

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/139 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480009806.1

[45] 授权公告日 2009年1月14日

[11] 授权公告号 CN 100451799C

[22] 申请日 2004.2.26

[21] 申请号 200480009806.1

[30] 优先权

[32] 2003.2.26 [33] US [31] 60/450,370

[32] 2003.5.15 [33] US [31] 10/438,511

[86] 国际申请 PCT/US2004/005797 2004.2.26

[87] 国际公布 WO2004/077392 英 2004.9.10

[85] 进入国家阶段日期 2005.10.12

[73] 专利权人 布里连公司

地址 美国亚利桑那州

[72] 发明人 赫马西里·维撒纳

[56] 参考文献

JP10123576A 1998.5.15

US20010030723A1 2001.10.18

US6141074A 2000.10.31

CH661361A5 1987.7.15

US6426786B1 2002.7.30

审查员 杨 艳

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 陶凤波 侯 宇

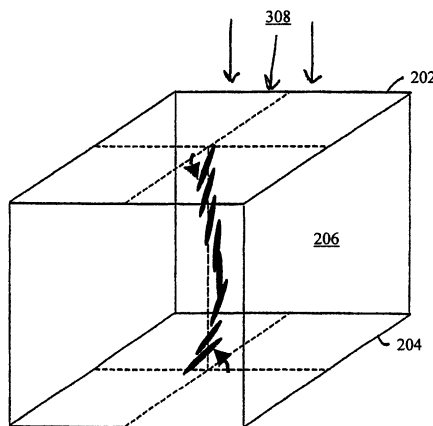
权利要求书 6 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称

具有大倾角和高对比度的垂直配向向列型液晶显示器

[57] 摘要

一种反射型硅基液晶(LCOS)显示器,包括:透明基板,反射基板,以及在所述基板之间的液晶流体。该 LCOS 显示器还包括以多行和多列排布的像素矩阵,其中一行和一列的交叉点定义了矩阵中一个像素的位置。该 LCOS 显示器具有足以克服边缘场所致的向错的倾角,与此同时,实现了高对比度。液晶流体分子的表面方位角方向基本平行或垂直于进入的入射线性偏振光的偏振方向。因为进入的入射线性偏振光所经历的有效双折射基本为零并且不依赖于液晶流体分子的预倾角,所以光泄漏最小。在透明基板和反射基板之间,液晶流体分子的扭转可以在处于“关”状态时从约 0 度变化到约 90 度。



1. 一种反射型液晶显示器, 包括:

基本透明的第一基板;

基本是反射性的并且基本平行于所述第一基板的第二基板; 以及,

没有手性掺杂剂、具有双折射率 (Δn) 和负介电各向异性的液晶流体, 其中所述液晶流体在所述第一和第二基板之间;

所述第一基板具有靠近所述液晶流体的第一液晶配向层, 其中靠近所述第一液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的第一预倾角以及第一方位角方向, 第一方位角方向近似平行于或近似垂直于入射到所述第一基板的线性偏振光的偏振方向;

所述第二基板具有靠近所述液晶流体的第二液晶配向层, 其中靠近所述第二液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的第二预倾角以及第二方位角方向, 所述第二方位角方向基本垂直于所述第一方位角方向。

2. 根据权利要求 1 所述的反射型液晶显示器, 其中通过将所述第一和第二基板之间的电场从基本没有电场改变为具有最佳值的电场来产生灰度梯度。

3. 根据权利要求 1 所述的反射型液晶显示器, 其中所述第一和第二基板的内面之间的距离 (d) 为约 3.5 微米。

4. 根据权利要求 1 所述的反射型液晶显示器, 其中所述第一和第二基板的内面之间的距离 (d) 为从约 3.3 微米至约 3.7 微米。

5. 根据权利要求 1 所述的反射型液晶显示器, 其中所述双折射率 (Δn) 在约 45 摄氏度时为约 0.0830。

6. 根据权利要求 1 所述的反射型液晶显示器, 其中所述双折射率 (Δn) 为从约 0.0777 至约 0.0996。

7. 根据权利要求 1 所述的反射型液晶显示器, 其中在所述第一和第二基板之间施加具有最佳值的电场时, 所述双折射率 (Δn) 乘以 d 大于 $\lambda/4$, 其中 d 是所述第一和第二基板的内面之间的距离, λ 是光的波长。

8. 根据权利要求 1 所述的反射型液晶显示器, 其中当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时, 所述液晶流体的分子具有约 5 度至约 15

度的倾角 (θ)。

9. 根据权利要求 1 所述的反射型液晶显示器, 其中当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时, 所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的倾角 (θ)。

10. 根据权利要求 1 所述的反射型液晶显示器, 其中当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时, 所述液晶流体分子的方位角 (ϕ) 从所述第一基板处的约 0 度变化到所述第二基板处的约 90 度。

11. 根据权利要求 1 所述的反射型液晶显示器, 其中当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时, 所述液晶流体分子的方位角 (ϕ) 从所述第二基板处的约 0 度变化到所述第一基板处的约 90 度。

12. 一种反射型液晶显示器, 包括:

基本透明的第一基板;

基本是反射性的并且基本平行于所述第一基板的第二基板; 以及,

没有手性掺杂剂、具有双折射率 (Δn) 和负介电各向异性的液晶流体, 其中所述液晶流体在所述第一和第二基板之间;

所述第一基板具有靠近所述液晶流体的第一液晶配向层, 其中靠近所述第一液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的第一预倾角以及第一方位角方向;

所述第二基板具有靠近所述液晶流体的第二液晶配向层, 其中靠近所述第二液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的第二预倾角以及第二方位角方向, 所述第二方位角方向基本垂直于所述第一方位角方向;

其中:

当在所述第一和第二基板之间施加电场时, 所述液晶流体的相当数目的分子增大了其倾角, 并且

当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时, 所述液晶流体的相当数目的分子使其方位角方向基本垂直于所述第一和第二基板;

由此, 当在所述第一和第二基板之间施加电场时, 所述液晶流体将所述第一基板处的线性偏振入射光改变成在所述第二基板时的近似圆形偏振的入射光, 其中所述第二基板将所述近似圆形偏振的入射光反射回来使其成为相反手性的近似圆形偏振的光, 其中所述液晶流体将该近似圆形偏振

的反射光变成在所述第一基板时的近似线性偏振的反射光，使得在所述第一基板处所述线性偏振入射光和所述线性偏振反射光的偏振方向近似垂直，以及

由此，当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体基本不改变穿过该液晶流体的光的偏振，并且在所述第一基板处所述线性偏振入射光和所述线性偏振反射光的偏振方向基本平行。

