



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101861543 B

(45) 授权公告日 2012. 04. 25

(21) 申请号 200880116519. 9

(74) 专利代理机构 北京市隆安律师事务所

(22) 申请日 2008. 11. 21

11323

代理人 权鲜枝

(30) 优先权数据

(51) Int. Cl.

2007-302559 2007. 11. 22 JP

G02F 1/1335(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

G02B 5/00(2006. 01)

2010. 05. 18

G02B 5/02(2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/003443 2008. 11. 21

审查员 崔双魁

(87) PCT申请的公布数据

W02009/066473 JA 2009. 05. 28

(73) 专利权人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 西原雄祐 青山伊织 田口登喜生

山本明弘 久保真澄

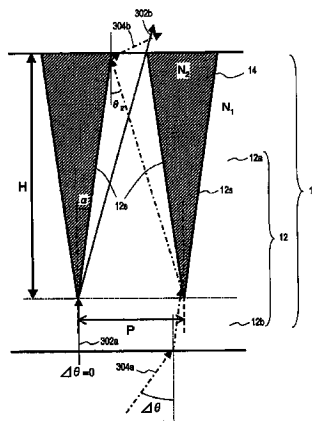
权利要求书 4 页 说明书 16 页 附图 12 页

(54) 发明名称

液晶显示装置

(57) 摘要

本发明的液晶显示装置,具有:液晶显示面板;以及光扩散层,其具有第1主面和第2主面,使第1主面朝向液晶显示面板的观看者侧的表面来配置,光扩散层具有由第1折射率 N_1 的第1物质形成的第1区域和由第2折射率 $N_2 (< N_1)$ 的第2物质形成的多个第2区域,第2区域是在第1区域内在与第2主面平行的面内的1个方向以规定间距 P 来配置的,并且,各第2区域在与第1区域之间形成有相对于第2主面的法线倾斜 α° 的界面,设从 α 和 N_1 以及 N_2 求出的入射角为 θ' ,从第2主面到液晶显示面板的观看者侧的基板的液晶层侧的表面为止的距离为 Lt 时, $a = \tan \theta' \times Lt$,设标准观看距离为 Lb 时,以 $\theta_B = \tan^{-1}(a/Lb)$ 表示的 θ_B 为1.7分以下。根据本发明,使用利用全反射的光扩散层来改善直视型液晶显示装置的视野角特性。



CN 101861543 B

1. 一种液晶显示装置,其特征在于:

具有:

液晶显示面板,其具备一对偏光板;以及

第1光扩散层,其设置在上述液晶显示面板的观看者侧,具有互相对置的第1主面和第2主面,使上述第1主面朝向上述液晶显示面板的观看者侧的表面来配置,

上述第1光扩散层具有:

第1区域,其由具有第1折射率 N_1 的第1物质形成;以及

多个第2区域,其由具有比上述第1折射率小的第2折射率 N_2 的第2物质形成,

上述多个第2区域是在上述第1区域内在与上述第2主面平行的面内的1个方向上以规定间距 P 来配置的,并且,

上述多个第2区域各自在与上述第1区域之间形成有相对于上述第2主面的法线倾斜 α° 的多个界面,

设

[公式1]

$$\theta' = 90 - \sin^{-1} \left(\frac{N_2}{N_1} \times \cos \alpha \right) - \alpha,$$

设从上述第2主面到基板的液晶层侧的表面为止的距离为 Lt 时,且所述基板是上述液晶显示面板所具有的观看者侧的基板,将 a 表示为

[公式2]

$$a = \tan \theta' \times Lt,$$

设上述液晶显示面板的标准观看距离为 Lb 、设 θ_B 为区分多重像光和实像光的角度时,以

[公式3]

$$\theta_B = \tan^{-1} \left(\frac{a}{Lb} \right)$$

表示的 θ_B 为1.7分以下。

2. 根据权利要求1所述的液晶显示装置,其特征在于:

θ_B 为1.0分以下。

3. 根据权利要求1所述的液晶显示装置,其特征在于:

上述第2区域各自近似于等腰三角形,所述等腰三角形在上述第2主面侧具有底边,在上述第1主面侧具有顶点,顶角为 2α 。

4. 根据权利要求2所述的液晶显示装置,其特征在于:

上述第2区域各自近似于等腰三角形,所述等腰三角形在上述第2主面侧具有底边,在上述第1主面侧具有顶点,顶角为 2α 。

5. 根据权利要求3所述的液晶显示装置,其特征在于:

设上述等腰三角形的高度为 H ,设 n 为2以上的整数时,满足

[公式 4]

$$H \leq \frac{P}{\tan 2\alpha + \tan \alpha}$$

和

[公式 5]

$$\cos[\alpha(2n-1)] > \frac{N_2}{N_1}。$$

6. 根据权利要求 4 所述的液晶显示装置,其特征在于:设上述等腰三角形的高度为 H, 设 n 为 2 以上的整数时,满足

[公式 4]

$$H \leq \frac{P}{\tan 2\alpha + \tan \alpha}$$

和

[公式 5]

$$\cos[\alpha(2n-1)] > \frac{N_2}{N_1}。$$

7. 根据权利要求 1~6 中的任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:
上述第 1 光扩散层的上述多个第 2 区域沿着上述液晶显示面板的水平方向排列成条状。

8. 根据权利要求 1~6 中的任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:
还具有光散射层,所述光散射层设置在上述第 1 光扩散层的观看者侧。

9. 根据权利要求 1~6 中的任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:
在上述第 1 光扩散层的观看者侧具有第 2 光扩散层,

上述第 2 光扩散层具有第 1 区域和多个第 2 区域,所述第 1 区域由具有第 1 折射率 N_1 的第 1 物质形成,所述多个第 2 区域由具有比上述第 1 折射率小的第 2 折射率 N_2 的第 2 物质形成,

上述多个第 2 区域是在上述第 1 区域内在与上述第 2 主面平行的面内的 1 个方向上以规定间距 P 来配置的,并且,

上述多个第 2 区域各自在与上述第 1 区域之间形成有相对于上述第 2 主面的法线倾斜 α° 的多个界面。

10. 根据权利要求 9 所述的液晶显示装置,其特征在于:

上述第 2 区域各自近似于等腰三角形,所述等腰三角形在上述第 2 主面侧具有底边,在上述第 1 主面侧具有顶点,顶角为 2α 。

11. 根据权利要求 10 所述的液晶显示装置,其特征在于:

设上述等腰三角形的高度为 H' , n' 为 2 以上的整数时,满足

[公式 6]

$$H' \leq \frac{P}{\tan 2\alpha + \tan \alpha}$$

和

[公式 7]

$$\cos[\alpha(2n'-1)] > \frac{N_2}{N_1}。$$

12. 根据权利要求 9 所述的液晶显示装置,其特征在于:
上述第 1 光扩散层的上述多个第 2 区域沿着上述液晶显示面板的水平方向排列成条状,
上述第 2 光扩散层的上述多个第 2 区域沿着上述液晶显示面板的垂直方向排列成条状。
13. 根据权利要求 10 所述的液晶显示装置,其特征在于:
上述第 1 光扩散层的上述多个第 2 区域沿着上述液晶显示面板的水平方向排列成条状,
上述第 2 光扩散层的上述多个第 2 区域沿着上述液晶显示面板的垂直方向排列成条状。
14. 根据权利要求 11 所述的液晶显示装置,其特征在于:
上述第 1 光扩散层的上述多个第 2 区域沿着上述液晶显示面板的水平方向排列成条状,
上述第 2 光扩散层的上述多个第 2 区域沿着上述液晶显示面板的垂直方向排列成条状。
15. 根据权利要求 9 所述的液晶显示装置,其特征在于:
还具有光散射层,所述光散射层设置在上述第 2 光扩散层的观看者侧。
16. 根据权利要求 10 所述的液晶显示装置,其特征在于:
还具有光散射层,所述光散射层设置在上述第 2 光扩散层的观看者侧。
17. 根据权利要求 11 所述的液晶显示装置,其特征在于:
还具有光散射层,所述光散射层设置在上述第 2 光扩散层的观看者侧。
18. 根据权利要求 1~6 中的任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:
从与上述第 2 主面垂直的方向看上述第 1 光扩散层时,上述多个第 1 区域各自为大致圆形,排列成正方格子状或最密装填状。
19. 根据权利要求 1~6 中的任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:
400nm 至 800nm 的波长范围中的 N_1/N_2 的最大值和最小值的差为上述波长范围中的 N_1/N_2 的平均值的 0.02 倍以下。
20. 根据权利要求 1~6 中的任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:
上述第 2 区域还包括吸收可见光的物质。
21. 根据权利要求 1~6 中的任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:

上述规定间距 P 在该方向上的像素间距的 3/4 以下。

液晶显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及液晶显示装置,特别是涉及在液晶显示面板的观看者侧具有光扩散层的直视型液晶显示装置。

背景技术

[0002] 液晶显示装置不是自发光型的显示装置,因此除了一部分反射型的以外,必须向液晶显示面板提供用于显示的光的背面照明装置(所谓背光单元)。液晶显示面板的背面(与观看者侧相反的一侧)所设置的背光单元大致分为边光型和直下型。边光型是使从在导光板侧面所配置的光源(冷阴极管(CCFT: Cold Cathode Fluorescent Tube)、LED)出射的光在导光板内传播并且在液晶显示面板侧将其导出的方式。直下型的结构是在液晶显示面板的背面排列多个光源,从光源出射的光不通过导光板而入射到液晶显示面板。

[0003] 液晶显示装置存在显示的观看效果随观看方向而不同的问题,即视野角特性较差的问题。这是由于液晶层存在折射率各向异性,液晶层的有效相位差(延迟)随观看方向而不同所造成的。

[0004] 作为提高液晶显示装置的视野角特性的方法之一,公知如下方法:控制背光源的光的指向性(平行度),使对视野角特性不带来坏影响的入射光多数都入射到液晶显示面板,用微透镜(阵列)使通过了液晶显示面板的光全方位地扩散(例如专利文献1)。

[0005] 专利文献1:日本特开平9-127309号公报

[0006] 专利文献2:日本特开2003-50307号公报

[0007] 专利文献3:日本特开平11-242225号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 然而,在使用上述微透镜的情况下,形成凹凸状外形的微透镜或者在平坦的层内形成规定形状的折射率分布的微透镜(也称为“平板微透镜”)都存在如下问题:难以控制透镜形状,难以精密控制透镜凸部的厚度与粘结层的厚度之比,和/或难以高精度地控制光通量的分布。特别是形成凹凸状外形的透镜,存在如下问题:难以高精度地均匀地粘合于显示面板,另外,透镜特性会随着埋入粘结层中的部分的大小、形状的不同而变化,达不到实用的程度。并且,还有不能消除透镜界面处的后方散射的问题。

[0010] 另一方面,利用全反射的光扩散片是公知的(专利文献2)。专利文献2中公开的光扩散片是背投型显示装置用扩散片,用于使从显示面板出射的平行度高的影像光扩散。

[0011] 本发明者研究了为了扩大直视型液晶显示装置的视野角而将利用全反射的光扩散层设置在直视型液晶显示面板的观看者侧的结构,发现了如下应用于直视型时特有的问题:多重像和视野角特性的极角依存性中的局部性(某极角处的)色度变化(色度的蓝移)会被观察到。另外,这里说的“利用全反射的光扩散层”不是意味着仅利用全反射,而是意味着至少利用全反射,用于显示的光包含全反射光和其它反射光。

[0012] 本发明是为了解决上述问题而完成的,其主要目的是使用利用全反射的光扩散层来改善直视型液晶显示装置的视野角特性。

[0013] 用于解决问题的方案

[0014] 本发明的液晶显示装置,具有:液晶显示面板,其具备一对偏光板;以及第1光扩散层,其设置在上述液晶显示面板的观看者侧,具有互相对置的第1主面和第2主面,使上述第1主面朝向上述液晶显示面板的观看者侧的表面来配置,上述第1光扩散层具有第1区域和多个第2区域,所述第1区域由具有第1折射率 N_1 的第1物质形成,所述多个第2区域由具有比上述第1折射率小的第2折射率 N_2 的第2物质形成,上述多个第2区域是在上述第1区域内在与上述第2主面平行的面内的1个方向上以规定间距P来配置的,并且,上述多个第2区域各自在与上述第1区域之间形成了相对于上述第2主面的法线倾斜 α° 的多个界面,

[0015] 设

[0016] [公式1]

$$[0017] \theta' = 90 - \sin^{-1} \left(\frac{N_2}{N_1} \times \cos \alpha \right) - \alpha,$$

