



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101815965 A

(43) 申请公布日 2010.08.25

(21) 申请号 200880110057.X

(22) 申请日 2008.09.26

(30) 优先权数据

2007-259358 2007.10.03 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.04.02

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/002694 2008.09.26

(87) PCT申请的公布数据

W02009/044520 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 西原雄祐 青山伊织 田口登喜生

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)

G02B 5/02(2006.01)

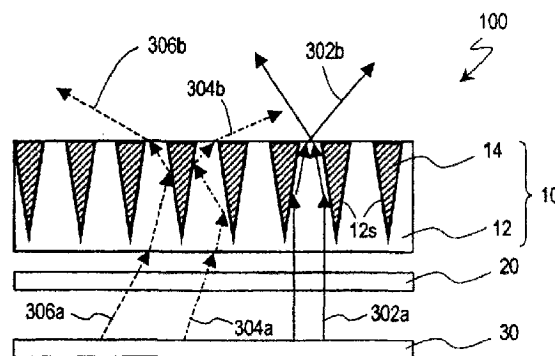
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 10 页

(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),该多个低折射率区域各自的与主面垂直的截面的形状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,在至少1个方向上以规定的间距P配置。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)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 TN 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一侧具有底边、并在所述第一主面一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,

当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:

TN 模式的液晶显示面板,该液晶显示面板具有一对偏光板;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一侧具有底边、并在所述第一主面一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,

当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 个方向包括与所述液晶显示面板的正视角方向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,并且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,在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,在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 为该方向上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 TN 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,因此除了一部分反射型,需要向液晶显示面板供给用于显示的光的背面照明装置(所谓的背光源单元)。设置于液晶显示面板的背面(与观察者一侧相反的一侧)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,并且将该光在液晶显示面板一侧取出的方式。正下方型构成为:在液晶显示面板的背面排列多个光源、从光源射出的光以不通过导光板的方式射入液晶显示面板。

[0003] 在液晶显示装置中,存在所看到的显示因观察方向而不同的问题,即视野角特性较差的问题。这是因为在液晶层中存在折射率各向异性,液晶层的有效的相位差(延迟)因观察方向而不同。

[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 3:日本特开 2003-50307 号公报

发明内容

[0007] 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形状的折射率分布(有时被称为“平板微透镜”)的微透镜中的任一种,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之比,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,存在透镜特性因埋于粘接层的部分的大小和形状而改变的问题,因此还没有被实用化。

[0008] 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 TN 模式的液晶显示装置的视野角特性。

[0009] 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 TN 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,该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一侧具有底边、并在上述第一主面一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,当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:

[0010] [数学式 1]

$$[0011] \quad H \leq \frac{P}{\tan 2\alpha + \tan \alpha}$$

[0012] 和

[0013] [数学式 2]

$$[0014] \quad \cos[\alpha (2n - 1)] > \frac{N_2}{N_1}。$$

[0015] 本发明的液晶显示装置,其特征在于,包括:TN 模式的液晶显示面板,该液晶显示面板具有一对偏光板;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,该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一侧具有底边、并在上述第一主面一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,当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:

[0016] [数学式 3]

$$[0017] \quad H \leq \frac{P}{\tan 2\alpha + \tan \alpha}$$

[0018] 和

[0019] [数学式 4]

$$[0020] \quad \cos[\alpha (2n - 1)] > \frac{N_2}{N_1}。$$

[0021] 在某个实施方式中,上述至少 1 个方向包括与上述液晶显示面板的正视角方向大致正交的第一方向。

[0022] 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。

[0023] 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,并且另一个光扩散层的上述唯一的方向是上述第二方向。

[0024] 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,在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大致格子状排列。

[0025] 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,在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地排列。

[0026] 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。

[0027] 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。

[0028] 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。

[0029] 在某个实施方式中,在上述光扩散层的观察者一侧还具有从由防眩层 (anti-glare)、抗反射层 (anti-reflection)、低反射层 (low reflection) 和反射防止层构成的组中选出的至少 1 个层。

[0030] 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 (例如,能够优选使用富士胶片公司制的商品名为“WV 薄膜”)。

[0031] 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 $\Delta \theta_{50}$ 是指当设光的强度分布成为最大的角为 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,并优选超过 $\pm 10^\circ$ 。

[0032] 本发明的光扩散片和液晶显示装置所具有的光扩散层,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各自的与主面垂直的截面的形状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 (在上述至少 1 个方向上被规定的方位角的极角 (θ) 依赖性) 得以提高。

[0033] 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,低折射率区域具有近似为等腰三角形的简单的形状,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

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 图 3 是本发明的实施方式的另一个液晶显示装置 110 的示意性的立体图。

[0037] 图 4 是用于说明光扩散层 10 的结构和功能的图。

[0038] 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。

[0039] 图 6 的 (a) ~ (c) 是表示现有的 TN 模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角依赖性的图。

[0040] 图 7 的 (a) ~ (c) 是表示本发明的实施方式的 TN 模式的液晶显示装置的 γ 特性的视野角依赖性的图。

[0041] 图 8 的 (a) 和 (b) 是表示现有的液晶显示装置的色差的图。

[0042] 图 9 的 (a) 和 (b) 是表示本发明的实施方式的液晶显示装置的色差的图。

[0043] 图 10 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。

[0044] 图 11 的 (a) 和 (b) 是表示本发明的其他光扩散层的图, (a) 是另一个光扩散层的立体图, (b) 是又一个光扩散层的正面图。

[0045] 符号说明

[0046] 10 光扩散片、光扩散层 (全反射扩散层)

[0047] 12、12a、12b 高折射率区域 (第一区域)

[0048] 12s 界面 (全反射面)

[0049] 14 低折射率区域 (第二区域)

[0050] 20 TN 模式的液晶显示面板

[0051] 20a 观察者一侧的玻璃基板

[0052] 30 背光源单元

[0053] 100 液晶显示装置

[0054] 302a 垂直入射光

[0055] 302b 仅通过 1 次全反射而射出的光 (垂直入射光)

[0056] 304a、306a 倾斜入射光

[0057] 304b 通过 2 次全反射而射出的光 (倾斜入射光的一部分)

[0058] 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

[0059] 以下, 参照附图, 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。

[0060] 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。

[0061] 液晶显示装置 100 包括: 光扩散片 10、TN 模式的液晶显示面板 20、和背光源单元 30。

[0062] 光扩散片 10 具有 1 个光扩散层 10, 该光扩散层 10 具有相互相对的第一主面和第二主面, 并且第一主面朝向 TN 模式的液晶显示面板的观察者一侧的表面配置。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 一侧（光入射侧）设置基膜（base film）（未图示）。此外，也可以在光扩散层 10 的观察者一侧（光射出侧）设置防眩层、抗反射层、低反射层、或反射防止层（均未图示）。当然，根据需要也可以将上述的任意 2 个以上组合。光扩散片 10 与液晶显示面板 20 通过粘接层（未图示）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 贴合在观察者一侧的偏光板上。这里，将在液晶显示面板 20 上贴附有光扩散片 10 的装置（不具有背光源单元 30 的装置）也称为液晶显示装置。

