均匀的排列;然而,透射部分中的液晶层部分可以与反射部分中的液晶层部分一致或不一致。在一些实施方案中,寻常黑透反式 LCD 单元结构表现出在透射部分中的高的透射比和反射部分中的高反射比。在一些实施方案当中,寻常黑透反式 LCD 单元结构的反射部分中的背光被循环进入透射部分。

[0020] 在一些实施方案中,一个透反式液晶显示器包括多个单元结构,每个单元结构包括一个反射部分和一个透射部分。反射部分包括:一个第一偏振层、一个第二偏振层、一个第一基底层和一个第二基底层中的各个层的第一部分,其中所述第二基底层和所述第一基底层相对;一个第一通用电极;一个反射电极;一个相邻于所述第一基底层和所述第二基底层之一的外敷层;一个相邻于所述第一基底层的反射层;一个半波延迟薄膜;其中所述第一基底层和所述第二基底层位于所述第一偏振层和所述第二偏振层之间;位于所述第一基底层和所述第二基底层之间的液晶层的一个第一液晶层部分,其中所述第一液晶层部分中的液晶分子在电压-关的状态下基本均匀地沿着一个第一方向排列;透射部分包括:所述第一偏振层、所述第二偏振层、所述第一基底层和所述第二基底层中的各个层的第二部分;所述第一基底层和所述第二基底层之间的液晶层的第二液晶层部分;第二通用电极部分;和一个透射电极;其中所述第一液晶层部分的盒间隙不同于所述第二液晶层部分的盒间隙;其中所述第二液晶层部分中的液晶分子在电压-关的状态下基本均匀地沿着一个第二方向排列。在一些实施方案中,所述第一方向和所述第二方向在电压-关状态下是相同的,而在一些其他实施方案中,所述第一方向和所述第二方向在电压关状态下是不同的。

[0021] 在一些实施方案中,所述单元结构进一步包括至少一个彩色滤波器,该彩色滤波器至少覆盖所述透射部分的一个区域,其中,所述单元结构被配置为表现与所述至少一个彩色滤波器的一个颜色相关的颜色值。在一些实施方案中,所述单元结构是一个复合像素的一部分,并且其中复合像素包括被配置用于表现所述单元结构所表现的所述颜色值以外



的一个不同的颜色值的另一个单元结构。

[0022] 在一些实施方案中,所述第一基层的一个表面的垂直方向沿着所述第一方向和所述第二方向中的一个或多个对齐。在一些其他实施方案中,所述单元结构进一步包括一个或多个定向薄膜,并且第一方向和第二方向中的一个或多个是沿着所述一个或多个定向薄膜中的至少一个的摩擦方向。

[0023] 在一些实施方案中,所述半波延迟薄膜是一个基本上仅覆盖反射部分的盒内延迟薄膜。

[0024] 在一些实施方案当中,所述单元结构包括一个第一半波薄膜和一个第二半波薄膜,每个包括所述反射部分中的一个第一部分和所述透射部分中的一个第二部分;所述半波延迟薄膜是反射部分中的第二半波薄膜的第一部分。

[0025] 在一些实施方案中,所述第二半波薄膜是单轴延迟薄膜。在一些其他实施方案中,所述第二半波薄膜是双轴延迟薄膜或斜延迟薄膜。

[0026] 在一些实施方案中,其中所述液晶层包括电控光学双折射液晶材料。

[0027] 在一些实施方案中,所述半波延迟薄膜和所述第一液晶层部分在电压-关状态下形成一个宽带四分之一波片。在这些实施方案中的一些实施方案中,该半波延迟薄膜有方位角  $\theta_h$ ,所述第一液晶层部分有方位角  $\theta_q$ ,该方位角满足 (1)  $60 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq 120$ , 或 (2)  $-120 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq -60$  中的一个。在这些实施方案的一些实施方案中,  $\theta_q$  为 (1) 0 度或 90 度或 (2) 10 度或 100 度之一,角度浮动  $\pm 5^\circ$ 。

[0028] 在一些实施方案中,所述单元结构包括一个第一半波薄膜和一个第二半波薄膜,其中所述半波延迟薄膜是所述第二半波薄膜的第一部分,所述半波延迟薄膜和所述第一液晶层部分在电压-关的状态下在反射部分中形成一个宽带四分之一波片,所述第二半波薄膜的第二部分和所述第二液晶层部分的第一个半个部分在电压-关的状态下在透射部分中形成一个第一宽带四分之一波片,第一半波薄膜和第二液晶层部分的第二个剩余的半个部分在电压-关的状态下在透射部分中形成一个第二宽带四分之一波片。在一些实施方案中,所述第一半波薄膜有方位角  $\theta_h$ ,所述第一液晶层部分有方位角  $\theta_q$ ,第二半波薄膜的方位角基本为  $\theta_h$ ,方位角满足 (1)  $60 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq 120$ , 或 (2)  $-120 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq -60$  中的一个。在这些实施方案中的一些实施方案中,  $\theta_q$  为 (1) 0 度或 90 度或 (2) 10 度或 100 度之一,角度浮动  $\pm 5^\circ$ 。

[0029] 在一些实施方案中,所述单元结构包括一个第一半波薄膜、一个第二半波薄膜、一个第一四分之一波薄膜和一个第二四分之一波薄膜,所述半波延迟薄膜是第二半波薄膜的一部分,第一半波薄膜和第一四分之一波薄膜既在反射部分也在透射部分中形成一个第一宽带四分之一波片,所述第二半波薄膜和所述第二四分之一波薄膜既在反射部分也在透射部分中形成一个第二宽带四分之一波片。在这些实施方案中的一些实施方案中,第一半波薄膜有方位角  $\theta_h$ ,第一四分之一波薄膜有方位角  $\theta_q$ ,第二半波薄膜的方位角基本上是  $\theta_h$ ,第二四分之一波薄膜的方位角基本上是  $\theta_h$ ,方位角满足 (1)  $60 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq 120$ , 或 (2)  $-120 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq -60$  中的一个。在这些实施方案中的一些实施方案中,  $\theta_q$  为 (1) 0 度或 90 度或 (2) 10 度或 100 度之一,角度浮动  $\pm 5^\circ$ 。

[0030] 在一些实施方案中,所述单元结构包括一个被配置为控制反射电极与透射电极是否电连接的开关元件。在这些实施方案中的一些实施方案中,所述开关元件包括一个或多

个薄膜晶体管。

[0031] 在一些实施方案中,通用电极和透射电极与反射电极组合中的至少一个包括位于不同平面上的两个空间部分。

[0032] 在一些实施方案中,所述通用电极被置于所述液晶层的第一个面并且透射电极和反射电极被置于所述液晶层的第二个相对的面上。

[0033] 在一些实施方案中,所述通用电极、所述透射电极、以及所述反射电极被置于液晶层的相同的一面,其中所述单元结构进一步包括一个钝化层,其中所述通用电极被置于钝化层的第一个面上,其中透射电极和反射电极被置于钝化层的第二个相对的面上。

[0034] 在一些实施方案中,通用电极、透射电极和反射电极中的至少一个由传导材料的非穿孔平面层形成。

[0035] 在一些实施方案中,通用电极、透射电极和反射电极中的至少一个由多个分立的传导元件形成,并且其中两个相邻的分立传导元件在空间上被非传导间隙分离。

[0036] 在一些实施方案中,通用电极、透射电极和反射电极中的至少一个包括传导材料均空缺的一个或多个开口。在这些实施方案中的一些实施方案中,所述一个或多个开口中的至少一个具有对称的形状。

[0037] 在一些实施方案中,一个或多个微型凸起被沉积在通用电极、透射电极和反射电极中的至少一个上。在这些实施方案中的一些实施方案中,所述一个或多个微型凸起中的至少一个是固体介质材料。在一些实施方案中,所述一个或多个微型凸起中的至少一个涂覆有传导材料。

[0038] 在一些实施方案中,通用电极包括传导材料均空缺的一个或多个开口,其中一个或多个微型凸起被沉积在透射电极和反射电极之上,其中所述一个或多个开口和所述一个或多个微型凸起形成一对或多对电极子结构,每一对包括所述一个或多个开口中的一个和所述一个或多个微型凸起中的一个。

[0039] 在一些实施方案中,通用电极、透射电极和反射电极中的至少一个包括透明传导材料。

[0040] 在一些实施方案中,反射电极是反射层。

[0041] 在一些实施方案中,所述单元结构进一步包括一个在第一基底层和背光单元之间的光循环薄膜,其将背光从反射部分重新定向到透射部分。在这些实施方案的一些实施方案当中,光循环薄膜被配置为将任何偏振态的入射光转成具有特定偏振态的重新定向的光。

[0042] 在一些实施方案当中,此处描述的透反式 LCD 形成计算机的一部分,包括但不限于膝上型计算机、上网本计算机、手机、无线电话、电子书阅读器、销售终端、桌面计算机、计算机工作站、计算机售货亭或联接或集成到油泵和各种其他终端和显示单元的计算机。

[0043] 在一些实施方案当中,一个方法包括提供一台所述的透反式 LCD 以及给透反式 LCD 提供背光光源。

[0044] 对此处所描述的优选实施方案和基本准则以及特征的各种修改对本领域普通技术人员来说是显而易见的。因此,本发明不意在局限于所示出的实施方案,而是由本处所描述的准则和特征相一致的最广的范围来限定。

[0045] 2. 结构概述

## [0046] 2.1 电控双折射

[0047] 图 1A 示出了一个处于电压 - 关状态的示例性的 NB 透反式 LCD 单元结构 100 的示意性横截面视图。本公开文本中所用的“一个处于电压 - 关状态的透反式 LCD 单元结构”表示的意思是单元结构处于一种如下状态：(1) 没有电压施加至该单元结构中的液晶层或 (2) 即使有电压施加，但该电压低于能引起液晶层偏离于没有被加电压时的状态的阈值。术语“透反式 LCD 单元结构”可指透反式 LCD 中的一个像素或一个子像素。LCD 单元结构 100 可包括两个或更多的部分。如所示出的，沿着图 1A 的水平方向，LCD 单元结构 100 包括一个透射部分 101 和一个反射部分 102。沿着图 1A 的垂直方向，透射部分 101 和反射部分 102 有不同的层结构。

[0048] LCD 单元结构 100 包括一个均匀排列的液晶材料层 110。当透射部分 101 和反射部分 102 都如此处所示包括用于在 ECB 模式中运行的结构时，处于透射部分 101 和反射部分 102 之中的液晶层 110 在电压 - 关的状态下可以按相同的方向排列。在真空条件下，通过毛细管效应或滴灌技术工艺，液晶层 110 可被灌进一个盒空间。在所提出的实施方案中，液晶层 110 典型的是  $\Delta \epsilon > 0$  的正介电各向异性型。

[0049] 透射部分 101 与反射部分 102 相比可以有一个不同的液晶盒间隙。在本公开文本里提到的“液晶盒间隙”是指在透射部分或者反射部分的液晶层厚度。例如，在一些实施方案中，LCD 单元结构 100 在反射部分 102 中的底部基底层 114 上或附近包括一个外敷层 113。外敷层 113 可通过光刻蚀刻工艺形成于多个被部分刻蚀的区域中。在多个实施方案中，外敷层 113 可包括丙烯酸树脂、聚酰胺或酚醛环氧树脂。在一些实施方案中，部分是由于外敷层 113 的原因，在反射部分 102 中的液晶层 110 部分的盒间隙可以近似为透射部分中的另一液晶层 110 部分的盒间隙的一半。