[0018] 设从上述第2主面到基板的液晶层侧的表面为止的距离为 L_t ,且所述基板是上述液晶显示面板所具有的观看者侧的基板,

[0019] 将a表示为

[0020] [公式2]

$$[0021] a = \tan \theta' \times L_t,$$

[0022] 设上述液晶显示面板的标准观看距离为 L_b 、设 θ_B 为区分多重像光和实像光的角度时,以

[0023] [公式3]

$$[0024] \theta_B = \tan^{-1} \left(\frac{a}{L_b} \right)$$

[0025] 表示的 θ_B 为1.7分以下。更优选 θ_B 为1.0分以下。

[0026] 在一个实施方式中,上述第2区域各自近似于等腰三角形,所述等腰三角形在上述第2主面侧具有底边,在上述第1主面侧具有顶点,顶角为 2α 。

[0027] 在一个实施方式中,设上述等腰三角形的高度为H,n为2以上的整数时,满足

[0028] [公式4]

$$[0029] H \leq \frac{P}{\tan 2\alpha + \tan \alpha}$$

[0030] 和

[0031] [公式5]

$$[0032] \quad \cos[\alpha(2n-1)] > \frac{N_2}{N_1}。$$

[0033] 在一个实施方式中,上述第 1 光扩散层的上述多个第 2 区域沿着上述液晶显示面板的水平方向排列成条状。

[0034] 一个实施方式的液晶显示装置还具有光散射层,所述光散射层设置在上述第 1 光扩散层的观看者侧。

[0035] 在一个实施方式中,在上述第 1 光扩散层的观看者侧具有第 2 光扩散层,上述第 2 光扩散层具有第 1 区域和多个第 2 区域,所述第 1 区域由具有第 1 折射率 N_1 的第 1 物质形成,所述多个第 2 区域由具有比上述第 1 折射率小的第 2 折射率 N_2 的第 2 物质形成,上述多个第 2 区域是在上述第 1 区域内在与上述第 2 主面平行的面内的 1 个方向上以规定间距 P 来配置的,并且,上述多个第 2 区域各自在与上述第 1 区域之间形成有相对于上述第 2 主面的法线倾斜 α° 的多个界面。

[0036] 在一个实施方式中,上述第 2 区域各自近似于等腰三角形,所述等腰三角形在上述第 2 主面侧具有底边,在上述第 1 主面侧具有顶点,顶角为 2α 。

[0037] 在一个实施方式中,设上述等腰三角形的高度为 H' , n' 为 2 以上的整数时,满足

[0038] [公式 6]

$$[0039] \quad H' \leq \frac{P}{\tan 2\alpha + \tan \alpha}$$

[0040] 和

[0041] [公式 7]

$$[0042] \quad \cos[\alpha(2n'-1)] > \frac{N_2}{N_1}。$$

[0043] 在一个实施方式中,上述第 1 光扩散层的上述多个第 2 区域沿着上述液晶显示面板的水平方向排列成条状,上述第 2 光扩散层的上述多个第 2 区域沿着上述液晶显示面板的垂直方向排列成条状。

[0044] 一个实施方式的液晶显示装置还具有光散射层,所述光散射层设置在上述第 2 光扩散层的观看者侧。

[0045] 在一个实施方式中,从与上述第 2 主面垂直的方向看上述第 1 光扩散层时,上述多个第 1 区域各自为大致圆形,排列成正方格子状或最密装填状。

[0046] 在一个实施方式中,优选 400nm 至 800nm 的波长范围中的 N_1/N_2 的最大值和最小值的差为上述波长范围中的 N_1/N_2 的平均值的 0.02 倍以下。

[0047] 在一个实施方式中,上述第 2 区域还包括吸收可见光的物质。

[0048] 在一个实施方式中,上述规定间距 P 为该方向上的像素间距的 3/4 以下。

[0049] 发明效果

[0050] 根据本发明,能够使用利用全反射的光扩散层(光扩散片)来改善直视型液晶显示装置的视野角特性。在本发明的液晶显示装置中,光扩散层所导致的多重像不易被看到。

根据本发明, 只要将光扩散层配置在液晶显示面板的观看者侧的规定位置就能够改善视野角特性。本发明适用于公知的所有液晶显示面板。例如, 不仅适用于视野角特性差的 TN 模式的液晶显示面板, 并且适用于视野角特性好的 VA 模式的液晶显示面板。还适用于具备在像素内设有取向方向互相不同的液晶区域的取向分割构造和 / 或在像素内设有呈互相不同的亮度的副像素的像素分割 (多像素) 构造的液晶显示面板。

[0051] 附图说明

[0052] 图 1 是本发明的实施方式的液晶显示装置 100 的示意性分解截面图。

[0053] 图 2 是本发明的实施方式的液晶显示装置 100 的示意性分解立体图。

[0054] 图 3 是本发明的实施方式的其它的液晶显示装置 110 的示意性分解立体图。

[0055] 图 4 是用于说明光扩散层 10 的结构和功能的图。

[0056] 图 5 的 (a) 和 (b) 是表示各种从光扩散层出射的光的扩散特性的图, (a) 是从背光单元出射的光的半值角 $\Delta \theta_{50}$ 为 $\pm 10^\circ$ 的情况, (b) 是从背光单元出射的光的半值角 $\Delta \theta_{50}$ 为 $\pm 35^\circ$ 情况。

[0057] 图 6 的 (a) ~ (d) 是表示以往的 MVA 模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角依存性的图。

[0058] 图 7 的 (a) ~ (d) 是表示本发明的实施方式的 MVA 模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角依存性的图。

[0059] 图 8 的 (a) ~ (d) 是表示本发明的实施方式的 MVA 模式的其它液晶显示装置的 γ 特性的视野角依存性的图。

[0060] 图 9 是表示以往的液晶显示装置的色差的图。

[0061] 图 10 是表示本发明的实施方式的液晶显示装置的色差的图。

[0062] 图 11 的 (a) 和 (b) 是表示本发明的其它光扩散层的图, (a) 是其它光扩散层的立体图, (b) 是再其它扩散层的正面图。

[0063] 图 12 的 (a) 和 (b) 是用于说明使用了本发明的实施方式的光扩散层的情况下能够看到的多重像的图, (a) 是示意性截面图, (b) 是示意性平面图。

[0064] 图 13 是实验地求出多重像出现的位置 a 的厚度 (L+H) 依存性的结果的图。

[0065] 图 14 是表示示出多重像的实测结果的线轮廓的一个例子的图。

[0066] 图 15 的 (a) 和 (b) 分别是本发明的实施方式的其它液晶显示装置 100A 和 110A 的示意性分解立体图。

[0067] 附图标记说明:

[0068] 10、10A、10B: 光扩散片、光扩散层 (全反射扩散层); 12、12a、12b: 高折射率区域 (第 1 区域); 12s: 界面 (全反射面); 14: 低折射率区域 (第 2 区域); 20: MVA 模式的液晶显示面板; 20a: 观看者侧的玻璃基板; 30: 背光单元; 40: 光散射层 (扩散反射层); 100、110、100A、110A: 液晶显示装置; 302a: 垂直入射光; 302b: 仅经过 1 次全反射而出射的光 (垂直入射光); 304a、306a: 斜入射光; 304b: 经过 2 次全反射而出射的光 (斜入射光的一部分); 306b: 仅经过 1 次全反射而出射的光 (斜入射光的一部分)。

具体实施方式

[0069] 下面, 参照附图来说明具备本发明的实施方式的光扩散层的液晶显示装置的结构

和特性。本发明的液晶显示装置是观看者直接观看从显示面出射的光的直视型液晶显示装置。

[0070] 参照图 1 和图 2 来说明本发明的实施方式的光扩散片 10 和具备它的液晶显示装置 100 的结构和特性。图 1 是液晶显示装置 100 的示意性分解截面图,图 2 是液晶显示装置 100 的示意性分解立体图。

[0071] 在此例示 VA 模式的液晶显示装置。与以往的 TN 模式相比,利用垂直取向型液晶层的 VA 模式的液晶显示装置具有改善了视野角特性。垂直取向型液晶层由未施加电压时的液晶分子的预倾角为 85° 以上 90° 以下的垂直取向膜和介电各向异性为负的向列相液晶材料构成。VA 模式的液晶显示装置,特别是专利文献 3 记载的 MVA 模式的液晶显示装置,视野角特性优良,被广泛采用。在 MVA 模式中,在互相正交的 2 个方向配置有直线状的取向限制部件(狭缝或肋条),在取向限制部件之间,形成代表各畴的导向偶极子的方位角相对于配置在正交尼科耳中的偏光板的偏振光轴(透过轴)成 45° 的 4 个液晶畴。当将方位角的 0° 设为表的表盘的 3 点钟方向,将逆时针方向设为正时,4 个畴的导向偶极子的方位角为 45° 、 135° 、 225° 、 315° 。相对于偏振光轴为 45° 方向的直线偏振光不被偏光板吸收,因此从透过率的观点来看是最优选的。这样, MVA 模式的液晶显示装置具有在 1 个像素中形成 4 个畴的结构(4 分割取向构造或简称 4D 构造),因此具有改善了视野角特性。然而,对于 MVA 模式的液晶显示装置还希望 γ 特性的视野角特性的进一步改善,在下面的实施方式中,说明通过设置光扩散层来进一步改善 MVA 模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角特性的例子。

[0072] 液晶显示装置 100 具备光扩散片 10、液晶显示面板 20 以及背光单元 30。在此,例示使用具备相位差板的 MVA 模式的液晶显示面板 20 的情况。为了参考,在本说明书中引用专利文献 3 中公开的全部内容。另外,相位差板也可以使用公知的相位差板。

[0073] 光扩散片 10 具有互相对置的第 1 主面和第 2 主面,具有 1 个光扩散层 10,该 1 个光扩散层 10 将第 1 主面朝向 VA 模式的液晶显示面板的观看者侧的表面来配置。在此表示光扩散片 10 仅由 1 个光扩散层 10 构成的例子,但是,也可以在光扩散层 10 的液晶显示面板 20 侧(光入射侧)设置基膜(未图示)。另外,也可以在光扩散层 10 的观看者侧(光出射侧)设置抗炫层、抗反射层、低反射层或防止反射层(都未图示)。当然,也可以根据需要,组合其中任意 2 个以上。光扩散片 10 和液晶显示面板 20 通过粘结层(未图示)而粘合。一般地,在液晶显示面板 20 两侧的最表面设有偏光板,因此光扩散片 10 会粘合在观看者侧的偏光板上。在此,也将在液晶显示面板 20 上粘贴光扩散片 10 而成的装置(不具有背光单元 30 的装置)称为液晶显示装置。

[0074] 光扩散层 10 包括具有第 1 折射率 N_1 的第 1 物质和具有比第 1 折射率小的第 2 折射率 N_2 的第 2 物质,第 2 物质形成有多个第 2 区域 14(低折射率区域),该多个第 2 区域 14 各自在与第 2 主面垂直的截面上的形状近似于在第 2 主面侧具有底边、在第 1 主面侧具有顶点的等腰三角形。多个第 2 区域 14 在由第 1 物质形成的第 1 区域(高折射率区域)12 内,在与第 2 主面平行的面内的至少 1 个方向,以规定间距 P 被配置。在高折射率区域 12 和低折射率区域 14 的界面 12s,从高折射率区域侧以临界角以上的角度入射的光被全反射。

[0075] 如参照图 4 所后述的那样,在此例示的光扩散层 10 的低折射区域的等腰三角形,满足规定条件,因此与光扩散层 10 的主面垂直(入射角的绝对值为 0° 至 0.1° 不到)地

入射的光 302a 在光扩散层 10 内仅被全反射 1 次之后从光扩散层 10 出射到观看者侧（出射光 302b）。以相对于主面倾斜的角度（入射角的绝对值为 0.1° 以上）入射的光的一部分 304a 在光扩散层 10 内被全反射 n 次（ n 为 2 以上的整数）以上（图 1 中 $n = 2$ ）之后从光扩散层出射到观看者侧（出射光 304b）。另外，以相对于主面倾斜的角度（入射角的绝对值为 0.1° 以上）入射的光的另一部分 306a 在光扩散层 10 内仅被全反射 1 次之后从光扩散层 10 向观看者侧出射（出射光 306b）。其结果，上述至少 1 个方向的视野角特性（以上述至少 1 个方向规定的方位角处的极角（ θ ）依存性）会提高。这样，光扩散层 10 利用全反射使光扩散，因而也称为“全反射扩散层”。此外，用于显示的光不限于全反射光。

[0076] 另外，光扩散层利用了全反射，因而与利用透镜的折射作用的情况相比，不易受形状的影响，并且，低折射率区域具有与等腰三角形近似的简单形状，因而还具有容易制造的优点。并且，光扩散层的互相对置的主面（表面）互相平行，能够容易地与液晶显示面板的表面粘合。另外，与液晶显示面板粘合的面仅由高折射率区域构成，因此粘合对光扩散层内的全反射特性丝毫没有影响。

[0077] 在此，如图 2 所示，在与光扩散层 10 的主面垂直的方向看时，多个第 2 区域 14 各自都是在垂直方向延伸的矩形，多个第 2 区域 14 沿着水平方向排列成条状。图 1 与图 2 的水平方向的截面图对应。从图 1 可知，光扩散层 10 能够提高水平方向的视野角特性（即水平方向的极角（ θ ）依存性）。根据用途，在很多 MVA 型液晶显示面板 20 中，当将显示面看作表的表盘时，4 个畴的导向偶极子的方位角设为 45° 、 135° 、 225° 、 315° ，在正交尼科耳中配置的一对偏光板的偏振光轴（透过轴）被配置成一方与显示面的垂直方向（12 点钟 -6 点钟方向）大致平行，另一方与水平方向（3 点钟 -9 点钟方向）大致平行。对于液晶显示装置，根据用途所要求的视野角特性是不同的。因此，设有沿着需要大视野角特性的方向排列多个矩形的第 2 区域 14 而成的光扩散层 10，所述多个矩形的第 2 区域 14 在与需要大视野角特性的方向正交的方向上延伸，由此能够有效地提高视野角特性。一般而言，水平方向的视野角特性受重视，使用图 2 所示的沿着水平方向排列多个在垂直方向上延伸的矩形的第 2 区域 14 而成的光扩散层是有效的。