13. 根据权利要求 12 所述的反射型液晶显示器，其中以多个第一时序在所述第一和第二基板之间施加电场，以多个第二时序在所述第一和第二基板之间基本不施加电场。

14. 根据权利要求 13 所述的反射型液晶显示器，其中改变所述第一和第二时序以产生灰度梯度。

15. 根据权利要求 13 所述的反射型液晶显示器，其中改变所述第一和第二时序以产生场序彩色。

16. 一种用于反射型液晶显示器的方法，所述方法包括以下步骤：

设置基本透明的第一基板；

设置基本是反射性的并且基本平行于所述第一基板的第二基板；以及，在所述第一和第二基板之间设置没有手性掺杂剂、具有双折射率 (Δn) 和负介电各向异性的液晶流体；

在所述第一基板上设置第一液晶配向层，所述第一液晶配向层靠近所述液晶流体，其中靠近所述第一液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的第一预倾角以及第一方位角方向；

在所述第二基板上设置第二液晶配向层，所述第二液晶配向层靠近所述液晶流体，其中靠近所述第二液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的第二预倾角以及第二方位角方向，所述第二方位角方向基本垂直于所述第一方位角方向；使得

当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体不改变从中穿过的光的偏振状态，并且在所述第一基板处线性偏振入射光和线性偏振反射光的偏振方向基本平行，

当在所述第一和第二基板之间施加最佳亮状态电压的值时，所述液晶流体将所述第一基板处的线性偏振入射光改变成在所述第二基板时的近似圆形偏振的入射光，其中所述第二基板将所述近似圆形偏振的入射光反射

回来使其成为相反手性的近似圆形偏振的光，其中所述液晶流体将该近似圆形偏振的反射光变成在所述第一基板时的近似线性偏振的反射光，使得所述第一基板处所述线性偏振入射光和所述线性偏振反射光的偏振方向近似垂直，并且

当在所述第一和第二基板之间施加小于所述最佳亮状态电压的值时，所述液晶流体在所述入射线性偏振光穿过所述液晶流体并从所述第二基板被反射回来时将其偏振状态变成椭圆偏振光。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，其中线性偏振入射光的偏振方向近似平行于所述第一方位角方向。

18. 根据权利要求 16 所述的方法，其中线性偏振入射光的偏振方向近似垂直于所述第一方位角方向。

19. 根据权利要求 16 所述的方法，还包括以下步骤：通过使在所述第二基板处将入射光的偏振状态从近似线性偏振变成椭圆偏振，从而改变所述第一和第二基板之间的电场以产生灰度梯度，并且当基本不存在电场时，在所述第二基板处的入射光的偏振是近似线性的。

20. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述第一和第二基板的内面之间的距离 (d) 约为 3.5 微米。

21. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述第一和第二基板的内面之间的距离 (d) 是约 3.3 微米至约 3.7 微米。

22. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述液晶流体具有在约 45 摄氏度时约为 0.0830 的双折射率 (Δn)。

23. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述液晶流体具有约 0.0777 至约 0.0996 的双折射率 (Δn)。

24. 根据权利要求 16 所述的方法，其中在所述第一和第二基板之间施加具有最佳亮状态电压的值时，所述双折射率 Δn 乘以 d 大于 $\lambda/4$ ，其中 d 是所述第一和第二基板的内面之间的距离， λ 是光的波长。

25. 根据权利要求 16 所述的方法，其中当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体的分子具有约 5 度至约 15 度的倾角 (θ)。

26. 根据权利要求 16 所述的方法，其中当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的倾角

(θ)。

27. 根据权利要求 16 所述的方法，其中当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体分子的方位角 (ϕ) 从所述第一基板处的约 0 度变化到所述第二基板处的约 90 度。

28. 根据权利要求 16 所述的方法，其中当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体分子的方位角 (ϕ) 从所述第二基板处的约 0 度变化到所述第一基板处的约 90 度。

29. 一种用于反射型液晶显示器的方法，所述方法包括以下步骤：

设置基本透明的第一基板；

设置基本是反射性的并且基本平行于所述第一基板的第二基板；以及，

设置没有手性掺杂剂、具有双折射率 (Δn) 和负介电各向异性的液晶流体，所述液晶流体在所述第一和第二基板之间；

在所述第一基板上设置第一液晶配向层，所述第一液晶配向层靠近所述液晶流体，其中靠近所述第一液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的第一预倾角以及第一方位角方向；

在所述第二基板上设置第二液晶配向层，所述第二液晶配向层靠近所述液晶流体，其中靠近所述第二液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的第二预倾角以及第二方位角方向，所述第二方位角方向基本垂直于所述第一方位角方向；

其中：

当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体的相当数目的分子使其方位角方向基本垂直于所述第一和第二基板；并且

当在所述第一和第二基板之间施加电场时，所述液晶流体的相当数目的分子增大了其倾角；

由此，当在所述第一和第二基板之间施加电场时，所述液晶流体将所述第一基板处的线性偏振入射光改变成在所述第二基板时的近似圆形偏振的入射光，其中所述第二基板将所述近似圆形偏振的入射光反射回来使其成为相反手性的近似圆形偏振的光，其中所述液晶流体将该近似圆形偏振的反射光变成在所述第一基板时的近似线性偏振的反射光，使得所述第一基板处所述线性偏振入射光和所述线性偏振反射光的偏振方向近似垂直，并且

由此，当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体基本不改变穿过该液晶流体的光的偏振状态，使得在所述第一基板处所述线性偏振入射光和所述线性偏振反射光的偏振方向近似平行。

30. 一种反射型液晶显示器组件，包括：

基本透明的第一基板；

基本平行于所述第一基板的、基本是反射性的第二基板；以及，

没有手性掺杂剂、具有双折射率 (Δn) 和负介电各向异性的液晶流体，其中所述液晶流体在所述第一和第二基板之间；

分别在所述第一和第二基板上的第一和第二液晶配向层，其中靠近所述第一和第二液晶配向层的所述流体的分子具有有限的预倾角并分别定向在第一和第二方位角方向上；

其中将所述组件配置为使得 (i) 当基本没有电场施加在所述基板之间时，相当数目的流体分子定向为基本垂直于所述基板；(ii) 当在所述基板之间施加最佳亮状态电压的值时，相当数目的流体分子的倾角增大；以及 (iii) 当在所述基板之间施加小于最佳亮状态电压的值时，相当数目的流体分子定向成中间倾角。

具有大倾角和高对比度的垂直配向向列型液晶显示器

技术领域

本发明总体上涉及液晶显示器 (LCD)，更具体而言，涉及反射型硅基液晶 (LCOS) 显示器。

背景技术

液晶显示器技术已将显示器的尺寸从全部屏幕尺寸减小到小于 1.3 英寸对角线尺寸的小型显示器 (minidisplay)，以及需要放大系统的微型显示器 (microdisplay)。微型显示器可以利用半导体集成电路 (IC) 动态随机存取存储器 (DRAM) 工艺技术来制造，例如硅基液晶 (LCOS) 技术。LCOS 微型显示器由具有反射表面的硅衬底背板、盖玻璃 (cover glass) 以及插入的液晶层构成。LCOS 微型显示器设置为以多行和多列排布的像素的矩阵，其中一行和一列的交叉点定义了矩阵中一个像素的位置。对于入射光，每个像素是反射镜上方的一个液晶单元 (liquid crystal cell)。通过改变以所述层中任意点的液晶指向矢 (director) 的倾角和扭转角为特征的所述层中液晶的分子取向，可以使入射光改变其偏振状态。硅背板是像素的阵列，通常为 7 至 20 微米 (μm) 的间距。每个像素具有占据大部分像素区域的镜面。该镜面也是与液晶显示器盖玻璃电极一起形成像素电容器的电导体，所述盖玻璃电极是盖玻璃内面 (液晶侧) 上的透明导电涂层。该透明导电涂层通常为氧化铟锡 (ITO)。由于每个像素电容器被充电到一定的电压值，像素电容器的极板之间的液晶流体改变了其分子取向，这影响到入射到像素的光的偏振状态 (从像素镜面的反射)。

