



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102472919 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201080031437. 1

(22) 申请日 2010. 03. 18

(30) 优先权数据

2009-178238 2009. 07. 30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 01. 12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/054697 2010. 03. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/013399 JA 2011. 02. 03

(73) 专利权人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 坂井彰

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

公司 11322

代理人 龙淳

(51) Int. Cl.

G02F 1/13363 (2006. 01)

G02B 5/30 (2006. 01)

G02F 1/1335 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP H0688962 A, 1994. 03. 29,

JP 2009-37049 A, 2009. 02. 19,

CN 1487340 A, 2004. 04. 07,

US 2009059145 A1, 2009. 03. 05,

US 2006203162 A1, 2006. 09. 14,

CN 1683972 A, 2005. 10. 19,

审查员 张贝

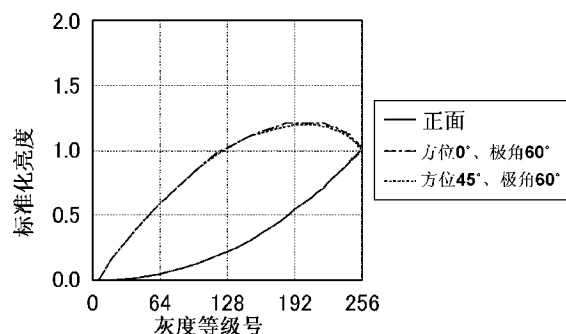
权利要求书4页 说明书32页 附图19页

(54) 发明名称

液晶显示装置

(57) 摘要

本发明提供在方位 45° 的从中间灰度等级到高灰度等级的灰度等级视角优秀的圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置。本发明的液晶显示装置的特征在于,上述液晶显示装置依次具有第一偏振片、第一 $\lambda/4$ 板、液晶单元、第二 $\lambda/4$ 板和第二偏振片,在将第二偏振片的吸收轴的方位定义为 0° 时,上述第二 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴呈大致 45° 的角度,上述第一 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴呈大致 135° 的角度,上述第一偏振片的吸收轴呈大致 90° 的角度,通过使液晶层中的液晶分子从与基板面大致垂直地取向变为相对于基板面倾斜地取向,使显示亮度变化,上述液晶层具有液晶分子分别向 $12.5^\circ \sim 32.5^\circ$ 方位、 $102.5^\circ \sim 122.5^\circ$ 方位、 $192.5^\circ \sim 212.5^\circ$ 方位和 $282.5^\circ \sim 302.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴。



1. 一种液晶显示装置,其特征在于:

所述液晶显示装置依次具有:

第一偏振片;

面内相位差被调整为 $\lambda/4$ 的第一 $\lambda/4$ 板;

在一对对置的基板间包括液晶层的液晶单元;

面内相位差被调整为 $\lambda/4$ 的第二 $\lambda/4$ 板;和

第二偏振片,

在将第二偏振片的吸收轴的方位定义为 0° 时,

所述第二 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴呈大致 45° 的角度,

所述第一 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴呈大致 135° 的角度,

所述第一偏振片的吸收轴呈大致 90° 的角度,

通过使液晶层中的液晶分子从与基板面大致垂直地取向的状态变为相对于基板面倾斜地取向的状态,使显示亮度变化,

所述液晶层具有:

液晶分子向 $12.5^\circ \sim 32.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴;

液晶分子向 $102.5^\circ \sim 122.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴;

液晶分子向 $192.5^\circ \sim 212.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴;和

液晶分子向 $282.5^\circ \sim 302.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴。

2. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置,其特征在于:

在将满足 $n_x > n_y \geq n_z$ 的关系的双折射层定义为第一种双折射层,将满足 $n_x < n_y \leq n_z$ 的关系的双折射层定义为第二种双折射层时,

所述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板是具有大致相同的 N_z 系数的第一种双折射层,

在所述第二 $\lambda/4$ 板与第二偏振片之间具有第二种双折射层,

所述第二种双折射层的面内进相轴与所述第二偏振片的吸收轴大致正交。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的液晶显示装置,其特征在于:

在将满足 $n_x \approx n_y \geq n_z$ 的关系的双折射层定义为第三种双折射层时,

在所述第一 $\lambda/4$ 板与所述液晶单元之间和所述液晶单元与所述第二 $\lambda/4$ 板之间中的至少一个,具有至少一层第三种双折射层。

4. 如权利要求 3 所述的液晶显示装置,其特征在于:

在将所述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 N_z 系数定义为 N_{zq} ,

将所述液晶单元的黑显示时的厚度方向相位差定义为 R_{1c} ,

将在所述第一 $\lambda/4$ 板与所述第二 $\lambda/4$ 板之间配置的至少一层的第三种双折射层的厚度方向相位差的总和定义为 R_3 时,

满足下述式 (1) ~ (3):

$$1.0 \leq N_{zq} \leq 2.9 \quad (1),$$

$$(169\text{nm} \times N_{zq} - 81\text{nm}) - 30\text{nm} \leq R_{1c} + R_3 \quad (2),$$

$$R_{1c} + R_3 \leq (169\text{nm} \times N_{zq} - 81\text{nm}) + 30\text{nm} \quad (3)。$$