[0078] 另外，如图 3 的示意性的分解立体图的液晶显示装置 110 所示，也可以设置光扩散层 10A 和 10B。在此，光扩散层 10A 与液晶显示装置 100 的光扩散层 10 相同，光扩散层 10B 沿着垂直方向成条状地排列多个在水平方向上延伸的矩形的第 2 区域 14。这样，加设光扩散层 10B，能够提高垂直方向的视野角特性。当然，为了专门提高垂直方向的视野角特性，也可以省略光扩散层 10A，仅设置光扩散层 10B。

[0079] 下面，参照图 4 来说明光扩散层 10 的结构和功能的详细情况。在以下的说明中，为了简化，液晶显示面板 20 的主面和光扩散层 10 的主面平行，忽略它们的界面和与使它们粘合的粘结层（未图示）的界面处的光的折射。另外，以下的说明即使考虑上述折射，基本上也是成立的。

[0080] 在此，如图 4 所示，设低折射率区域 14 的间距为 P ，等腰三角形的高度为 H ，顶角为 2α 。在与光扩散层 10 垂直的方向（图 4 中 $\Delta\theta = 0$ ）入射的光 302a 仅有 1 次全反射，因此当假定设计条件为最苛刻的情况时，需要满足在低折射率区域 14 的顶点全反射的光不入射到相邻的低折射率区域 14 而从光扩散层 10 的表面出射（出射光 302b）的条件，因此成为

[0081] [公式 8]

$$[0082] \quad H \leq \frac{P}{\tan 2\alpha + \tan \alpha} \quad (1)$$

[0083] 另外,需要满足从斜方向 ($|\Delta \theta| > 0^\circ$) 入射到光扩散层 10 的光进行 1 次全反射的条件,即

[0084] [公式 9]

$$[0085] \quad N_1 \cos \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \theta}{N_1} \right) + \alpha \right\} > N_2 \quad (2)$$

[0086] (参照图 1 中的入射光 306a 和出射光 306b)。

[0087] 并且,为了使从斜方向 ($|\Delta \theta| > 0^\circ$) 入射到光扩散层 10 的光的一部分 304a 进行 2 次全反射而从光扩散层 10 出射 (出射光 304b),需要 θ_2 满足在界面 12s 产生全反射的条件。

[0088] θ_2 由

[0089] [公式 10]

$$[0090] \quad \theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \theta}{N_1} \right) + 2\alpha \quad (3)$$

[0091] 给出,因此根据斯奈尔定律,高折射率区域 (第 1 区域 : N_1) 12 和低折射率区域 (第 2 区域 : N_2) 14 的界面 12s 的全反射条件成为

[0092] [公式 11]

$$[0093] \quad N_1 \sin(90^\circ - \theta_2 - \alpha) = N_1 \cos(\theta_2 + \alpha) > N_2 \quad (4)$$

[0094] 因此,将 θ_2 代入,成为

[0095] [公式 12]

$$[0096] \quad N_1 \cos \left(\sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \theta}{N_1} \right) + 3\alpha \right) > N_2 \quad (5)$$

[0097] 实际上,在式 (5) 中,产生 2 次全反射的光的入射角 $\Delta \theta$ 不是平行光 (不是 $\Delta \theta = 0^\circ$),而是与平行光无限接近的 $\Delta \theta$ 的区域的光,因此可以认为

[0098] [公式 13]

$$[0099] \quad \lim_{\Delta \theta \rightarrow 0} N_1 \cos \left(\sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \theta}{N_1} \right) + 3\alpha \right) = N_1 \cos(3\alpha) > N_2$$

$$[0100] \quad \therefore \cos(3\alpha) > \frac{N_2}{N_1} \quad (6)$$

[0101] 因此,作为光扩散层(全反射扩散层)10的设计,在使用一定指向性下具有半值角 $\Delta \theta_{50}$ 的背光单元的情况下,为了使在与液晶显示面板相对垂直的方向 ($\Delta \theta = 0$) 的光仅进行 1 次全反射,并且斜方向的光 ($|\Delta \theta| > 0$) 的一部分进行 2 次全反射,设计成满足上述式 (1) 和 (6)。这样,不仅是斜光的 1 次全反射,并且 2 次全反射光也能够得到有效的利用,能够得到大视野角特性。

[0102] 另外,在使斜入射光的一部分进行 n 次以上 ($n \geq 2$) 全反射的情况下,上述式 (6) 可扩展为

[0103] [公式 14]

$$[0104] \quad \cos[\alpha(2n-1)] > \frac{N_2}{N_1} \quad (n \text{ 为 } 2 \text{ 以上的整数}) \quad (7)$$

[0105] 因此在使斜入射光的一部分进行 n 次以上全反射的情况下,设计成满足上述式 (1) 和 (7)。

[0106] 另外,毋庸置疑,需要满足最终条件:在高折射率区域 12(折射率 N_1) 与空气的界面,光不全反射,而是折射,从高折射率区域 12 出射。因此,对于在高折射率区域 12 和低折射率区域 14 的界面 12s 进行 n 次全反射的光,需要满足

[0107] [公式 15]

$$[0108] \quad N_1 \sin \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \theta}{N_1} \right) + 2n\alpha \right\} < 1 \quad (n \text{ 次全反射 } n \text{ 为 } 1 \text{ 以上的整数}) \quad (8)$$

[0109] 当满足上述式 (1) 和式 (6) 或式 (1) 和式 (7) 时,当将从背光单元 30 出射的光的强度分布的最大强度设为 100%、将强度为 10% 的角度设为 $\pm \Delta \theta_{10}$ 时,如果设计成 $\pm \Delta \theta_{10}$ 满足上述式 (1) 和式 (6) 或式 (1) 和式 (7),则通过液晶显示面板 20 而出射的光在光扩散层 10 中能够得到有效 (90% 以上) 的利用,因此是优选的。该情况下,作为将从背光 30 出射的光聚光的部件,可广泛地使用公知的光学元件。例如,可使用棱镜片、棱镜片与扩散反射板(光散射板)的一体构造物、隔栅或逆棱镜。另外,在本说明书中,在设有它们的情况下,包含它们而称为背光单元。

[0110] 另外,从背光单元出射的光的指向性不必一定要设计成满足上述条件。只要从不满足上述条件的角度入射的光如后述的那样由低折射率区域 14 吸收,就不影响视野角特性。

[0111] 下面,参照图 5 来说明使用了附带下面 3 个参数组 A、B 以及 C 的特征的光扩散层(分别称为光扩散层 A、B 以及 C) 的情况下的光的扩散特性的差异。光扩散层 A 满足上述条件,而光扩散层 B 和 C 不满足上述条件。

[0112] A: $N_1 = 1.55, N_2 = 1.40, \alpha = 8.0^\circ, P = 50 \mu\text{m}, H = 110 \mu\text{m}$

[0113] B: $N_1 = 1.55, N_2 = 1.50, \alpha = 8.0^\circ, P = 50 \mu\text{m}, H = 110 \mu\text{m}$

[0114] C: $N_1 = 1.55, N_2 = 1.50, \alpha = 6.0^\circ, P = 50 \mu\text{m}, H = 155 \mu\text{m}$

[0115] 图 5 的 (a) 表示,具有半值角 $\Delta \theta_{50} = \pm 10^\circ$ 的指向性的光从背光单元 入射到光扩散层 A 和 B 时,从光扩散层 10 出射的光的扩散特性。在此所示的扩散特性是低折射率区域 14 以规定间距排列的方向的出射光强度的极角依存性,与液晶显示装置的视野角特性相当。光扩散层 A 能够有效地利用在光扩散层内进行了 2 次全反射的光,结果表明,与光

扩散层 B 相比,出射光的强度分布涉及大角度范围。

[0116] 然而,1次全反射光的峰值和2次全反射光的峰值显著地呈现在图5的(a)的光扩散层A的出射光强度分布中。由于这些峰值的原因,观看者会对视野角特性产生不连续感。因此,为了防止这种情况,优选降低入射到光扩散层的光的指向性,即,加大半值角 $\Delta\theta_{50}$ 。图5的(b)表示从背光单元出射的光的半值角 $\Delta\theta_{50}$ 为 $\pm 35^\circ$ 时的扩散特性的结果。从图5的(b)可知,满足上述条件的扩散层A的出射光强度分布比扩散层B和C的广,并且,不具有图5的(a)中看到的明显的峰值。因此,能够抑制观看者对视野角特性产生不连续感的情况。

[0117] 其次,参照图6、图7以及图8来说明以往的MVA模式的液晶显示装置和本发明的实施方式的MVA模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角依存性(极角依存性)。图6~图8所示的图的横轴是要显示的灰度级(输入灰度级,0~255灰度级),纵轴是所显示的灰度级。任一个液晶显示装置都被设计成从正面观看时能够得到 $\gamma = 2.2$ 的曲线。

[0118] 图6的(a)~(d)是表示以往的MVA模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角依存性的图。该以往的液晶显示装置具备相位差板。图7的(a)~(d)是表示在具有图6的(a)~(d)的视野角特性的以往的MVA型液晶显示装置中仅设有1片满足上述条件的光扩散层10的、本发明的实施方式的MVA模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角依存性的图,该液晶显示装置具有与图2所示的液晶显示装置100相同的结构。图8的(a)~(d)是表示在具有图6的(a)~(d)的视野角特性的以往的MVA型液晶显示装置中设有2片满足上述条件的光扩散层10的、本发明的实施方式的MVA模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角依存性的图,该液晶显示装置具有与图3所示的液晶显示装置110相同的结构。分别是(a)表示左右方向,(b)表示上下方向,(c)表示 45° 方向,(d)表示 135° 方向的极角 θ 依存性。方位角是3点钟方向为 0° ,逆时针方向为正。

[0119] 从图6的(a)可知,以往的液晶显示装置在任一个方位角方向都是随着极角 θ 变大,白浮(显示比本来要显示的亮度高的亮度的现象)变得显著。该倾向在上下方向(垂直方向)最显著,其次是在左右方向(水平方向)显著。图中未表示,但是,在液晶层的延迟大的情况下,在靠近最高灰度级的区域会出现灰度级反转(亮度随着提高灰度级而减小的情况)。

[0120] 相比之下,从看图7的(a)~(d)可知,在本发明的实施方式的液晶显示装置中,左右方向的视野角特性得到显著的改善。即,在该液晶显示装置所具有的光扩散层10(参照图2)中,低折射率区域14延伸的方向是垂直方向,作为与该方向正交的方向的水平方向(左右方向)的视野角特性得到显著的改善。在此所示例子的光扩散层的上述参数是 $N_1 = 1.59$, $N_2 = 1.40$, $\alpha = 8.0^\circ$, $P = 50\mu\text{m}$, $H = 110\mu\text{m}$ 。即,根据本发明的实施方式,左右方向的白浮得到极大的改善,斜方向(极角 $> 0^\circ$)的灰度级特性也成为接近 $\gamma = 2.2$ 的值。并且,本实施方式的液晶显示装置的光扩散层是在水平方向排列着在垂直方向延伸的多个低折射区域,但是,是使排列方向相对于总线倾斜 $\pm 1^\circ$ 以上而配置的。倾斜的方向可以是顺时针方向或者逆时针方向中的任意一个,在此是在逆时针方向倾斜。其发挥防止后述的莫尔条纹的效果,并且还发挥改善图7的(c)所示的 45° 方向的视野角特性的效果。

[0121] 并且,观察图8的(a)~(d)可知,在低折射率区域14于水平方向和垂直方向上排列成条状地设有2个光扩散层的液晶显示装置(参照图3)中,改善了上下方向和水平方

向的视野角特性,并且改善了 45° 方向和 135° 方向的视野角特性,所有方位的视野角特性成为接近 $\gamma = 2.2$ 的值。

[0122] 此外,从在此所用的背光单元出射的光的半值角 $\Delta \theta_{50}$ 是 $\pm 35^\circ$ 左右,包含使视野角特性下降的光。因此,使半值角 $\Delta \theta_{50}$ 为 $\pm 25^\circ$ 以下,甚至使 $\Delta \theta_{50}$ 为 $\pm 15^\circ$ 以下,就能够使斜视角 ($|\theta| > 0^\circ$) 处的灰度级特性也成为接近 $\gamma = 2.2$ 的值。此外,减小半值角 $\Delta \theta_{50}$ 会有图 5 的 (a) 所示的视野角特性的不连续感,因此不一定需要减小半值角 $\Delta \theta_{50}$ 。另外,像后述的那样,在采用使低折射率区域 14 吸收对光扩散层 10 的入射角大的光的结构的情况下,不一定需要提高从背光单元出射的光的指向性(减小半值角)。