反射型 LCOS 微型显示器具有高的孔径比，因此能够提供比透射型液晶显示器更高的亮度。这些 LCOS 微型显示器的主要应用是家庭影院应用，例如投影机、以及前后投影电视 (大屏幕)。对于这些应用，高的对比度是非常重要的。高对比度取决于液晶显示器中使用的液晶光学模式。通常，垂直配向向列 (VAN) 模式是能够获得非常高的对比度的光学模式之一，许多液晶显示器制造商已开始将这种特定的光学模式用于他们的显示器

中。

预倾角 (pretilt angle) 被定义为在边界表面处液晶指向矢的倾角。在 VAN 模式液晶显示器中, 预倾角较小, 所以在没有电场施加到显示器上时, 液晶流体的分子取向几乎垂直于基板表面。因此, 垂直于显示器基板的入射的线性偏振光在其穿过液晶层时经历较小的双折射。因此这种正常入射的线性偏振光在其穿过液晶流体时, 经历极小的相位延迟, 包括从显示器的底部反射基板被反射回来。这样就在利用交叉偏振器 (crossed polarizer) (例如, 偏振分束器 - PBS) 时提供了非常暗的“关”(“OFF”) 状态, 由此获得非常高的对比度。在将电场施加到液晶流体时, 液晶流体的块体 (bulk) 中的分子朝向由基板表面上的配向层所定义的方向取向, 由此增大液晶流体层的延迟。因此, 线性偏振的入射光在其进入到液晶流体中时开始经历相位延迟, 然后从显示器的底部反射基板被反射回来。由此, 出射的光 (反射光) 的偏振状态将为椭圆的并且某些光开始穿过交叉偏振器。增大电场会增大这种效应直至获得最亮的状态。

在通常的 VAN 模式中, 基板表面处的液晶流体的分子取向由每个基板表面上的配向层所限定。该取向由预倾角和表面方位角方向 (surface azimuthal direction) 来描述, 所述表面方位角方向平行于液晶指向矢到基板表面上的投影。靠近顶部配向层的液晶流体分子的方位角方向预靠近底部配向层的液晶流体分子的方位角方向相反, 即反平行。如图 1a 和 1b 所示, 由配向层所定义的方位角方向与进入的线性偏振入射光的偏振方向呈 45 度角。通常, VAN 模式显示器中的分子的预倾角需要保持较小, 例如, 小于 4 度, 从而获得非常暗的“关”状态, 由此得到高对比度。尽管该预倾角足够大从而防止显示器中的反向倾斜域, 但仍然无法克服由于相邻像素之间的边缘场所产生的缺陷。当像素尺寸如通常在 LCOS 微型显示器中那样变小时, 边缘场变得非常重要。例如, LCOS 微型显示器的尺寸可以沿对角线方向量度一英寸并具有约 $12\mu\text{m}\times 12\mu\text{m}$ 的像素尺寸。当需要高分辨率时, 例如, 数字影院应用时, 可以将像素尺寸进一步减小到约 $9\mu\text{m}\times 9\mu\text{m}$ 或者更小。在这种情况下, 边缘场非常显著且液晶不会沿着由配向层的倾斜方向所定义的方向排列。这最终会在像素边界处产生缺陷, 即通常所说的向错 (disclination)。在一个像素处于“开”状态而相邻像素处于“关”状态时, 边缘场非常强, 这种效应非常明显。

为了克服以上问题, 有必要增大基板表面上的配向层所产生的预倾角。

在实验上已经确定，为克服所述边缘场效应，预倾角必须至少为 8 度。然而，具有这种量值预倾角的 VAN 模式液晶显示器的暗状态具有通过交叉偏振器的显著的光泄漏量，并且能够获得的光对比度也不那么高。因此，VAN 显示器的固有性质决定了不能够完全实现非常暗的“关”状态。这是由于液晶流体的高预倾角所致的线性偏振入射光所经历的非零双折射。因此，必须使用诸如附加外部延迟器（retarder）的其它方法来终止这种光泄漏。通常，这是被所有 VAN 液晶显示器制造商所使用以解决以上问题的现有方法（current method）。

发明内容

通过提供具有足够克服边缘场所致的向错的预倾角并同时获得高对比度的系统、方法和设备，本发明克服了以上指出的问题以及现有技术的其它缺点和不足。

在通常的 VAN 光学模式中，表面方位角方向与进入的线性偏振入射光的偏振方向呈 45 度。因此，存在由进入的入射光所经历的有效双折射，并且双折射随着预倾角的增大而增大，由此增大光泄漏量。

如果将图 1a 所示的显示器相对于入射的线性偏振光旋转 45 度，即，使液晶流体分子的表面方位角方向平行或者垂直于进入的入射线性偏振光的偏振方向，则光泄漏最小，因为由进入的入射线性偏振光所经历的有效双折射为 0 并且其不依赖于液晶流体分子的预倾角。然而，因为由于和以上所说明的相同的原因，“开”状态不亮，所以这种构造不能用于实际的应用。但是这一特征被有利地用于本发明，即，顶部和底部基板所产生的表面方位角方向被设定为基本上彼此垂直。同时，一个基板所产生的表面方位角方向垂直/平行于进入的线性偏振光的偏振方向而自另一基板的表面方位角方向是平行/垂直与所述偏振方向。实质上，这是在“关”状态下的 90 度扭转结构。因为液晶层的大多数分子不会使其方位角方向定向成与进入的入射线性偏振光的偏振方向呈 45 度角，所以与其中所有分子具有相同的倾角并且所有分子的表面方位角方向均定向为与相对于进入的线性偏振光的偏振方向呈 45 度的 VAN 结构相比，进入的入射线性偏振光所经历的有效双折射最小。因此，在本发明中，即使预倾角足够大从而去除由于边缘场所致的向错时，光泄漏也非常小。

本发明的光学模式的一个重要的技术特征发生在“开”状态。在“开”

状态, 本发明与常规的 90 度扭转向列 (TN) 模式表现不同, 并且本发明给出了在使用 PBS 的液晶显示器应用中所需的非常好的亮状态。在常规的 90 度 TN 模式中, 线性偏振光在进入以及从液晶层出来时, 均被扭转结构所“导向”, 这将引起具有 PBS 的暗状态。根据本发明, 不必在显示器的液晶流体中添加手性的掺杂剂 (chiral dopant) 就可以实现亮的“开”状态。