[0063] 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，该多个第二区域 14 各自的与第二主面垂直的截面的形状近似为在第二主面一侧具有底边、并在第一主面一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 个方向上以规定的间距 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 在后面叙述的那样，等腰三角形满足规定的条件，因此垂直（入射角的绝对值为从 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”。

[0064] 这里，如图 2 所示，在从与光扩散层 10 的主面垂直的方向观察时，多个第二区域 14 分别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，在许多 TN 型的液晶显示面板 20 中，若将显示面比作钟表的表盘，则正视角方向多设定为 6 点方向。这里，“正视角方向”是指，液晶层的厚度方向的液晶分子的预倾角（pretilt angle）方向。此时，配置成正交尼科尔的一对偏光板的偏光轴（透过轴）以相对于显示面的垂直方向（12 点 -6 点方向）、水平方向（3 点 -9 点方向）大致成 45° 的方式配置。如在后面对 γ 特性的极角依赖性（极角为与显示面法线形成的角度）进行例示说明的那样，在这样的 TN 型液晶显示装置中，垂直方向上的 γ 特性的极角依赖性特别差（发生泛白和反转现象），因此沿着垂直方向排列有多个在水平方向上延伸的矩形的第二区域 14 的光扩散层 10 是有效的。

[0065] 另外，也可以如图 3 所示的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。像这样，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。

[0066] 接着，参照图 4 对光扩散层 10 的结构和功能的详细进行说明。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和它们与用于将它们贴合的粘接层（未图示）的界面上的光的折射。另外，以下的说明，即使在考虑上述折射的情况下一般也成立。

[0067] 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、且顶角为 2α 。从垂直方向(图4中 $\Delta\theta = 0$)射入光扩散层10的光302a,由于仅进行1次全反射,因此当设想最严格的情况作为设计条件时,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

[0068] [数学式5]

$$[0069] \quad H \leq \frac{P}{\tan 2\alpha + \tan \alpha} \quad (1)$$

[0070] 成立。

[0071] 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):

[0072] [数学式6]

$$[0073] \quad N_1 \cos \left[\sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta\theta}{N_1} \right) + \alpha \right] > N_2 \quad (2)。$$

[0074] 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。

[0075] 通过下式给出 θ_2 :

[0076] [数学式7]

$$[0077] \quad \theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta\theta}{N_1} \right) + 2\alpha \quad (3),$$

[0078] 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: N_2)14的界面12s发生全反射的条件为

[0079] [数学式8]

$$[0080] \quad N_1 \sin(90^\circ - \theta_2 - \alpha) = N_1 \cos(\theta_2 + \alpha) > N_2 \quad (4)。$$

[0081] 因此,将 θ_2 代入,得到

[0082] [数学式9]

$$[0083] \quad N_1 \cos \left(\sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta\theta}{N_1} \right) + 3\alpha \right) > N_2 \quad (5)。$$

[0084] 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

[0085] (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

[0086] [数学式10]

$$[0087] \quad \lim_{\Delta\theta \rightarrow 0} N_1 \cos \left(\sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta\theta}{N_1} \right) + 3\alpha \right) = N_1 \cos(3\alpha) > N_2$$

$$[0088] \quad \therefore \cos(3\alpha) > \frac{N_2}{N_1} \quad (6)。$$

[0089] 因此,作为光扩散层(全反射扩散层)10的设计,在使用以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沿垂直方向($\Delta \theta = 0$)的光仅进行1次全反射、并且倾斜方向的一部分光($|\Delta \theta| > 0$)进行2次全反射,以满足式(1)和式(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是1次全反射的全反射光还包括2次全反射的全反射光来获得宽的视野角特性。

[0090] 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,式(6)能够扩展为下式:

[0091] [数学式 11]

$$[0092] \quad \cos[\alpha(2n-1)] > \frac{N_2}{N_1} \quad (n \text{ 为 } 2 \text{ 以上的整数}) (7),$$

[0093] 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,以满足式(1)和式(7)的方式进行设计。

[0094] 此外,不言而喻的是:最终需要满足光在高折射率区域12(折射率 N_1)与空气的界面不发生全反射而进行折射从而从高折射率区域12射出的条件。因此,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:

[0095] [数学式 12]

$$[0096] \quad N_1 \sin \left[\sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \theta}{N_1} \right) + 2n\alpha \right] < 1 \quad (n \text{ 次全反射, } n \text{ 为 } 1 \text{ 以上的整数}) (8)。$$

[0097] 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,作为对从背光源单元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)的一体构造物、百叶窗(louver)或倒棱镜。另外,在本说明书中,在设置有这些的情况下,将它们包括在一起称为背光源单元。

[0098] 另外,从背光源单元射出的光的指向性未必需要以满足上述的条件的方式设定。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。

[0099] 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。

[0100] A: $N_1 = 1.55$ 、 $N_2 = 1.40$ 、 $\alpha = 8.0^\circ$ 、 $P = 50 \mu\text{m}$ 、 $H = 110 \mu\text{m}$

[0101] B: $N_1 = 1.55$ 、 $N_2 = 1.50$ 、 $\alpha = 8.0^\circ$ 、 $P = 50 \mu\text{m}$ 、 $H = 110 \mu\text{m}$

[0102] C: $N_1 = 1.55$ 、 $N_2 = 1.50$ 、 $\alpha = 6.0^\circ$ 、 $P = 50 \mu\text{m}$ 、 $H = 155 \mu\text{m}$

[0103] 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以规定的间距排列有低折射率区域 14 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。可知,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,出射光的强度分布与光扩散层 B 相比遍及较宽的角度范围。

[0104] 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 1 次全反射光的峰和 2 次全反射光的峰。这些峰往往会导致观察者产生视野角特性不连续的感觉。于是,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) 中看到的明确的峰。因此,能够抑制观察者产生视野角特性不连续的感觉。

[0105] 接着,参照图 6 和图 7,对现有的 TN 模式的液晶显示装置和本发明的实施方式的 TN 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 和图 7 所示的曲线的横轴是应当显示的灰度等级(输入灰度等级),纵轴是以在输入灰度等级为最高灰度等级(255 灰度等级)时的正面方向上的显示亮度为 1 地表示的标准化亮度。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。

[0106] 图 6(a) ~ (c) 是表示现有的 TN 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具有相位差板(富士胶片公司制的 WV 膜)。图 7(a) ~ (c) 是表示在具有图 6(a) ~ (c) 的视野角特性的现有的 TN 型的液晶显示装置上设置满足上述条件的光扩散层 10 而得的、本发明的实施方式的 TN 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 1 和图 2 所示的液晶显示装置 100 相同的结构。