[0123] 下面,参照图 9 和图 10,说明色度变化特性。图 9 是以往的液晶显示装置的色差,图 10 是本发明的实施方式的液晶显示装置的色差。在图 10 中,实施了抑制后述的视野角特性的极角依存性中的局部性(某极角处的)色度变化(色度的蓝移)的对策。以往的液晶显示装置具有图 6 所示的 γ 特性的视野角依存性,实施方式的液晶显示装置具有图 8 所示的 γ 特性的视野角依存性。图 9 和图 10 表示从水平方向观看时的色度,表示极角 θ 为 45° 和 60° 的结果。图 9 和图 10 表示麦克贝思图上的色度随视角的变化(与 $\theta = 0^\circ$ 的色度的差),左起到第 18 号的蓝绿色(cyan)是有彩色的,从第 19 号的白色(white)到第 24 号的黑色(black)是无彩色的,最右面是平均值。

[0124] 如图 9 所示,在以往的液晶显示装置中,关于极角 $\theta = 45^\circ$ 处的各色的色度变化, $u' - v'$ 色度坐标中的色差 $\Delta u' - v'$ 大的情况存在,与此相对如图 10 所示,在本发明的实施方式的液晶显示装置中,色差 $\Delta u' - v'$ 为 0.01 以下,成为小的值。

[0125] 本发明的实施方式的光扩散层不限于上述光扩散层,例如,也可以采用图 11 的 (a) 和 (b) 所示的光扩散层。

[0126] 图 11 的 (a) 所示的光扩散层 10 具有在互相正交的方向上设置成正方格子状的低折射率区域 14a 和 14b,用 1 个光扩散层实现图 3 的光扩散层 10A 和 10B。

[0127] 在图 11 的 (b) 所示的光扩散层 10 中,从与主面垂直的方向看时,大致圆形的高折射率区域 12 排列成最密装填状,在其间隙中设有低折射率区域 14c。低折射率区域 14c 与纸面垂直的截面的形状为等腰三角形(纸面跟前为底面,纸面里头具有顶点)。图 11 的 (b) 所示的光扩散层 10 具有与图 11 的 (a) 的光扩散层同等的作用效果。在图 11 的 (b) 的光扩散层 10 中的高折射率区域 12 的排列中,行方向的间隔 M_x 和列方向的间隔 M_y 的比满足 $M_x : M_y = 2 : 3^2$ 的关系,光扩散层 10 的光出射侧的主面(纸面)中的光折射率区域的填充率最大。

[0128] 在上述光扩散层中,低折射率区域在某方向上的与主面垂直的截面的形状与等腰三角形近似,具有参照图 4 说明了的规定关系,因此具有光的利用效率高,并且视野角特性的改善效果好的优点,但是,本发明的实施方式的液晶显示装置的光扩散层不限于此。即,不仅可以使使用光扩散层 A,还可以使用光扩散层 B 和 C。

[0129] 光扩散层 10 具有由具有第 1 折射率 N_1 的第 1 物质形成的第 1 区域和由具有第 2 折射率 N_2 的第 2 物质形成的多个第 2 区域,多个第 2 区域在与第 2 主面平行的面内的 1 个方向上以规定间距 P 被配置在第 1 区域内,并且,多个第 2 区域各自在与第 1 区域之间形成相对于第 2 主面的法线倾斜 α° 的多个界面即可。作为光扩散层 10,也可以使用专利文献 2 中记载的光扩散层(光扩散片)。其中,专利文献 2 中记载的光扩散层是作为背投影显示

装置用途的扩散片,是仅使与入射角为 0° 以上 10° 以下的范围的平行光接近的光有效地进行 1 次全反射的结构,因此在光的扩散特性上产生不连续感(与图 5 的 (a) 相比,不连续感大),且视野角特性的改善效果小。实际的背投型显示装置是在这样的利用全反射的光扩散片正面(观测者侧)设置雾度值高的光散射层,由此缓解扩散特性的不连续感。

[0130] 如上所述,只要将利用全反射的光扩散层设置在液晶显示面板的观看者侧,就能够改善 VA 模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角特性。然而,如上所述,可以看出,当将利用全反射的光扩散层设置在直视型液晶显示面板的观看者侧时,会产生多重像被看到的应用于直视型的情况下特有的问题。

[0131] 下面,参照图 12 的 (a) 和 (b),说明使用了本发明的实施方式的光扩散层的情况下看到的多重像。

[0132] 如图 12 的 (a) 示意性地表示的,在从背光单元出射的光中存在以 $|\theta'| > 0^\circ$ 且不满足在光扩散层中全反射条件的角度出射的光,因此会看到 $\theta' = 0^\circ$ 的光所形成的实像(1 次像)和以 $|\theta'| > 0^\circ$ 的角度入射的光所形成的多重像(2 次像)。这是由于以 $|\theta'| > 0^\circ$ 的角度入射到光扩散层 10 的光在与以 $\theta' = 0^\circ$ 入射的光从光扩散层 10 的高折射率区域 12a 出射的位置起偏离距离 $a(\mu\text{m})$ 偏离的位置向正面方向出射所造成的。以 $|\theta'| > 0^\circ$ 的角度入射到光扩散层 10 的光从高折射率区域 12a 入射到低折射率区域 14 内,在那里折射,向正面方向出射。从与显示面垂直的方向看,如图 12 的 (b) 所示,液晶显示装置的 1 像素量的线点亮时,会看到实像和多重像。

[0133] 在图 12 的 (a) 中, L_1 是基膜 16 的厚度, L_2 是玻璃基板 20a 的厚度和偏光板的厚度的和, L_3 是从光扩散层 10 的高折射率物质(第 1 物质)的底面到低折射率物质(第 2 物质)的顶点为止的距离。

[0134] 在此所示的 θ' 是表示液晶显示面板 20 的观看者侧的玻璃基板 20a 和偏光板(因为薄而未图示)中的光的行进方向的角度,入射到基膜 16 时折射,再入射到高折射率区域 12 时折射,成为小于 θ' 的角度,但是,它们之间的折射率差小。另外,没有考虑经过折射而使入射角变小的情况,因此在此求出的条件是比实际苛刻的条件。

[0135] 上述多重像是如下这样造成的:从高折射率区域 12 入射到低折射率区域 14 的光的一部分(以比临界角小的角度入射的光)在界面 12s 不进行全反射而是发生折射,入射到低折射率区域 14,在与显示面垂直的方向上出射。

[0136] 在直视型液晶显示装置中,从背光单元出射的光是扩散光,因此存在满足下式关系的成分(平行光成分),并且

[0137] [公式 16]

$$[0138] \quad N_1 \cos \alpha > N_2$$

[0139] 斜入射光 ($\Delta \theta > 0$) 的一部分的成分不满足下式:

[0140] [公式 17]

$$[0141] \quad N_1 \cos(\theta' + (2n-1)\alpha) > N_2 \quad (n \text{ 为 } 1 \text{ 以上的整数})。$$

[0142] 即,斜入射光的一部分的成分在界面 12s 不进行全反射,而是发生折射,入射到低折射率区域 14。

[0143] 该问题是只有存在相对于主面倾斜的界面(高折射率区域/低折射区域)才会产生的问题,不仅是在使用满足参照图 4 说明的规定关系的光扩散层的情况下,在使用专利

文献 2 中记载的光扩散层的情况下也会产生。

[0144] 本发明的液晶显示装置能够解决该问题。以下说明使得使用了利用全反射的光扩散层的直视型液晶显示装置中产生的多重像难以被看到的结构和作用。

[0145] 可以考虑使多重像成为不人为视觉识别的程度的对策。视力是作为分辨能力而被测量的,即能够将相邻的两个点分辨为不同的点的能力,此时所用的是兰氏(Landolt)环。视力以能够识别的最小视角的倒数来表示,将能够确认 1 分(1 分是 1 度的 1/60 的角度)的视角的视力规定为视力 1.0。假如能够确认的最小视角为 2 分则视力是 0.5。一般的视力检查的距离是离视力表 5 米,而以与视力 1.0 相当的兰氏环分辨为不同的点或线的情况为 1.5mm 的距离。顺便说一下,1.5mm 相当于相隔 5 米的地方的视角为 1 分。

[0146] 例如,在以兰氏环为基准的视力 1.0(以视角表示则为 1.0 分)的情况下,如果观测者离液晶显示面板为 50cm,则可进行 150 μm (准确而言 145 μm)的识别。因此,当 a 为 150 μm 以下时,能够有效地抑制看到多重像的情况。即,在将 L 和 H 相加所得的距离看作总距离的情况下,满足 $\tan \theta' * (L+H) < 150 \mu\text{m}$ 的条件即可。另外,进行了主观评价的结果,得到了:在观测者离液晶显示面板为 50cm 的情况下,作为 a 的值,只要是 250 μm 以下就能够容许这样的结果。将其以视角表示,则为 1.7 分以下。

[0147] 在此,以采用图 3 所示的结构而提高了左右方向(水平方向)的视野角特性的液晶显示装置为例进行说明。即,第 1 光扩散层 10A 配置在比第 2 光扩散层 10B 靠近液晶显示面板 20 的一侧,第 1 光扩散层 10A 的多个第 2 区域(均为矩形的区域)14 沿着液晶显示面板 20 的水平方向排列成条状,第 2 光扩散层 10B 的多个第 2 区域(均为矩形的区域)14 沿着液晶显示面板 20 的垂直方向排列成条状。一对偏光板(未图示)的一方的偏振光轴配置在水平方向,另一方的偏振光轴配置在垂直方向。液晶显示面板 20 可以是上述 VA 模式,也可以是其它显示模式。

[0148] 如图 12 的(a)所示,第 1 光扩散层 10A 隔着基膜 16 被配置在液晶显示面板 20 的观看者侧。第 2 光扩散层 10B 也可以隔着基膜被配置在第 2 光扩散层 10B 和第 1 光扩散层 10A 之间,但是,为了防止多重像,优选在第 2 光扩散层 10B 和第 1 光扩散层 10A 之间不隔着基膜。

[0149] 在图 12 的(a)中,考虑到 L 和 H(低折射率区域 14 的高度)的合计距离的情况下,a 可以记作 $\tan \theta' * (L+H)$ 。因此,越减小 L+H 的值,a 就越小,多重像就越难以识别。与光扩散层 10B 相比,与液晶显示面板 20 更靠近的光扩散层 10A 能够减小 L+H,因此能够使水平方向的多重像难以识别。人眼是左右排列配置的,因此容易看到水平方向的多重像。因此,为了使多重像难以视觉识别,优选在靠近液晶面板 20 的一侧配置光扩散层 10A,在光扩散层 10A 中,在垂直方向延伸的低折射率区域在水平方向排列成条状。

[0150] 另外,如图 12 的(a)所示,光扩散层 10B 的 L 的值包括液晶显示面板 20 的观看者侧的玻璃基板 20a、偏光板(未图示)、基膜 16 和光扩散层 10A 的光扩散层 10,因此必然会比设置在液晶显示面板 20 附近的光扩散层 10A 的 L 的值大。当然,毋庸置疑,也优选观看者侧所配置的光扩散层 10B 满足上述条件。另外,如果使用图 11 的(a)和(b)所示的光扩散层,则对于水平方向和垂直方向两者都有难以看到多重像的优点。

[0151] 图 13 表示实验性地求出多重像出现的位置 a 的厚度(L+H)依存性的结果。另外,图 14 表示示出多重像的实测结果的线轮廓的一个例子。图 14 的横轴是位置,纵轴是亮度。

按照图 14 的结果制作了图 13 的图。

[0152] 在图 14 中,在液晶显示装置中仅显示一条白显示的线(点亮 RGB),用 CCD 照相机拍摄其亮度,通过图像处理运算测量亮度的截面轮廓。在实测值方面, L_1 分别为 0、50、75、100、190 μm 这 5 种, L_2 为 500、900 μm 这 2 种(偏光板的厚度固定为 200 μm), L_3 为 30 μm ,计 10 种,图 14 中作为一个例子,表示没有光扩散层、 $L+H = 830$ 和 $L+H = 1230 \mu\text{m}$ 的 3 个线轮廓。在图 14 中,没有光扩散层则不产生多重像。即,不产生多重像所造成的亮度峰值。 $L+H = 830$ 和 $L+H = 1230 \mu\text{m}$ 时,如图 14 中的下箭头所示,出现了多重像所造成的亮度峰值。即,在这些亮度线轮廓中,多重像峰值间的距离的一半的距离相当于 a 。

[0153] 在图 13 中, \diamond 表示改变了厚度 $L+H$ 时的实测值 a ,实线是 a 的计算值, $a = \tan \theta' * (L+H)$ 。图中的计算值 A、B 所用的 θ' 采用当从光扩散层的低折射区域的等腰三角形的底边侧(图 12 的 (a) 中的上)入射平行光时,根据在极角 0° 和极角 θ' (在空气中为极角 $\Delta \theta$) 的位置看到的亮度的峰值中的在 θ' 看到的亮度的峰值而求出的 θ' 。如上所述,该 θ' 可以在实测中求出,不过,理论上在正面方向(极角 0 度方向)能够造成 2 重像的光通量的 θ' 也可以根据以下的式 (9) 求出。