尽管在底部和顶部基板处的液晶流体分子的表面方位角方向产生了 90 度的扭转, 但是在“开”状态下, 这种光学模式不会表现得像常规的 90 度扭转向列模式那样。另一方面, 本发明在“关”状态下不会表现得像 VAN 模式显示器那样。本发明比具有相同预倾角的常规 VAN 模式显示器产生黑得多的状态。因此, 本发明既不是 VAN 模式显示器, 也不是常规的 90 度扭转向列模式显示器。

可以通过控制施加到液晶层的电压来获得灰度级 (gray scale), 例如通过偏振器的在“开”和“关”强度中间的光强度。在交叉偏振器 (或 PBS) 结构中, 增大电压增大了传到输出端的光, 直至某一最佳的亮状态电压。该最佳亮状态电压的值取决于液晶材料的参数、单元间隙、预倾角和有关的光波长范围。该电压能够在实验上被确定。此外, 通过控制液晶显示器在“开”状态的时间以及在“关”状态的时间, 能够控制观察到的灰度级。另外, 利用比如滤色器的本领域公知的方法, 利用在三面板系统中每一个对应一种颜色的三个显示器, 或者利用场序彩色 (FSC) 系统, 可以产生彩色。

液晶流体的厚度 (d) (顶部和底部基板的内面之间的距离) 可以例如是约 $3.5\mu\text{m} \pm 0.2\mu\text{m}$ 。双折射率 (Δn) 可以例如在 45°C 约为 0.0830。用于本发明的液晶流体是向列型的并具有负介电各向异性 $\Delta\epsilon (= \epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp} < 0)$, 其中 ϵ_{\parallel} 和 ϵ_{\perp} 是液晶材料的介电常数的水平分量和垂直分量 (对于液晶分子)。所预期的并且在本发明的范围之内的是, 可以使用厚度 (d) 和双折射率 (Δn) 的任意组合, 只要满足条件 $\Delta n \cdot d > \lambda/4$, 其中 λ 是入射到显示器上的光的波长。

可以将为 VAN 显示器所开发的任何液晶流体用于本发明。根据本发明, 不必在液晶流体中引入手性掺杂剂。典型的液晶流体例如但不限于是: 由 Merck 所制造的 MLC-6608、MLC-6609 和 MLC-6610。用于 VAN 显示器的液晶材料的物理特性是负介电各向异性, 即介电常数的垂直分量大于其水平分量。因此, 在施加电场时, 液晶流体的分子将排列成垂直于电场方向。

例如,介电各向异性可以约为 $\Delta\epsilon = -3.1$ 至 -4.2 。双折射率可以为约 0.0777 至 0.0996,并且向列相到各向同性相的相变温度可以在 80°C 以上。

本发明的技术优势在于,利用这种光学模式能够具有黑得多的“关”状态,即使与具有相同预倾角的 VAN 模式显示器相比具有相对高的预倾角,也可由此具有高对比度。由于高的预倾角,基本不会由于在像素边界处横跨相邻像素的边缘场而产生向错缺陷。另一技术优势在于,由于本发明的非常好的暗状态,不需要外部延迟器来阻挡光泄漏。

在具有 McNeil 型偏振分束器的投影应用中,对于每个彩色波道(RGB)存在系统延迟器,其通常是四分之一波片,以补偿折曲光线。当在这样的应用中采用规则 VAN 模式显示器时,该系统延迟器也能够用于停止光泄漏。实质上,其将成为折曲光线补偿与光泄漏之间的折中状态。然而,这对于产生适度光泄漏量的蓝色波道并不能起到很好的作用。因此,蓝色波道的对比度通常低于其它两波道(红色和绿色)。实际上,如实验所示,用于停止光泄漏的适当的延迟器是具有约 50 纳米或更小的低延迟值的延迟器。难以找到并且不容易在商业上得到这样的具有良好均匀度的延迟器。根据本发明,由于在可见光谱区域非常暗的“关”状态并且系统延迟器可以只用于补偿折曲光线,所以不存在这样的问题。并且,蓝色波道也不会遭受低的对比度。

某些光学结构不需要折曲光线补偿。这种类型结构的一个实例是其中线格栅(wire-grid)偏振分束器用于分离输入和输出光束路径的结构。这种线格栅分束器由 Orem, Utah 的 Moxtek Inc. 所制造。因此,对于这样的应用,本发明是有优势的,因为能够消除附加外部延迟器的额外成本。

本发明涉及反射型液晶显示器,包括:基本透明的第一基板;基本是反射性的并且基本平行于所述第一基板的第二基板;以及,具有双折射率(Δn)和负介电各向异性的液晶流体,其中所述液晶流体在所述第一和第二基板之间;所述第一基板具有靠近所述液晶流体的第一液晶配向层,其中靠近所述第一液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的第一预倾角以及第一方位角方向;所述第二基板具有靠近所述液晶流体的第二液晶配向层,其中靠近所述第二液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的第二预倾角以及第二方位角方向,所述第二方位角方向基本垂直于所述第一方位角方向。

线性偏振入射光的偏振方向可以近似平行于第一表面方位角方向。线

性偏振入射光的偏振方向可以近似垂直于第一表面方位角方向。

可以通过将所述第一和第二基板之间的电场从基本没有电场改变到具有最佳值的电场来产生灰度梯度。

本发明还涉及反射型液晶显示器，包括：基本透明的第一基板；基本是反射性的并且基本平行于所述第一基板的第二基板；以及，具有双折射率 (Δn) 和负介电各向异性的液晶流体，其中所述液晶流体在所述第一和第二基板之间；所述第一基板具有靠近所述液晶流体的第一液晶配向层，其中靠近所述第一液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的第一预倾角以及第一方位角方向；所述第二基板具有靠近所述液晶流体的第二液晶配向层，其中靠近所述第二液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约 2 度至约 15 度的第二预倾角以及第二方位角方向，所述第二方位角方向基本垂直于所述第一方位角方向；其中：当在所述第一和第二基板之间施加电场时，所述液晶流体的相当数目的分子增大了其倾角，并且当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体的相当数目的分子使其方位角方向基本垂直于所述第一和第二基板；由此，当在所述第一和第二基板之间施加电场时，所述液晶流体将所述第一基板处的线性偏振入射光在所述第二基板时的近似圆形偏振的入射光，其中所述第二基板将所述近似圆形偏振的入射光反射回来使其成为相反手性的近似圆形偏振的光，其中所述液晶流体将该近似圆形偏振的反射光变成在所述第一基板时的近似线性偏振的反射光，使得在所述第一基板处所述线性偏振入射光和所述线性偏振反射光的偏振方向近似垂直，并且由此，当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体基本不改变穿过该液晶流体的光的偏振，并且在所述第一基板处所述线性偏振入射光和所述线性偏振反射光的偏振方向基本平行。