[0107] 如从图 6(a) 可知的那样,在现有的液晶显示装置的左右方向(水平方向)上的极角(θ)依赖性接近 $\gamma = 2.2$ 的曲线。这是因为通过相位差板(WV 膜)来进行光学补偿。然而,由图 6(b) 所示的上方向(12 点方向)的极角依赖性可知,泛白(显示比本来应当显示的亮度更高的亮度的现象)显著。即,在从上方向观测液晶显示面板的情况下,对于从正面(极角 = 0°)观察时的等级灰度曲线为 $\gamma = 2.2$,产生泛白。进而,在靠近最高灰度等级的区域,产生灰度等级反转(随着提高灰度等级而亮度减少的情况)。此外,如从图 6(c) 可知的那样,在从下方向(6 点方向)观测液晶显示面板的情况下,在中间灰度附近产生泛白和灰度等级反转。

[0108] 与此相对,从图 7(a) ~ (c) 可知,在本发明的实施方式的液晶显示装置中,上方向和下方向的视野角特性被显著地改善,该上方向和下方向为与光扩散层 10 的低折射率区域 14 的延伸方向正交的方向。这里所示的例子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,在上方向和下方向中的任一方向上均不产生灰度等级反转,泛白也被极大地改善,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。

[0109] 另外,从在此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。因此,通过使半值角 $\Delta \theta_{50}$ 为 $\pm 30^\circ$ 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,在采用使向光扩散层 10 的入射角较大的光被低折射率区域 14 吸收的结构时,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)。

[0110] 在这里,作为用于改善 TN 模式的液晶显示装置的视野角特性的相位差板(例如参照日本特开平 6-75116 号公报),示出了使用富士胶片公司制的 WV 膜的例子,但是即使省略相位差板,通过光扩散层 10 也能够改善视野角特性。在该情况下,优选如图 3 所示的液晶显示装置 110 那样排列光扩散层 10A 和光扩散层 10B,使得低折射率区域 14 呈条纹状地排列于水平方向和垂直方向上。此外,也可以参照图 11 使用后述的光扩散层。

[0111] 接着,参照图 8(a) 和 (b)、图 9(a) 和 (b),对色度变化特性进行说明。图 8(a) 和 (b) 表示现有的液晶显示装置的色差,图 9(a) 和 (b) 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 7 所示的 γ 特性的视野角依赖性。分别在图 8 和图 9 中,(a) 表示从上方向(12 点方向)进行观察时的色度、(b) 表示从下方向(6 点方向)进行观察时的色度,所示为极角 θ 是 45° 和 60° 的结果。图 8 和图 9 表示麦克贝斯图(Macbeth chart)的色度因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)为止是彩色的,从第 19 号的白色(white)起至第 24 号的黑色(black)为止是非彩色的。

[0112] 就极角 $\theta = 45^\circ$ 时的各色的色度变化而言,如图 8(a) 和 (b) 所示的那样,在现有的液晶显示装置中存在 $u'v'$ 色度坐标上的色差 $\Delta u'v'$ 较大的情况,与此相对,如图 9(a) 和 (b) 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 0.02 以下,变成较小的值。

[0113] 接着,参照图 10(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。

[0114] 如在图 10(a) 中示意性地表示的那样,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,因此观察到由 $\theta' = 0^\circ$ 的光得到的实像(1 次像)和由以 $|\theta'| > 0^\circ$ 的角度射入的光得到的多重像(2 次像)。这是由于:以 $|\theta'| > 0^\circ$ 的角度射入光扩散层 10 的光,在与以 $\theta' = 0^\circ$ 射入的光从光扩散层 10 的高折射率区域 12a 射出的位置仅相距距离 $a(\mu m)$ 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,在那里被折射,向正面方向射出。当从垂直于显示面的方向进行观察的情况时,如图 10(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。

[0115] 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的差较小。此外,由于没有考虑入射角因折射而变小的情况,因此这里求出的条件是比实际情况更为严格的条件。

[0116] 上述的多重像是由于,从高折射率区域 12 射入低折射率区域 14 的光的一部分(以比临界角小的角度射入的光)在界面 12s 不是进行全反射而是进行折射从而射入低折射率区域 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。

[0117] (对策 1)

[0118] 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,例如适当地使用碳黑(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,进一

步优选 99% 以上。

[0119] (对策 2)

[0120] 不使光在低折射率区域 14 折射,使得射入低折射率区域 14 的光不能在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:

[0121] [数学式 13]

$$[0122] \quad N_1 \cos \left(\sin^{-1} \left(\frac{\sin \Delta \theta}{N_1} \right) + n \alpha \right) > N_2 \quad (n \text{ 为 } 1 \text{ 以上的整数})。$$

[0123] 例如,在 $N_1 = 1.55$ 、 $N_2 = 1.40$ 、 $\alpha = 8.0^\circ$ 、且 $n = 1$ 的情况下, $\Delta \theta$ 大约为 27° 。从而,如果使从背光源单元射出的整个光束在 27° 以内,则多重像能够极为减少。进而,在也考虑 $n = 2$ 的光的情况下,通过使背光源单元的整个光束在 15° 以内,能够在原理上不视认到多重像。

[0124] (对策 3)

[0125] 还能够考虑使多重像变为不能够被人视认的程度。例如,在以朗多尔氏环 (Landolt ring) 为基准的视力 1.0 的情况下,当观察者离开液晶显示面板 50cm 时,能够实现 $150 \mu\text{m}$ 的识别。从而,使 a 为 $150 \mu\text{m}$ 以下即可。于是,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,在背光源的聚光不充分时,通过降低玻璃厚度、偏光板厚度、基膜厚度,能够抑制视认到多重像。从而,只要满足 $\tan \theta' * L < 150 \mu\text{m}$ 的条件即可。从而,该情况变成 $\Delta \theta = \sin^{-1}(N_1 \sin \theta')$ 。因此,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,能够识别距离也变小。

[0126] 在不能够满足对策 2 的情况下,降低图 10(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 进行调整以满足上述条件即可。

[0127] 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

[0128] (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。

[0129] 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 11(a) 和 (b) 所示的光扩散层。

[0130] 图 11(a) 所示的光扩散层 10 具有在相互正交的方向上呈正方格子状设置的低折射率区域 14a 和 14b,以一个光扩散层实现图 3 的光扩散层 10A 和 10B。

[0131] 图 11(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 排列为最密填充状,在其间距设置有低折射率区域 14c。垂直于低折射率区域 14c 的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 11(b) 所示的光扩散层 10 具有与图 11(a) 的光扩散层同等的作用效果。在图 11(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 的光射出侧的主面 (纸面) 的光折射率区域的填充率最大。

[0132] 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排列的多个低折射率区域。如众所周知的那样,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,并且不损害显示品质,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 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 $\pm 1^\circ$ 以上的倾斜。

[0133] 本发明的实施方式的光扩散层,例如能够使用专利文献 2 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(epoxy acrylate)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。在表面形成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 2 所公开的全部内容。另外,专利文献 2 所记载的技术涉及作为幻灯机(projector)的屏幕(screen)适当地使用的光扩散片,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。