[0154] [公式 18]

$$[0155] \quad \theta' = 90 - \sin^{-1} \left(\frac{N_2}{N_1} \times \cos \alpha \right) - \alpha$$

[0156] 在图 13 中,实测值(测量波长:550nm)为 $N_1 = 1.59$, $N_2 = 1.45$ 。计算值 A 为 $N_1 = 1.59$, $N_2 = 1.45$ 。计算值 B 为 $N_1 = 1.59$, $N_2 = 1.49$ 。 α 均为 8° 。

[0157] 在图 13 所示的实测值中, L_1 分别为 0、50、75、100、190 μm 的 5 种, L_2 为 500、900 μm 的 2 种(偏光板的厚度固定在 200 μm), L_3 为 30 μm 。因此, L 是它们的组合的和,计 10 种实测值。 H 为 110 μm 。根据图 13,实测值和计算值 A 呈现良好的一致。另外,由于这种一致,也可以定量地理论地确切考虑计算值 B。

[0158] 根据图 13 可知,在计算值 A 的情况下,为了使 a 为 150 μm 以下,即,设 θ_B 为区分多重像光和实像光的角度, L_b 为观看距离时,为了使 $\theta_B = \tan^{-1}(a/L_b)$ 为 1.0 分(1 分为 $1^\circ / 60$) 以下,优选使总厚度(有时表示为 L_t) $L+H$ 为 480 μm 以下。例如,为了使 $L+H$ 为 480 μm 以下,可以是 L_1 为 0 μm , L_2 为 360 μm (玻璃基板的厚度为 260 μm ,偏光板厚度为 100 μm), L_3 为 10 μm , H 为 110 μm 这样的组合。当然不限于此,只要能够使 $L+H$ 为 480 μm 以下,以任何组合来实现都可以。还可以看出,在计算值 B 的情况下,当使 a 为 150 μm 以下,则优选使总厚度 $L+H$ 为 600 μm 以下。该情况下也是,不限于此,任何组合都可以。

[0159] 另外,按照主观评价的结果,为了使 a 为 250 μm 以下,即,使 θ_B 为 1.7 分以下,优选对于计算值 A,使总厚度 $L+H$ 为 800 μm 以下,对于计算值 B,为 980 μm 以下。该情况下也是,总厚度 $L+H$ 以任何组合来实现都可以。在采用图 3 所示的结构、重视左右方向的视野角特性的情况下,这样就能够有效地抑制左右方向的 2 重像的产生,不会导致显示特性的恶化。

[0160] 并且,当采用图 3 所示的结构时,具有 2 片光扩散层 10A 和 10B。因此,该情况下优选使总厚度 ($2L_1+L_2+2L_3+2H$) 为先前所示的各个情况下的数值以下。该情况下也是,任何组合都可以。这样,即使在重视左右方向的视野角特性的情况下,也不仅能够有效地抑制左右

方向的 2 重像的产生,并且还能够有效地抑制上下方向的视野角特性中的 2 重像,在全方位都不会导致显示特性恶化。

[0161] 从上述式 (9) 可知,改变 N_1 和 N_2 值则上述值也会改变,因此也要根据结构来决定 $L+H$ 的最佳值即可。

[0162] 此外,液晶显示装置是根据其用途来决定标准观看距离。例如,在显示器用途下为 50cm 左右。另外,一般而言,可以认为液晶显示装置的标准观看距离只要比像素间形成的黑矩阵 (BM) 不能被清楚地识别的距离长即可。例如,当 BM 的宽度为 $50 \mu\text{m}$ 时,最小的观看距离是 θ_B 为 1.7 分时要求 10cm, θ_B 为 1.0 分时要求 18cm。

[0163] (其它对策 1)

[0164] 如果通过在低折射率区域 14 中混合具有吸收可见光的性质的材料来吸收入射到低折射率区域 14 的光的话,能够有效地防止多重像的产生。作为吸收可见光的材料,例如优选使用炭黑或者使用蓝颜料和红颜料的混合物。优选可见光的吸收率为 95% 以上,更优选 99% 以上。

[0165] (其它对策 2)

[0166] 为了使得入射到低折射率区域 14 的光不在与显示面垂直的方向上出射,要在低折射率区域 14 不使光折射。因此,根据式 (2),作为 n 次全反射来考虑,满足

[0167] [公式 19]

$$[0168] \quad N_1 \cos \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \theta}{N_1} \right) + n\alpha \right\} > N_2 \quad (n \text{ 为 } 1 \text{ 以上的整数})$$

[0169] 的条件即可。例如, $\Delta \theta$ 为约 27° 。因此,如果使从背光单元出射的全部光通量进入 27° 以内则能够极大地减少多重像。并且,在还考虑到 $n = 2$ 的光的情况下,使背光单元的全部光通量进入 13° 以内,则原理上就能够使多重像不为视觉识别。

[0170] 可以将上述其它对策 1 和 2 独立地或者组合起来采用。另外,为消除这样的多重像的问题,优选提高背光的指向性(减小半值角),但是,当过分地提高背光的指向性时,产生图 5 的 (a) 所示的 1 次全反射光和 2 次全反射光的峰值显著地出现所造成的视野角特性的不连续感,因此为了有效地抑制多重像的产生,优选优先采用其它对策 1。

[0171] 如上所述,只是将利用全反射的光扩散层设置在液晶显示面板的观看者侧,就能够改善 VA 模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角特性,并且能够通过控制从液晶层到光扩散层的第 2 主面为止的距离、其它对策 1、2 来解决多重像的问题。但是可以看出,在应用于直视型的情况下,会产生视野角的极角依存性中的局部性(某极角处的)色度变化(色度的蓝移)这种特有的问题。

[0172] 该问题除了使用出射扩散光的背光单元之外,还由于第 1 物质的折射率 N_1 和第 2 物质的折射率 N_2 存在波长分散而造成。即,原因是:从背光单元出射的某光通量 $\Delta \theta$ 通过液晶显示面板入射到光扩散层的第 1 区域(折射率 N_1) 的光,在与第 2 区域(折射率 N_2) 之间的倾斜的界面是否满足(公式 9) 的式与光的波长有关。

[0173] 即,即使是相同入射角,根据该光的波长,是全反射还是部分反射是会变化的。在部分反射的情况下,一部分光在界面折射而入射到第 2 区域内。这是由于材料本身的折射率存在波长分散(波长依存性)所造成的。例如,在使用了 $N_1 = 1.59$, $N_2 = 1.50$, $\alpha =$

8.0° 的光扩散层的情况下,从背光单元以约 30° 的倾斜度出射的光通过液晶显示面板,在第 1 区域内作为 $\theta' =$ 约 18° 的光而存在,在观测者侧作为约 60° 的光而出射。在第 1 区域和第 2 区域的界面,并不是所有波长区域都进行全反射,而是也有进行部分反射的波长区域。因此,反射率与波长有关,从背光单元出射的光的光谱在通过光扩散片而放射到观测者侧的情况下会发生变化,导致颜色变化。

[0174] 可以看出,当改写作为全反射条件的(公式 9)的式,则成为

[0175] [公式 20]

$$[0176] \quad \cos(\theta'+\alpha) > \frac{N_2(\lambda)}{N_1(\lambda)}$$

[0177] 在此, λ 是波长。因此,折射率成为波长的函数,因此是否进行全反射与波长有关。此外,不考虑波长依存性时的折射率由波长 550nm 的光所对应的折射率来代表。

[0178] 在不满足上式的全反射的情况下成为部分反射,因此当将光的偏振光设为 S 偏振光时,反射率 R 成为,

[0179] [公式 21]

$$[0180] \quad R = \left(\frac{N_1(\lambda) \cdot \cos(90 - \theta' - \alpha) - N_2(\lambda) \cdot \cos \theta_3}{N_1(\lambda) \cdot \cos(90 - \theta' - \alpha) + N_2(\lambda) \cdot \cos \theta_3} \right)^2$$

$$[0181] \quad = \left(\frac{\frac{N_1(\lambda)}{N_2(\lambda)} \cdot \sin(\theta' + \alpha) - \cos \theta_3}{\frac{N_1(\lambda)}{N_2(\lambda)} \cdot \sin(\theta' + \alpha) + \cos \theta_3} \right)^2$$

[0182] 其中, θ_3 是向第 2 区域折射时的折射角,

[0183] [公式 22]

$$[0184] \quad \theta_3 = \sin^{-1} \left[\frac{N_1(\lambda)}{N_2(\lambda)} \cdot \cos(\theta' + \alpha) \right]$$

[0185] $\theta_3 = 90^\circ$ 相当于全反射。因此,如果 N_1 和 N_2 的比与波长无关而是固定的,反射率 R 就不会随波长而变化。反射率 R 与波长无关就是从背光单元出射的光的光谱不随高折射率区域 12 和低折射率区域 14 的界面 12s 处的反射而变化,因而显示色不变化。

[0186] 一般而言,材料的折射率的波长分散分为无波长分散(折射率与波长无关,大致固定)、正分散(波长越长折射率越低)或逆分散(波长越长折射率越高)。其中,无波长分散和正分散是主要的。该折射率的波长分散可以用柯西的分散式来表述。

[0187] 在此采纳的视野角特性的极角依存性中的局部性(上述极角 60° 处的)色度的蓝移在正分散和正分散或者正分散和无波长分散的组合中显著地产生。这是因为,在 N_1 和 N_2 均为正分散的情况下,波长越长, N_1 和 N_2 的折射率差越小。即,波长越长越难满足(公式 20)的式的关系,因而波长越长反射率越低。因此,通过了光扩散层时,谱会变化,该情况下

会产生色度的蓝移。

[0188] 在考虑到折射率的波长分散的情况下,为了使 N_1 和 N_2 的比固定,优选对于 N_1 和 N_2 中的任意一个,都采用无波长分散的材料。并且,对于 N_1 和 N_2 中的任意一个,在采用正分散的材料的情况下,按 N_1 和 N_2 的比在可见光的波长范围(400nm以上800nm以下)中成为一定的方式来选择材料即可。具体而言,可见光的波长范围中的 N_1/N_2 的最大值和最小值的差为可见光的波长范围中的 N_1/N_2 的平均值的0.02倍以下即可。这样的材料可酌情选择。

[0189] 或者,如果按 $N_1 = 1.59$ 、 $N_2 = 1.40$ 的组合的方式进行能够满足2次全反射的条件的折射率的设定,则即使不将 N_1 和 N_2 的比在可见光的波长范围设为固定,也能够抑制色度的蓝移。

[0190] 在此,说明了S偏振光,对于P偏振光也可以同样考虑。

[0191] 因此,根据以上情况,只是将利用全反射的光扩散层设置在液晶显示面板的观看者侧,就能够改善VA模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角特性,并且能够通过控制从液晶层到光扩散层的第2主面的距离、其它对策1、2来解决多重像的问题。并且,使 N_1 和 N_2 的比与波长无关,而固定,就能够抑制视野角特性的极角依存性中的局部性色度变化。

[0192] 另外,本发明的实施方式的光扩散层,如上所述,至少具有在1个方向以规定间距排列的多个低折射率区域。如公知的那样,当间距接近的周期构造被重叠配置时,产生莫尔条纹。因此,当光扩散层所具有的低折射率区域所形成的周期构造的间距和液晶显示面板的像素的周期构造的间距接近时,会产生莫尔条纹。为了有效地抑制莫尔条纹的产生并且不损害显示质量,优选低折射率区域所形成的周期构造的间距为相同方向的像素的排列间距的3/4以下,优选相对于像素的开口部配置2个以上的低折射率区域。另外,优选低折射率区域的排列方向相对于液晶显示面板所具有的总线(栅极总线、源极总线和/或CS总线)具有 1° 以上的倾斜度。

[0193] 图2所示的液晶显示装置100,如上所述,具有光扩散层10。光扩散层10是在垂直方向延伸的矩形的多个第2区域(低折射率区域)14沿着水平方向排列成条状,由光扩散层10来改善水平方向的视野角特性。另外,图3所示的液晶显示装置110具有光扩散层10A和10B。靠近液晶显示面板20的一方的光扩散层10A是在垂直方向延伸的矩形的多个第2区域(低折射率区域)14沿着水平方向排列成条状,靠近观看者侧的一方的光扩散层10B是在水平方向延伸的矩形的多个第2区域14沿着垂直方向排列成条状。由光扩散层10A来改善水平方向的视野角特性,由光扩散层10B来改善垂直方向的视野角特性。

[0194] 并且,也可以如图15(a)所示的液晶显示装置100A那样,在液晶显示装置100的光扩散层10的观看者侧,设置光散射层(扩散反射层)40。另外,也可以如图15(b)所示的液晶显示装置110A那样,在液晶显示装置110的光扩散层10的光扩散层10B的观看者侧,设置光散射层(扩散反射层)40。光散射层40例如由在树脂中分散与树脂相比折射率不同的粒子所得的材料形成。光散射层40发挥作为抗炫层的作用。当然,如上所述,在光扩散层10或光扩散层10B的观看者侧,此外还可以设置抗反射层、低反射层或防反射层。当然,也可以根据需要,组合其中任意2个以上。