[0050] 外敷层 113 的内表面（其为图 1A 中的外敷层 113 的顶面），可被覆盖上诸如铝 (Al) 或银 (Ag) 的第二金属反射层 111，用作反射电极 111a。在一些实施方案中，金属反射层 111 可以是一个不平的金属层。

[0051] 底部基底层 114 可用玻璃制成。在透射部分 101 中的底部基底层 114 的内表面上（该内表面朝向液晶层 110），可以设置一个透明的氧化铟锡 (ITO) 层 112 用作透射电极 112a。

[0052] 彩色滤波器 123a 可被沉积在顶部基底层 124 的表面上或附近。彩色滤波器可覆盖透射部分 101 和反射部分 102，或仅覆盖透射部分 101。透射部分 101 中的顶部基底层 124 的朝向液晶层 110 的内表面上或附近沉积有红色、绿色和蓝色 (RGB) 滤波器 123a。在没有被彩色滤波器 123a 覆盖的区域可配置有第二外敷层 123b。第二外敷层 123b 可以是一个包括有机材料（如 a-Si:C:O 和 a-Si:O:F）或无机材料（如氮化硅 (SiNx) 和二氧化硅 (SiO<sub>2</sub>)）的钝化层，其通过等离子增强化学气相沉积或其他类似的溅射方法制备。

[0053] 氧化铟锡层 122 可位于顶部基底层 124 和液晶层 110 之间，作为一个通用电极 122a。在一些实施方案中，这个氧化铟锡层 122 覆盖了 LCD 单元结构的整个区域。

[0054] 具有基本相同的偏振轴的底部线偏振层 116 和顶部线偏振层 126 可以被分别附着在底部基底层 114 和顶部基底层 124 的外表面上。

[0055] 一个开关元件可被配置在单元结构 100 中，用于控制反射电极 111a 与透射部分 101 中的透射电极 112a 的连接或非连接。例如，在包括 LCD 单元结构 100 的透反式 LCD 显

示器的一些运行模式里,开关元件(其结合显示模式控制逻辑来工作)可使反射电极 111a 连接至透射电极 112a;因此,电极 111a 和电极 112a 可被同一个信号驱动,以使透射部分 101 和反射部分 102 同时表达同一个像素或子像素的值。另一方面,在其他一些运行模式里面,开关元件可使反射电极 111a 与透射电极 112a 不连接;电极 111a 和 112a 因此可被分立的信号驱动,以使透射部分 101 和反射部分 102 独立地表达不同的像素或子像素的值。例如,在透射运行模式中,透射部分 101 可以根据基于图像数据的像素或子像素值来设定,同时反射部分 102 可被设定在暗黑状态。另一方面,在一个反射运行模式中,反射部分 102 可以根据基于图像数据的像素或子像素值来设定,同时透射部分 101 可被设定在暗黑状态。

[0056] 开关元件可由藏在反射部分 102 中的金属反射层后的一个或多个薄膜晶体管实现,以提高透反式 LCD 的孔径比。

[0057] 在一些实施方案中,在电压-关状态下,均匀排列的液晶层 110 可沿一个方向排列,使透射部分 101 中的液晶层 110 基本上是一个半波波片,而使反射部分 102 中的液晶层 110 基本上是一个四分之一波片。在不同的实施方案中,具有不同的可电控的双折射特性的液晶材料可用在液晶层 110 之中。在一些实施方案中,在图 1A 中没有显示出来的受摩擦聚酰亚胺层可形成于 (1)ITO 层 112、122 和金属反射层 111 之中的一个和 (2) 液晶层 110 之间,以诱导液晶层 110 之中的受摩擦聚酰亚胺层附近的分子沿着与基底层 114 和 124 的平坦表面相平行的摩擦方向均匀排列。

[0058] 在一些实施方案中,第一半波延迟薄膜 116 被布置在一个偏振层 118 之上,同时第二半波延迟薄膜 126 被布置在偏振层 128 之下。偏振层 118 和 128 有一个大体上被指定的偏振轴。第一或第二半波延迟薄膜 116 和 126 的慢轴方向在单元结构 100 之中可基本上沿着一个相同的方向,慢轴方向可以是其中被排列的分子的‘非寻常的’或纵向方向。由于液晶层 110 在电压-关状态下是一个半波波片,来自 BLU 的在进入第一半波延迟薄膜 116 时带有第一偏振态的背光 132 在其离开第二半波延迟薄膜 126 时变成具有第二正交偏振态的光。具有所述第二正交偏振态的光被偏振层 128 截止。这为 LCD 单元结构 100 的透射部分 101 产生了一个寻常黑液晶模式。

[0059] 在反射部分 102 当中,环境光 142 的光路通过液晶层 110 两次。由于在反射部分 102 当中的液晶层 110 在电压-关状态下是一个四分之一波片,在环境光 142 光路两次通过液晶层 110 之后的液晶层 110 的总效果是一个半波波片。基于类似于对透射部分 101 所做的分析,背景光 142 在电压-关状态下在反射部分 102 之中类似地被截止。这样,LCD 单元结构 100 的反射部分 102 的寻常黑液晶模式也产生了。

[0060] 在一些实施方案中,第一半波延迟薄膜 116 和第二半波延迟薄膜 126 的方位角是相同的,例如为  $\theta_n$ 。在电压-关状态,透射部分 101 中的液晶层 110 形成的半波波片可被看作一对四分之一波片;这一对四分之一波片的方位角也是相同的,例如  $\theta_q$ 。第一半波延迟薄膜 116 和四分之一波片中的一个形成了一个宽带四分之一波片,同时第二半波延迟薄膜 126 和另一个四分之一波片形成了另一个宽带四分之一波片。这样,透射部分 101 的光学结构包括了所述两个宽带四分之一波片。

[0061] 类似地,在反射部分 116 之中,只有第二半波延迟薄膜 126 和液晶层 110 处于环境光 142 的光路之中。如所记载的,在电压-关状态,反射部分 102 中的液晶层 110 是一个四分之一波片。第二半波延迟薄膜 126 和液晶层 110 的方位角分别是  $\theta_n$  和  $\theta_q$ 。由于环境光

142 的光路两次通过第二半波延迟薄膜 126 和液晶层 110, 所以反射部分 102 的光学结构实际上也包括两个宽带四分之一波片, 所述方位角  $\theta_h$  和  $\theta_q$  与透射部分 101 的光学结构中的那些方位角相同。取决于对可见光 380nm 到 780nm 范围内的优化的中心波长的选择, 宽带四分之一波片的延迟值可被设定于数值 160nm 到 400nm 之间。进一步的, 在一些实施方案当中, 方位角  $\theta_h$  和  $\theta_q$  可被设定为满足下述的两个关系式之一:

$$[0062] \quad 60 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq 120, \text{ (Rel. 1a)}$$

[0063] 或

$$[0064] \quad -120 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq -60 \text{ (Rel. 1b)}$$

[0065] 在一些实施方案当中, 为了实现反射部分和透射部分当中的一对消色差的宽带四分之一波片, 方位角  $\theta_h$  和  $\theta_q$  被设定成基本上满足如下的具体关系式:

$$[0066] \quad 4\theta_h - 2\theta_q = \pm 90. \text{ (Rel. 1c)}$$

[0067] 为了减小液晶层 110 在电压 - 关状态下的色散,  $\theta_q$  可被设定成与摩擦方向一致的  $0^\circ$  或  $90^\circ$ , 有  $\pm 5^\circ$  的角度变化量, 摩擦方向为液晶排列方向。在一些实施方案当中, 基于关系式 Rel. 1c,  $\theta_h$  被设定在  $\pm 67.5^\circ$  左右。由于偏振器对是相互平行而不是相互垂直排列的, 由于透射部分 101 和反射部分 101 的光学结构基本是一致的, 相比于原本的情况, LCD 单元结构 100 呈现了透射部分和反射部分之间的更好的伽玛曲线匹配能力。

[0068] 图 1B 示出了一个处于电压 - 开关状态的示例性 NB 透反式 LCD 单元结构 100 的示意性横截面视图。本公开文本中所用的“一个处于电压 - 开状态的透反式 LCD 单元结构”表示的意思是单元结构处于的状态, 即给单元结构中的液晶层加一个超过阈值的电压导致液晶层偏离不加电时的状态。本公开文本中所用的“一个处于电压 - 开状态的透反式 LCD 单元结构”表示的意思是单元结构处于一种如下状态: 有电压施加至该单元结构中的液晶层, 该电压高于能引起液晶层偏离于没有被加电压时的状态的阈值。

[0069] 如图 1B 所示, 在透射部分 101 里面, 在电压 - 开的状态下, 均匀排布的液晶层 110 将因层 110 中的液晶材料的介电各向异性而通过 ECB 效应向上倾斜。在层 110 中的液晶材料的倾斜导致光学各向异性的变化。这种光学各向异性的变化导致透射部分 101 中的液晶层 110 不再是半波波片。因此, 在电压 - 关状态被截止的背光 132 现在能够透过偏振层 118 和 128, 在透射部分 101 中显示一个亮的状态。

[0070] 类似的, 在反射部分 102 中, 在电压 - 开的状态下, 均匀排布的液晶层 110 将被因层 110 中的液晶材料的介电各向异性而通过 ECB 效应向上翘起。在层 110 中的液晶材料的倾斜导致光学各向异性的变化。这种光学各向异性的变化导致反射部分 102 中的液晶层 110 不再是四分之一波片。因此, 在电压 - 关状态被截止的环境光 142 现在能够从金属反射层 111 被反射, 在反射部分 102 中显示一个亮的状态。

[0071] 为了示出一个清楚的实施例, 图 2B 中的透射部分 101 和反射部分 102 都处于电压 - 开的状态。然而, 在一些实施方案当中, 透射部分 101 的电压 - 开状态和反射部分 102 的电压 - 开状态是分别设定的。例如, 当所述的开关元件导致反射电极 111a 连接至透射电极 112a, 透射部分 101 和反射部分 102 都可以基于一个相同的像素值被设定为相同的照射状态。另一方面, 当反射电极 111a 和透射电极 112a 不相连时, 透射部分 101 可被设定至第一亮度状态, 同时反射部分 102 可以被单独地设定为第二个不同的亮度状态。

[0072] 在一些实施方案当中, 能够结合透射部分 101 中的 RGB 彩色滤波器 123a 在透射或

透反式运行模式下显示彩色图像,同时,能够在反射部分 102 中在反射运行模式下显示黑白图像。

[0073] 在一些实施方案当中,液晶层 110 的参数是:双折射系数  $\Delta n = 0.067$ ,介电各向异性  $\Delta \epsilon = 6.6$  和转动黏度  $\gamma_1 = 0.143\text{Pa} \cdot \text{s}$ 。液晶层 110 在初始的电压-关状态下具有均匀的排布。液晶层 110 的方位角  $\theta_h$  是  $0^\circ$ 。液晶层 110 的预倾角在  $2^\circ$  以内。表 1 示出了实施方案中的 LCD 单元结构的其他参数,在透射部分 101 和反射部分 102 之间的面积比为 40 : 60。

[0074] 表 1

[0075]

构成部分		示例值
偏振层 118	吸收轴 ( $^\circ$ )	0
半波薄膜 116	慢轴方向 ( $^\circ$ )	67.5
	相位延迟 (nm)	275
透射部分 101 中的 LC 层 110	排列方向 ( $^\circ$ )	0
	盒间隙 ( $\mu\text{m}$ )	4
反射部分 102 中的 LC 层 110	排列方向 ( $^\circ$ )	0
	盒间隙 ( $\mu\text{m}$ )	2
半波薄膜 126	慢轴方向 ( $^\circ$ )	67.5
	相位延迟 (nm)	275
偏振层 128	吸收轴 ( $^\circ$ )	0

