



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101809488 A

(43) 申请公布日 2010.08.18

(21) 申请号 200880109659.3

(22) 申请日 2008.09.26

(30) 优先权数据

2007-259357 2007.10.03 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.03.31

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/002696 2008.09.26

(87) PCT申请的公布数据

W02009/044521 JA 2009.04.09

(71) 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 青山伊织 田口登喜生 西原雄祐

山本明弘 久保真澄

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

代理人 龙淳

(51) Int. Cl.

G02F 1/1335(2006.01)

F21V 5/00(2006.01)

G02B 5/02(2006.01)

F21Y 103/00(2006.01)

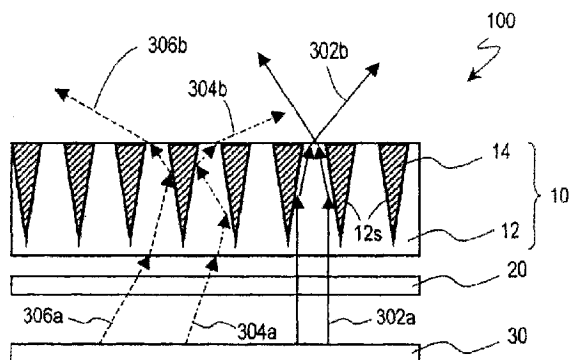
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 11 页

(54) 发明名称

光扩散片和液晶显示装置

(57) 摘要

本发明提供一种光扩散片和液晶显示装置。本发明的光扩散片和液晶显示装置所具有的光扩散层(10),由折射率较低的物质(第二物质)形成多个低折射率区域(第二区域)(14),其垂直于主面的截面形状分别近似为在观察者一侧具有底边、并在液晶显示面板侧具有顶点的等腰三角形。多个低折射率区域在由高折射率物质(第一物质)形成的高折射率区域(第一区域)内,在与主面平行的面内的至少1个方向上以规定的间距P配置。因为低折射率区域的形状和大小满足规定的关系,因此垂直射入主面的光在光扩散层内仅进行1次全反射后从光扩散层向观察者一侧射出,以倾斜的角度射入主面的光的一部分在光扩散层内进行n次(n为2以上的整数)以上全反射后从光扩散层向观察者一侧射出。其结果是,能够提高上述至少1个方向上的视野角特性。



1. 一种光扩散片,其特征在于:

其具有至少 1 个光扩散层,所述光扩散层具有相互相对的第一主面和第二主面,并且所述第一主面朝向 VA 模式的液晶显示面板的观察者一侧的表面配置,

所述光扩散层包含:具有第一折射率 N_1 的第一物质;和具有比所述第一折射率小的第二折射率 N_2 的第二物质,

所述第二物质形成多个第二区域,所述多个第二区域各自的与所述第二主面垂直的截面的形状近似为在所述第二主面侧具有底边、并在所述第一主面侧具有顶点的等腰三角形,所述多个第二区域,在由所述第一物质形成的第一区域内,在与所述第二主面平行的面内的至少 1 个方向上以规定的间距 P 配置,

在设所述等腰三角形的高为 H 、顶角为 2α 、且 n 为 2 以上的整数时,满足:

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

和

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

2. 一种液晶显示装置,其特征在于,包括:

VA 模式的液晶显示面板,所述液晶显示面板具备一对偏光板;和

至少 1 个光扩散层,所述光扩散层具有相互相对的第一主面和第二主面,并且所述第一主面朝向所述液晶显示面板的观察者一侧的表面配置,

所述光扩散层包含:具有第一折射率 N_1 的第一物质;和具有比所述第一折射率小的第二折射率 N_2 的第二物质,

所述第二物质形成多个第二区域,所述多个第二区域各自的与所述第二主面垂直的截面的形状近似为在所述第二主面侧具有底边、并在所述第一主面侧具有顶点的等腰三角形,所述多个第二区域,在由所述第一物质形成的第一区域内,在与所述第二主面平行的面内的至少 1 个方向上以规定的间距 P 配置,

在设所述等腰三角形的高为 H 、顶角为 2α 、且 n 为 2 以上的整数时,满足:

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

和

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

3. 如权利要求 2 所述的液晶显示装置,其特征在于:

所述至少 1 个方向包括与所述一对偏光板中的一个偏光板的偏光轴大致正交的第一方向。

4. 如权利要求 3 所述的液晶显示装置,其特征在于:

所述至少 1 个方向包括与所述第一方向大致正交的第二方向。

5. 如权利要求 4 所述的液晶显示装置,其特征在于:

所述至少 1 个光扩散层具有 2 个光扩散层,所述 2 个光扩散层各自具有的所述多个第二区域,沿着与所述第二主面平行的面内的唯一的方向呈条纹状排列,一个光扩散层的所

述唯一的方向是所述第一方向,另一个光扩散层的所述唯一的方向是所述第二方向。

6. 如权利要求 5 所述的液晶显示装置,其特征在于:

所述至少 1 个光扩散层是唯一的光扩散层,从与所述第二主面垂直的方向观察时,所述多个第二区域呈格子状排列。

7. 如权利要求 5 所述的液晶显示装置,其特征在于:

所述至少 1 个光扩散层是唯一的光扩散层,从与所述第二主面垂直的方向观察时,所述多个第一区域各自大致为圆形,并且呈正方格子状或最密填充状排列。

8. 如权利要求 1~7 中任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:

所述第二区域还包含吸收可见光的物质。

9. 如权利要求 1~8 中任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:

所述规定的间距 P 为该方向的像素间距的四分之三以下。

光扩散片和液晶显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液晶显示装置,特别是一种在 VA 模式的液晶显示面板的观察者一侧具有光扩散层的直视型的液晶显示装置。

背景技术

[0002] 液晶显示装置不是自发光型的显示装置,因此除了部分反射型,需要将用于显示的光供向液晶显示面板的背面照明装置(所谓的背光源单元)。设置于液晶显示面板的背面(观察者一侧的相反侧)的背光源单元大致分为边光型和正下方型。边光型是使从配置于导光板的侧面的光源(冷阴极管(CCFT;Cold Cathode Fluorescent Tube)、LED)射出的光在导光板内传播、并且在液晶显示面板一侧射出的方式。正下方型构成为在液晶显示面板的背面排列多个光源、以不通过导光板的方式从光源射出的光射入液晶显示面板。

[0003] 在液晶显示装置中,存在根据观察方向的不同而所看到的显示也不同的问题,即视野角特性较差的问题。这是因为液晶层具有折射率各向异性,液晶层的有效相位差(延迟)根据观察方向的不同而不同。

[0004] 作为使液晶显示装置的视野角特性得以提高的方法之一,已知以下方法(例如专利文献 1):控制背光源的光的指向性(平行度),使不会给视野角特性带来不好影响的入射光主要射入液晶显示面板,并用微透镜(阵列)使通过液晶显示面板的光全方位地扩散。

[0005] 专利文献 1:日本特开平 9-127309 号公报

[0006] 专利文献 2:日本特开平 11-242225 号公报

[0007] 专利文献 3:日本特开 2003-50307 号公报

发明内容

[0008] 然而,在使用上述的微透镜的情况下,无论是外形呈凹凸状地形成的微透镜,或是在平坦的层内形成有规定的形状的折射率分布(也被称为“平板微透镜”)的微透镜的任一种,均存在以下问题:难以控制透镜的形状,难以精密地控制透镜凸部的厚度与粘接层的厚度的比,和/或难以以较高的精度来控制光束的分布。特别是,外形呈凹凸状地形成的微透镜难以以较高的精度均匀地贴合,此外,存在根据埋于粘接层的部分的大小、形状的不同而透镜特性改变的问题,因此还没有实用化。

[0009] 此外,在液晶显示装置中,利用垂直取向型的液晶层的 VA 模式的液晶显示装置,具有与现有的 TN 模式相比被改善的视野角特性。垂直取向型的液晶层包括: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、和介电常数各向异性为负的向列液晶材料。在 VA 模式的液晶显示装置中,特别是专利文献 2 所记载的 MVA 模式的液晶显示装置,由于视野角特性优异而被广泛地采用。在 MVA 模式中,在相互正交的 2 个方向上配置直线状的取向限制单元(狭缝或肋),在取向限制单元之间形成代表各畴的定向(directer)的方位角相对于配置成正交尼科尔的偏光板的偏光轴(透过轴)构成 45° 的 4 个液晶畴。将方位角的 0° 设定为钟表的文字盘的 3 点方向,当以逆时针旋转为正时,4

个畴的定向的方位角为 45 度、135 度、225 度、315 度。相对偏光轴 45 度方向的直线偏光不被偏光板吸收,因此从透过率的观点来看是最优选的。MVA 模式的液晶显示装置,如上述那样构成为在 1 个像素形成 4 个畴(4 分割取向构造或简称 4D 构造),因此具有被改善的视野角特性。然而,在 MVA 模式的液晶显示装置中,也期望进一步改善 γ 特性的视野角特性。

[0010] 本发明是为了解决上述的问题而完成的,其主要目的在于改善 VA 模式的液晶显示装置的视野角特性。

[0011] 本发明的光扩散片,其特征在于:其具有至少 1 个光扩散层,上述光扩散层具有相互相对的第一主面和第二主面,并且上述第一主面朝向 VA 模式的液晶显示面板的观察者一侧的表面配置,上述光扩散层包含具有第一折射率 N_1 的第一物质和具有比上述第一折射率小的第二折射率 N_2 的第二物质,上述第二物质形成多个第二区域,上述多个第二区域各自的与上述第二主面垂直的截面的形状近似为在上述第二主面侧具有底边、并在上述第一主面侧具有顶点的等腰三角形,上述多个第二区域,在由上述第一物质形成的第一区域内,在与上述第二主面平行的面内的至少 1 个方向上以规定的间距 P 配置,在设上述等腰三角形的高为 H 、顶角为 2α 、且 n 为 2 以上的整数时,满足以下:

[0012] (数学式 1)

$$[0013] \quad H \leq \frac{P}{\tan 2\alpha + \tan \alpha}$$

[0014] 和

[0015] (数学式 2)

$$[0016] \quad \cos[\alpha(2n-1)] > \frac{N_2}{N_1}。$$

[0017] 本发明的液晶显示装置,其特征在于,包括:VA 模式的液晶显示面板,上述液晶显示面板具备一对偏光板;和至少 1 个光扩散层,上述光扩散层具有相互相对的第一主面和第二主面,并且上述第一主面朝向上述液晶显示面板的观察者一侧的表面配置,上述光扩散层包含具有第一折射率 N_1 的第一物质和具有比上述第一折射率小的第二折射率 N_2 的第二物质,上述第二物质形成多个第二区域,上述多个第二区域各自的与上述第二主面垂直的截面的形状近似为在上述第二主面侧具有底边、并在上述第一主面侧具有顶点的等腰三角形,上述多个第二区域,在由上述第一物质形成的第一区域内,在与上述第二主面平行的面内的至少 1 个方向以规定的间距 P 配置,在设上述等腰三角形的高为 H 、顶角为 2α 、且 n 为 2 以上的整数时,满足以下:

[0018] (数学式 3)

$$[0019] \quad H \leq \frac{P}{\tan 2\alpha + \tan \alpha}$$

[0020] 和

[0021] (数学式 4)

$$[0022] \quad \cos[\alpha(2n-1)] > \frac{N_2}{N_1}。$$

[0023] 在某个实施方式中,上述至少 1 个方向包括与上述一对偏光板中的一个偏光板的偏光轴大致正交的第一方向。

[0024] 在某个实施方式中,上述至少 1 个方向包括与上述第一方向大致正交的第二方

向。

[0025] 在某个实施方式中,上述至少 1 个光扩散层具有 2 个光扩散层,上述 2 个光扩散层各自具有的上述多个第二区域,沿着与上述第二主面平行的面内的唯一的方向呈条纹状排列,一个光扩散层的上述唯一的方向是上述第一方向,另一个光扩散层的上述唯一的方向是上述第二方向。

[0026] 在某个实施方式中,上述至少 1 个光扩散层是唯一的光扩散层,从与上述第二主面垂直的方向观察时,上述多个第二区域呈格子状排列。

[0027] 在某个实施方式中,上述至少 1 个光扩散层是唯一的光扩散层,从与上述第二主面垂直的方向观察时,上述多个第一区域各自大致为圆形,并且呈正方格子状或最密填充状排列。

[0028] 在某个实施方式中,上述第二区域还包含吸收可见光的物质。吸收光的物质例如为碳黑 (Carbon Black)、蓝颜料和红颜料的混合物。可见光的吸收率优选为 95% 以上。

[0029] 在某个实施方式中,上述规定的间距 P 优选为该方向的像素间距的四分之三以下,进一步优选在像素的开口部配置 2 个以上的上述第二区域。

[0030] 在某个实施方式中,上述多个第二区域的排列方向优选相对于上述液晶显示面板所具有的总线具有 1° 以上的倾斜。

[0031] 在某个实施方式中,在上述光扩散层的观察者一侧还具有选自防眩层 (anti-glare)、抗反射层 (anti-reflection)、低反射层 (low reflection) 和反射防止层中的至少 1 个层。

[0032] 在某个实施方式中,上述液晶显示面板优选还具有光学补偿膜。

[0033] 在某个实施方式中,还具有背光源单元,从上述背光源单元射出的光的指向性 (以半值角 $\Delta \theta_{50}$ 表示。半值角 $\Delta \theta_{50}$ 是指在设光的强度分布为最大的角为 0° 时、强度变成一半的角 (极角) 为 $+\Delta \theta_{50}$ 和 $-\Delta \theta_{50}$ 的角),优选在 $\pm 35^\circ$ 以内的范围内,优选超过 $\pm 10^\circ$ 。

[0034] 本发明的光扩散片和液晶显示装置所具有的光扩散层,其折射率低的物质 (第二物质) 形成多个低折射率区域 (第二区域),上述多个低折射率区域的与主面垂直的截面形状分别近似为在观察者一侧具有底边、并在液晶显示面板一侧具有顶点的等腰三角形。多个低折射率区域在由高折射率物质 (第一物质) 形成的高折射率区域 (第一区域) 内,在与主面平行的面内的至少 1 个方向上以规定的间距 P 配置。在高折射率区域与低折射率区域的界面,从高折射率区域一侧以临界角以上的角度射入的光被全反射。低折射率区域的形状和大小满足由上述的 2 个数学式表示的关系,因此垂直 (入射角的绝对值为从 0° 至不足 0.1°) 射入主面的光在光扩散层内仅被全反射 1 次后从光扩散层向观察者一侧射出,以倾斜的角度 (入射角的绝对值为 0.1° 以上) 射入主面的光的一部分在光扩散层内被全反射 n 次 (n 为 2 以上的整数) 以上后从光扩散层向观察者一侧射出。其结果是,使上述至少 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的极角 (θ) 依赖性) 得以提高。

[0035] 此外,光扩散层利用全反射,因此与利用透镜的折射作用的情况相比,难以受到形状的影响,进而,低折射率区域具有与等腰三角形近似的简单的形状,因此也具有易于制造的优点。进而,光扩散层的相互相对的主面 (表面) 相互平行,能够容易地贴合于液晶显示

面板的表面。贴合于液晶显示面板的面仅由高折射率区域构成,因此不会由于贴合而对光扩散层内的全反射特性产生任何影响。

附图说明

[0036] 图 1 是本发明的实施方式的液晶显示装置 100 的示意性的分解截面图。

[0037] 图 2 是本发明的实施方式的液晶显示装置 100 的示意性的分解立体图。

[0038] 图 3 是本发明的实施方式的其他的液晶显示装置 110 的示意性的立体图。

[0039] 图 4 是用于说明光扩散层 10 的结构和功能的图。

[0040] 图 5 的 (a) 和 (b) 是表示各种从光扩散层射出的光的扩散特性的图, (a) 是从背光源单元射出的光的半值角 $\Delta \theta_{50}$ 为 $\pm 10^\circ$ 的情况, (b) 是从背光源单元射出的光的半值角 $\Delta \theta_{50}$ 为 $\pm 35^\circ$ 的情况。

[0041] 图 6 的 (a) ~ (d) 是表示现有的 MVA 模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角依赖性的图。

[0042] 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 特性的视野角依赖性的图。

[0043] 图 8 的 (a) ~ (d) 是表示本发明的实施方式的 MVA 模式的其他液晶显示装置的 γ 特性的视野角依赖性的图。

[0044] 图 9 是表示现有的液晶显示装置的色差的图。

[0045] 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。

[0046] 图 11 的 (a) 和 (b) 是用于对使用本发明的实施方式的光扩散层的情况下能够观察到的多重像进行说明的图, (a) 是示意性的截面图, (b) 是示意性的平面图。

[0047] 图 12 的 (a) 和 (b) 是表示本发明的其他光扩散层的图, (a) 是其他光扩散层的立体图, (b) 是再其他扩散层的正面图。

[0048] 符号说明:

[0049] 10 光扩散片、光扩散层 (全反射扩散层)

[0050] 12、12a、12b 高折射率区域 (第一区域)

[0051] 12s 界面 (全反射面)

[0052] 14 低折射率区域 (第二区域)

[0053] 20MVA 模式的液晶显示面板

[0054] 20a 观察者一侧的玻璃基板

[0055] 30 背光源单元

[0056] 100 液晶显示装置

[0057] 302a 垂直入射光

[0058] 302b 仅通过 1 次全反射而射出的光 (垂直入射光)

[0059] 304a、306a 倾斜入射光

[0060] 304b 通过 2 次全反射而射出的光 (倾斜入射光的一部分)

[0061] 306b 仅通过 1 次全反射而射出的光 (倾斜入射光的一部分)

具体实施方式

[0062] 以下,参考附图,对本发明的实施方式的光扩散片和具备该光扩散片的液晶显示装置的结构和特性进行说明。本发明的液晶显示装置是观察者直接观察从显示面射出的光的直视型的液晶显示装置。

[0063] 参照图 1 和图 2,对本发明的实施方式的光扩散片 10 和具备该光扩散片的液晶显示装置 100 的结构和特性进行说明。图 1 是液晶显示装置 100 的示意性的分解截面图,图 2 是液晶显示装置 100 的示意性的分解立体图。

[0064] 液晶显示装置 100 包括光扩散片 10、VA 模式的液晶显示面板 20、和背光源单元 30。这里,对使用具备相位差板的 MVA 模式的液晶显示面板 20 的情况进行例示。以参考为目的在本说明书中将引用专利文献 2 的全部的公开内容。另外,本发明的实施方式不限于 MVA 模式,也能够适用于其他的 VA 模式(无像素分割或 2 分割构造)。此外,相位差板也能够适宜使用公知的相位差板。

[0065] 光扩散片 10 包括具有相互相对的第一主面和第二主面并将第一主面朝向 VA 模式的液晶显示面板的观察者一侧的表面配置的 1 个光扩散层 10。这里,对光扩散片 10 仅由一个光扩散层 10 构成的例子进行说明,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(basefilm)(未图示)。此外,也可以在光扩散层 10 的观察者一侧(光出射侧)设置防眩层、抗反射层、低反射层、或反射防止层(均未图示)。根据需要,当然也可以组合上述的任意 2 个以上的结构。光扩散片 10 与液晶显示面板 20 通过粘接层(未图示)进行贴合。在液晶显示面板 20 的两侧的最表面一般设置有偏光板,因此光扩散片 10 为贴合于观察者一侧的偏光板。这里,将光扩散片 10 粘贴于液晶显示面板 20 而得到的装置(不具有背光源单元 30)也称为液晶显示装置。