[0195] 工业实用性

[0196] 本发明可广泛地应用于公知的液晶显示装置,能够改善视野角特性。

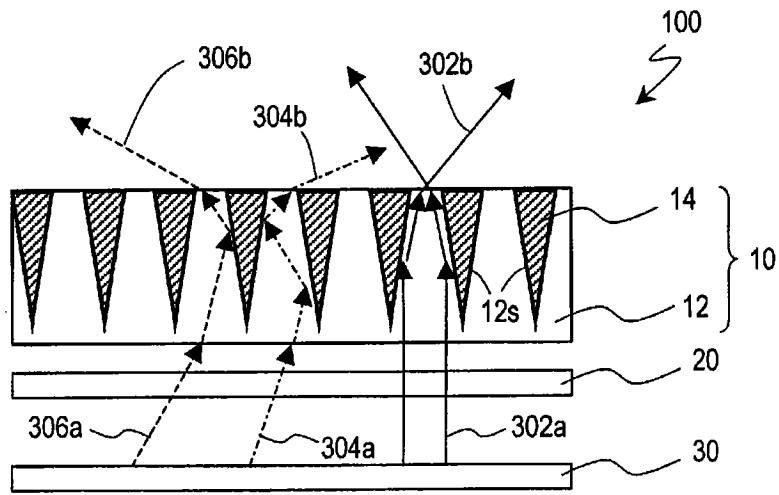


图 1

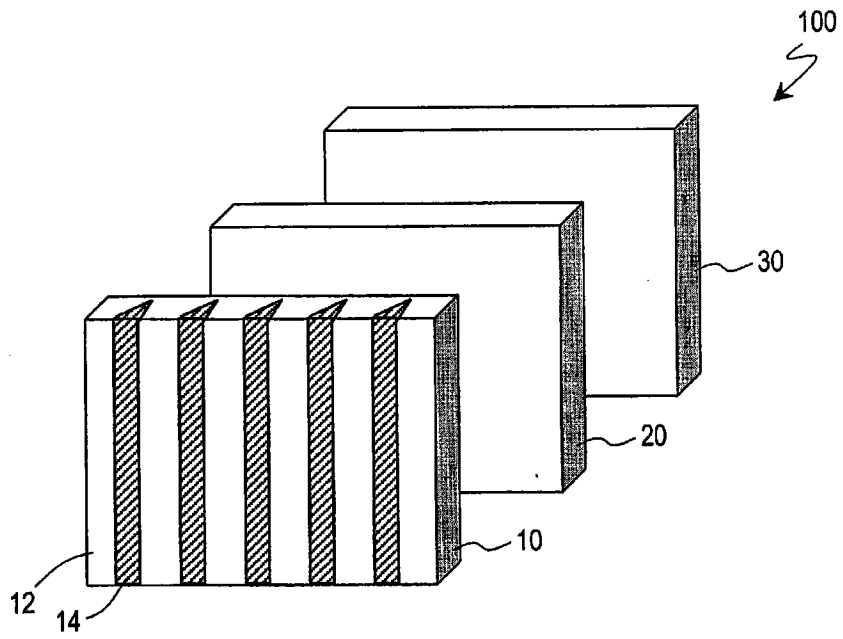


图 2

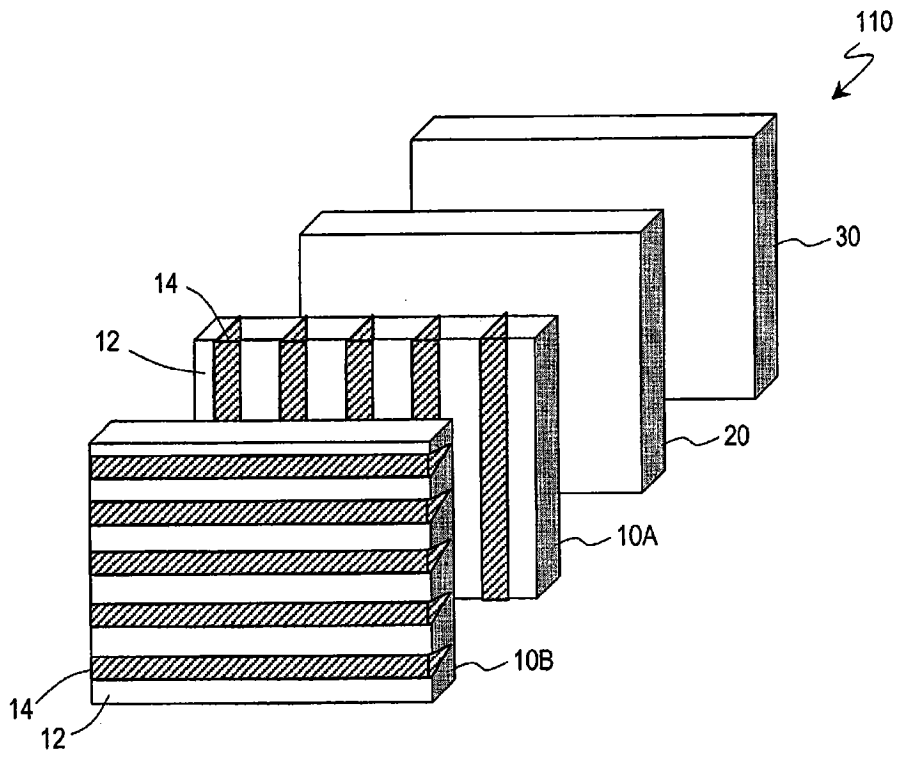


图 3

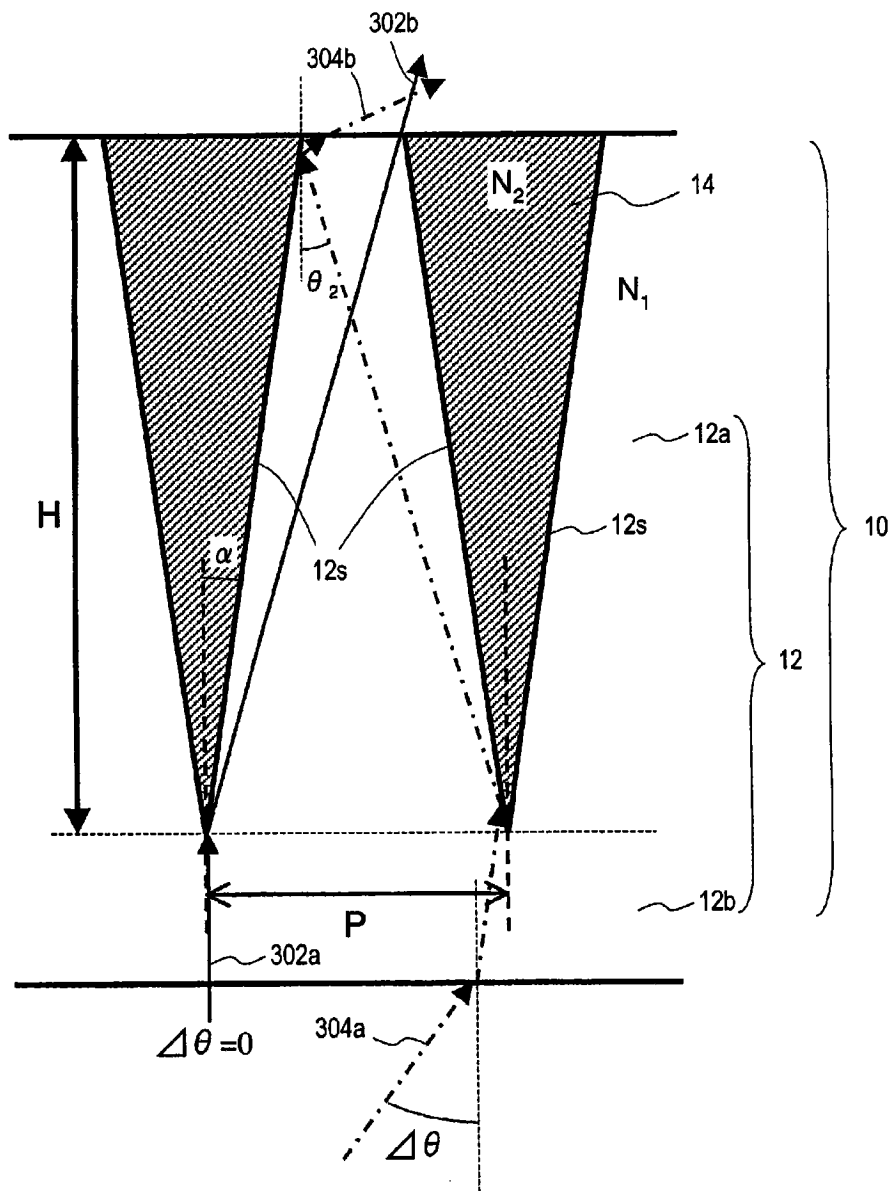