[0076] 在一些实施方案当中,第一和第二半波延迟薄膜 116 和 126 是由单轴延迟器 (uni-axial retarder) 制成。具有上述示例性参数值和单轴延迟器的 LCD 单元结构 100 对 RGB 原色的最大的标准化透射比分别是 98.81%,97.32%和 79.70%。一个示例性的寻常白透反式 ECB LCD 在对应波长  $\lambda = 450\text{nm}, 550\text{nm}$  和  $650\text{nm}$  处的最大标准化透射比分别是 98.81%,81.08% and 59.38%。NB 透反式 LCD 单元结构 100 相对于传统寻常白透反式 ECB LCD 在 RGB 原色的透射比方面有 1.17%,16.24%和 20.32%的增益。NB 透反式 LCD 单元结构 100 有一个最大标准化反射率 93.59%,同时传统寻常白透反式 LCD 的最大标准化反射比为 87.11%。因此, NB 透反式 LCD100 同传统的寻常白透反式 ECB LCD 相比,反射比有 6.48%的增益。

[0077] 在透射部分 101 之中,在加电电压为 0Vrms 到 5Vrms 之间并且把白色发光二极管 (LED) 作为背光单元 (BLU) 时, NB 透反式 LCD100 在  $\pm 15$  度左右的视锥内达到 300 : 1 的高对比度,以及在  $\pm 40$  度左右之内对比度条 (contrast ratio bar) 达到 10 : 1。

[0078] 相比之下,在加电电压为 0Vrms 到 3Vrms 和背光条件相同时,在垂直入射方向下,一个示例性的传统的寻常白透反式 ECB LCD 可达到 300 : 1 的对比度。然而,视锥窄到只有  $\pm 5^\circ$ 。对于 10 : 1 的对比度条,传统的 ECB LCD 的范围仅是  $\pm 30^\circ$ 。

[0079] 因此, NB 透反式 LCD100 与传统的寻常白透反式 ECB LCD 相比有更宽的视角。

[0080] 小尺寸的便携式显示器可能被使用者频繁地倾斜以及使用者从倾斜的角度来观看显示器。在“D65”环境光条件下, 以及倾斜入射角为  $45^\circ$  并且在反射部分所加电压在  $0V_{rms}$  到  $5V_{rms}$  之间时, NB 透反式 LCD 100 能在  $\pm 40^\circ$  左右的视锥内实现 10 : 1 的对比度, 并且几乎在整个  $\pm 80^\circ$  的显示器视锥内实现比 1 更大的对比度。这样, 能够在环境光条件下阅读使用 LCD 单元结构 100 的显示器上的黑白图像, 同时没有灰度反转。

[0081] 在一些实施方案当中, 与使用单轴延迟器不同的是, 可以用其他类型的各向异性延迟器来组成第一和第二半波延迟薄膜 116 和 123。例如, 也可以使用双轴延迟器和斜延迟器 (oblique retarder)。在双轴延迟器被用作第一和第二半波延迟薄膜 116 和 126 的一些实施方案中, 可以使用正的或负的双轴延迟器。

[0082] 在一些将负双轴延迟器作为半波延迟薄膜 116 和 126 的实施方案中,  $N_z$  可在一个范围之中进行选择。 $N_z$  被定义为  $(n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ 。一个可能的  $N_z$  值的示例性范围可以是  $0.2 \leq N_z \leq 0.9$ 。在一个实施方案当中,  $N_z$  可以是 0.35。在与先前描述的盒结构相似的条件和 TFT 驱动电压下, 在透射部分 101 中, 所述的 LCD 单元结构 100 的视锥于对比度为 10 : 1 处达  $\pm 60^\circ$ , 在反射部分 102 中在“D65”的日光条件下是  $\pm 60^\circ$  左右。

[0083] 在这些实施方案当中, 甚至当偏振层 118 和 128 及半波延迟薄膜 116 和 126 的偏振吸收轴都逆时针旋转 1 度偏离液晶的排列方向时, 在透射部分中在垂直入射角处对比度还是在 75 到 100 之间的范围; 对比度 10 : 1 处的视锥保持在  $\pm 60^\circ$  左右。在反射部分中, 垂直入射角处的对比度还是在 75 到 100 的范围之内, 对比度 10 : 1 处的视锥是  $\pm 60^\circ$  左右。

[0084] 在一些正的双轴延迟器被用作半波延迟薄膜 116 和 126 的实施方案中,  $N_z$  可在一个范围之中进行选择, 例如在 -0.5 到 0 之间。在一个实施方案当中  $N_z$  可以是 -0.1。在相似的盒结构和如前面所描述的 TFT 驱动电压下, 在透射部分 101 中, 所述的 LCD 单元结构 100 于对比度 10 : 1 处的视锥是  $60^\circ$ , 在反射部分 102 中在“D65”的日光条件下视锥是  $\pm 60^\circ$  左右。

[0085] 在这些实施方案当中, 即使偏振层 118 和 128 和半波延迟薄膜 116 和 126 的偏振轴逆时针远离液晶层排列方向旋转  $1^\circ$ , 在透射部分中于垂直入射角处的对比度是在 75 到 100 之间的范围; 对比度为 10 : 1 处的视锥保持在  $\pm 60^\circ$  左右。在反射部分中, 于垂直入射角处的对比度是在 75 到 100 之间的范围内, 对比度 10 : 1 处的视锥大于  $\pm 50^\circ$ 。

[0086] 因此, 在下述实施方案中: 其中在 LCD 单元结构 100 中, 负的或正的双轴延迟器被用作半波延迟薄膜 116 和 126, 在透射部分 101 和反射部分 102 中更大的视角被实现了。同时, 具有双轴延迟器的 LCD 单元结构 100 相对于结构中的其他光学器件的角度排列容忍度 (tolerance) 优于具有单轴延迟器的相似的 LCD 单元结构 100。

[0087] 2.2 边缘场开关

[0088] 图 2A 示出了一个处于电压 - 关状态的示例性 NB 透反式 LCD 单元结构 200 的示意性横截面视图。如所示出的, 沿着图 2A 的水平方向, LCD 单元结构 200 包括一个透射部分 201 和一个反射部分 202。沿着图 2A 的垂直方向, 透射部分 201 和反射部分 202 有不同的层结构。

[0089] LCD 单元结构 200 包括一个均匀排列的液晶材料层 210。当透射部分 101 和反射

部分 202 都如此处所述包括用于运行在 FFS 模式中的结构时,处于透射部分 201 和反射部分 202 之中的液晶层 210 在电压 - 关的状态下可沿相同的方向排列。在真空条件下,通过毛细管效应或滴灌技术工艺,液晶层 210 可被灌进一个盒空间。在一些实施方案当中,液晶层 210 是  $\Delta \epsilon < 0$  的负介电各向异性型。

[0090] 彩色滤波器 223a 可被沉积在顶部基底层 224 的一个表面上或附近。彩色滤波器可覆盖透射部分 201 和反射部分 202 或仅覆盖透射部分 201。红、绿和蓝色 (RGB) 彩色滤波器可被沉积在透射部分 201 中的顶部基底层 224 的面向液晶层 210 的内表面上或附近。在没有被彩色滤波器 223a 覆盖的区域之内,可配置外敷层 223b。该外敷层 223b 可以是一个钝化层,这个层包括有机材料 (如 a-Si:C:O 和 a-Si:O:F) 或无机材料 (如氮化硅 (SiNx) 和二氧化硅 (SiO<sub>2</sub>)), 其由等离子增强化学气相沉积或其他相似的溅射方法制备。

[0091] 等效于半波波片的盒内延迟器 254 可被插入 (1) 包括彩色滤波器 223a 或外敷层 223b 的层和 (2) 第二外敷层 213 之间。第二外敷层 213 可通过光刻蚀刻工艺形成于多个被部分刻蚀的区域中。在多个实施方案中,第二外敷层 213 可包括丙烯酸树脂、聚酰胺或酚醛环氧树脂。

[0092] 透射部分 201 与反射部分 202 相比可有一个不同的液晶盒间隙。在一些实施方案当中,部分是由于盒内延迟器 254 和第二外敷层 213,在反射部分 202 中的液晶盒间隙可以近似为透射部分 201 中的液晶盒间隙的一半。

[0093] ITO 层可位于底部基底层 214 的面向液晶层 210 的内表面上或附近,作为通用电极 222a。在一些实施方案当中,这个 ITO 层 222 可覆盖透射部分 201 和反射部分 202 或者仅覆盖透射层 201。在一些实施方案当中,金属反射层 211 (如铝 (Al) 或银 (Ag)) 可相邻底部基底层 214 的内表面被插入。在一些实施方案当中,ITO 层 222 覆盖透射部分 201 和反射部分 202,金属反射层 211 可被沉积在 ITO 层 222 的顶面上。在一些实施方案中,这个金属反射层可以是一个不平的金属层。在透射部分 201 中的 ITO 层 222 的顶部,可沉积电绝缘钝化层 252。

[0094] ITO 层 212 可被沉积在钝化层 252 的顶部,这个 ITO 层 212 可形成一个包括多个规则图形 (如条纹或圆、矩形等) 的穿孔图案。传导材料几乎仅被沉积在图案的规则图形内。在一些实施方案当中,这些在 ITO 层 212 中的图案的规则图形通过非传导材料组成的间隙 (如,绝缘材料或仅是层 210 的液晶材料) 电绝缘或者隔离。

[0095] 具有基本垂直的偏振轴的底部线偏振层 216 和顶部线偏振层 226 可以被分别附着在底部基底层 214 和顶部基底层 224 的外表面上。

[0096] 在一些实施方案当中,ITO 层 212 中的穿孔图案可包括两个分离的独立的穿孔子图构成。两个分离的独立的穿孔子图可分别被用作透射部分 201 的透射电极和反射部分 202 的反射电极。一个开关元件可被配置在单元结构 200 中,用于控制反射电极与透射部分 201 中的透射电极的连接或非连接。例如,在包括 LCD 单元结构 200 的透反式 LCD 显示器的一些运行模式里,开关元件 (其结合显示模式控制逻辑来工作) 可使反射电极连接至透射电极;因此,反射电极和透射电极可被同一个信号驱动,以使透射部分 201 和反射部分 202 同时表达同一个像素或子像素的值。另一方面,在其他一些运行模式里面,开关元件可使反射电极与透射电极不连接;因此,反射电极和透射电极可被分立的信号驱动,以使透射部分 201 和反射部分 202 独立地表达不同的像素或子像素的值。例如,在透射运行模式中,



透射部分 201 可以根据基于图像数据的像素或子像素值来设定,同时反射部分 202 可被设定在暗黑状态。另一方面,在一个反射运行模式中,反射部分 202 可以根据基于图像数据的像素或子像素值来设定,同时透射部分 201 可被设定在暗黑状态。

[0097] 开关元件可由藏在反射部分 202 中的金属反射层后的一个或多个 TFT 实现,以提高透反式 LCD 的孔径比。

[0098] 在一些实施方案中,在电压-关状态下,均匀排列的液晶层 210 可沿一个方向排列,使透射部分 201 中的液晶层 210 基本上是一个半波波片,它的慢轴通常是沿着顶部线偏振层 226 的吸收轴,同时反射部分 202 中的液晶层 210 基本上是一个四分之一波片。在不同的实施方案中,具有不同的电控双折射特性的液晶材料可用在液晶层 210 之中。在一些实施方案中,在图 2A 中没有显示出来的受摩擦聚酰亚胺层可形成于 ITO 层 212,222 和金属反射层 211 之中的一个和液晶层 210 之间,以诱导受摩擦聚酰亚胺层附近的液晶层 210 沿着与基层 214 和 224 的平坦表面相平行的摩擦方向均匀排列。