[0066] 光扩散层 10 包含具有第一折射率 N_1 的第一物质、和具有比第一折射率小的第二折射率 N_2 的第二物质,第二物质形成多个第二区域(低折射率区域)14,其与第二主面垂直的截面的形状分别近似为在第二主面侧具有底边、并在第一主面侧具有顶点的等腰三角形。多个第二区域 14 在由第一物质形成的第一区域(高折射率区域)12 内,在与第二主面平行的面内的至少 1 个方向以规定的间距 P 配置。在高折射率区域 12 与低折射率区域 14 的界面 12s,从高折射率区域一侧以临界角以上的角度射入的光被全反射。如参照图 4 并在后面描述的那样,等腰三角形满足规定的条件,因此垂直(入射角的绝对值为 0° 至不足 0.1°)射入光扩散层 10 的主面的光 302a,在光扩散层 10 内仅被全反射 1 次后从光扩散层 10 向观察者一侧射出(出射光 302b)。以倾斜的角度(入射角的绝对值为 0.1° 以上)射入主面的光的一部分 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 $n=2$)后从光扩散层向观察者一侧射出(出射光 304b)。此外,以倾斜的角度(入射角的绝对值为 0.1° 以上)射入主面的光的另一部分 306a,在光扩散层 10 内仅被全反射 1 次后从光扩散层 10 向观察者一侧射出(出射光 306b)。这样,光扩散层 10 利用全反射使光扩散,因此也称为“全反射扩散层”。

[0067] 这里,如图 2 所示,从与光扩散层 10 的主面垂直的方向观察时,多个第二区域 14 各自为在水平方向上延伸的矩形,多个第二区域 14 沿着垂直方向排列。从图 1 对应于图 2 的垂直方向的截面图这一情况可知,光扩散层 10 能够提高垂直方向上的视野角特性(即,垂直方向上的极角(θ)依赖性)。根据用途不同,在太多的 MVA 型的液晶显示面板 20 中,

若将显示面比喻为钟表的文字盘面,则4个畴的定向的方位角设定为45度、135度、225度、315度,配置成正交尼科尔的一对偏光板的偏光轴(透过轴)以一个与显示面的垂直方向(12点-6点方向)大致平行、另一个与水平方向(3点-9点方向)大致平行的方式配置。在液晶显示装置中,根据用途不同所要求的视野角特性也不同。从而,通过设置沿着需要宽视野角特性的方向排列有多个在与需要宽视野角特性的方向垂直的方向上延伸的矩形的第二区域14的光扩散层10,能够有效地提高视野角特性。一般来说,重视水平方向的视野角特性,在该情况下使用沿着水平方向排列有多个在垂直方向上延伸的矩形的第二区域14的光扩散层(使图2的光扩散层10旋转90°后得到,相当于图3的光扩散层10B)是有效的。

[0068] 另外,可以如图3所示的为示意性的立体图的液晶显示装置110那样设置光扩散层10A和10B。这里,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沿着水平方向排列有多个在垂直方向上延伸的矩形的第二区域14。这样,通过进一步设置光扩散层10B,能够提高水平方向上的视野角特性。当然,为了专门提高水平方向上的视野角特性,也可以省略光扩散层10A,仅设置光扩散层10B。

[0069] 接着,参照图4对光扩散层10的结构和功能进行详细的说明。在以下的说明中,为了简单,液晶显示面板20的主面与光扩散层10的主面平行,并忽略在它们的界面与用于将它们贴合的粘接层(未图示)的界面的光的折射。另外,以下的说明,在考虑上述折射的情况下一般也成立。

[0070] 这里,如图4所示那样,设低折射率区域14的间距为P、等腰三角形的高为H、顶角为 2α 。相对于光扩散层10从垂直方向(图4中 $\Delta\theta = 0$)射入的光302a,由于仅进行1次全反射,因此作为设计条件而设想最严格的情况时,需要以下条件:在低折射率区域14的顶点进行全反射的光不射入相邻的低折射率区域14,而是从光扩散层10的表面射出(出射光302b),因此

[0071] (数学式5)

$$[0072] \quad H \leq \frac{P}{\tan 2\alpha + \tan \alpha} \quad (1)$$

[0073] 成立。

[0074] 此外,作为从倾斜方向($|\Delta\theta| > 0^\circ$)射入光扩散层10的光进行1次全反射的条件,需要满足下式(参照图1中的入射光306a和出射光306b)。

[0075] (数学式6)

$$[0076] \quad N_1 \cos \left[\sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta\theta}{N_1} \right) + \alpha \right] > N_2 \quad (2)$$

[0077] 进而,为了使从倾斜方向($|\Delta\theta| > 0^\circ$)射入光扩散层10的光的一部分304a进行2次全反射、并从光扩散层10射出(出射光304b), θ_2 需要满足在界面12s发生全反射的条件。

[0078] 通过下式给出 θ_2 ,

[0079] (数学式7)

$$[0080] \quad \theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta\theta}{N_1} \right) + 2\alpha \quad (3)$$

[0081] 因此根据斯涅耳定律,在高折射率区域(第一区域: N_1)12与低折射率区域(第二

区域 :N2) 14 的界面 12s 发生全反射的条件为

[0082] (数学式 8)

$$[0083] \quad N_1 \sin(90^\circ - \theta_2 - \alpha) = N_1 \cos(\theta_2 + \alpha) > N_2 \quad (4)$$

[0084] 因此,将 θ_2 代入,得到

[0085] (数学式 9)

$$[0086] \quad N_1 \cos \left(\sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \theta}{N_1} \right) + 3\alpha \right) > N_2 \quad (5)$$

[0087] 实际上,在式 (5) 中,发生 2 次全反射的光的入射角 $\Delta \theta$ 不是平行光 (即不是 $\Delta \theta = 0^\circ$),而是无限地接近于平行光的 $\Delta \theta$ 的区域的光,因此能够认为

[0088] (数学式 10)

$$[0089] \quad \lim_{\Delta \theta \rightarrow 0} N_1 \cos \left(\sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \theta}{N_1} \right) + 3\alpha \right) = N_1 \cos(3\alpha) > N_2$$

$$[0090] \quad \therefore \cos(3\alpha) > \frac{N_2}{N_1} \quad (6)$$

[0091] 因此,作为光扩散层 (全反射扩散层) 10 的设计,在使用某指向性具有半值角 $\Delta \theta_{50}$ 的背光源单元的情况下,为了实现对于液晶显示面板而言垂直方向 ($\Delta \theta = 0^\circ$) 的光仅进行 1 次全反射、并且倾斜方向的光 ($|\Delta \theta| > 0$) 的一部分进行 2 次全反射,以满足上式 (1) 和 (6) 的方式进行设计。通过这样设计,能够效率良好地利用倾斜光的不仅 1 次全反射还包括 2 次全反射光来获得宽的视野角特性。

[0092] 此外,在使倾斜入射光的一部分进行 n 次以上 ($n \geq 2$) 的全反射的情况下,上式 (6) 能够扩展为下式:

[0093] (数学式 11)

$$[0094] \quad \cos[\alpha(2n-1)] > \frac{N_2}{N_1} \quad (n \text{ 为 } 2 \text{ 以上的整数}) \quad (7)$$

[0095] 因此,在使倾斜入射光的一部分进行 n 次以上的全反射的情况下,以满足上式 (1) 和 (7) 的方式进行设计。

[0096] 此外,不言而喻的是:最终需要满足在高折射率区域 12 (折射率 N_1) 与空气的界面光不发生全反射而进行折射并从高折射率区域 12 射出的条件。从而,在高折射率区域 12 与低折射率区域 14 的界面 12s 进行 n 次全反射的光需要满足:

[0097] (数学式 12)

$$[0098] \quad N_1 \sin \left(\sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \theta}{N_1} \right) + 2n\alpha \right) < 1 \quad (n \text{ 次全反射、} n \text{ 为 } 1 \text{ 以上的整数}) \quad (8)$$

[0099] 在满足上述式 (1) 和式 (6) 或者式 (1) 和式 (7) 的情况下,设从背光源单元 30 射出的光的强度分布的最大强度为 100%、强度变成 10% 的角度为 $\pm \Delta \theta_{10}$ 时,如果以 $\pm \Delta \theta_{10}$ 满足上述式 (1) 和式 (6) 或者式 (1) 和式 (7) 的方式进行设计,则能够在光扩散层 10 高效 (90% 以上) 地利用通过液晶显示面板 20 而射出的光,因此优选。在该情况下,作为将从背光源单元 30 射出的光进行聚光的单元,能够广泛地使用公知的光学元件。例如,能够使用棱镜片、棱镜片与扩散反射板 (光散射板) 的一体化构造物、百叶窗 (louver) 或

倒棱镜。另外,在本说明书中,在设置有上述结构的情况下,将这些结构包含在一起称为背光源单元。

[0100] 另外,从背光源单元射出的光的指向性无需设定为满足上述的条件。如果从不满足上述条件的角度射入的光如后述的那样被低折射率区域 14 吸收,则不会对视野角特性产生影响。

[0101] 接着,参照图 5,对使用以以下的 3 个参数组 A、B 和 C 为特征的光扩散层(分别称为光扩散层 A、B 和 C)的情况下的光的扩散特性的不同点进行说明。光扩散层 A 满足上述的条件(实施例),与此相对,光扩散层 B 和 C(比较例)不满足上述的条件。

[0102] A: $N_1 = 1.55$ 、 $N_2 = 1.40$ 、 $\alpha = 8.0^\circ$ 、 $P = 50 \mu\text{m}$ 、 $H = 110 \mu\text{m}$