图 4

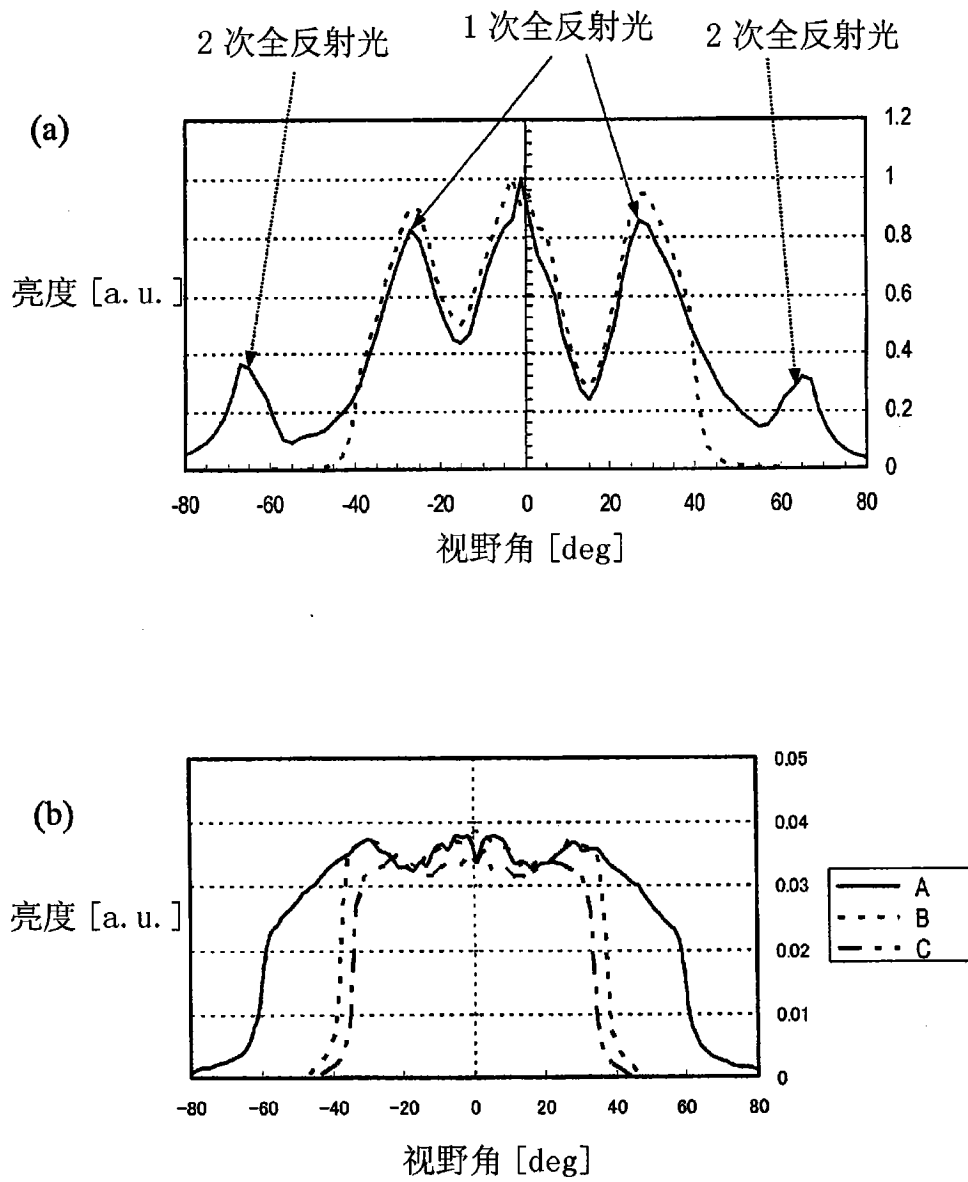


图 5

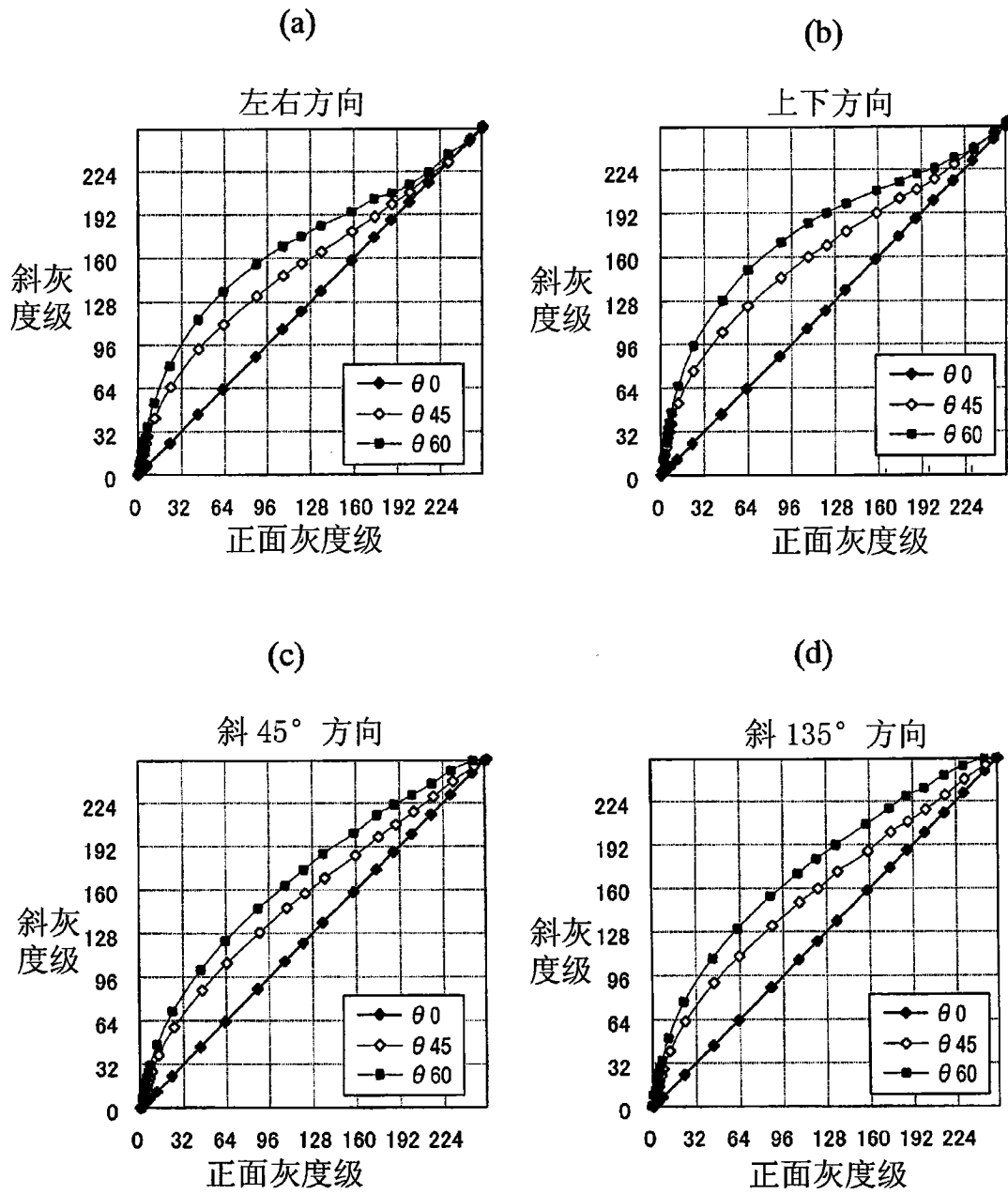


图 6

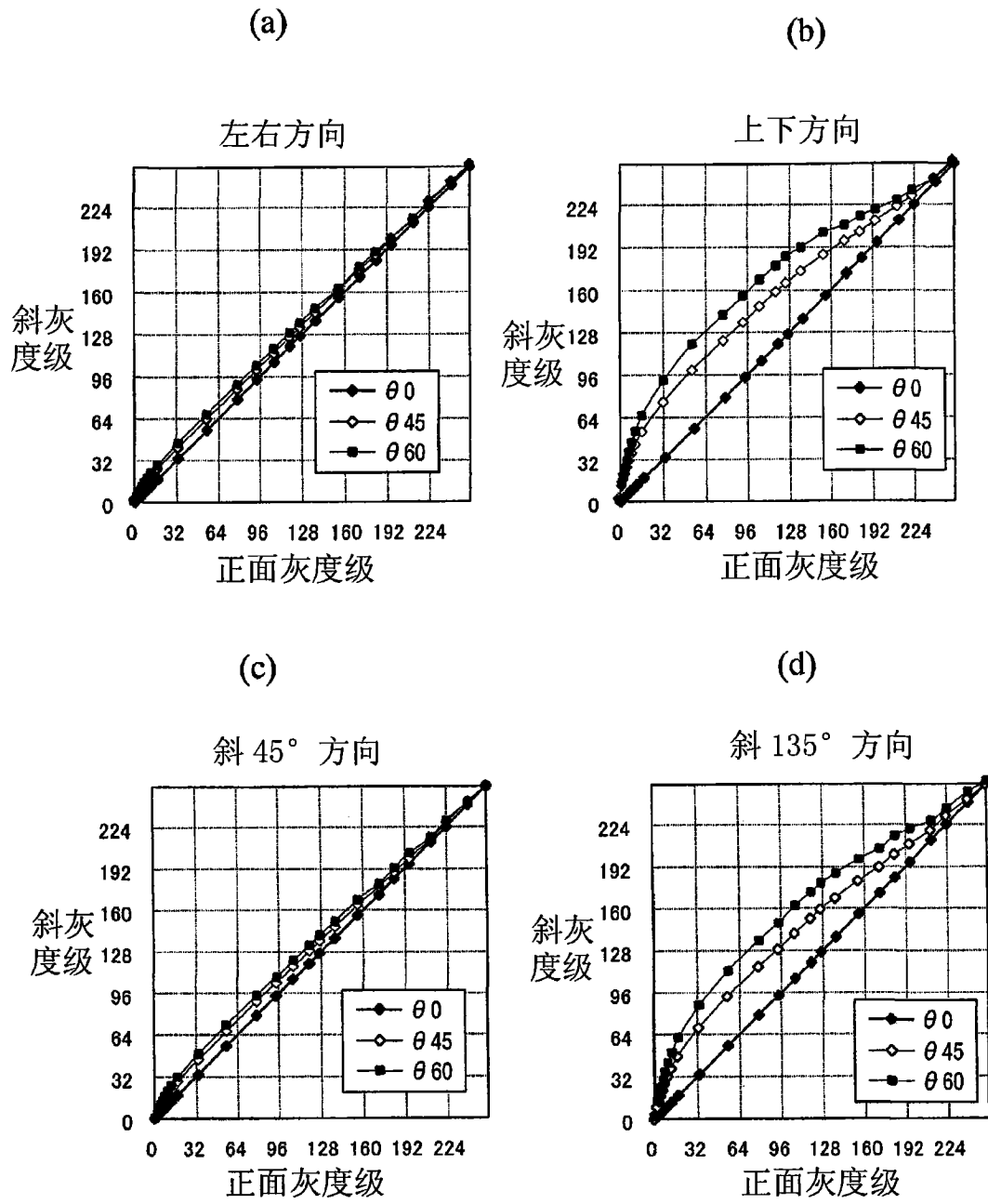


图 7

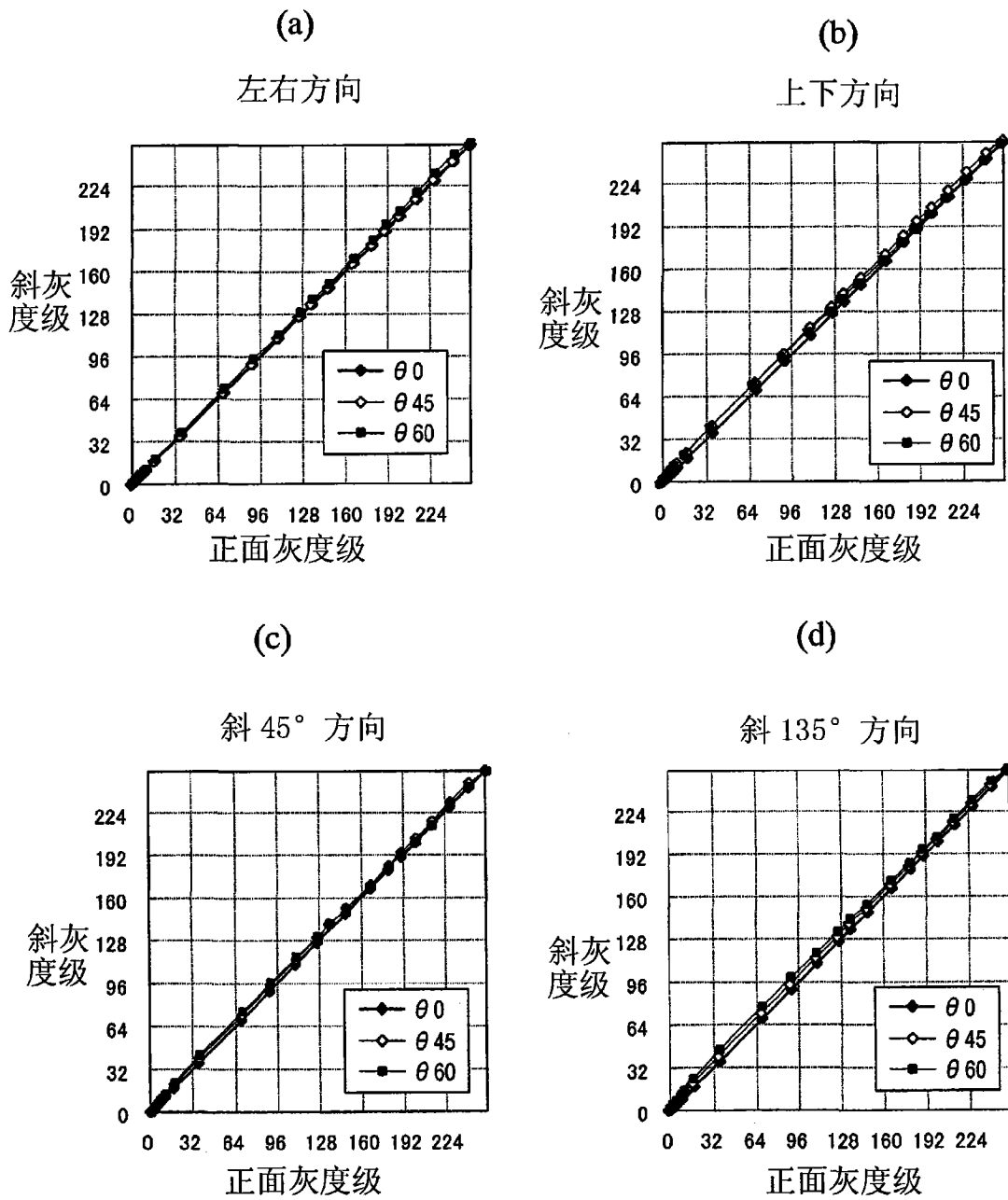


图 8

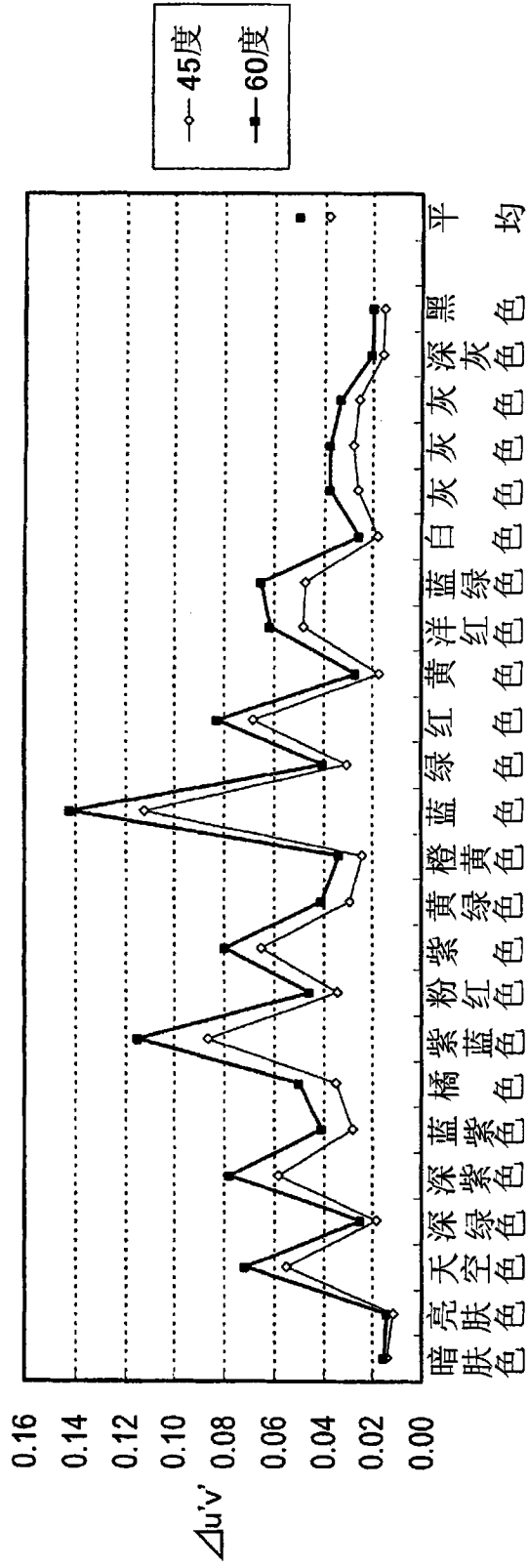


图9