[0099] 因为液晶层 210 在电压-关的状态下平行于顶部线偏振层 226 的偏振轴排列,因为液晶层 210 在电压-关的状态下垂直于底部线偏振层 216 的偏振轴排列,来自 BLU 的通过底部偏振层 216 的背光 232 在电压-关状态下被顶部偏振层 226 截止了。这为 LCD 单元结构 200 的透射部分 201 产生了一个寻常黑液晶模式。

[0100] 在反射部分 202 中,环境光 242 的光路通过液晶层 210 两次。由于在反射部分 202 当中的液晶层 210 和盒内延迟器 254 在电压-关状态下形成了一个宽带的四分之一波片,环境光 242 光路两次通过液晶层 210 和盒内延迟器 254 之后的总效果是通过一个半波波片。对图 1A 的反射部分 101 进行类似的分析,环境光 242 在电压-关状态下在反射部分 202 之中被截止了。这样,LCD 单元结构 200 的反射部分 202 的寻常黑液晶模式也产生了。

[0101] 在一些实施方案中,在反射部分 216 中,盒内延迟器 254 有一个方位角,例如为  $\theta_h$ 。在电压-关的状态下,液晶层 210 是一个具有例如  $\theta_q$  方位角的四分之一波片。如所述,盒内延迟器 254 和液晶层 210 形成了一个宽带四分之一波片。因为环境光 242 的光路两次通过盒内延迟器 254 和液晶层 210,所以反射部分 202 的光学结构实际上包括两个具有相同方位角  $\theta_h$  和  $\theta_q$  的宽带四分之一波片。取决于对可见光 380nm 到 780nm 范围内的优化的中心波长的选择,宽带四分之一波片的延迟值可被设定于数值 160nm 到 400nm 之间。进一步的,在一些实施方案当中,方位角  $\theta_h$  和  $\theta_q$  可被设定为满足下述的两个关系式之一:

$$[0102] \quad 60 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq 120, \text{ (Rel. 2a)}$$

[0103] 或

$$[0104] \quad -120 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq -60 \text{ (Rel. 2b)}$$

[0105] 在一些实施方案当中,为了实现反射部分当中的一对消色差的宽带四分之一波片,方位角  $\theta_h$  和  $\theta_q$  被设定成基本上满足如下的具体关系式:

$$[0106] \quad 4\theta_h - 2\theta_q = \pm 90. \text{ (Rel. 2c)}$$

[0107] 为了减小液晶层 210 在电压-关状态下的色散,  $\theta_q$  可被设定成与摩擦方向成  $0^\circ$ , 相对条状 ITO 层 212 的纵向成  $10^\circ$ , 有  $\pm 5^\circ$  的角度变化量。在一些实施方案当中,基于关系式 Rel. 2c,  $\theta_h$  被设定在  $\pm 77.5^\circ$  左右。

[0108] 图 2B 示出了一个示例性的处于电压-开状态的 NB 透反式 LCD 单元结构 200 的示意性横截面视图。

[0109] 如图 2B 所示,在透射部分 201 里面,在电压 - 开的状态下,在通用电极和透射电极之间存在边缘场效应,其扭转透射电极上的液晶分子使得整个或部分的背光透过第二偏振层 226,导致一个亮的状态。

[0110] 当反射部分 202 处于电压 - 开的状态,在通用电极和反射电极之间存在边缘场效应(反射电极是 ITO 层 212 的一部分),其扭转反射电极上的液晶分子使得反射部分 201 中的液晶层 210 不再是一个四分之一波片。因此,在电压 - 关的状态被截止的环境光 242 现在能够被从金属反射层 211 反射,在反射部分 202 中显示一个亮的状态。

[0111] 透射部分 201 的电压 - 开状态和反射部分 202 的电压 - 关状态可以分别设定。例如,当所述的开关元件使反射电极和透射电极相连接时,透射部分 201 和反射部分 202 都可以基于一个相同的像素值被设定至相关亮度状态。当反射电极和透射电极不相连时,透射部分 201 可被设定至第一亮度状态,同时反射部分 202 被单独设定至第二个不同的亮度状态。

[0112] 在一些实施方案中,能够结合透射部分 101 中的 RGB 彩色滤波器 223a 在透射或透反式运行模式下显示彩色图像,同时,能够在反射部分 202 中在反射运行模式下显示黑白图像。

[0113] 在一个实施方案中,液晶层 210 由商业上可从 Merk 获得的 MLC-6609 构成。液晶层 210 的参数是:双折射系数  $\Delta n = 0.0777$  (当  $\lambda = 550\text{nm}$  时),介电各向异性  $\Delta \epsilon < 0$ 。液晶层 210 水平排列,在初始电压 - 关的状态摩擦角相对于条状 ITO 212 的纵轴方向成  $10^\circ$ 。钝化层 252 的厚度是  $0.15\mu\text{m}$ 。每个电极元件(如,一个 ITO 条)的宽度,是  $3\mu\text{m}$ ,同时相邻 ITO 条间的距离也是  $3\mu\text{m}$ 。表 2 示出了实施方案中的 LCD 单元结构的其他参数,透射部分 201 和反射部分 202 之间的面积比是 40 : 60。

[0114] 表 2

[0115]

构成部分		示例值
偏振层 226	吸收轴 ( $^\circ$ )	10
盒内延迟器 254	慢轴方向 ( $^\circ$ )	77.5
	相位延迟 (nm)	275
透射部分 201 中的 LC 层 210	排列方向 ( $^\circ$ )	10
	盒间隙 ( $\mu\text{m}$ )	4
反射部分 202 中的 LC 层 210	排列方向 ( $^\circ$ )	10
	盒间隙 ( $\mu\text{m}$ )	1.8
偏振层 216	吸收轴 ( $^\circ$ )	100

[0116] 具有以上示例性参数值的透反式 LCD 单元结构 200 对 RGB 原色的最大标准化透射比是 79.00%、94.57%和 94.68%。透反式 LCD 单元结构 200 在  $7\text{V}_{\text{rms}}$  时在波长分别是  $\lambda = 450\text{nm}$ 、 $550\text{nm}$  和  $650\text{nm}$  时的标准化反射比是 90.81%、93.86%和 90.71%。

[0117] 在透射部分 201 之中,加电电压为 0Vrms 到 5Vrms 之间并且把白色发光二极管(LED)作为背光单元(BLU)时,NB透反式LCD200在垂直入射方向下于 $\pm 30^\circ$ 左右的视锥处达到 300 : 1 的高对比度。 $\pm 80^\circ$ 左右的 10 : 1 的对比度条的宽视角范围可以获得。

[0118] 在“D65”的环境光条件下,以及倾斜入射角为 $45^\circ$ 并且在反射部分所加电压在 0Vrms and 5Vrms 之间时,NB透反式LCD 200 能在 $\pm 35^\circ$ 左右的视锥内实现 10 : 1 的对比度,并且几乎在整个 $\pm 80^\circ$ 的显示器视锥内实现比 1 更大的对比度。

[0119] 传统的NB透反式FFS或IPS LCD使用圆偏振层和一个或多个宽带四分之一波薄膜。在这些传统的LCD中使用(包括组装和排列)大尺寸圆偏振器和宽带四分之一波薄膜的成本比在LCD单元结构200中使用一对线偏振层和盒内延迟器254高很多。进一步的,由于圆偏振背光在反射部分被截止了,在传统LCD中循环背光是困难的。相对应的,当反射部分的面积和透射部分相当的时候,传统LCD的输出效率低。

[0120] 另一方面,LCD单元结构200表现出很高的对比度和宽视角。光循环/重新定向薄膜可被加在BLU和底部偏振层218之间,用于将来自反射部分202的背光循环至透射部分,如进一步解释的,导致使用LCD单元结构200的显示器中的BLU的高光输出效率,即便当透射部分201和反射部分202的面积相当时。

[0121] 2.3 花状电极结构

[0122] 图3A示出了一个处于电压-关状态的示例性NB透反式LCD单元结构300的示意性横截面视图。如所示出的,沿着图3A的水平方向,LCD单元结构300包括一个透射部分301和一个反射部分302。沿着图3A的垂直方向,透射部分301和反射部分302有不同的层结构。

[0123] LCD单元结构300包括一个均匀排列的液晶材料层310。当透射部分301和反射部分302都如此处所示包括用于运行在FEC模式中的结构时,处于透射部分301和反射部分302之中的液晶层310在电压-关的状态下按相同的方向排列。在真空条件下,通过毛细管效应或滴灌技术工艺,液晶层110可被灌进一个盒空间。在一些实施方案中,液晶层310是一个 $\Delta \epsilon > 0$ 的正介电各向异性型。在一些实施方案中,液晶层310是一个 $\Delta \epsilon < 0$ 的负介电各向异性型。

[0124] 彩色滤波器323a可被沉积在顶部基底层324的一个面向液晶层310的内表面上或附近。彩色滤波器可覆盖透射部分301和反射部分302或仅覆盖透射部分301。可存在红、绿和蓝色(RGB)彩色滤波器323a。在没有被彩色滤波器323a覆盖的区域之内,可配置有外敷层323b。这个外敷层323b可以是一个钝化层,这个层包括有机材料(如a-Si:C:O和a-Si:O:F)或无机材料(如氮化硅(SiNx)和二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)),其由等离子增强化学气相沉积或其他相似的溅射方法制备。

[0125] 透射部分301与反射部分302相比可有一个不同的液晶盒间隙。在一些实施方案中,LCD单元结构300在反射部分302中的顶部基底层314上或附近包括一个外敷层313。外敷层313可通过光刻蚀刻工艺形成于多个被部分刻蚀的区域中。在一些实施方案中,部分是由于外敷层313的原因,在反射部分302中的液晶盒间隙可以近似为透射部分301中的液晶盒间隙的一半。在多个实施方案中,外敷层113可包括丙烯酸树脂、聚酰胺或酚醛环氧树脂。

[0126] 一个ITO层322a可位于顶部基底层324和液晶层310之间,作为通用电极322的

第一部分。一个 ITO 层 322b 可位于外敷层 313 和液晶层 310 之间,作为通用电极 322 的第二部分。

[0127] 底部基底层 314 可用玻璃制成。在透射部分 301,在底部基底层 314 的朝向液晶层 310 的内表面上,设置一个透明的氧化铟锡 (ITO) 层 312 作为透射电极。

[0128] 在反射部分 302 中,底部基底层 314 的内表面可被覆盖上例如铝 (Al) 或银 (Ag) 的金属反射层 311b 作为反射电极。在一些实施方案当中,金属反射层 311b 可以是一个不平的金属层。

[0129] 具有基本相同的偏振轴的底部线偏振层 316 和顶部线偏振层 326 可被分别附着在底部基底层 314 和顶部基底层 324 的外表面上。

[0130] 一个开关元件可被配置在单元结构 300 中,用于控制反射电极 311a 与透射部分 301 中的透射电极 312a 的连接或非连接。例如,在包括 LCD 单元结构 300 的透反式 LCD 显示器的一些运行模式里,开关元件 (其结合显示模式控制逻辑来工作) 可使反射电极 311a 连接至透射电极 312a;因此,电极 311a 和电极 312a 可被同一个信号驱动,以使透射部分 301 和反射部分 302 同时表达同一个像素或子像素的值。在其他一些运行模式里面,开关元件可使反射电极 311a 与透射电极 312a 不连接;电极 311a 和 312a 因此可被分立的信号驱动,以使透射部分 301 和反射部分 302 独立地表达不同的像素或子像素的值。例如,在透射运行模式中,透射部分 301 可以根据基于图像数据的像素或子像素值来设定,同时反射部分 302 可被设定在暗黑状态。另一方面,在一个反射运行模式中,反射部分 302 可以根据基于图像数据的像素或子像素值来设定,同时透射部分 301 可被设定在暗黑状态。