[0134] 产业上的可利用性

[0135] 本发明能够广泛地适用于 TN 模式的液晶显示装置。

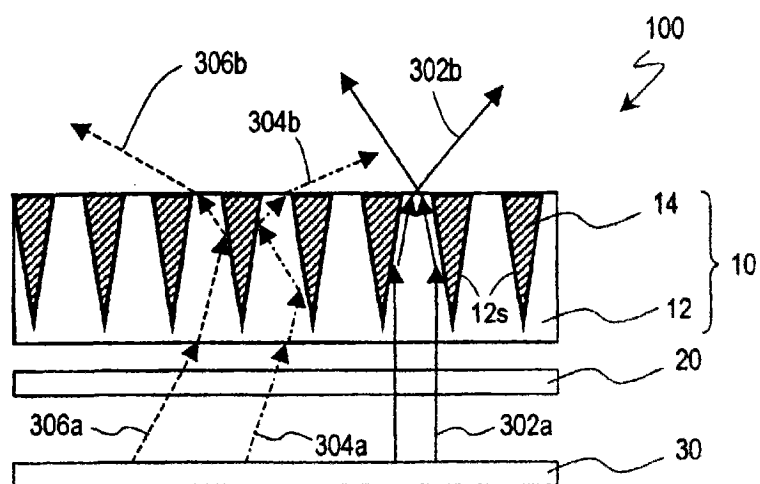


图 1

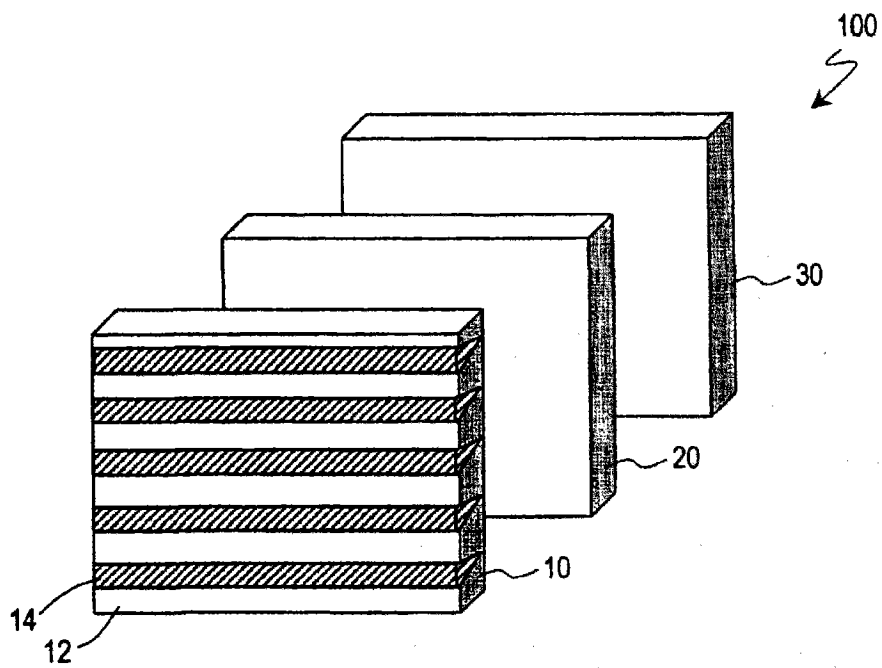


图 2

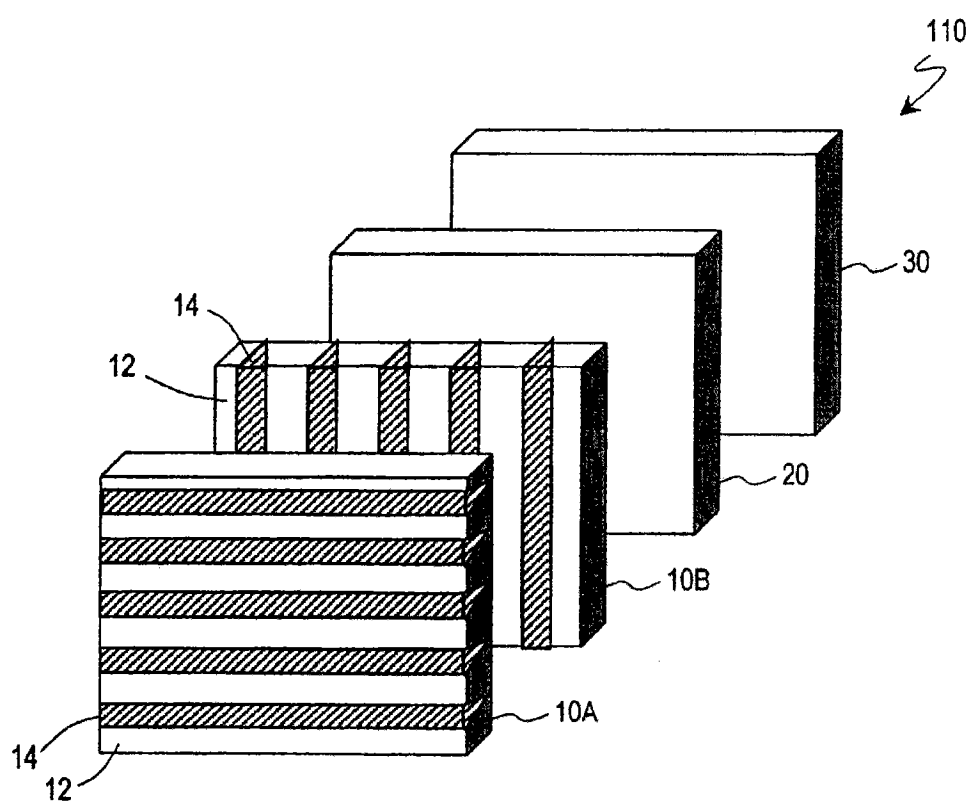


图 3

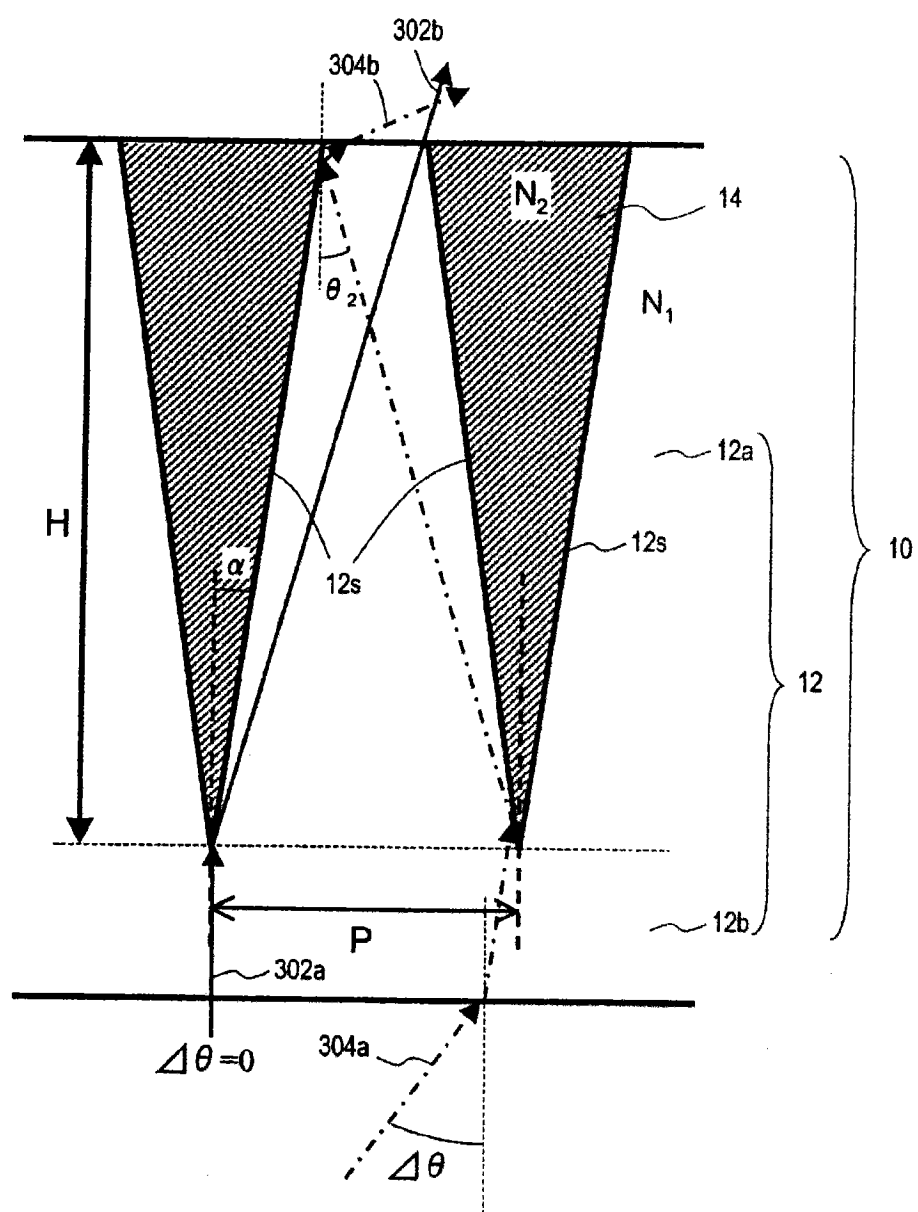


图 4