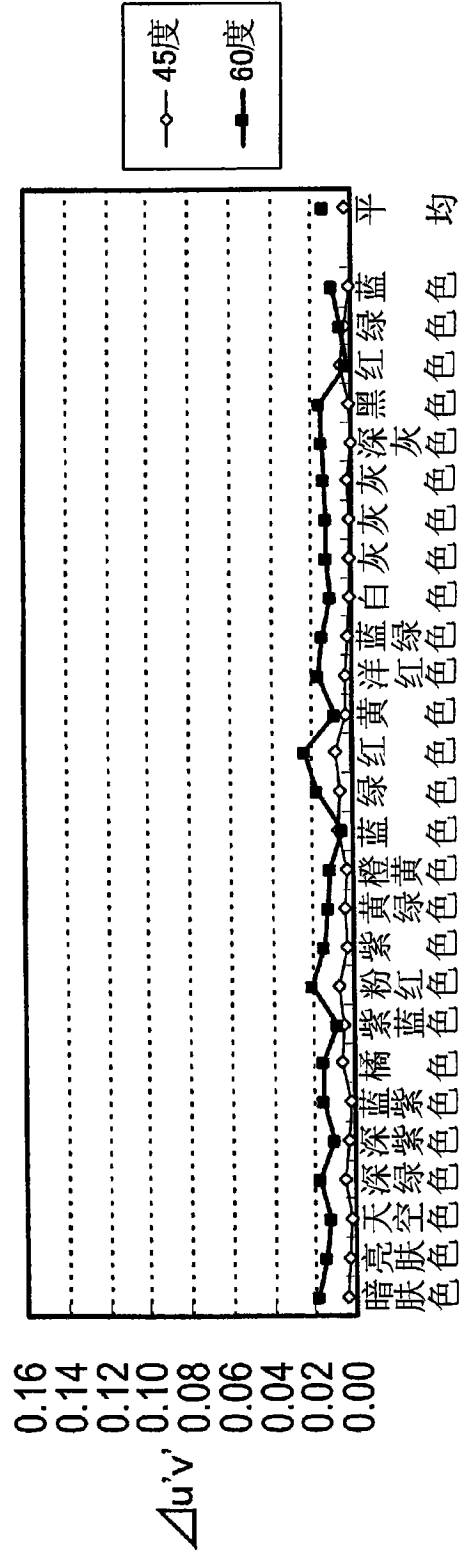


图10

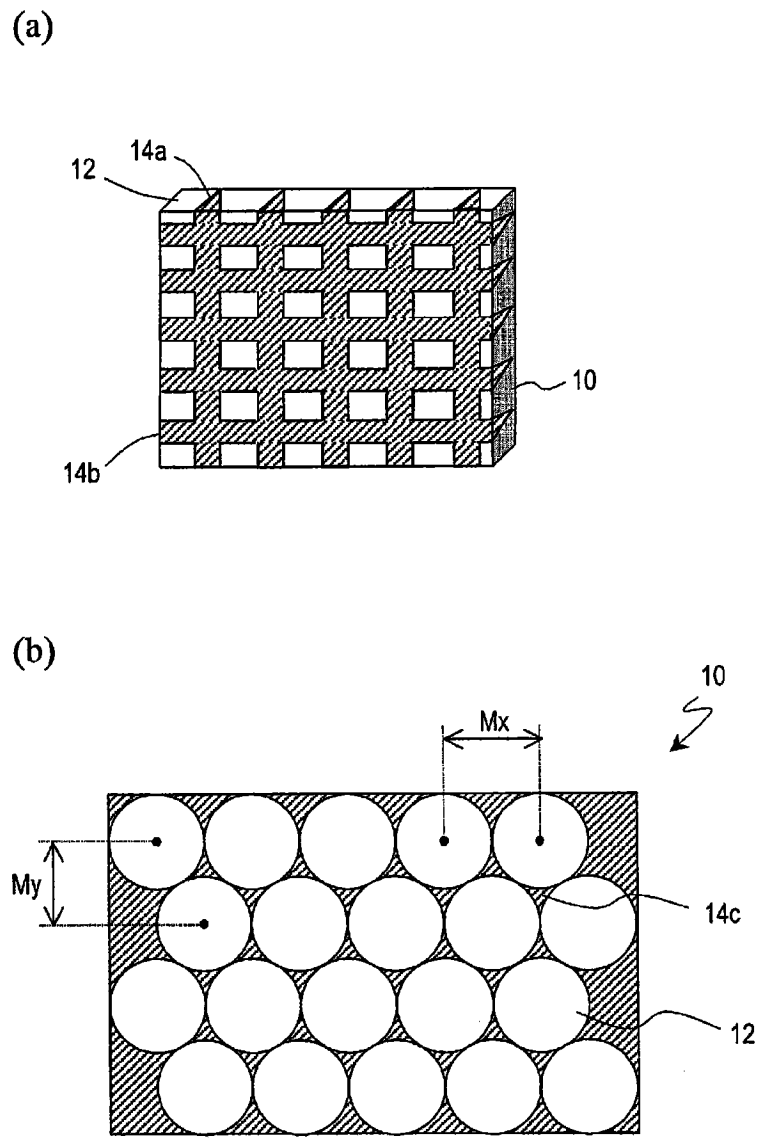


图 11

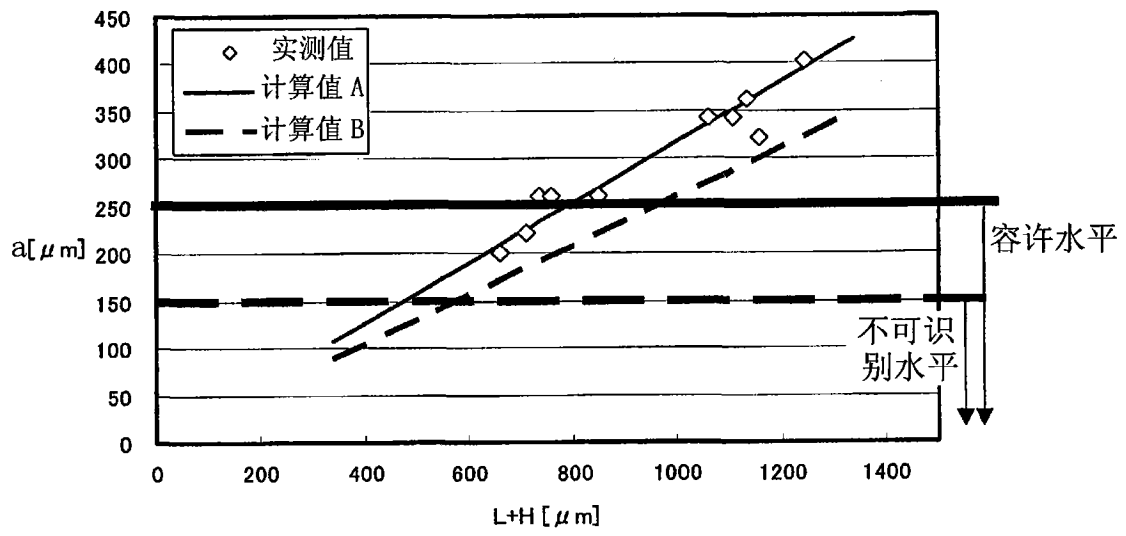


图 13

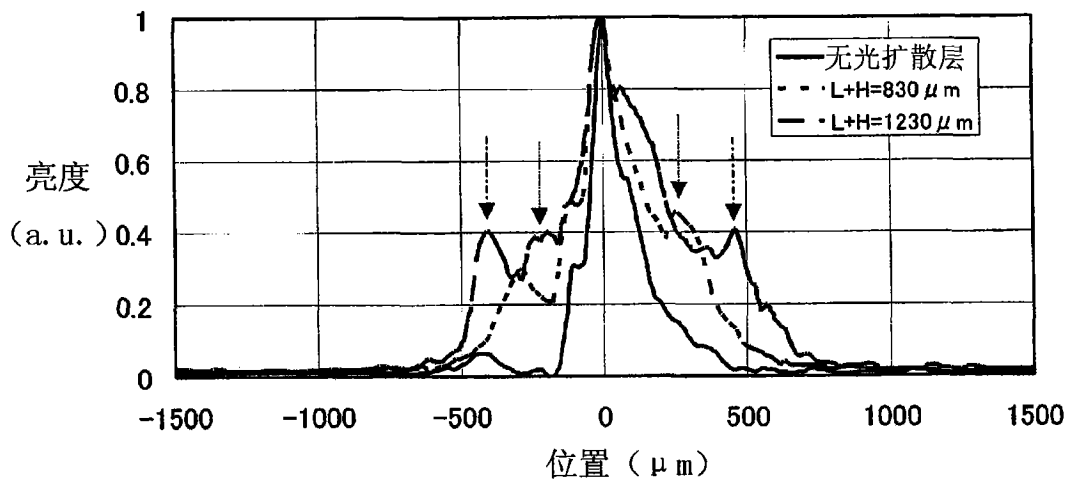


图 14

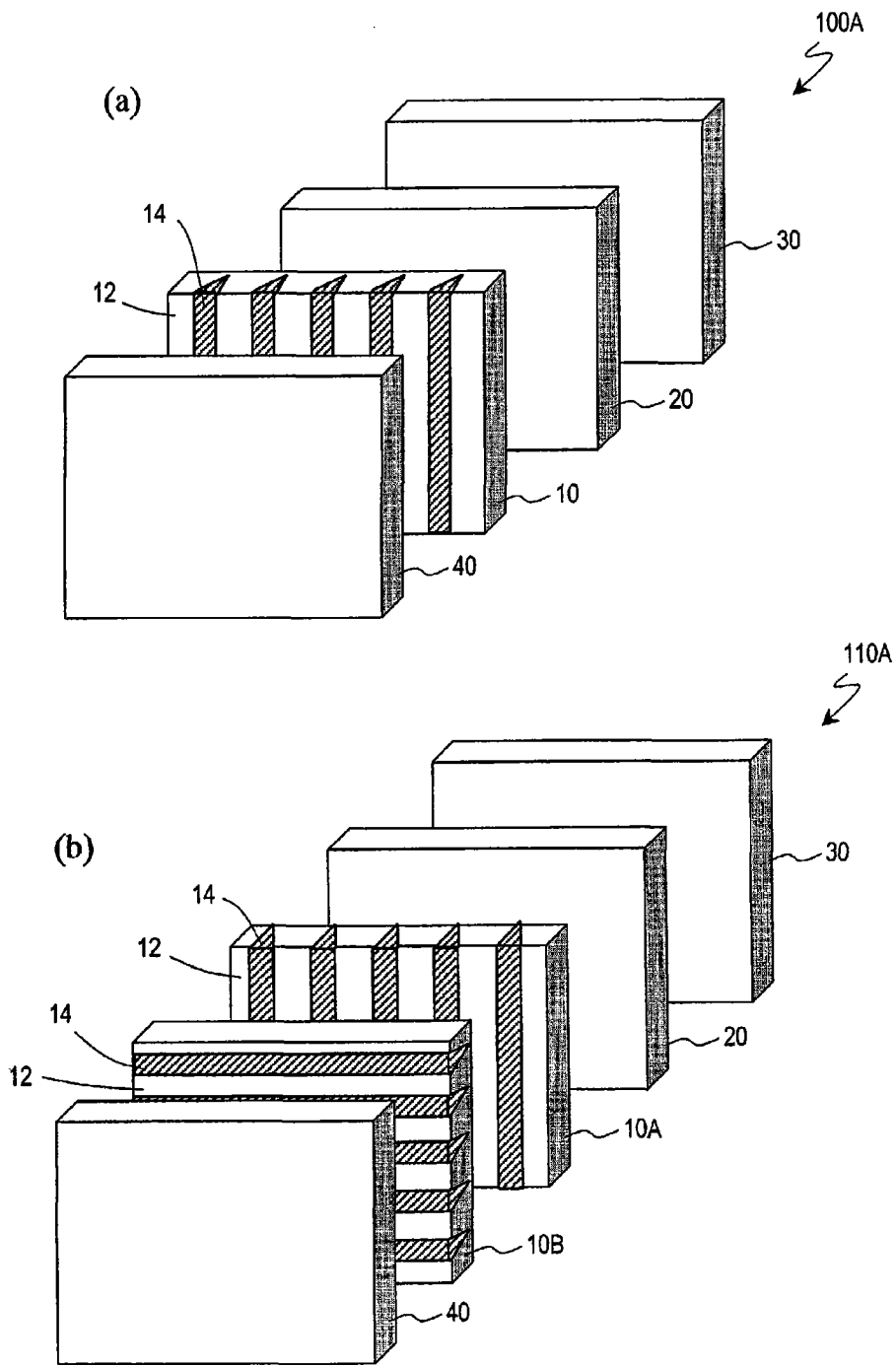


图 15