[0131] 开关元件可由藏在反射部分 302 中的反射金属层 311 后的一个或多个 TFT 实现,以提高透反式 LCD 的孔径比。

[0132] 在一些实施方案中,在电压 - 关状态下,均匀排列的液晶层 310 可沿一个方向排列。在不同的实施方案中,具有不同电控双折射特性的液晶材料可用在液晶层 310 之中。在一些实施方案当中, LCD 单元结构 100 中没有使用受摩擦聚酰亚胺层。在一些实施方案当中,液晶层 310 的排列方向如图 3A 所示沿垂直方向。

[0133] 在一些实施方案当中,第一半波延迟薄膜 316 和第一四分之一波延迟薄膜 336 被放置在底部基底 316 上。延迟薄膜 316 和 336 的顺序可如图所示或相反。相似的,第二半波延迟薄膜 326 和第二四分之一波延迟器 346 被放置在底部基底层 314 下。延迟薄膜 326 和 346 的顺序可如图所示或相反。第一和第二半波延迟薄膜 316 和 326 的慢轴方向可基本沿着第一个方向。第一和第二四分之一波延迟薄膜 336 和 346 的慢轴方向可基本沿着第二个方向。

[0134] 当从第一个偏振层 318 出射时带有第一偏振态的来自 BLU 的背光 332 进入第二偏振层 328 时变成了具有第二正交偏振态的光。具有第二正交偏振态的光被偏振层 328 截止。这为 LCD 单元结构 300 的透射部分 301 产生了一个寻常黑液晶模式。

[0135] 在反射部分 302 当中,环境光 342 的光路通过第二半波薄膜 326 和第二四分之一波薄膜 346 两次。这些延迟薄膜相对于环境光 342 光路的总效果是一个半波波片。在类似的分析下——类似于对反射部分 101 所作的分析,环境光 342 在电压 - 关状态下在反射部分 302 之中被截止。这样, LCD 单元结构 300 的反射部分 302 的寻常黑液晶模式也产生了。

[0136] 在一些实施方案当中,第一半波延迟薄膜 316 和第二半波延迟薄膜 326 的方位角

是相同的,例如为  $\theta_h$ 。类似的,在一些实施方案当中,第一四分之一波延迟薄膜 336 和第二四分之一波延迟薄膜 346 的方位角是相同的,例如为  $\theta_q$ 。第一半波延迟薄膜 316 和第一四分之一波延迟薄膜 336 形成一个宽带四分之一波片,同时第二半波延迟薄膜 326 和第二四分之一波延迟薄膜 346 形成另一个宽带四分之一波片。这样,透射部分 301 的光学结构包括两个所述的宽带四分之一波片。

[0137] 类似地,在反射部分 316 之中,只有第二半波延迟薄膜 326 和第一四分之一波延迟薄膜 336 处于环境光 342 的光路之中。第二半波延迟薄膜 326 和第一四分之一波延迟薄膜 336 的方位角分别是  $\theta_h$  和  $\theta_q$ 。由于环境光 342 的光路两次通过第二半波延迟薄膜 326 和第一四分之一波延迟薄膜 336,所以反射部分 302 的光学结构实际上也包括两个具有相同方位角  $\theta_h$  和  $\theta_q$  的宽带四分之一波片。取决于对可见光 380nm 到 780nm 范围内的优化的中心波长的选择,宽带四分之一波片的延迟值可被设定于数值 160nm 到 400nm 之间。进一步的,在一些实施方案当中,方位角  $\theta_h$  和  $\theta_q$  可被设定为满足下述的两个关系式之一:

$$[0138] \quad 60 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq 120, \text{ (Rel. 3a)}$$

[0139] 或

$$[0140] \quad -120 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq -60 \text{ (Rel. 3b)}$$

[0141] 在一些实施方案当中,为了实现反射部分和透射部分当中的一对消色差的宽带四分之一波片,方位角  $\theta_h$  和  $\theta_q$  被设定成基本上满足如下的具体关系式:

$$[0142] \quad 4\theta_h - 2\theta_q = \pm 90. \text{ (Rel. 3c)}$$

[0143] 由于偏振器对是相互平行而不是彼此垂直排列的,由于透射部分 301 和反射部分 302 的光学结构基本是一致的,相比于原本的情况,LCD 单元结构 300 呈现了透射部分和反射部分之间的更好的伽玛曲线匹配能力。

[0144] 在一些实施方案当中,LCD 单元结构 300 包括一个在电压 - 开的状态下可以产生类似于多个花的形状的电场的花状电极结构。在一些实施方案当中,这个电极结构包括:多个微型凸起,其位于 (1) 通用电极 322 和 (2) 透射电极 311a 或反射电极 311b 之中的一个上;和位于其他电极上的多个开口。在一些实施方案当中,每个开口都具有对称形状,如圆形、矩形、六边形、八角形等。在一些实施方案当中,微型凸起成型在离底部基底层 314 比较近的电极层上,同时开口被成型在离顶部基底层 324 比较近的电极层上。

[0145] 在一些实施方案当中,LCD 单元结构 300 的电极结构形成了多个电极子结构。在一些实施方案当中,透射部分 301 中的电极子结构彼此相似。图 3B 示出了一个包括第一个电极部分 372 和对应的第二个电极部分 378 的示例性电极结构。在一些实施方案当中,第一个电极部分 372 被放在通用电极 322 上,同时第二个电极部分 378 被放在透射电极 311a 或反射电极 311b 上。第一电极部分 372 包括一个传导材料(如 ITO) 空缺的开口 374。微型凸起 376 被成型在第二个电极部分 378 上。

[0146] 微型凸起 376 可包括透明材料或不透明的材料。在一些实施方案当中,微型凸起 376 可包括介质材料。介质材料的介电常数不同于液晶层 310。介质材料可具有与液晶层 310 相同或不同的反射系数。

[0147] 微型凸起 376 可包括一个圆锥形的表面,该圆锥形的表面上可涂覆有或没有传导层。如果涂覆有传导层,在微型凸起 376 的圆锥形表面上的传导层可以是一个透明的传导层或不透明的金属层。传导层可以与第二电极部分 378 连接或不连接。

[0148] 在一些实施方案当中,此处描述的透射部分中的开口的形状、尺寸或面积可不同于反射部分 302 中的相对应的部分。在一些实施方案当中,反射部分 302 中的开口的面积大于透射部分 301 中的开口的面积。

[0149] 图 3C 示出了一个处于电压 - 开状态的示例性 NB 透反式 LCD 单元结构 300 的示意性横截面视图。

[0150] 如图 3C 所示,在透射部分 301 中,在电压 - 开的状态下,由于层 310 中的液晶材料的介电各向异性,均匀排布的液晶层 310 将被电极结构产生的电场扭曲向上。在层 310 中的液晶材料的扭曲导致光学各向异性的变化。因此,背光 332 现在能够透过偏振层 318 和 328,在透射部分 101 中显示一个亮的状态。

[0151] 类似的,在反射部分 302 中,在电压 - 开的状态下,由于层 310 中的液晶材料的介电各向异性,均匀排布的液晶层 310 将被被电极结构产生的电场扭曲向上。在层 310 中的液晶材料的扭曲导致光学各向异性的变化。因此,环境光 342 现在能够从金属反射层 311 被反射,以在反射部分 302 中显示一个亮的状态。

[0152] 透射部分 301 的电压 - 开状态和反射部分 302 的电压 - 关状态是分别设定的。例如,当反射电极 311a 和透射电极 312a 相连接时,透射部分 301 和反射部分 302 都可被设定至一个相关的亮度状态。当反射电极 311a 和透射电极 312a 不相连时,透射部分 301 可被设定至第一亮度状态,同时反射部分 302 可被设定至第二个不同的亮度状态。

[0153] 在一些实施方案当中,能够结合透射部分 301 中的 RGB 彩色滤波器 323a 在透射或透反式运行模式下显示彩色图像,同时,能够在反射部分 302 中显示黑白单色图像,因为在这个区域没有彩色滤波器。

[0154] 在一个实施方案中,液晶层 310 由商业上可从 Merk 获得的 MLC-6608 构成。如所述,LCD 单元结构 200 可包括多个如图 3B 所示的电极子结构,并且透射部分 301 中的盒间隙是 4 $\mu\text{m}$ ,在反射部分 302 的盒间隙是 2.5 $\mu\text{m}$ 。在这个实施方案中,电极子结构的单元面积是相同的,例如 28  $\mu\text{m}$  x 28  $\mu\text{m}$ 。开口的单元面积可以是 8 $\mu\text{m}$ ,微型凸起的直径是 9 $\mu\text{m}$ ,高为 2.5 $\mu\text{m}$ 。液晶层 310 的参数是:双折射系数  $\Delta n = 0.083$ (当  $\lambda = 550\text{nm}$  时),介电各向异性  $\Delta \epsilon < 0$ 。液晶层 310 在初始的电压 - 关状态中具有垂直方向的排列,液晶层 310 的预倾角是 90°。表 3 示出了示例中 LCD 单元结构的其他参数,透射部分 301 和反射部分 302 之间的面积比是 40 : 60。

[0155] 表 3

[0156]

构成部分		示例值
偏振层 318	吸收轴 (°)	0
半波薄膜 316	慢轴方向 (°)	15
	相位延迟 (nm)	275
四分之一波薄膜 336	慢轴方向 (°)	75
	相位延迟 (nm)	138
四分之一波薄膜 346	慢轴方向 (°)	75
	相位延迟 (nm)	138
半波薄膜 326	慢轴方向 (°)	15
	相位延迟 (nm)	275
偏振层 328	吸收轴 (°)	0

[0157] 具有以上示例性参数值的 LCD 单元结构 300 对 RGB 原色的最大的标准化透射比分别是 73.8%、89.1% 和 87.4%。对于一个使用 Z 字形狭缝的示例的传统四域透反式 VA LCD, 在波长  $\lambda = 450\text{nm}$ ,  $550\text{nm}$  和  $650\text{nm}$  处的最大标准化透射比分别是 61.1%、74.5% 和 75.4%。NB 透反式 LCD 单元结构 300 相对于传统四域透反式 VA LCD 在对 RGB 原色的透射比方面有 20.78%、19.59% 和 15.91% 的增益。NB 透反式 LCD 单元结构 300 在白光源下有一个最大标准化反射率 96.10%，同时传统四域透反式 VA LCD 的最大标准化反射比为 82.95%。因此，NB 透反式 LCD 单元结构 300 同传统的四域透反式 VA LCD 相比反射比有 15.8% 的增益。

[0158] 在透射部分 201 之中，加电电压为  $0V_{\text{rms}}$  到  $5V_{\text{rms}}$  之间并且把白色发光二极管 (LED) 作为 BLU 时，NB 透反式 LCD 300 在垂直入射方向下于  $\pm 20^\circ$  左右的视锥处达到 300 : 1 的高对比度。10 : 1 的对比度条被扩展至  $\pm 50$  度。

[0159] 在“D65”环境光条件下，并且在反射部分所加电压在  $0V_{\text{rms}}$  and  $5V_{\text{rms}}$  之间时，NB 透反式 LCD 300 能在  $\pm 50^\circ$  左右的宽视锥内实现 10 : 1 的对比度，并且几乎在整个  $\pm 70^\circ$  的显示器视锥内实现比 1 更大的对比度。