[0103] B: $N_1 = 1.55$ 、 $N_2 = 1.50$ 、 $\alpha = 8.0^\circ$ 、 $P = 50 \mu\text{m}$ 、 $H = 110 \mu\text{m}$

[0104] C: $N_1 = 1.55$ 、 $N_2 = 1.50$ 、 $\alpha = 6.0^\circ$ 、 $P = 50 \mu\text{m}$ 、 $H = 155 \mu\text{m}$

[0105] 图 5(a) 表示在具有半值角 $\Delta\theta_{50} = \pm 10^\circ$ 的指向性的光从背光源单元射入光扩散层 A 和 B 时从光扩散层 10 射出的光的扩散特性。这里所示的扩散特性是在低折射率区域 14 以规定的间距进行排列的方向上的出射光强度的极角依赖性,相当于液晶显示装置的视野角特性。光扩散层 A 能够高效地利用在光扩散层内进行了 2 次全反射的光,其结果是,与光扩散层 B 相比可知出射光的强度分布遍及较宽的角度范围。

[0106] 然而,在图 5(a) 的光扩散层 A 的出射光强度分布中显著地出现有 1 次全反射光的峰和 2 次全反射光的峰。这些峰会导致观察者产生视野角特性不连续的感觉。因此,为了防止该情况,优选降低射入光扩散层的光的指向性,即增大半值角 $\Delta\theta_{50}$ 。图 5(b) 表示从背光源单元射出的光的半值角 $\Delta\theta_{50}$ 为 $\pm 35^\circ$ 时的扩散特性的结果。从图 5(b) 可知,满足上述条件的光扩散层 A 的出射光强度分布比光扩散层 B 和 C 更广、且没有在图 5(a) 中能看到的明确的峰。从而,能够抑制观察者产生视野角特性不连续的感觉。

[0107] 接着,参照图 6、图 7 和图 8,对现有的 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 特性的视野角依赖性(极角依赖性)进行说明。图 6 ~ 图 8 所示的曲线的横轴是应当显示的灰度等级(输入灰度等级, $0 \sim 255$ 灰度等级),纵轴是显示的灰度等级。任一个液晶显示装置均设定为从正面观察时能够得到 $\gamma = 2.2$ 的曲线。

[0108] 图 6(a) ~ (d) 是表示现有的 MVA 模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角依赖性的图。该现有的液晶显示装置包括相位差板。图 7(a) ~ (d) 是表示在具有图 6(a) ~ (d) 的视野角特性的现有的 MVA 型的液晶显示装置仅设置有一个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 特性的视野角依赖性的图,该液晶显示装置省略了图 3 所示的液晶显示装置 110 的光扩散层 10A 而仅具有光扩散层 10B。图 8(a) ~ (d) 是表示在具有图 6(a) ~ (d) 的视野角特性的现有的 MVA 型的液晶显示装置设置有 2 个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 特性的视野角依赖性的图,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。分别为 (a) 表示左右方向、(b) 表示上下方向、(c) 表示 45° 、(d) 表示 135° 方向上的极角 θ 依赖性。方位角以 3 点方向为 0° ,逆时针旋转为正。

[0109] 如从图 6(a) 可知的那样,现有的液晶显示装置,无论在哪个方位角方向上,随着极角 θ 增大,泛白(显示比本来应当显示的亮度更高的亮度的现象)显著。该倾向以在上

下方向（垂直方向）上最为显著，其次在左右方向（水平方向）显著。图中虽然没有示出，但是在液晶层的延迟较大的情况下，在接近最高灰度等级的区域，产生灰度等级反转（随着灰度等级增加而亮度减少）。

[0110] 与此相对，从观察图 7(a) ~ (d) 可知，在本发明的实施方式的液晶显示装置中，左右方向上的视野角特性被显著地改善。即，该液晶显示装置具有的光扩散层 10B（参照图 3），低折射率区域 14 的延伸方向为垂直方向，作为与该方向正交的方向的水平方向（左右方向）上的视野角特性被显著地改善。这里所示的例子中的光扩散层的上述参数为 $N_1 = 1.59$ 、 $N_2 = 1.40$ 、 $\alpha = 8.0^\circ$ 、 $P = 50 \mu\text{m}$ 、 $H = 110 \mu\text{m}$ 。即，根据本发明的实施方式，左右方向上的泛白被极大地改善，倾斜方向（极角 $> 0^\circ$ ）的灰度等级特性也变成与 $\gamma = 2.2$ 接近的值。进而，本实施方式的液晶显示装置的光扩散层，在水平方向上排列有沿垂直方向延伸的多个低折射率区域，但是配置为排列方向相对于总线倾斜 $\pm 1^\circ$ 以上。其倾斜的方向可以正时针旋转也可以逆时针旋转，但是此处使其逆时针旋转地倾斜。这样，既发挥了防止后述的莫尔条纹的效果，也具有如图 7(c) 所示的改善 45° 方向上的视野角特性的效果。

[0111] 进而，从图 8(a) ~ (d) 可知，在设置有 2 个光扩散层使得低折射率区域 14 条纹状地在水平方向和垂直方向上排列的液晶显示装置（参照图 3），改善了上下方向和水平方向上的视野角特性，并且还改善了 45° 方向和 135° 方向的视野角特性，全部方位的视野角特性为接近 $\gamma = 2.2$ 的值。

[0112] 另外，从这里使用的背光源单元射出的光的半值角 $\Delta \theta_{50}$ 为 $\pm 35^\circ$ 左右，包含使视野角特性降低的光。从而，通过使半值角 $\Delta \theta_{50}$ 为 $\pm 25^\circ$ 以下、进而使 $\Delta \theta_{50}$ 为 $\pm 15^\circ$ 以下，倾斜视角（ $|\theta| > 0^\circ$ ）的灰度等级特性也能够为更接近 $\gamma = 2.2$ 的值。另外，在如后述的那样采用使向光扩散层 10 的入射角较大的光被低折射率区域 14 吸收的结构的情况下，则未必需要提高从背光源单元射出的光的指向性（缩小半值角）。

[0113] 接着，参照图 9 和图 10，对色度变化特性进行说明。图 9 表示现有的液晶显示装置的色差，图 10 表示本发明的实施方式的液晶显示装置的色差。现有的液晶显示装置具有图 6 所示的 γ 特性的视野角依赖性，而实施方式的液晶显示装置具有图 8 所示的 γ 特性的视野角依赖性。图 9 和图 10 表示从水平方向进行观察时的色度，表示极角 θ 是 45° 和 60° 的结果。图 9 和图 10 表示麦克贝斯图 (Macbeth chart) 的色度根据视角不同而产生的变化（与 $\theta = 0^\circ$ 的色度的差），从左起至第 18 号的青色 (cyan) 为止是有彩色的，从第 19 号的白色 (white) 起至第 24 号的黑色 (black) 为止是无彩色的，最右边是平均值。

[0114] 就极角 $\theta = 45^\circ$ 时的各色的色度变化而言，如图 9 所示的那样，在现有的液晶显示装置中，存在 $u' u'$ 色度坐标上的色差 $\Delta u' v'$ 较大的情况，与此相对，如图 10 所示的那样，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，变成较小的值。

[0115] 接着，参照图 11(a) 和 (b)，对在使用本发明的实施方式的光扩散层的情况下能够观察到的多重像进行说明。

[0116] 如图 11(a) 示意地表示的那样，在从背光源单元射出的光中存在以 $|\theta'| > 0^\circ$ 且不满足上述条件的角度射出的光，因此观察到 $\theta' = 0^\circ$ 的光的实像（1 次像）、和以 $|\theta'| > 0^\circ$ 的角度射入的光的多重像（2 次像）。这是由于：以 $|\theta'| > 0^\circ$ 的角度射入光扩散层 10 的光，在与 $\theta' = 0^\circ$ 射入的光射出光扩散层 10 的高折射率区域 12a 的位置仅离开距离 $a(\mu\text{m})$ 的位置向正面方向射出。以 $|\theta'| > 0^\circ$ 的角度射入光扩散层 10 的光，从高折

射率区域 12 射入低折射率区域 14 内,在此被折射,向正面方向射出。在从垂直于显示面的方向进行观察的情况下,如图 11(b) 所示那样,在点亮液晶显示装置的 1 个像素的线时,观察到实像和多重像。

[0117] 这里所示的 θ' 是表示液晶显示面板 20 的观察者一侧的玻璃基板 20a (偏光板较薄,因此忽略) 中的光的前进方向的角度,在射入基膜 16 时折射,进而,在射入高折射率区域 12 时折射,变成比 θ' 小的角度,但是它们之间的折射率差较小。此外,由于没有考虑由折射导致的入射角变小的情况,因此这里求出的条件是比实际情况更为严格的条件。

[0118] 上述的多重像是由于,从高折射率区域 12 向低折射率区域 14 射入的光的一部分 (以比临界角小的角度射入的光) 在界面 12s 未进行全反射而是折射后射入低折射率区域 14,并在垂直于显示面的方向上射出。从而,通过实施以下所述的对策,能够有效地消除该多重像。

[0119] (对策 1)

[0120] 在低折射率区域 14 混合具有吸收可见光的性质的材料,如果射入低折射率区域 14 的光被吸收,则能够有效地防止多重像的产生。作为吸收可见光的材料,例如优选使用碳黑 (Carbon Black)、或者蓝颜料和红颜料的混合物。可见光的吸收率优选为 95% 以上,进一步优选 99% 以上。

[0121] (对策 2)

[0122] 在低折射率区域 14 不使光折射,以使得射入低折射率区域 14 的光不能从垂直于显示面的方向上射出。因此,通过式 (2),作为 n 次全反射进行考虑,满足以下条件即可:

[0123] (数学式 13)

$$[0124] \quad N_1 \cos \left(\sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \theta}{N_1} \right) + n \alpha \right) > N_2 \quad (n \text{ 为 } 1 \text{ 以上的整数})$$