可以以多个第一时序 (first times) 在所述第一和第二基板之间施加电场，可以以多个第二时序 (second times) 在所述第一和第二基板之间基本不施加电场，其中所述第一和第二时序可以被改变从而产生灰度梯度。所述第一和第二时序也可以被改变从而产生场序彩色 (field sequential color)。

本发明涉及一种用于反射型液晶显示器的方法，所述方法包括以下步骤：设置基本透明的第一基板；设置基本是反射性的并且基本平行于所述第一基板的第二基板；以及，在所述第一和第二基板之间设置具有双折射率 (Δn) 和负介电各向异性的液晶流体；在所述第一基板上设置第一液晶

配向层，所述第一液晶配向层靠近所述液晶流体，其中靠近所述第一液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约2度至约15度的第一预倾角以及第一方位角方向；在所述第二基板上设置第二液晶配向层，所述第二液晶配向层靠近所述液晶流体，其中靠近所述第二液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约2度至约15度的第二预倾角以及第二方位角方向，所述第二方位角方向基本垂直于所述第一方位角方向；使得当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体不改变从中穿过的光的偏振状态，并且在所述第一基板处线性偏振入射光和线性偏振反射光的偏振方向基本平行，当在所述第一和第二基板之间施加最佳亮状态电压的值时，所述液晶流体将所述第一基板处的线性偏振入射光改变成在所述第二基板时的近似圆形偏振的入射光，其中所述第二基板将所述近似圆形偏振的入射光反射回来使其成为相反手性的近似圆形偏振的光，其中所述液晶流体将该近似圆形偏振的反射光变成在所述第一基板时的近似线性偏振的反射光，使得在所述第一基板处所述线性偏振入射光和所述线性偏振反射光的偏振方向近似垂直，并且当在所述第一和第二基板之间施加小于所述最佳亮状态电压的值时，所述液晶流体在所述入射线性偏振光穿过所述液晶流体并从所述第二基板被反射回来时将其偏振状态变成椭圆偏振光。

通过在所述第二基板处将入射光的偏振状态从近似线性偏振变成椭圆偏振，改变所述第一和第二基板之间的电场可以被用来产生灰度梯度，并且当基本不存在电场时，在所述第二基板处入射光的偏振是近似线性的。

本发明还涉及一种用于反射型液晶显示器的方法，所述方法包括以下步骤：设置基本透明的第一基板；设置基本是反射性的并且基本平行于所述第一基板的第二基板；以及，设置具有双折射率(Δn)和负介电各向异性的液晶流体，其中所述液晶流体在所述第一和第二基板之间；在所述第一基板上设置第一液晶配向层，所述第一液晶配向层靠近所述液晶流体，其中靠近所述第一液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约2度至约15度的第一预倾角以及第一方位角方向；在所述第二基板上设置第二液晶配向层，所述第二液晶配向层靠近所述液晶流体，其中靠近所述第二液晶配向层的所述液晶流体的分子具有约2度至约15度的第二预倾角以及第二方位角方向，所述第二方位角方向基本垂直于所述第一方位角方向；其中：当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体的相当数目的分子定向为基本垂直于所述第一和第二基板；并且当在所述第一和第

二基板之间施加电场时，所述液晶流体的相当数目的分子改变倾角以朝向平行于所述第一和第二基板；由此，当在所述第一和第二基板之间施加电场时，所述液晶流体将所述第一基板处的线性偏振入射光改变成在所述第二基板时的近似圆形偏振的入射光，其中所述第二基板将所述近似圆形偏振的入射光反射回来使其成为相反手性的近似圆形偏振的光，其中所述液晶流体将该近似圆形偏振的反射光变成在所述第一基板时的近似线性偏振的反射光，使得在所述第一基板处所述线性偏振入射光和所述线性偏振反射光的偏振方向近似垂直，并且由此，当基本没有电场施加在所述第一和第二基板之间时，所述液晶流体基本不改变穿过该液晶流体的光的偏振状态，使得在所述第一基板处所述线性偏振入射光和所述线性偏振反射光的偏振方向基本平行。

本发明还涉及一种反射型液晶显示器组件，包括：基本透明的第一基板；基本平行于所述第一基板的基本是反射性的第二基板；以及，具有双折射率 (Δn) 和负介电各向异性的液晶流体，其中所述液晶流体在所述第一和第二基板之间；分别在所述第一和第二基板上的第一和第二液晶配向层，其中靠近所述第一和第二液晶配向层的所述流体的分子具有有限的预倾角并分别定向在第一和第二方位角方向；其中将所述组件配置为使得 (i) 当基本没有电场施加在所述基板之间时，相当数目的流体分子定向为基本垂直于所述基板；(ii) 当在所述基板之间施加最佳亮状态电压的值时，相当数目的流体分子的倾角增大；以及 (iii) 当在所述基板之间施加小于最佳亮状态电压的值时，相当数目的流体分子定向成中间倾角。

从以下的附图、说明以及权利要求中，本公开的其它技术优势将对于本领域技术人员而言更加明了。本发明的各个实施例仅实现了所阐述的优点的子集。对于本发明而言，没有一个优点是决定性的。

附图说明

通过结合附图参考以下描述，可以获得对本公开及其优点的更全面的理解，其中：

图 1a 和 1b 分别是现有技术的 VAN 模式液晶显示器在“关”状态和“开”状态的示意性表示图；

图 2 是液晶显示器的一部分的示意性前视图，示出了液晶流体中的示意性分子的方位角方向和预倾角；

图 3a 和 3b 分别是根据本发明的液晶显示器在“关”状态和“开”状态的示意性表示图；以及

图 4 是根据本发明在“关”和“开”状态下的液晶流体分子的倾角和方位角的曲线的集合，所述液晶流体分子的倾角和方位角是基板之间的分子位置的函数。

尽管本发明可以经受各种修改以及替换形式，但是其特定的示例性实施例已在附图中通过实例的方式而被示出，并在此处被详细地描述。然而，应理解的是，此处对于特定实施例的描述并非意于将本发明限制到所公开的具体形式，相反，本发明涵盖了落入由权利要求所定义的本发明的精神和范围内的所有修改、等同物以及替换。

具体实施方式

本发明涉及一种反射型液晶微型显示器，该显示器包括由存储在电容器中的电压值所控制的具有光调节特性的液晶流体的像素矩阵，所述液晶流体包括代表液晶微型显示器的像素矩阵中的像素的区域。所述液晶流体的分子具有表面方位角方向，该表面方位角方向近似平行于或者垂直于进入的线性偏振入射光的偏振方向。

根据本发明，当处于“关”状态时（像素电容器上没有电场），液晶流体的分子具有刚好足够使边缘场所致的向错最小化的预倾角（从基板面的垂直方向测量）。在透明基板处的液晶流体分子的方位角方向与在反射基板处的液晶流体分子的方位角方向约呈 90 度。这样的结构造成了处于“关”状态时非常暗的状态，从而导致高的对比度。