[0160] 为了示出一个清楚的示例，多个开口可被置于底部基底层和顶部基底层之一的附近。在一些实施方案当中，开口可被置于两个基底层附近的电极层中。为了示出一个清楚的示例，开口可以是对称的图形。在一些实施方案当中，开口可以是非对称的图形。

[0161] 3 背光循环

[0162] 在一些实施方案当中，此处描述的 LCD 单元结构可包括一个背光循环装置。

[0163] 图 4 为 LCD 单元结构 100 示出了一个示例的装置。如图所示，光循环 / 重新定向薄膜 134 可被插入在 BLU136 和底部偏振层 118 之间。光循环 / 重新定向薄膜 134 可以是一个偏振循环薄膜，例如商业上可从 3M 获得的双重亮度增强膜 (DBEF)。光循环 / 重新定向薄膜 134 在第一偏振态中反射光并且在第二正交偏振态透射光。在一些实施方案当中，光循环 / 重新定向薄膜 134 可将从任何方向入射的光重新定向到一个具体的出射方向范围。入

射光的重新定向可通过薄膜中的一个或多个光折射和 / 或反射实现。

[0164] 在反射部分 102 中,来自 BLU136 的背光 132 首先通过光循环薄膜 134、线偏振层 118 和半波延迟薄膜 116,并以第一偏振态进入反射部分 102 的底部区域。光可被反射层 111 随机反射。反射光可通过半波延迟薄膜 116 并以相同的第一偏振态从线偏振层 118 离开。通过光循环 / 重新定向薄膜 134 以及甚至是 BLU136 的表面的反射和重新定向,背光 132 被重新定向进入透射部分 101。因此,反射部分 102 中的来自 BLU 的背光 U136 被循环至透射部分 101。在一些实施方案当中,通过这种背光循环,20% -50% 多的光可从反射部分 102 被重新定向至透射部分 101(这在其他传统透反式 LCD 中原本会被浪费掉)。因此,可以获得 BLU 的高光学输出,透射部分 101 中的亮度增强。

[0165] 为了说明一个清晰的例子,LCD 单元结构 100 被用于说明背光的循环。在一些实施方案中,LCD 单元结构 200 和 300 使用如所述的相同的或相似的结构用于背光循环。

### [0166] 3. 扩展和变化

[0167] 为了说明一个清晰的例子,透反式 LCD 单元结构中的透射部分和反射部分已经被描述为运行在 ECB、FFS 或 FEC 模式之一下。在一些实施方案中,透反式 LCD 单元结构可运行在混合模式下。在这些实施方案中,透反式 LCD 单元结构的透射部分可包括一个如前面所述的运行在 ECB、FFS 或 FEC 模式之一下的透射结构,而同一透反 LCD 单元结构的反射部分可以包括如前所述的反射结构,以运行在 ECB、FFS 或 FEC 模式之一中的一个不同的模式下。例如,透射部分可具有和透射部分 201 相同的结构,同时反射部分可具有和反射部分 102 相同的结构。作为另一选择,和 / 或可选择地,透射部分可具有和透射部分 101 相同的结构,同时反射部分可具有和反射部分 202 相同的结构。作为另一选择,和 / 或可选择地,透射部分可具有和透射部分 301 相同的结构,同时反射部分可具有和反射部分 102 相同的结构。透反式 LCD 单元结构中的透射部分和反射部分的不同组合也可使用。像前面提到的,液晶层在电压 - 关的状态下在每个透射部分和反射部分内部按相同的方向保持均匀的排列。然而,透射部分中的液晶层部分可以在电压 - 关的状态下与反射部分中的液晶层部分对齐或不对齐。

[0168] 此处描述的 LCD 单元结构可被用于表现不同的颜色。用于表现一种颜色的 LCD 单元结构的参数可能不同于用于表现其他颜色的其他单元结构的参数,即使两种 LCD 单元结构是同一个显示面板的组件。例如,“绿”色的 LCD 单元结构的盒间隙可不同于另外一个“红”色的 LCD 单元结构的盒间隙,即使两种 LCD 单元结构属于同一个显示器的同一个像素。

[0169] 虽然本发明的优选实施方案已经被示出和描述,但是应当明确本发明不仅仅限于这些实施方案。对本领域普通技术人员而言,大量的修改、改变、变异、替代和等同将是显而易见的,不脱离权利要求所述的本发明的精神和范围。