[0125] 例如,在 $N_1 = 1.55$ 、 $N_2 = 1.40$ 、 $\alpha = 8.0^\circ$ 、 $n = 1$ 的情况下, $\Delta \theta$ 大约为 27° 。从而,如果使从背光源单元射出的全光束在 27° 以内,则多重像能够大大减少。进而,在也考虑 $n = 2$ 的光的情况下,通过使背光源单元的全光束在 15° 以内,则能够在原理上视认不到多重像。

[0126] (对策 3)

[0127] 还能够考虑使多重像变为不能够被人视认的程度。例如,在以蓝道环 (Landolt ring) 为基准的视力 1.0 的情况下,当观测者离开液晶显示面板 50cm 时,能够达到 $150 \mu\text{m}$ 的识别。从而,使 a 为 $150 \mu\text{m}$ 以下即可。因此,当使用一般的值时,在玻璃厚度为 $700 \mu\text{m}$ 、偏光板为 $200 \mu\text{m}$ 、基膜为 $200 \mu\text{m}$ 的情况下,在对策 2 中,背光源的聚光不充分的情况通过降低玻璃厚度、偏光板厚度、基膜厚度,能够抑制多重像的视认。从而,满足 $\tan \theta' * L < 150 \mu\text{m}$ 的条件即可。从而,该情况变成 $\Delta \theta = \sin^{-1}(N_1 \sin \theta')$ 。从而,使背光源单元的半值角 $\Delta \theta_{50}$ 或 $\Delta \theta_{10}$ 为 $\sin^{-1}(N_1 \sin \theta')$ 即可。此外,根据用途的不同,有时观测者会比 50cm 更靠近,此时,可识别距离也缩小。

[0128] 在不能够满足对策 2 的情况下,降低图 11(a) 所示的玻璃基板的厚度 (包含偏光板的厚度) L_2 、基膜 16 的厚度 L_1 、和仅由高折射率区域构成的层 12b 的厚度 L_3 ,对 L 进行调整以使得满足上述条件即可。

[0129] 以上,为了解决这样的多重像的问题,优选提高背光源的指向性 (缩小半值角),

但是当过分提高背光源的指向性时,会显著地出现如图 5(a) 所示的 1 次全反射光和 2 次全反射光的峰以至于产生视野角特性不连续的感觉,因此优选能够同时抑制图 5(a) 的问题和多重像的产生的对策 1 和对策 3。

[0130] 本发明的实施方式的光扩散层不限于上述的光扩散层,例如也能够使用图 12(a) 和 (b) 所示的光扩散层。

[0131] 图 12(a) 所示的光扩散层 10 具有在相互正交的方向上正方格子状地设置的低折射率区域 14a 和 14b,在一个光扩散层实现图 3 的光扩散层 10A 和 10B。

[0132] 图 12(b) 所示的光扩散层 10,在从垂直于主面的方向进行观察的情况下,大致圆形的高折射率区域 12 以最密填充状进行排列,在其间隙设置有低折射率区域 14c。低折射率区域 14c 的垂直于纸面的截面形状为等腰三角形(纸面跟前为底面、纸面的里侧具有顶点)。图 12(b) 所示的光扩散层 10 具有与图 12(a) 的光扩散层同等的作用效果。在图 12(b) 的光扩散层 10 的高折射率区域 12 的排列中,行方向的间隔 M_x 与列方向的间隔 M_y 的比满足 $M_x : M_y = 2 : \sqrt{3}$ 的关系,光扩散层 10 的光出射侧的主面(纸面)的光折射率区域的填充率最大。

[0133] 另外,本发明的实施方式的光扩散层如上述那样具有在至少 1 个方向上以规定的间距进行排列的多个低折射率区域。如广为所知的那样,在间距较近的周期构造重叠配置时会产生莫尔条纹。从而,在光扩散层具有的低折射率区域所形成的周期构造的间距、与液晶显示面板的像素的周期构造的间距接近时,产生莫尔条纹。为了有效地抑制莫尔条纹的产生、而又不损害显示品质,优选低折射率区域所形成的周期构造的间距为相同方向上的像素的排列间距的四分之三以下,并且优选在像素的开口部配置有 2 个以上的低折射率区域。此外,低折射率区域的排列方向,优选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。

[0134] 本发明的实施方式的光扩散层,例如能够使用专利文献 3 记载的材料和方法进行制作。例如,高折射率区域能够使用环氧丙烯酸酯等树脂形成,低折射率区域能够使用聚氨酯丙烯酸酯(urethan acrylate)等树脂形成。这里,通过高折射率区域的光用于显示,因此优选具有较高的透明性。形成表面具有规定形状的凹部(具有大致等腰三角形的截面形状)的高折射率树脂层,并通过在凹部填充低折射率树脂而形成。以参考为目的在本说明书中援引专利文献 3 所公开的全部内容。另外,专利文献 3 所记载的技术涉及作为投影仪的屏幕适用的光扩散片,在配置于直视型的液晶显示装置的观察者一侧的光扩散层的设计中完全没有考虑重要的倾斜入射光的利用。