由于材料的负介电各向异性（见图 4），向液晶层施加电压改变了该层的块体中液晶分子的倾斜朝向平行于基板的方向。

现参照附图，本发明示例性实施例的细节被示意性地示出。将通过相同的附图标记来表示附图中相同的元件，并且将利用具有不同的小写字母下标的附图标记来表示相似的元件。

参照图 1a 和 1b，所描绘的分别是现有技术的 VAN 模式液晶显示器在“关”状态和“开”状态的示意性表示图。由基板表面 102、104 上的配向层所定义的液晶分子的方位角方向彼此反平行，并且与进入的入射线性偏振光的偏振方向呈 45 度角。在 VAN 模式液晶显示器中，预倾角 θ 需要保持较小，例如小于 4 度，以获得非常暗的“关”状态，由此获得高对比度。

现参照图 2, 所描绘的是液晶显示器的一部分的示意性前视图, 示出了液晶流体中的示例性分子的方位方向角 (ϕ) 和倾角 (θ)。玻璃 (透明) 基板 202 和反射 (镜面) 基板 204 平行并且其间具有总体由附图标记 206 所表示的液晶流体。这些平行基板之间的距离 (液晶流体的厚度) 总体上由 “d” 表示。该距离 (厚度) d 优选约为 $3.5\mu\text{m} \pm 0.2\mu\text{m}$ 。液晶流体 206 优选在 45°C 具有约 0.0830 的双折射率 (Δn)。用于本发明的液晶流体是向列型的并具有负介电各向异性 $\Delta\epsilon (= \epsilon_{//} - \epsilon_{\perp} < 0)$, 其中 $\epsilon_{//}$ 和 ϵ_{\perp} 是液晶流体的介电常数的水平分量和垂直分量 (对于向列指向矢)。所预期的并且在本发明的范围之内的是, 为了适当电压下有效的亮状态, 在近似满足 $\Delta n \cdot d > \lambda/4$ 的条件下, 可以使用距离 (厚度) (d) 和双折射率 (Δn) 的任意组合 (其中 λ 是入射到显示器上的光的波长)。例如, 在单元间隙 (cell gap) 约为 $3.5\mu\text{m}$, 利用 MLC-6608, 并且与表面法线的预倾角约为 8 度时, 最佳的亮状态电压对于红光 (640nm) 约为 4.0V, 对于绿光 (540nm) 约为 3.5V, 对于蓝光 (470nm) 约为 3.15V。

为了示例的目的, 示出了液晶流体 206 的单分子 206a。倾角 θ 是从垂直于基板 202 和 204 的 Z 轴测量的。方位角 ϕ 是从 XY 平面内的 X 轴测量的, 并且是 X 轴与 XY 平面上液晶流体 206 的分子的投影之间的角度。根据本发明, 玻璃基板处的线性偏振入射光的偏振方向或者近似平行于或者垂直于玻璃基板 202 处产生的方位角方向。

参照图 3a, 所描绘的是根据本发明的在 “关” 状态的液晶显示器的示意性表示图。绘出了在 “关” 状态的液晶流体 206 的分子, 其中只是预倾角 θ (以上所定义的) 足够大就去除了边缘场所致的向错。优选的是, 预倾角 θ 可以为约 2 度至约 15 度。最优选的是, 预倾角 θ 可以为约 5 度至约 15 度。入射光 308 的偏振状态基本不会受到液晶流体 206 的分子的影响并且将作为基本上线性偏振的光从基板 204 被反射回来, 该线性偏振的光具有基本平行于入射线性偏振光的偏振方向的偏振方向。

参照图 3b, 所描绘的是根据本发明的在 “开” 状态的液晶显示器的示意性表示图。在最佳的电压驱动下所形成的液晶流体 206 的构造将造成进入基板 202 的线性偏振入射光在基板 204 处变成近似圆形偏振的光。在基板 204 处的该近似圆形偏振的入射光将作为近似圆形偏振的光被反射回来, 单具有相反的手性, 并且当其到达基板 202 时, 该反射光将为近似线性偏振的光, 该近似线性偏振的光具有近似垂直于线性偏振入射光偏振方向的

偏振方向。

现参照图 4，所描绘的是根据本发明在“关”和“开”状态下的液晶流体 206 分子的倾角和方位角的曲线集合，所述液晶流体分子的倾角和方位角是位于基板之间的这些分子的位置的函数。在左侧垂直轴上从 0 度至 90 度绘出了倾角 θ ，在右侧垂直轴上从 0 度至 90 度绘出了方位角 ϕ 。在水平轴上从 0 至 d 绘出了基板 202 和 204 之间的液晶流体 206 的分子位置。曲线 402 描绘了在其处于“关”状态时，液晶流体 206 的分子的倾角 θ 。曲线 404 描绘了在其处于“关”状态时，液晶流体 206 的分子的方位角 ϕ 。曲线 410 描绘了在其处于“开”状态时，液晶流体 206 的分子的倾角 θ 。曲线 412 描绘了在其处于“开”状态时，液晶流体 206 的分子的方位角 ϕ 。对于中间灰度梯度的相应倾角曲线将落在曲线 402 和曲线 410 之间，而方位角曲线将落在曲线 404 和 412 之间。

因此，本发明非常适于实现所述目标，并达到所述的目的和优点以及其中所固有的其它优点。尽管通过参考本发明的示例性实施例已描绘、描述并界定了本发明，但这些参考并不意味着对本发明的限制，并且也不能推知这样的限制。本发明可以在形式和功能上进行显著的修改、替换以及等效，这是本领域普通技术人员可以想到的并且具有本公开的益处。所描绘和描述的本发明的实施例仅仅是示例性的，没有完全穷尽本发明的范围。因此，意于仅通过给出了对所有方面等同物的充分认知的权利要求的精神和范围来限制本发明。

本申请要求于 2003 年 2 月 26 日提交的题为“Method to Eliminate the Disclination Defects Due to Fringe Fields in Vertically Aligned Nematic Reflective LC Displays Without Hurting the Display Contrast”的美国临时专利申请 60/450370 的优先权，其全部内容在此引入作为参考。

"关"状态VAN模式

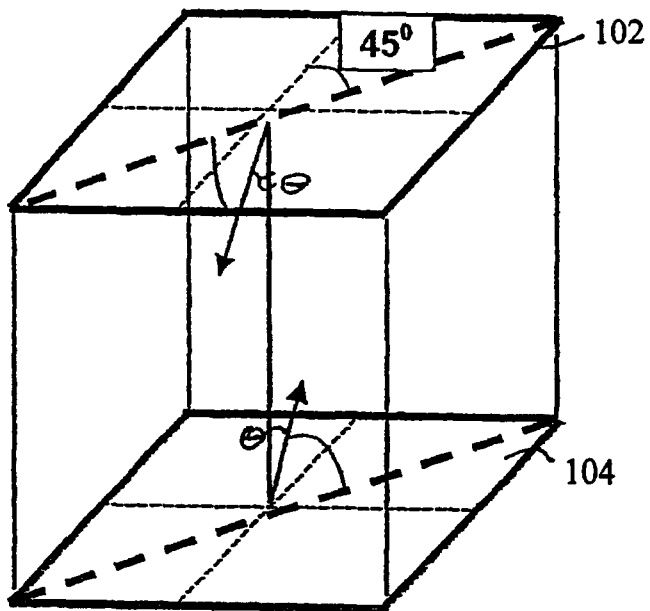


图 1a
(现有技术)