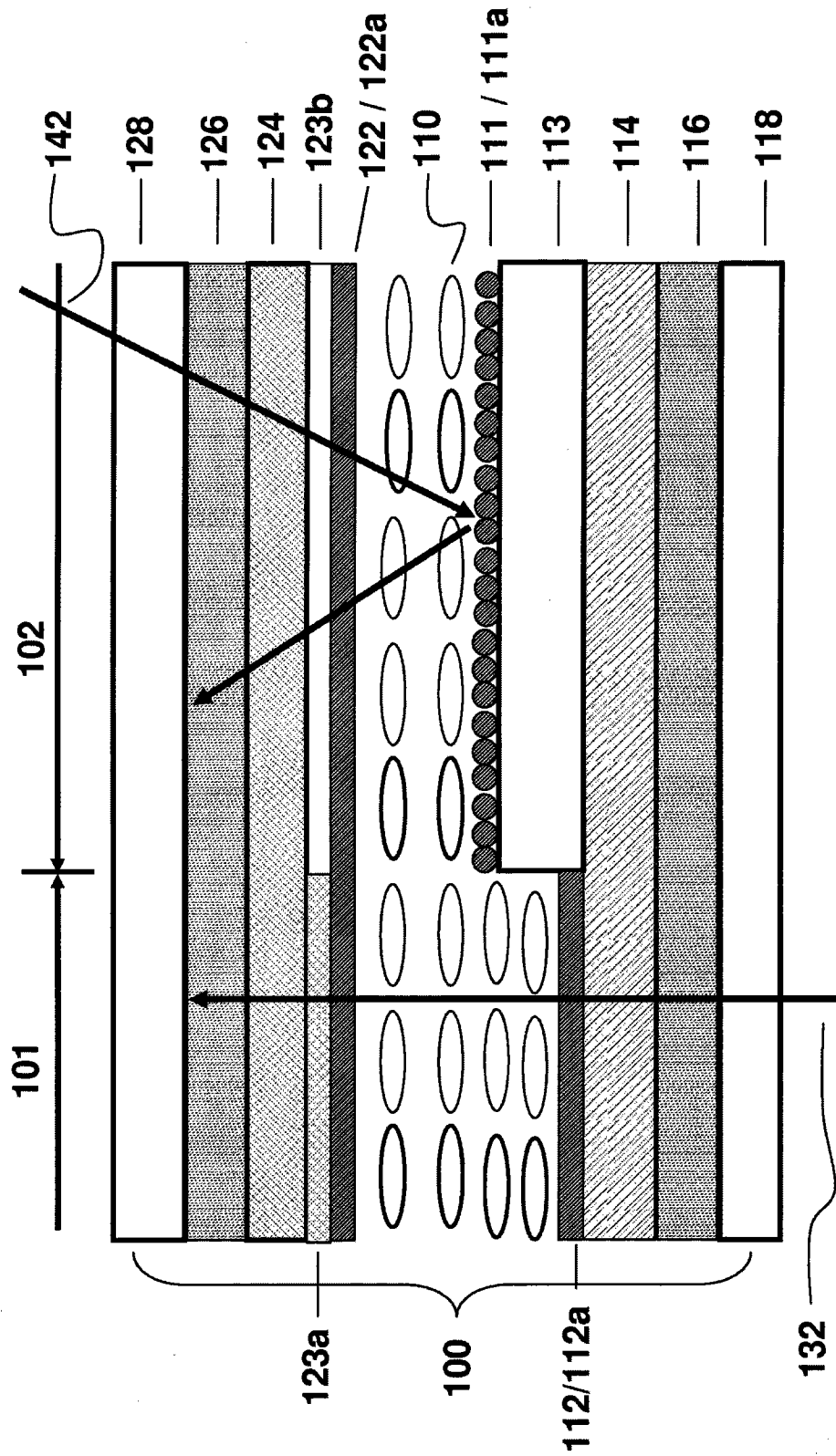


图 1A

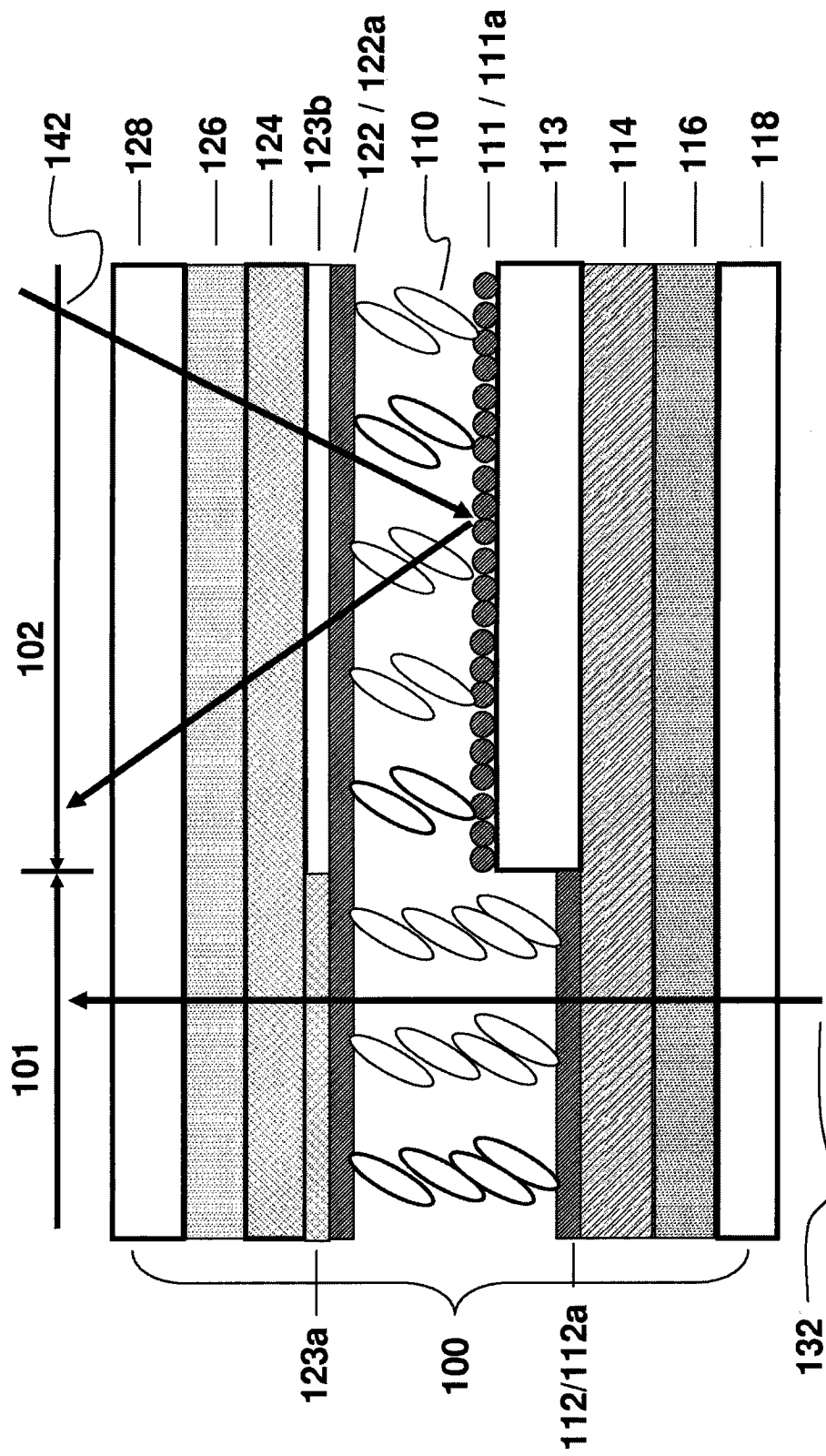


图 1B

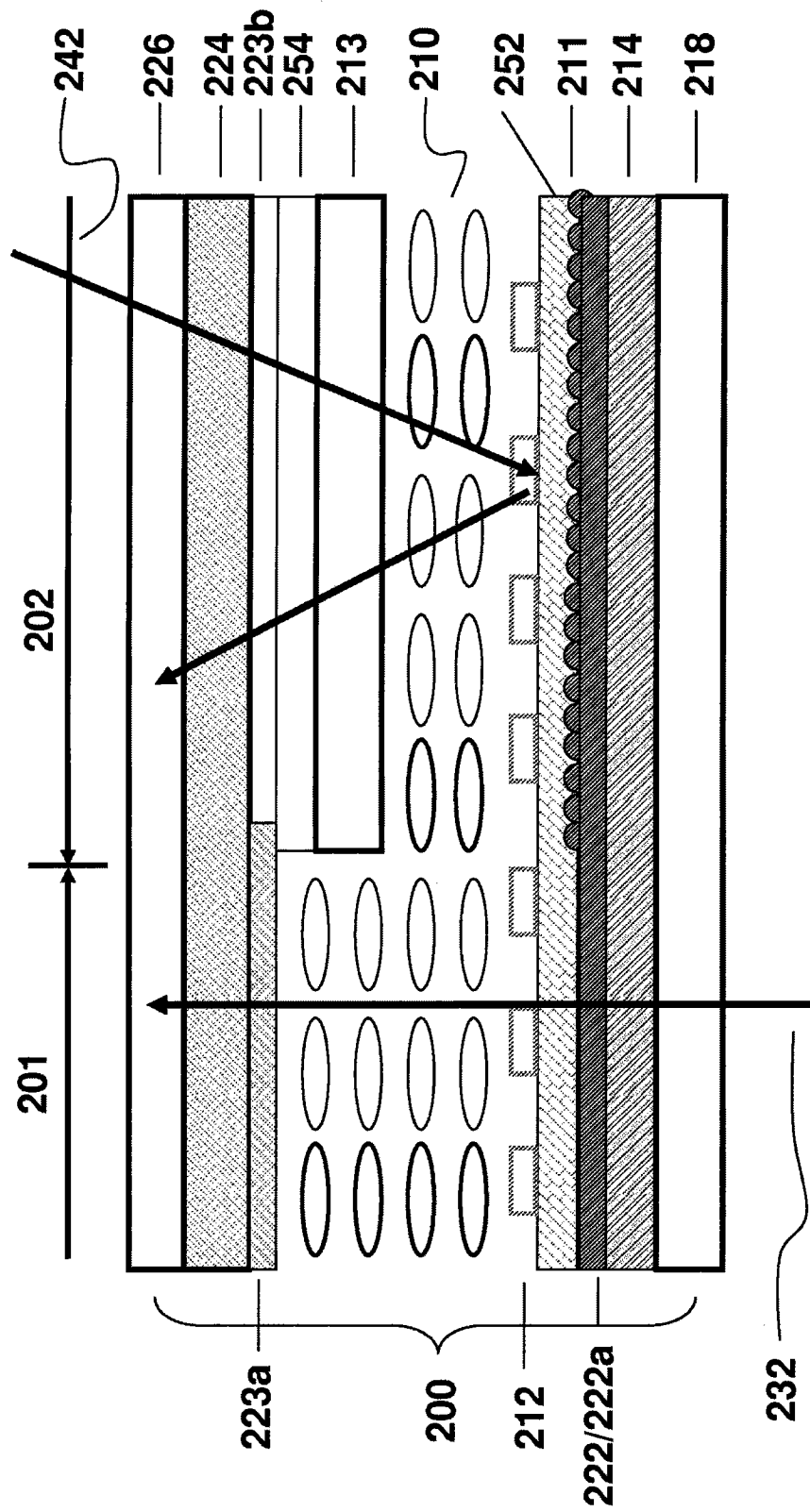


图 2A

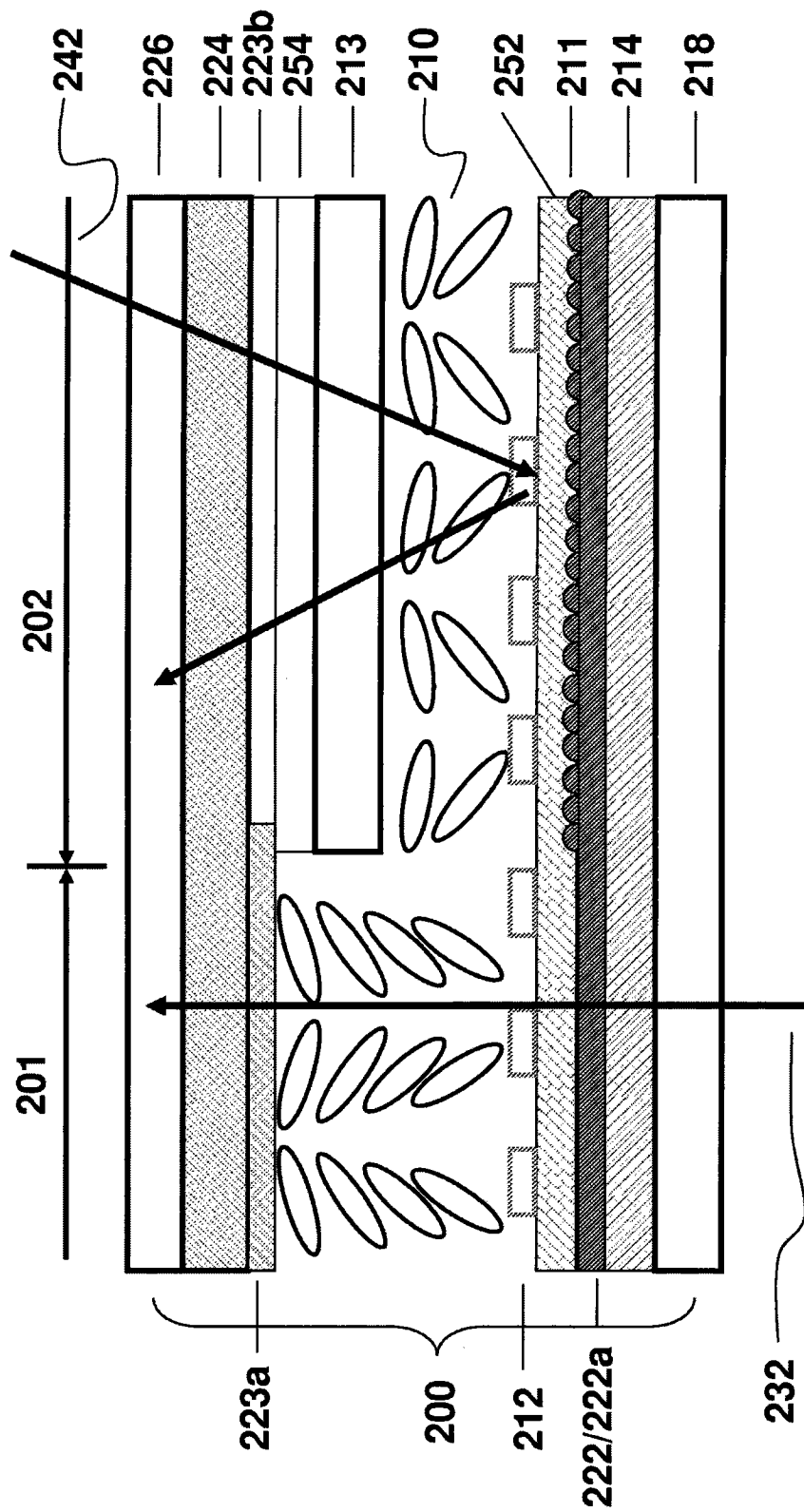


图 2B