[0135] 产业上的可利用性

[0136] 本发明能够广泛地适用于 VA 模式的液晶显示装置。

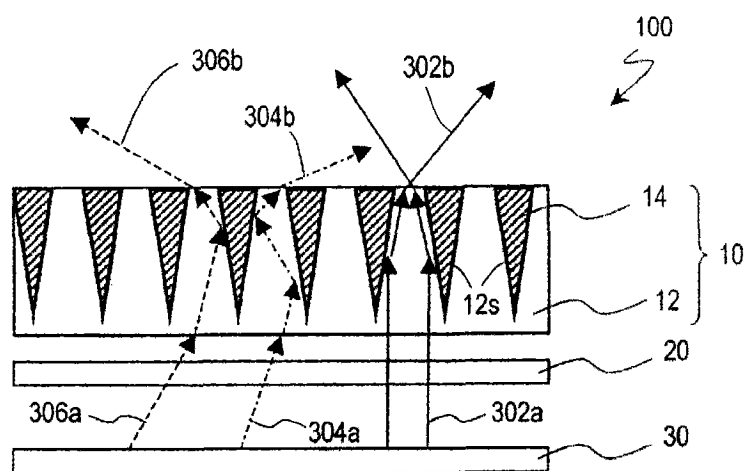


图 1

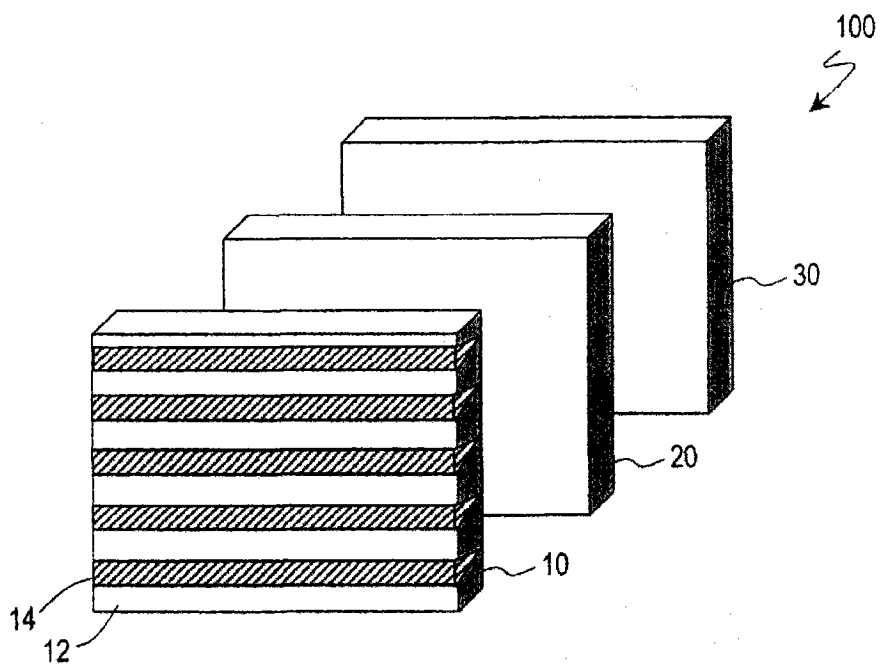


图 2

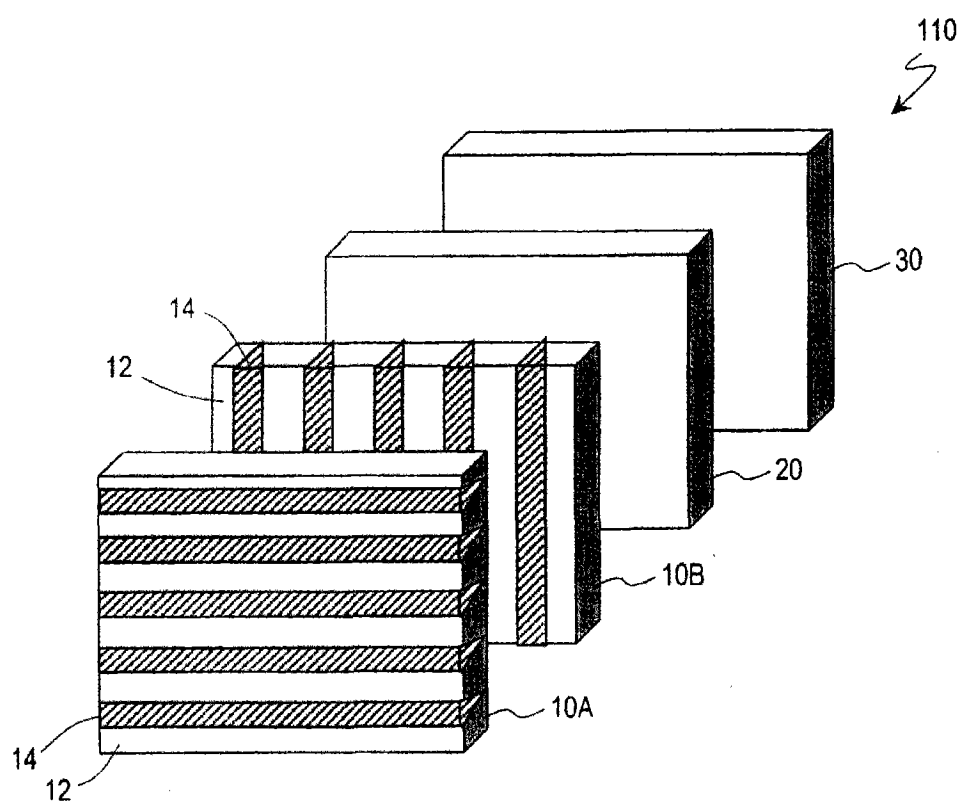


图 3

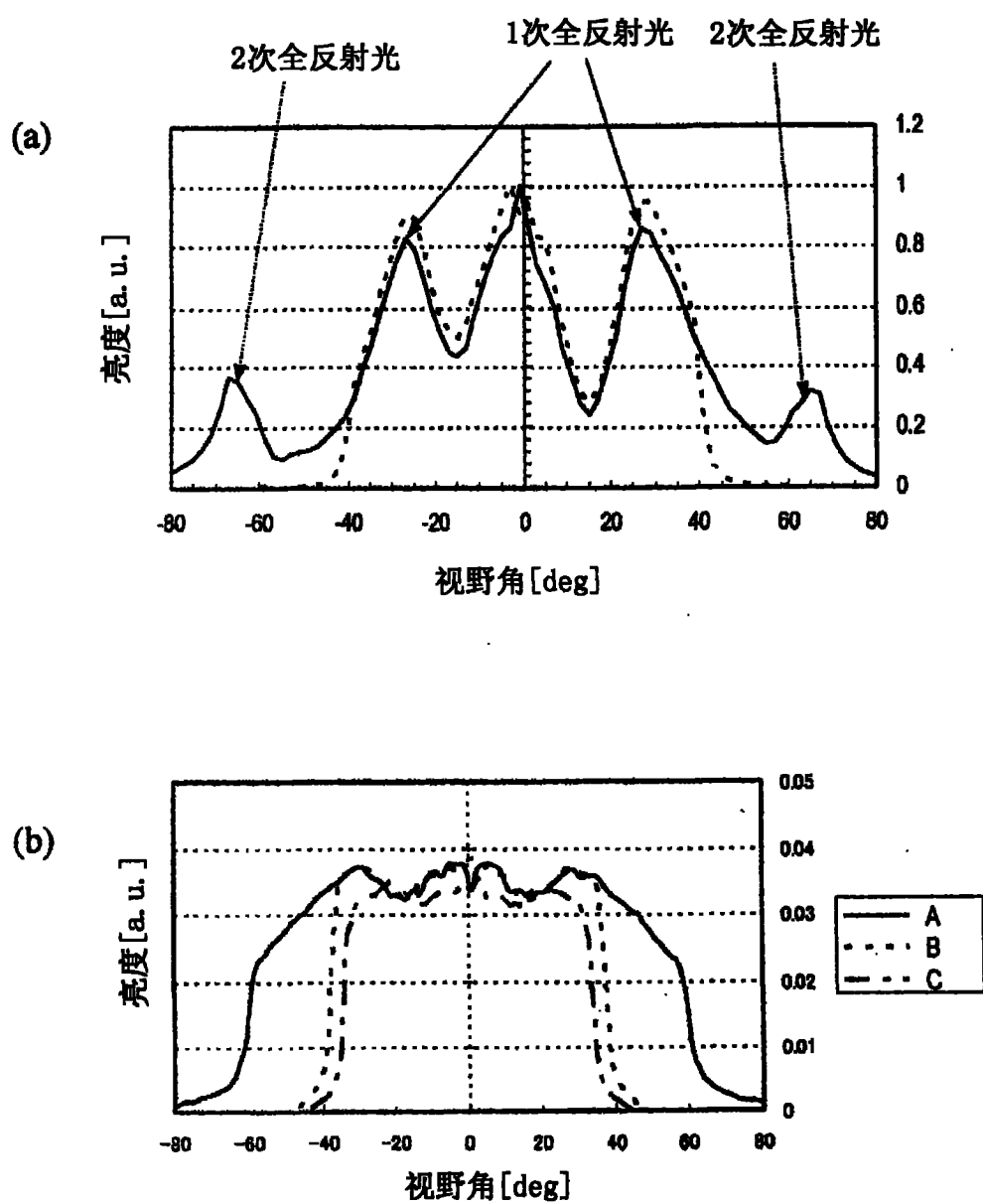


图 5

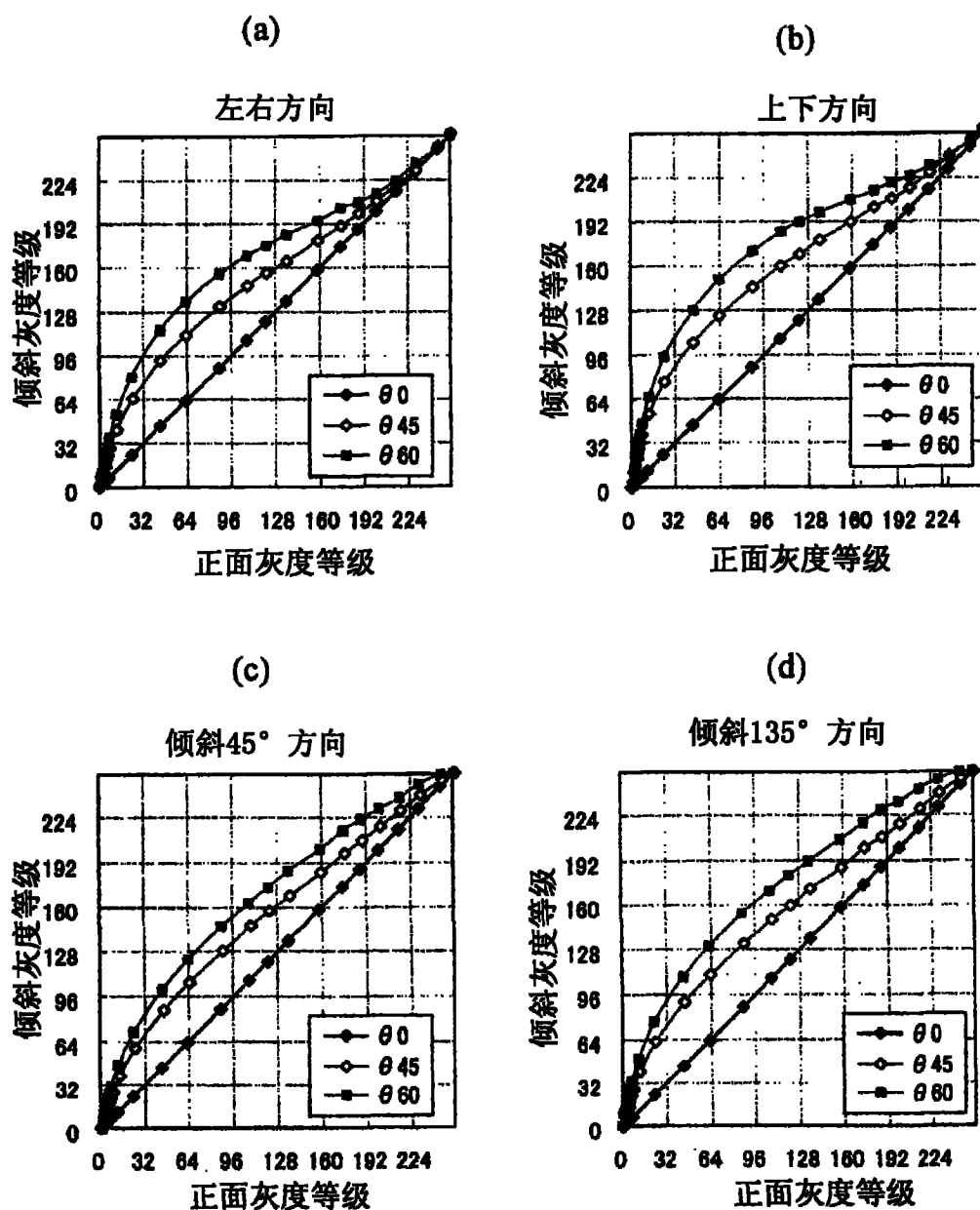


图 6

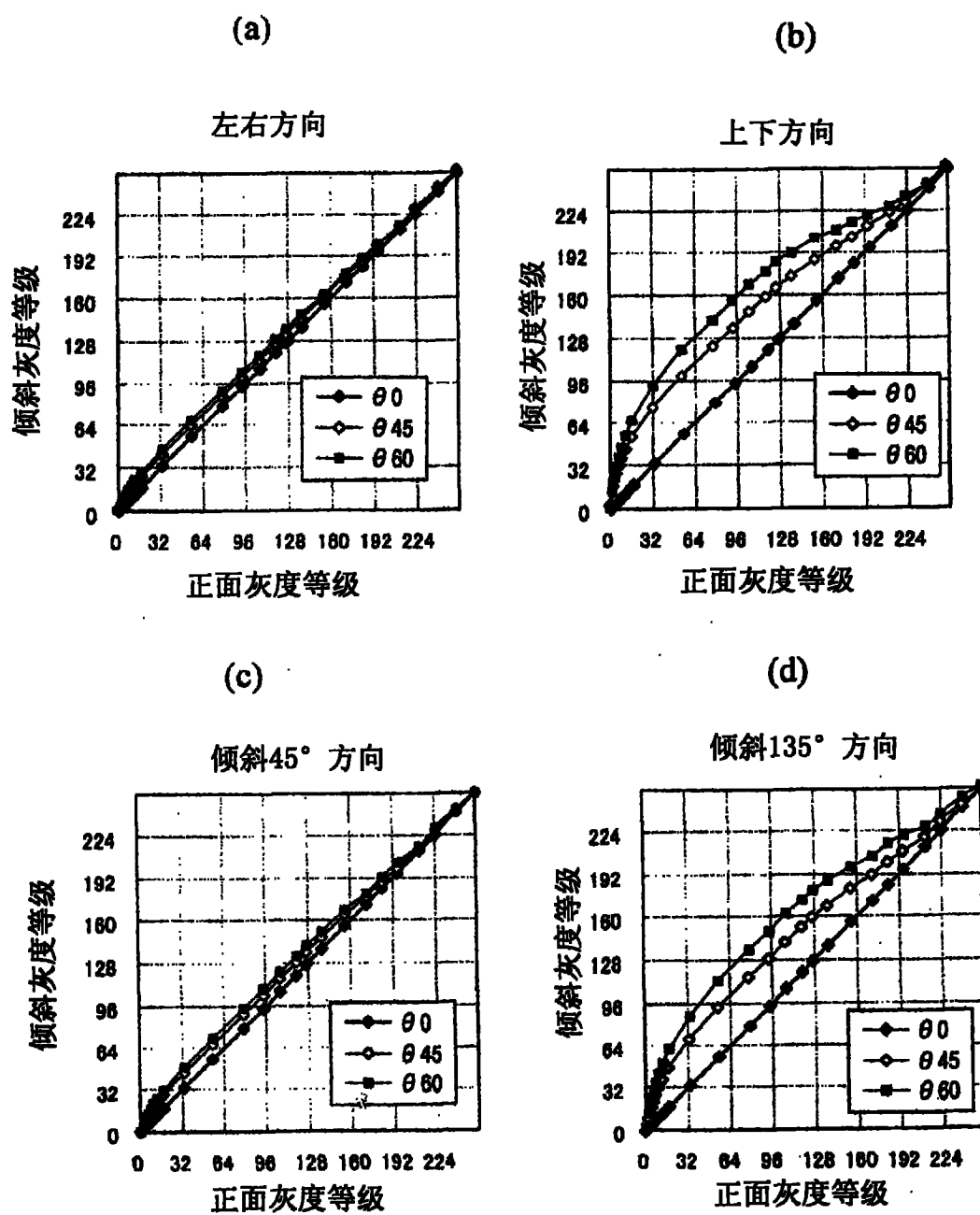


图 7

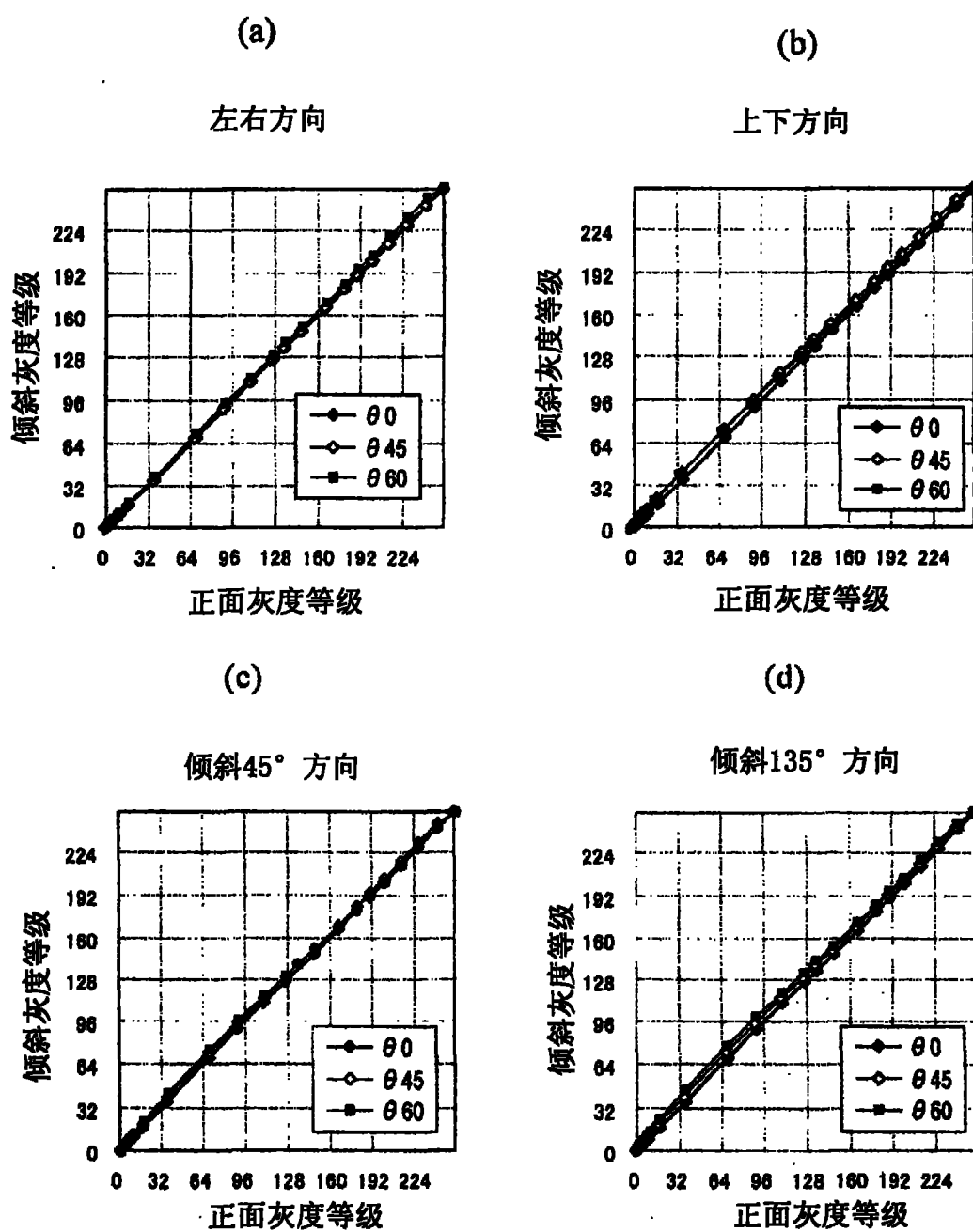


图 8

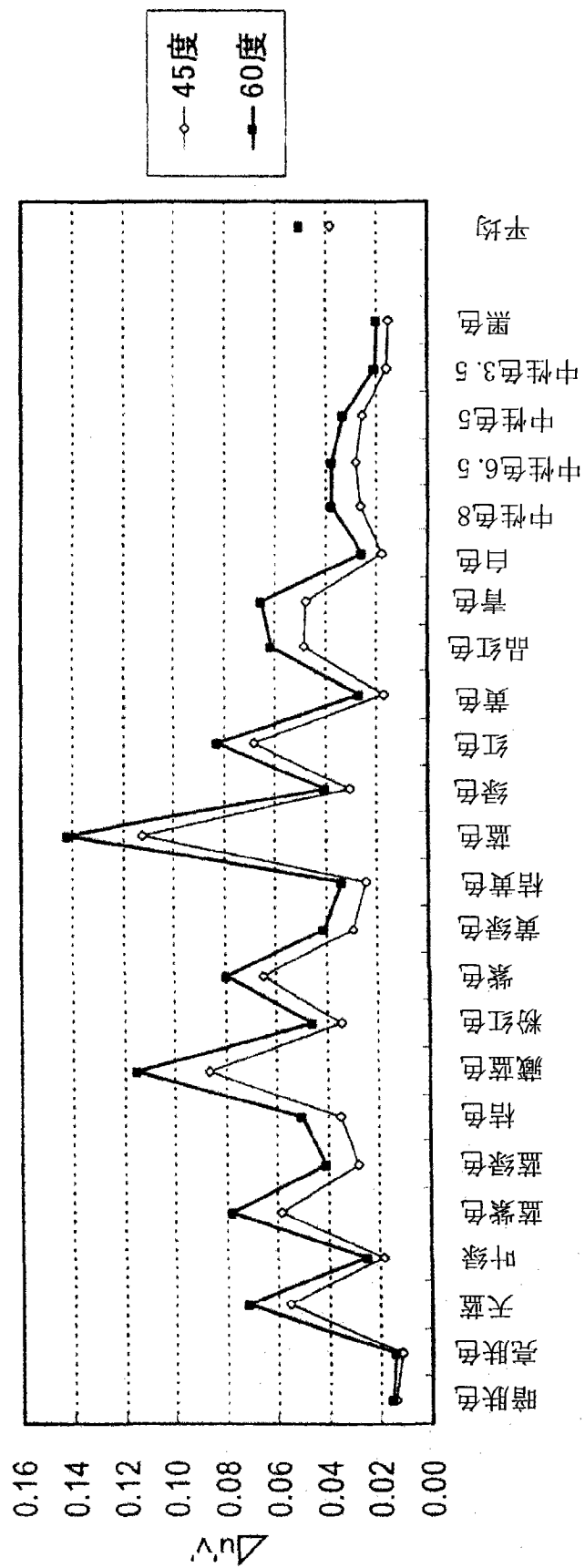


图 9

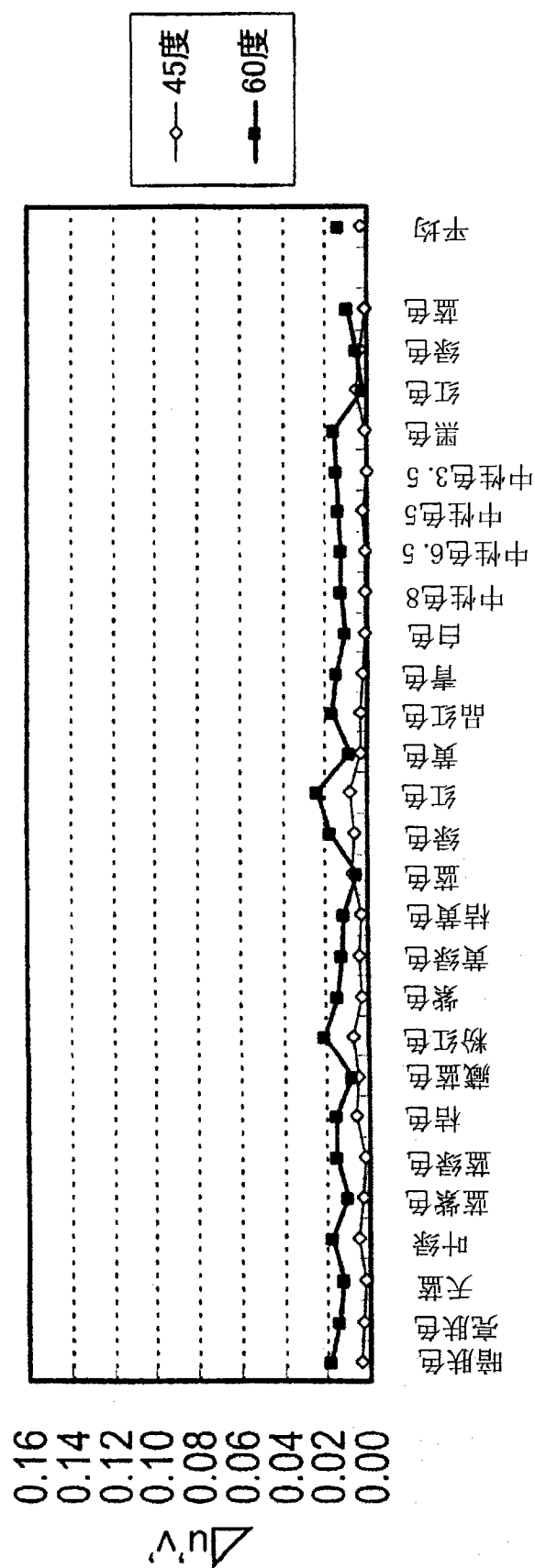