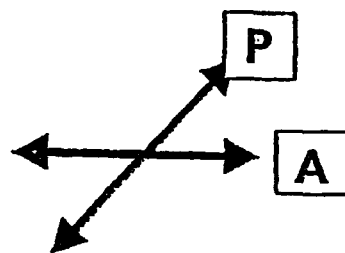
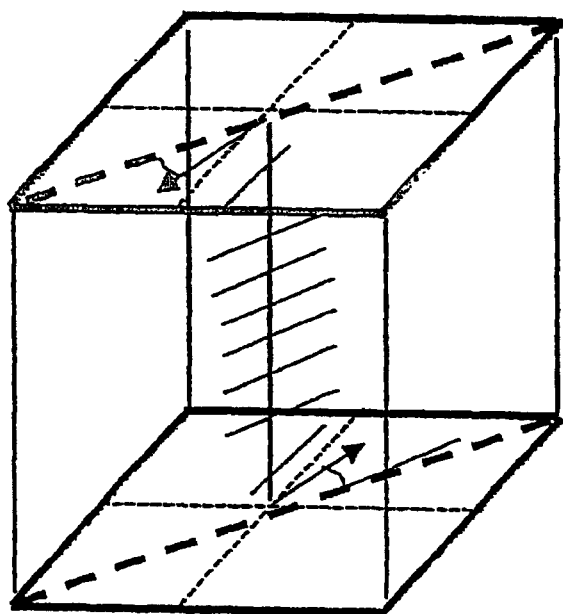


图 1b
(现有技术)