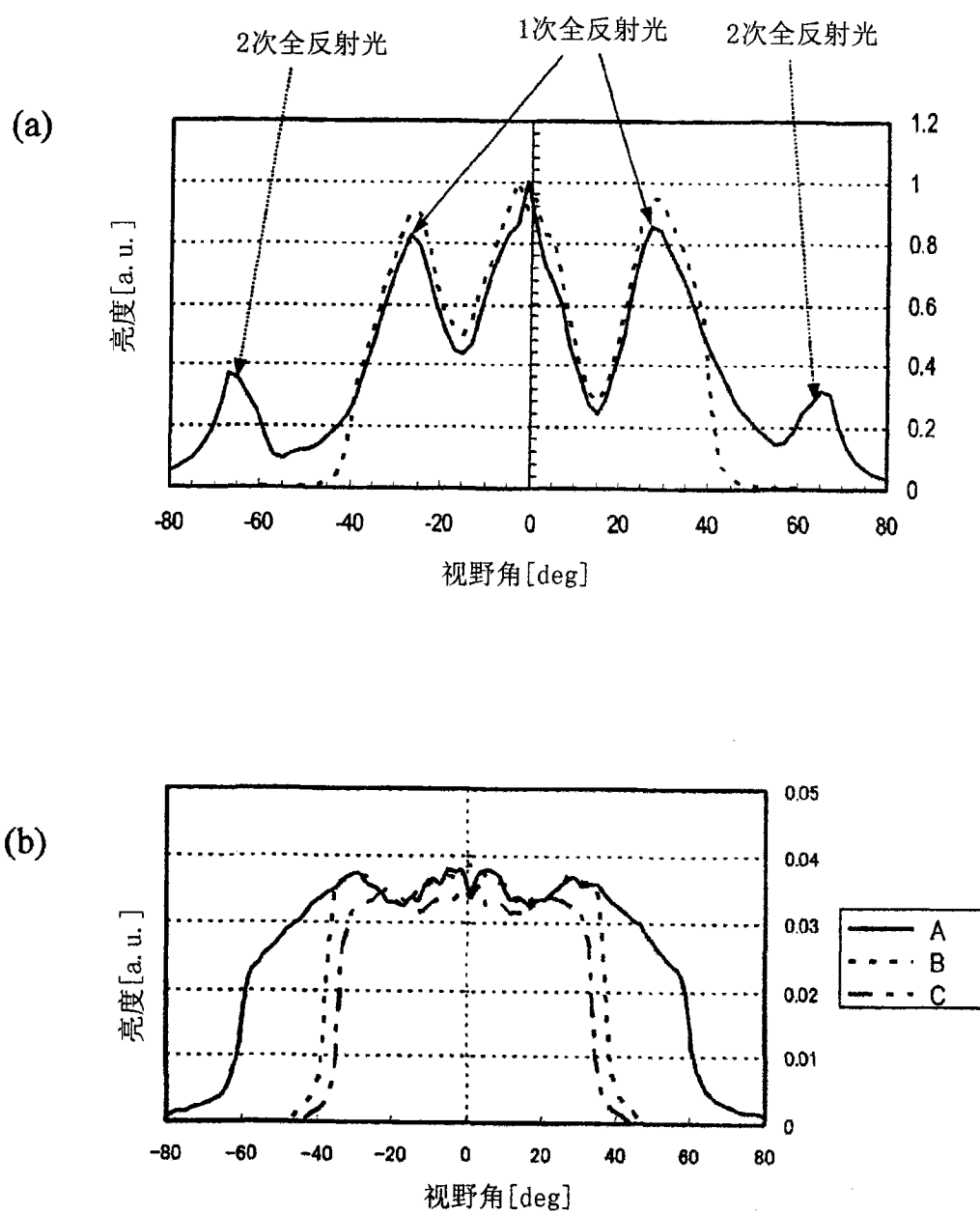


图 5

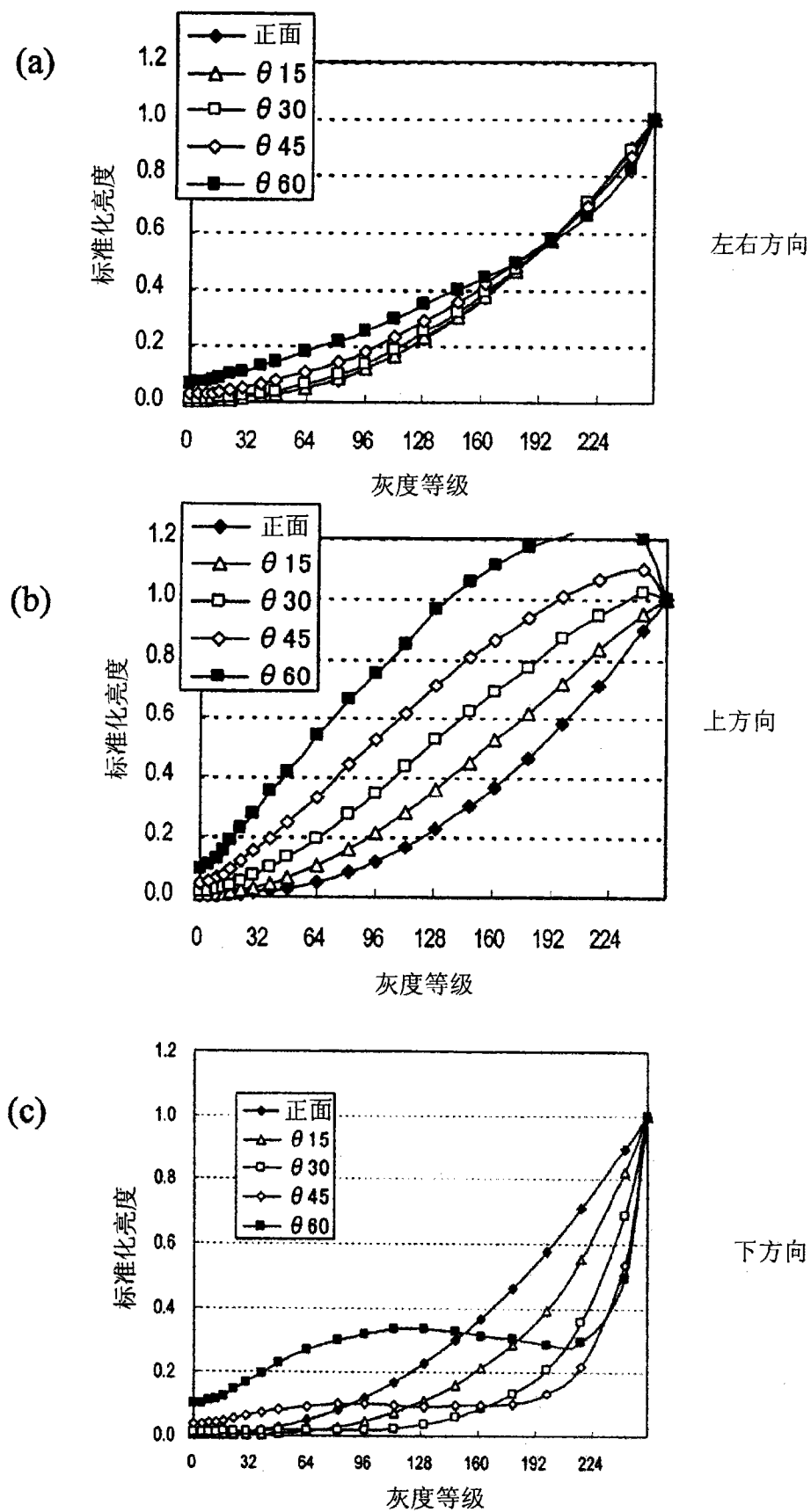


图 6

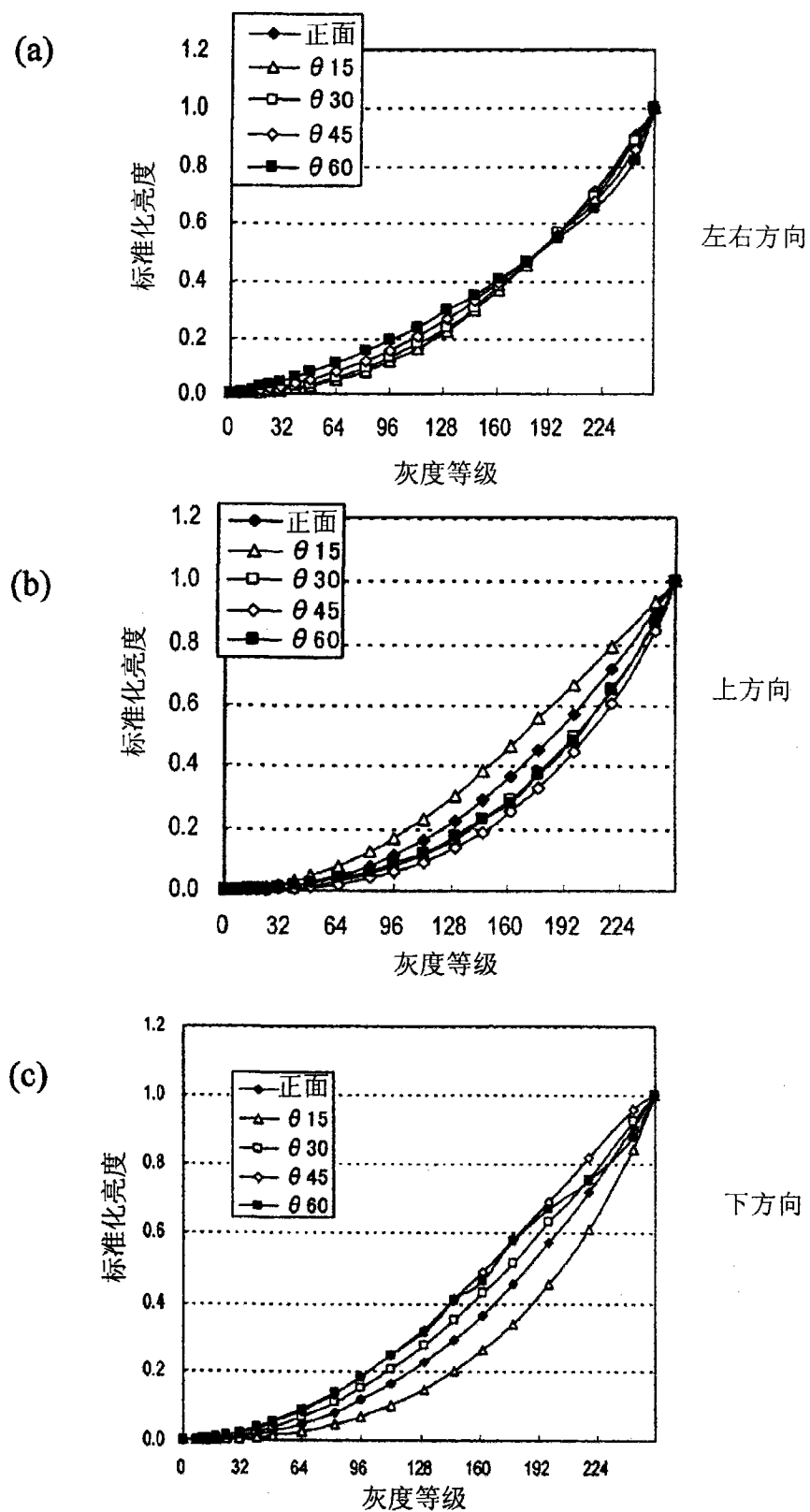


图 7

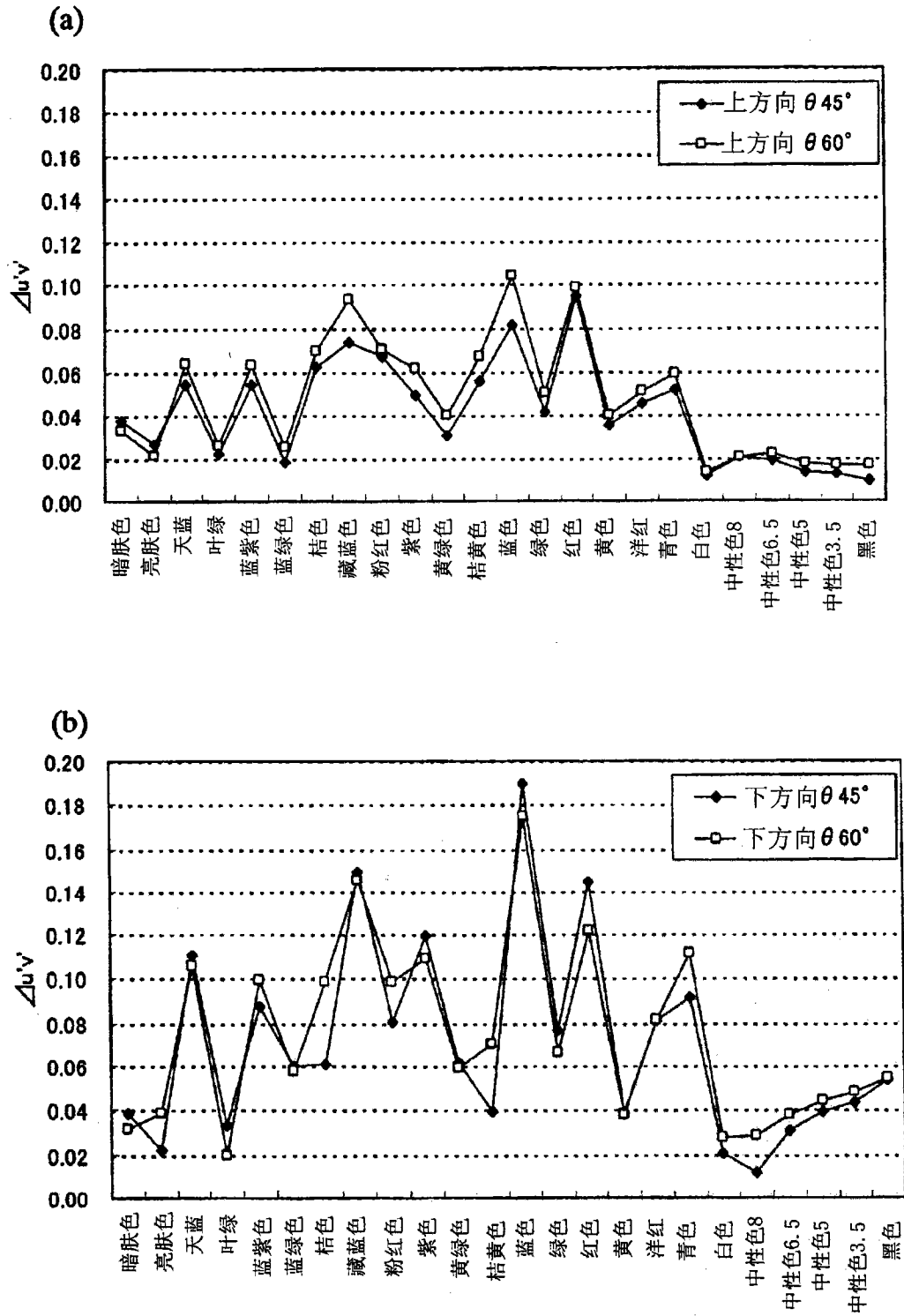


图 8

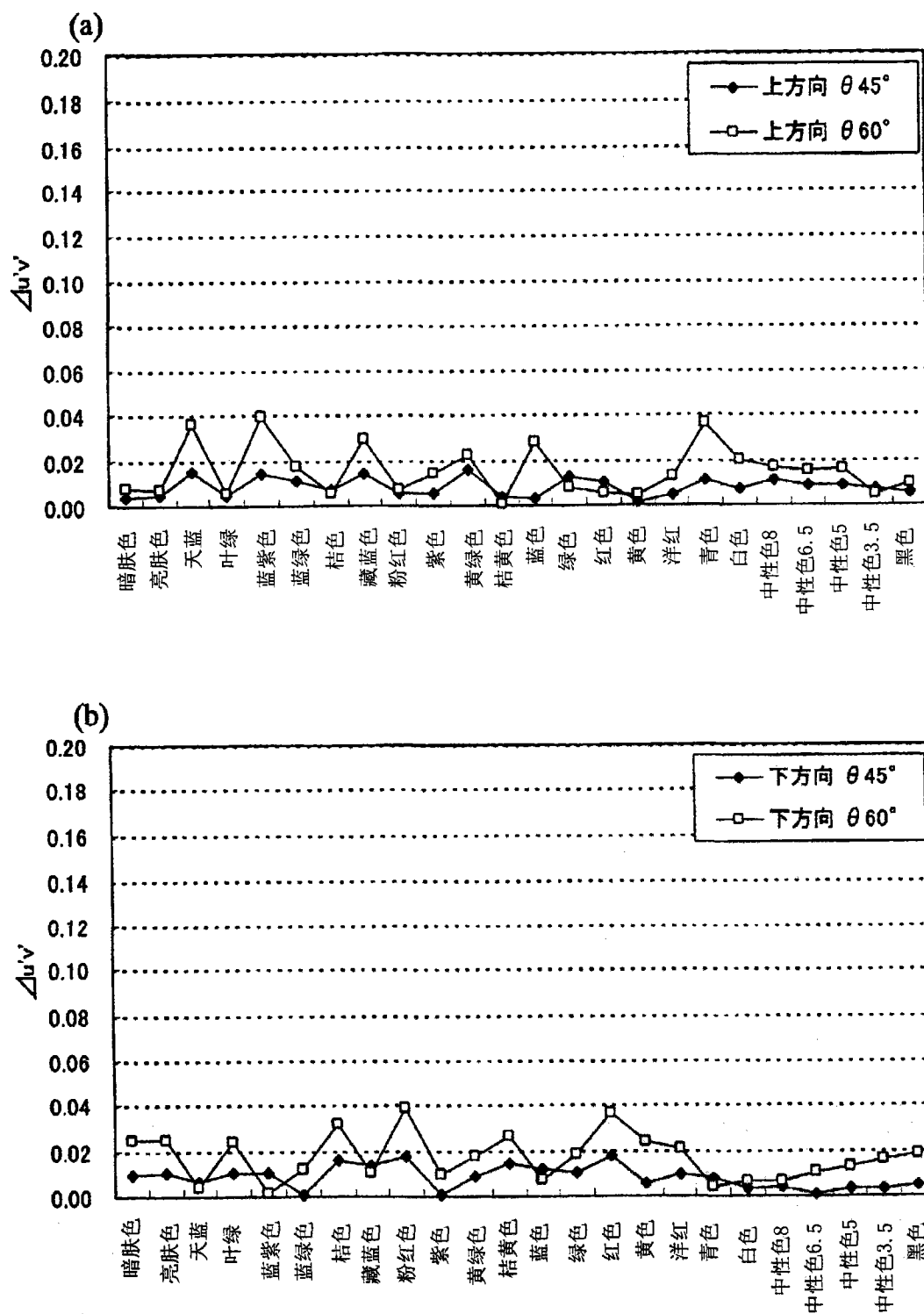


图 9