图 10

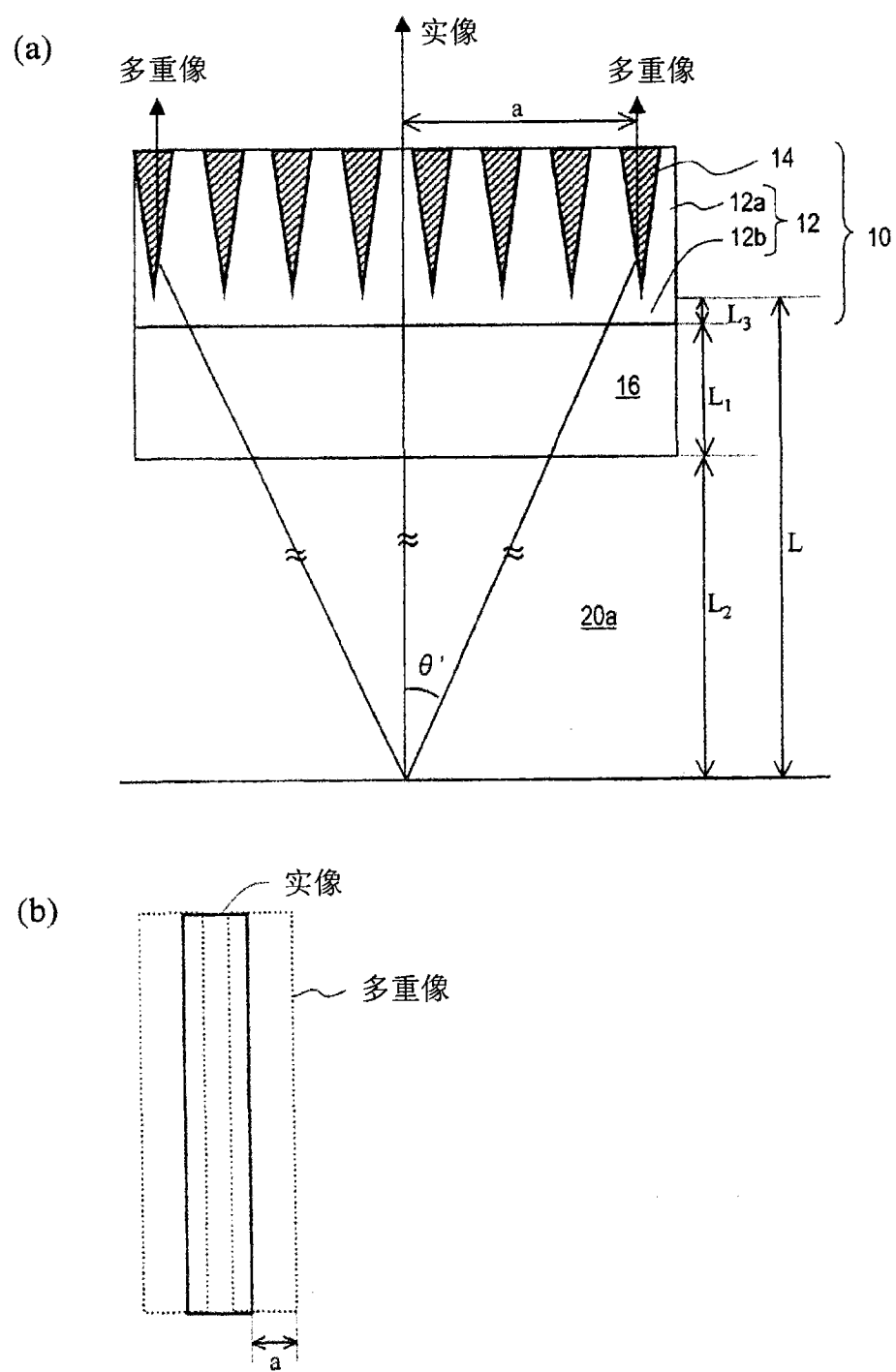
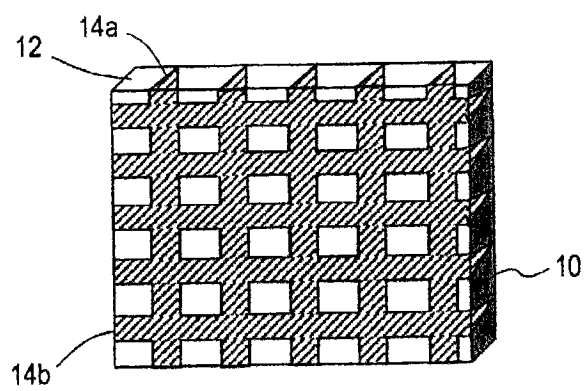


图 11

(a)



(b)

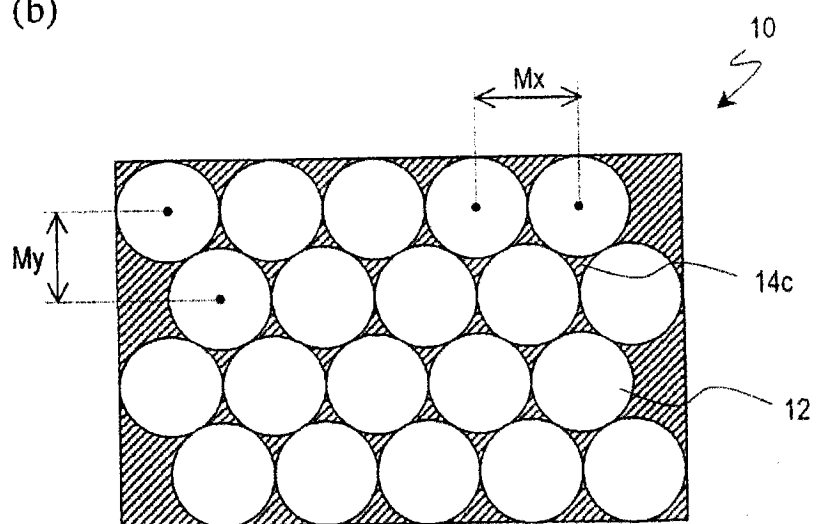


图 12

专利名称(译)	光扩散片和液晶显示装置		
公开(公告)号	CN101809488A	公开(公告)日	2010-08-18
申请号	CN200880109659.3	申请日	2008-09-26
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	青山伊织 田口登喜生 西原雄祐 山本明弘 久保真澄		
发明人	青山伊织 田口登喜生 西原雄祐 山本明弘 久保真澄		
IPC分类号	G02F1/1335 F21V5/00 G02B5/02 F21Y103/00		
CPC分类号	G02F1/133504 G02B5/0278 G02B5/0236 G02F1/133524 G02B5/0257		
优先权	2007259357 2007-10-03 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种光扩散片和液晶显示装置。本发明的光扩散片和液晶显示装置所具有的光扩散层(10)，由折射率较低的物质(第二物质)形成多个低折射率区域(第二区域)(14)，其垂直于主面的截面形状分别近似为在观察者一侧具有底边、并在液晶显示面板侧具有顶点的等腰三角形。多个低折射率区域在由高折射率物质(第一物质)形成的高折射率区域(第一区域)内，在与主面平行的面内的至少1个方向上以规定的间距P配置。因为低折射率区域的形状和大小满足规定的关系，因此垂直射入主面的光在光扩散层内仅进行1次全反射后从光扩散层向观察者一侧射出，以倾斜的角度射入主面的光的一部分在光扩散层内进行n次(n为2以上的整数)以上全反射后从光扩散层向观察者一侧射出。其结果是，能够提高上述至少1个方向上的视野角特性。