"开"状态VAN模式

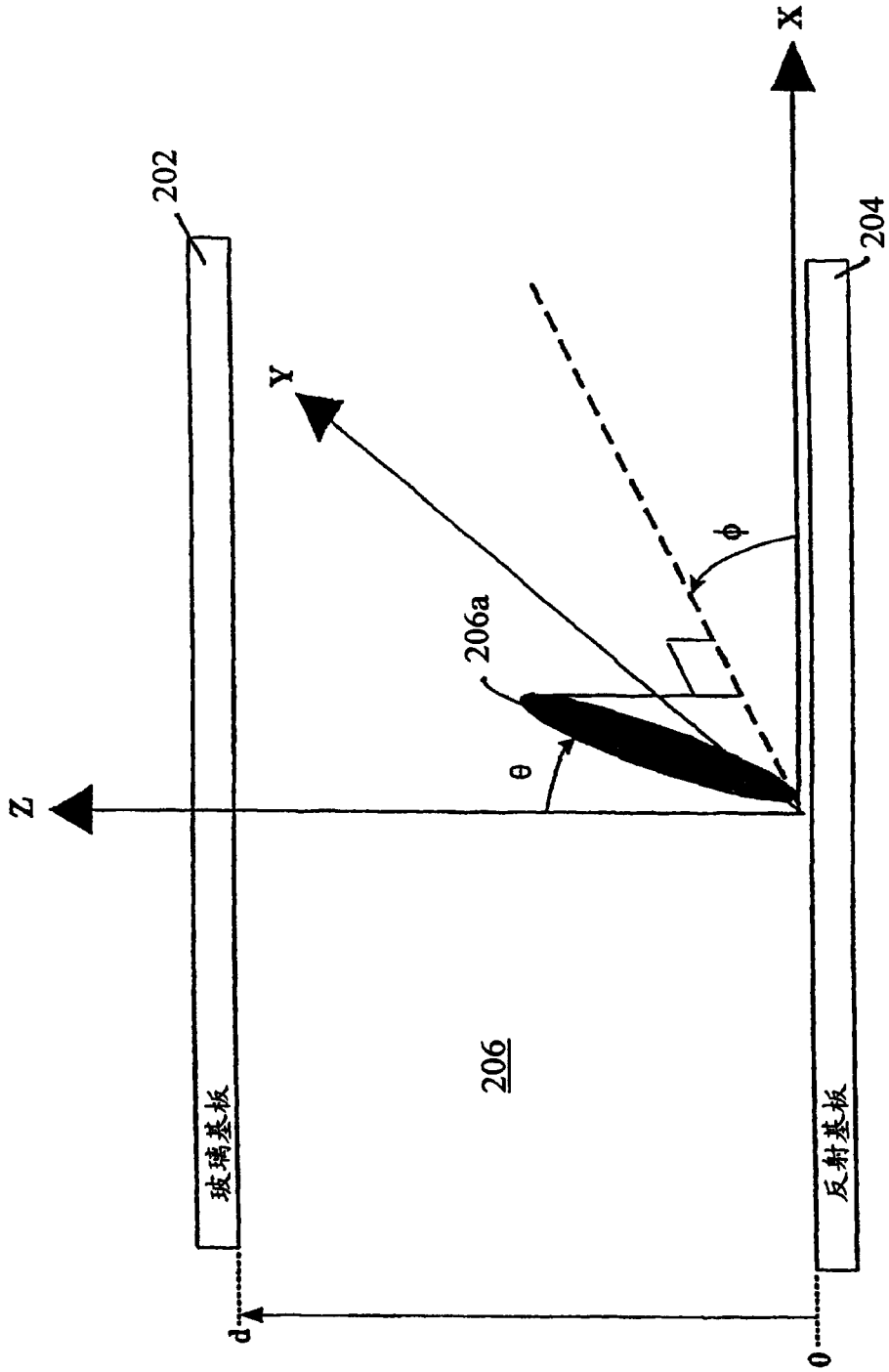


图 2

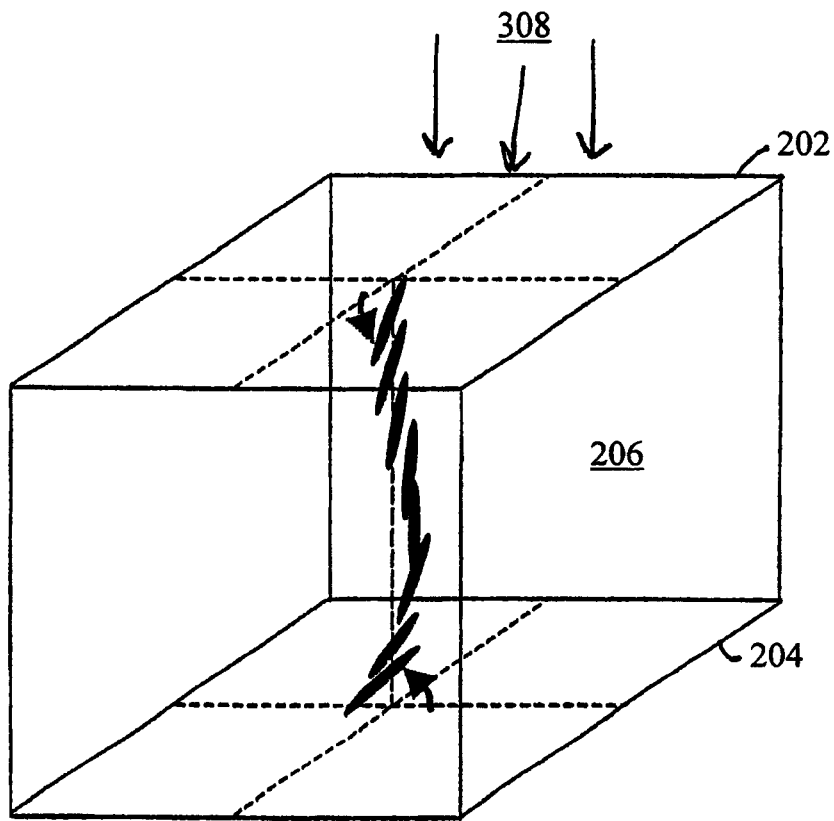


图 3a

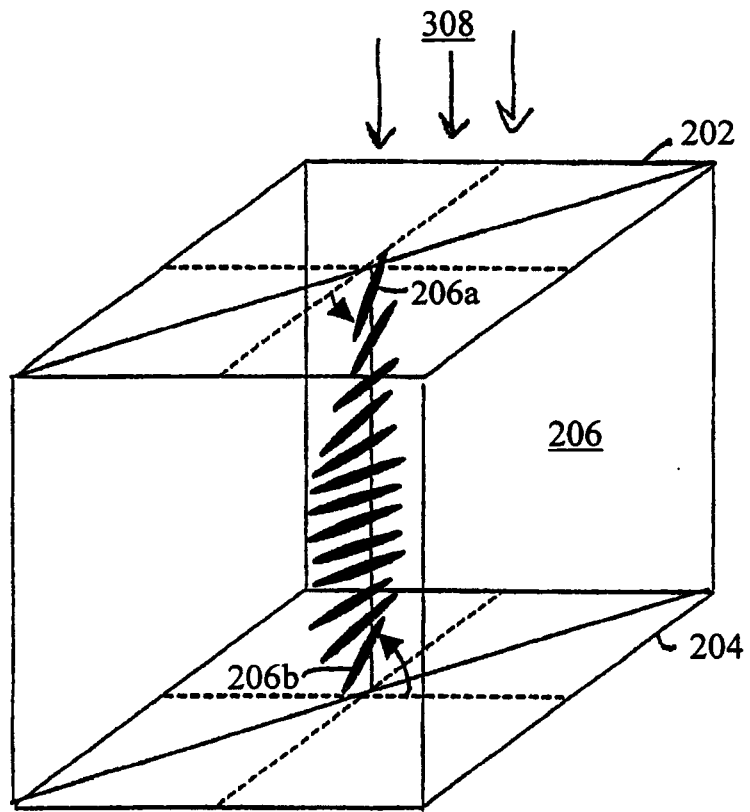


图 3b

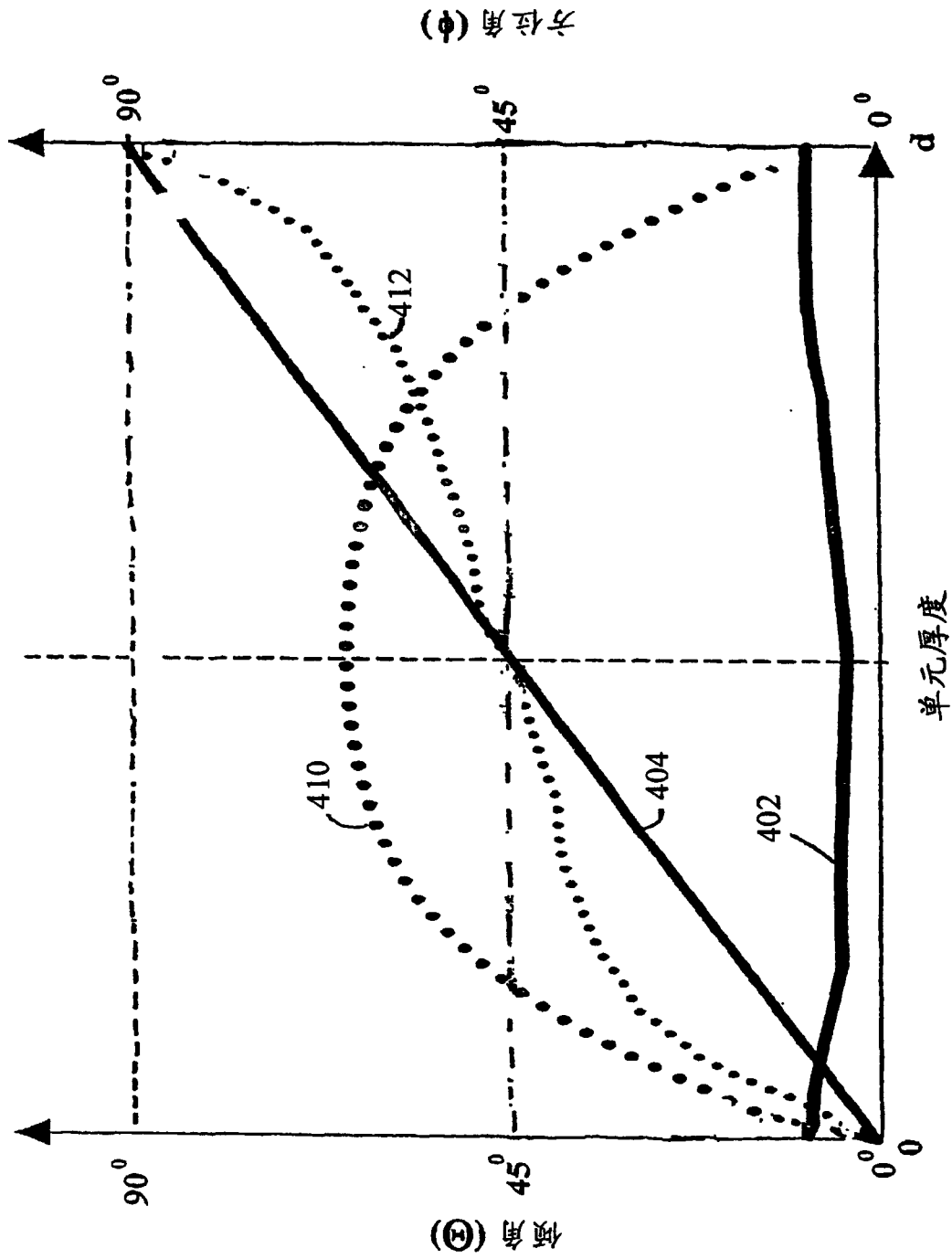


图 4