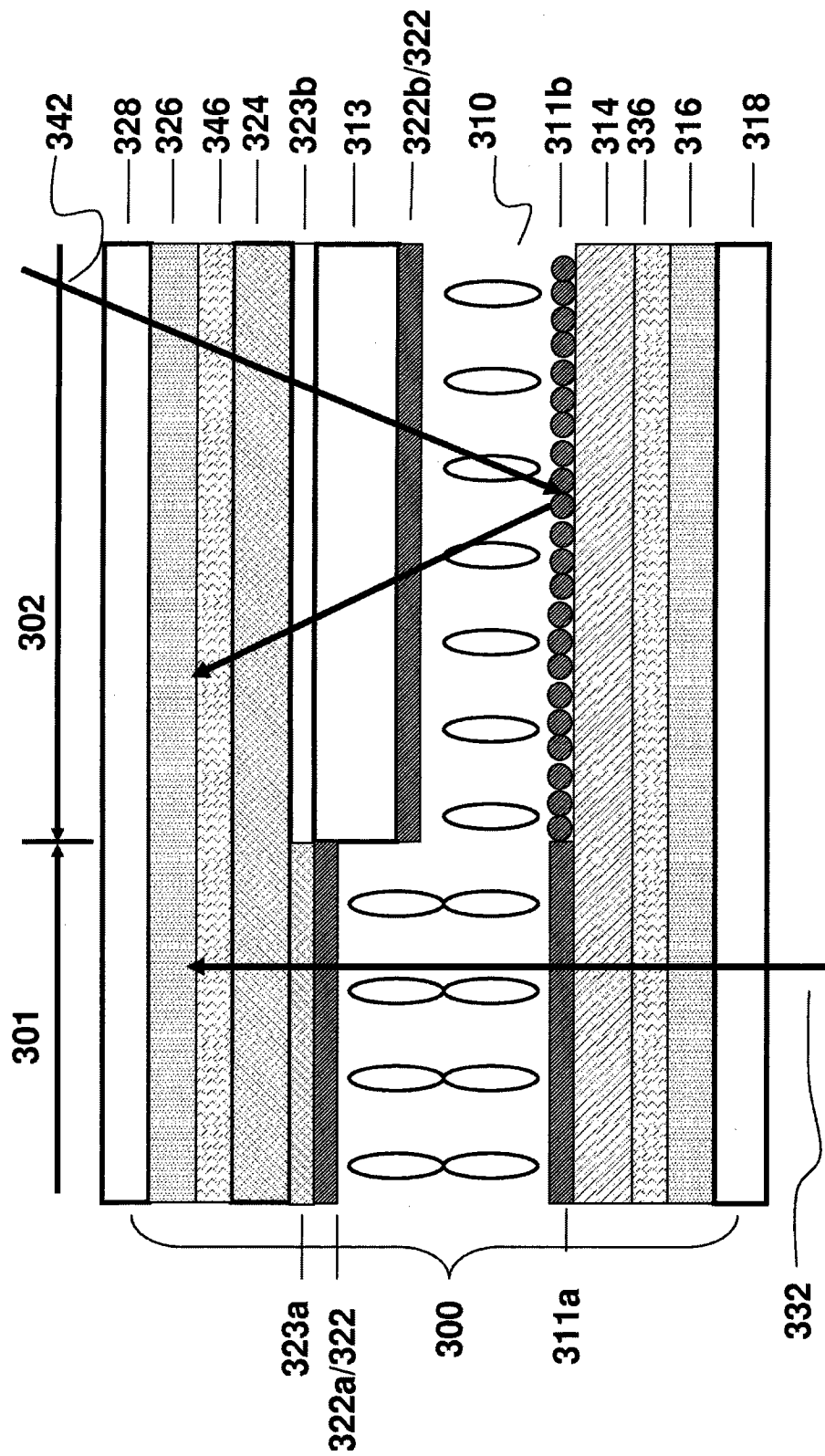


图 3A

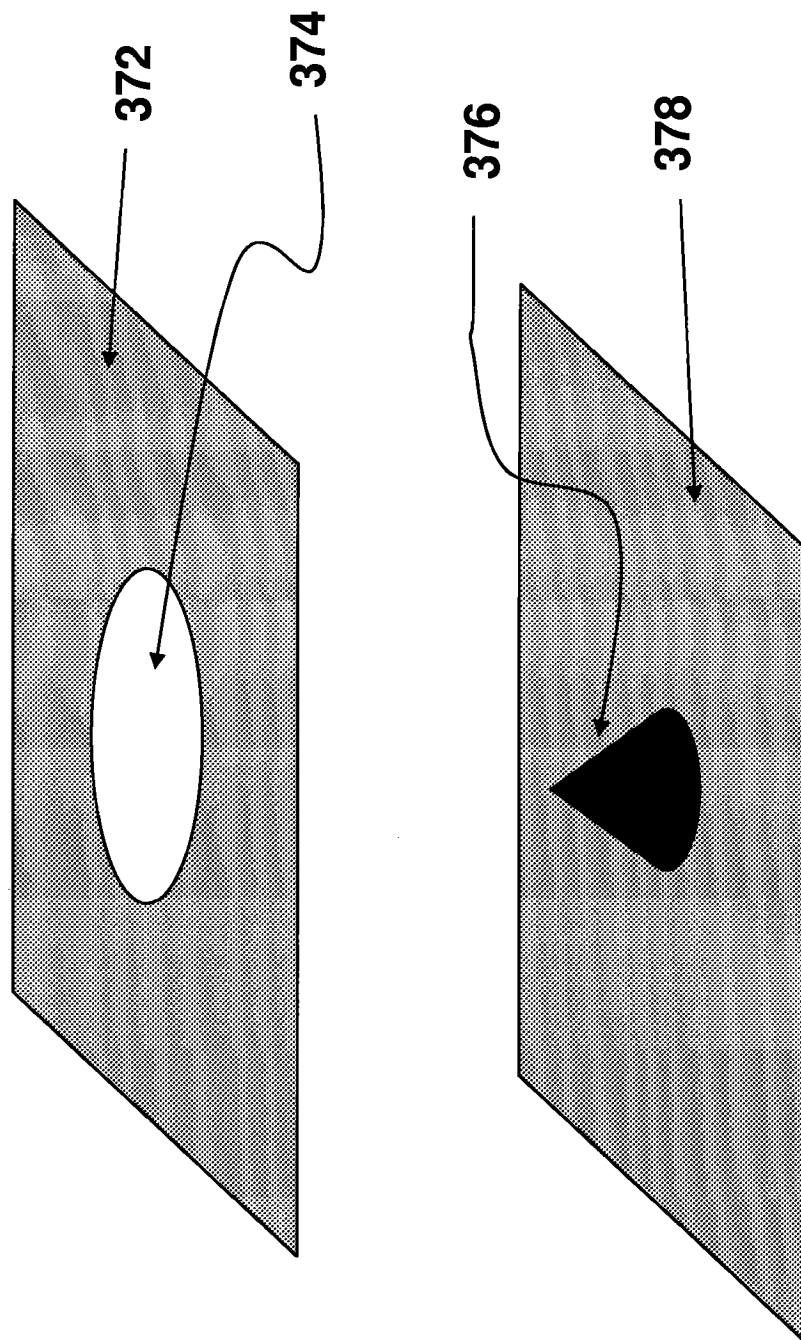


图 3B

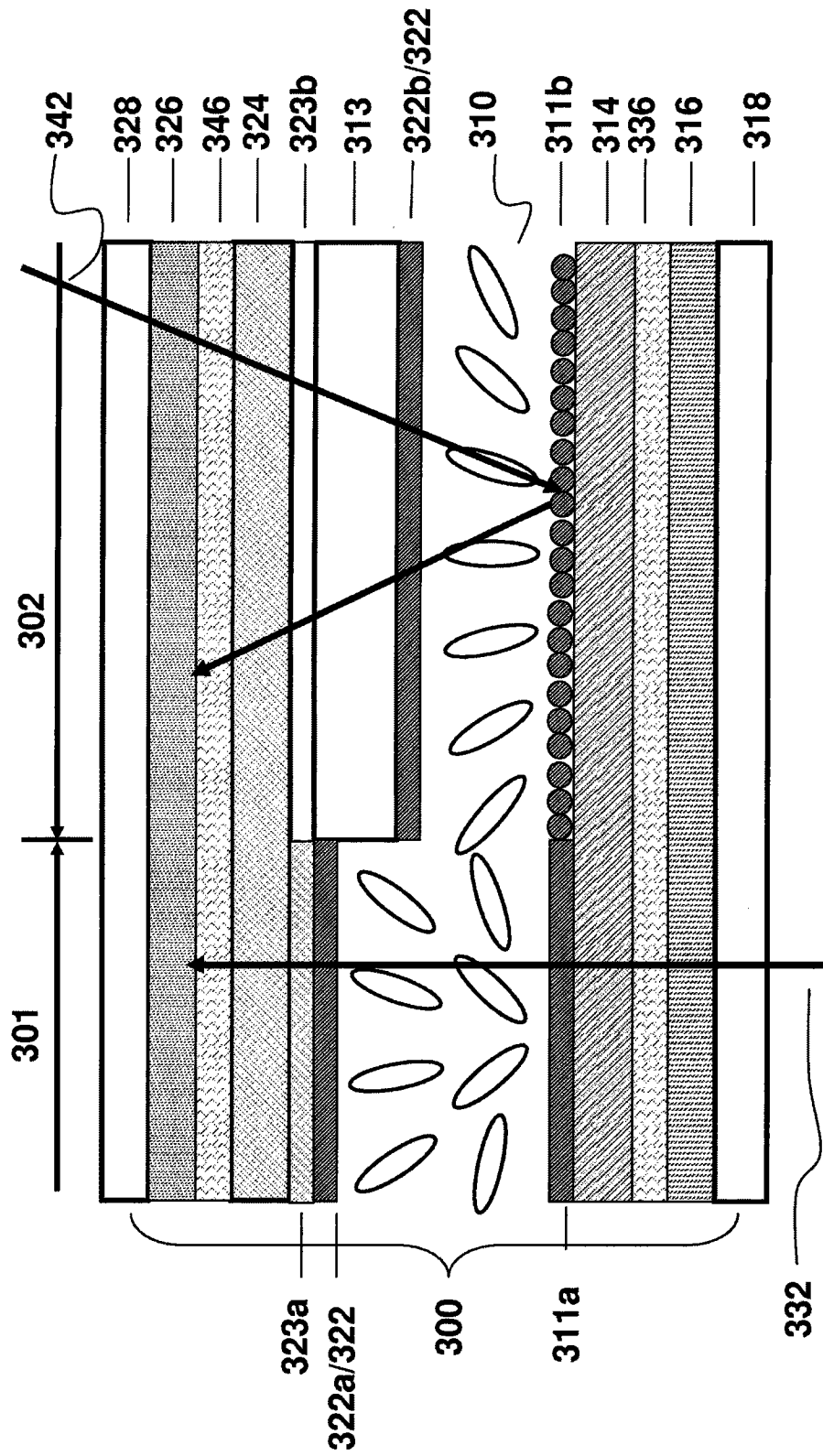


图 3C

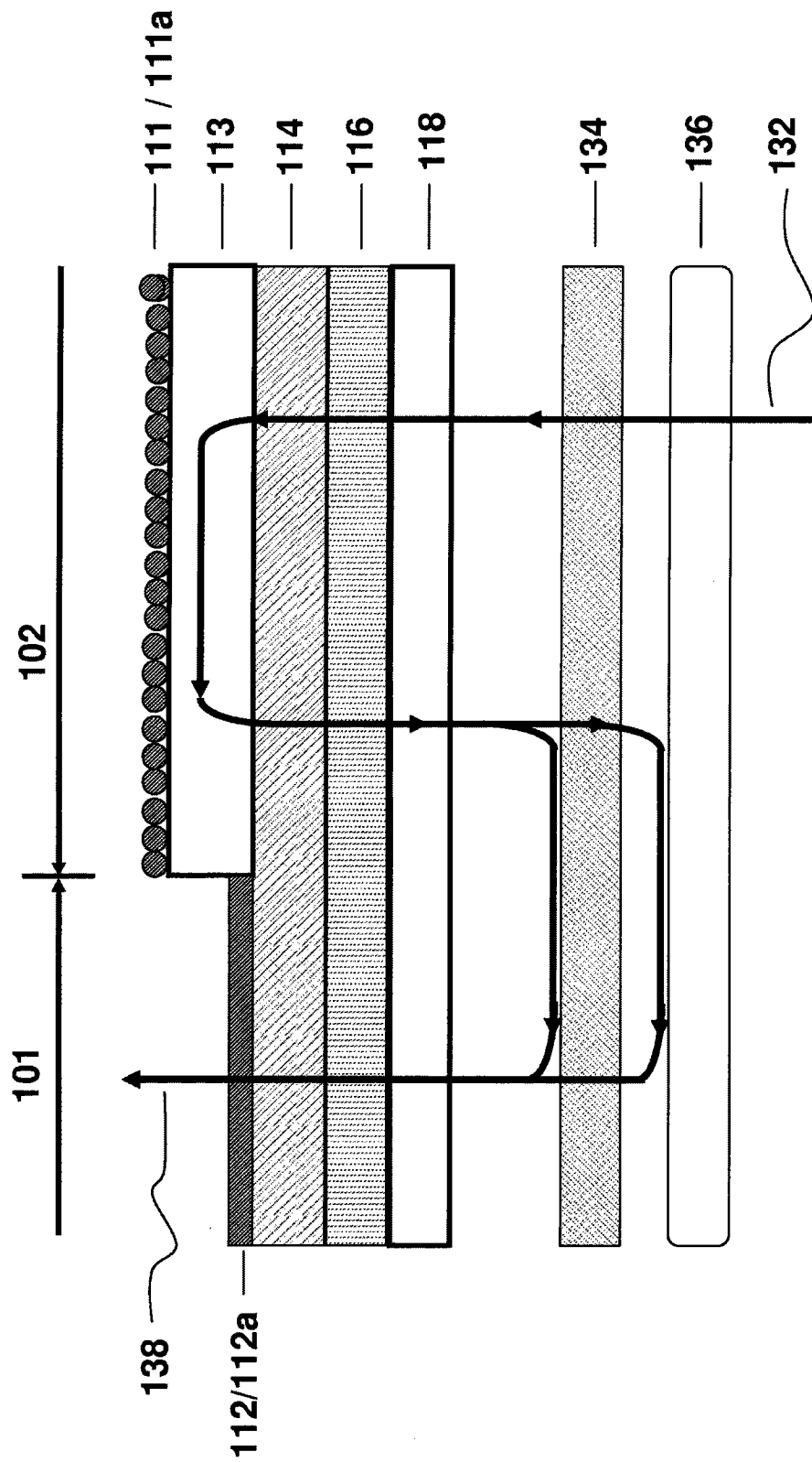


图 4