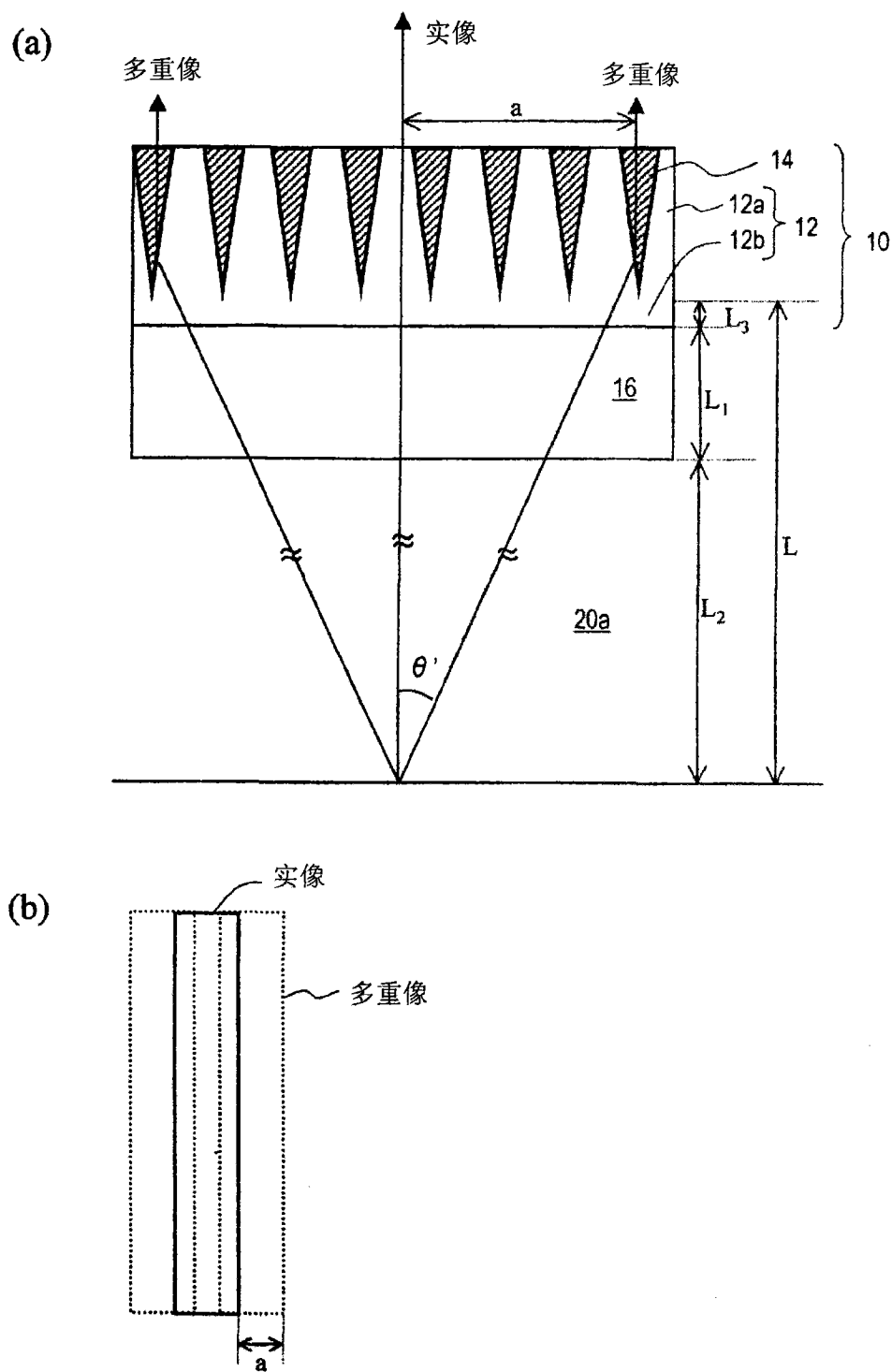
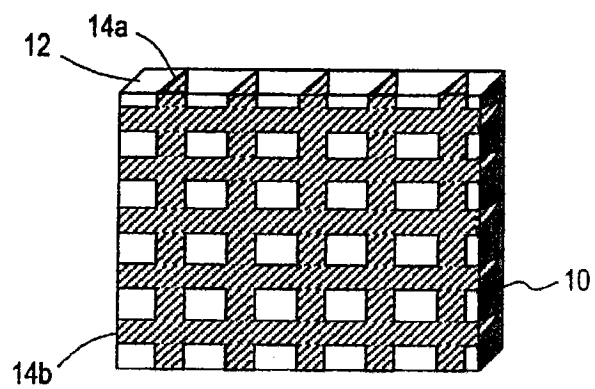


图 10

(a)



(b)

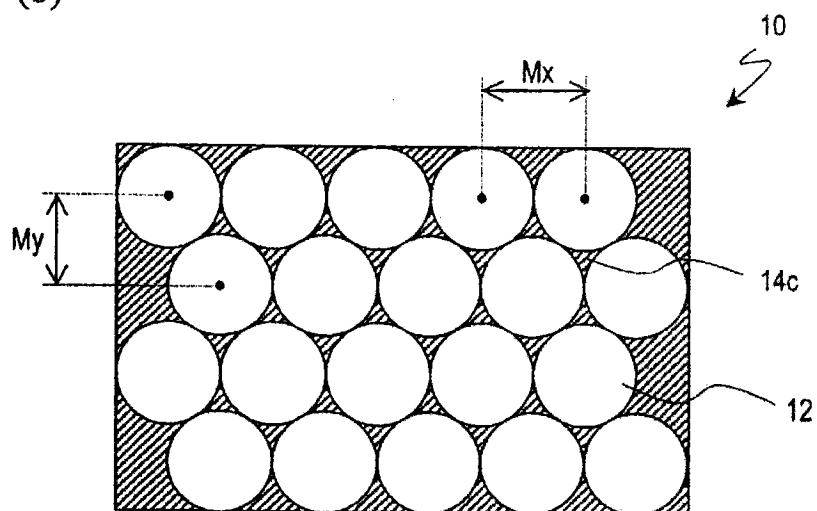


图 11

专利名称(译)	光扩散片和液晶显示装置		
公开(公告)号	CN101815965A	公开(公告)日	2010-08-25
申请号	CN200880110057.X	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	西原雄祐 青山伊织 田口登喜生 山本明弘 久保真澄		
发明人	西原雄祐 青山伊织 田口登喜生 山本明弘 久保真澄		
IPC分类号	G02F1/1335 G02B5/02		
CPC分类号	G02F1/133504 G02B5/0278 G02B5/0236		
优先权	2007259358 2007-10-03 JP		
其他公开文献	CN101815965B		
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)，该多个低折射率区域各自的与主面垂直的截面的形状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，在至少1个方向上以规定的间距P配置。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)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。