5. 如权利要求 4 所述的液晶显示装置,其特征在于:

在将所述第二种双折射层的 N_z 系数定义为 N_{z2} ,将所述第二种双折射层的面内相位差

定义为 R2 时，

满足下述式 (4) ~ (7)：

$$(-0.63 \times Nzq^2 + 0.56 \times Nzq + 0.40) - 0.35 \leq Nz2 \quad (4),$$

$$Nz2 \leq (-0.63 \times Nzq^2 + 0.56 \times Nzq + 0.40) + 0.35 \quad (5),$$

$$(43nm \times Nzq^2 - 226nm \times Nzq + 370nm) - 30nm \leq R2 \quad (6),$$

$$R2 \leq (43nm \times Nzq^2 - 226nm \times Nzq + 370nm) + 30nm \quad (7)。$$

6. 如权利要求 5 所述的液晶显示装置，其特征在于：

满足 $1.40 \leq Nzq$ 。

7. 如权利要求 3 所述的液晶显示装置，其特征在于：

在将所述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 Nz 系数定义为 Nzq 时，

满足 $2.00 < Nzq$ 。

8. 如权利要求 3 所述的液晶显示装置，其特征在于：

在将所述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 Nz 系数定义为 Nzq，将所述第二种双折射层的 Nz 系数定义为 Nz2，将所述第二种双折射层的面内相位差定义为 R2 时，

满足 $Nzq < 1.40$ ，满足 $-0.35 \leq Nz2 \leq 0$ ，且满足 $108nm \leq R2 \leq 168nm$ 。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的液晶显示装置，其特征在于：

在将满足 $n_x \approx n_y \geq n_z$ 的关系的双折射层定义为第三种双折射层时，

在所述第一个第一种双折射层与所述液晶单元之间和所述液晶单元与所述第二个第一种双折射层之间，不具有第三种双折射层。

10. 如权利要求 9 所述的液晶显示装置，其特征在于：

在将所述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 Nz 系数定义为 Nzq，

将所述液晶单元的黑显示时的厚度方向相位差定义为 R1c 时，

满足下述式 (1)、(8) 和 (9)：

$$1.0 \leq Nzq \leq 2.9 \quad (1),$$

$$(169nm \times Nzq - 81nm) - 30nm \leq R1c \quad (8),$$

$$R1c \leq (169nm \times Nzq - 81nm) + 30nm \quad (9)。$$

11. 如权利要求 10 所述的液晶显示装置，其特征在于：

在将所述第二种双折射层的 Nz 系数定义为 Nz2，将所述第二种双折射层的面内相位差定义为 R2 时，

满足下述式 (4) ~ (7)：

$$(-0.63 \times Nzq^2 + 0.56 \times Nzq + 0.40) - 0.35 \leq Nz2 \quad (4),$$

$$Nz2 \leq (-0.63 \times Nzq^2 + 0.56 \times Nzq + 0.40) + 0.35 \quad (5),$$

$$(43nm \times Nzq^2 - 226nm \times Nzq + 370nm) - 30nm \leq R2 \quad (6),$$

$$R2 \leq (43nm \times Nzq^2 - 226nm \times Nzq + 370nm) + 30nm \quad (7)。$$

12. 如权利要求 11 所述的液晶显示装置，其特征在于：

满足 $1.40 \leq Nzq$ 。

13. 如权利要求 9 所述的液晶显示装置，其特征在于：

在将所述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 Nz 系数定义为 Nzq，将所述第二种双折射层的 Nz 系数定义为 Nz2，将所述第二种双折射层的面内相位差定义为 R2 时，

满足 $Nzq < 1.40$, 满足 $-0.35 \leq Nz2 \leq 0$, 且满足 $108nm \leq R2 \leq 168nm$ 。

14. 如权利要求 9 所述的液晶显示装置, 其特征在于:

在将所述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 Nz 系数定义为 Nzq 时,

满足 $2.00 \leq Nzq$ 。

15. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置, 其特征在于:

在将满足 $n_x > n_y \geq n_z$ 的关系的双折射层定义为第一种双折射层, 将满足 $n_x \leq n_y \leq n_z$ 的关系的双折射层定义为第二种双折射层时,

所述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板是具有大致相同的 Nz 系数的第一种双折射层,

在所述第一 $\lambda/4$ 板与第一偏振片之间具有第一个第二种双折射层,

在所述第二 $\lambda/4$ 板与第二偏振片之间具有第二个第二种双折射层,

所述第一个第二种双折射层与所述第二个第二种双折射层具有大致相同的 Nz 系数和面内相位差,

所述第一个第二种双折射层的面内进相轴与所述第一偏振片的吸收轴大致正交,

所述第二个第二种双折射层的面内进相轴与所述第二偏振片的吸收轴大致正交。

16. 如权利要求 15 所述的液晶显示装置, 其特征在于:

在将满足 $n_x \approx n_y \geq n_z$ 的关系的双折射层定义为第三种双折射层时,

在所述第一 $\lambda/4$ 板与所述液晶单元之间和所述液晶单元与所述第二 $\lambda/4$ 板之间的至少一个, 具有至少一层第三种双折射层。

17. 如权利要求 16 所述的液晶显示装置, 其特征在于:

在将所述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 Nz 系数定义为 Nzq ,

将所述液晶单元的黑显示时的厚度方向相位差定义为 $R1c$,

将在所述第一 $\lambda/4$ 板与所述第二 $\lambda/4$ 板之间配置的至少一层的第三种双折射层的厚度方向相位差的总和定义为 $R3$ 时,

满足下述式 (1) ~ (3):

$$1.0 \leq Nzq \leq 2.9 \quad (1),$$

$$(169nm \times Nzq - 81nm) - 30nm \leq R1c + R3 \quad (2),$$

$$R1c + R3 \leq (169nm \times Nzq - 81nm) + 30nm \quad (3)。$$

18. 如权利要求 17 所述的液晶显示装置, 其特征在于:

在将所述第一个第二种双折射层和第二个第二种双折射层的 Nz 系数定义为 $Nz2$, 将所述第一个第二种双折射层和第二个第二种双折射层的面内相位差定义为 $R2$ 时,

满足下述式 (10) ~ (13):

$$(-0.87 \times Nzq^2 + 2.15 \times Nzq - 0.76) - 0.45 \leq Nz2 \quad (10),$$

$$Nz2 \leq (-0.87 \times Nzq^2 + 2.15 \times Nzq - 0.76) + 0.45 \quad (11),$$

$$(25nm \times Nzq^2 - 159nm \times Nzq + 311nm) - 40nm \leq R2 \quad (12),$$

$$R2 \leq (25nm \times Nzq^2 - 159nm \times Nzq + 311nm) + 40nm \quad (13)。$$

19. 如权利要求 16 或 17 所述的液晶显示装置, 其特征在于:

在将所述第一个第一种双折射层和第二个第一种双折射层的 Nz 系数定义为 Nzq , 将所述第一个第二种双折射层和第二个第二种双折射层的 Nz 系数定义为 $Nz2$, 将所述第一个第二种双折射层和第二个第二种双折射层的面内相位差定义为 $R2$ 时,

满足 $N_{zq} < 2.00$, 满足 $-0.45 \leq N_{z2} \leq 0$, 且满足 $5\text{nm} \leq R_2 \leq 133\text{nm}$ 。

液晶显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及液晶显示装置。详细地说,涉及使用圆偏光板的 VA(垂直取向)模式的液晶显示装置。

背景技术

[0002] 液晶显示装置作为以计算机和电视为主的各种信息处理装置的显示装置被广泛地利用。特别是 TFT 方式的液晶显示装置(以下称作“TFT-LCD”)广泛地普及,并被期待着市场的进一步扩大,伴随于此,被期望着画质的进一步提高。以下,以 TFT-LCD 为例进行说明,但本发明不限于 TFT-LCD,能够适用于所有的液晶显示装置,例如也能够适用于单纯矩阵方式,等离子体寻址(plasma addressed)方式等的液晶显示装置。

[0003] 到现在为止,在 TFT-LCD 中最广泛地被使用的方式是使具有正的介电常数各向异性的液晶在互相对置的基板间水平取向的所谓 TN(扭转向列型, Twisted Nematic)模式。TN 模式的液晶显示装置的特征在于:与一个基板相邻的液晶分子的取向方向相对于与另一个基板相邻的液晶分子的取向方向扭转 90° 。这样的 TN 模式的液晶显示装置,虽然确立了廉价的制造技术,且在产业上成熟,但实现高对比度是困难的。

[0004] 对此,已知有所谓的 VA 模式的液晶显示装置,其使具有负的介电常数各向异性的液晶在互相对置的基板间垂直取向。在 VA 模式的液晶显示装置中,当无电压施加时,液晶分子在与基板面大致垂直的方向上取向,因此液晶单元几乎不显示双折射性和旋光性,光以几乎不使其偏振状态变化的方式通过液晶单元。因此,通过在液晶单元的上下以其吸收轴互相正交的方式配置一对偏振片(直线偏振片)(以下称作“正交尼科耳偏振片”),当无电压施加时,能够实现大致完美的黑显示。当施加阈值电压以上的电压时(以下,仅略记为电压施加时),液晶分子倾斜而成为与基板大致平行,从而呈现出大的双折射性,能够实现白显示。因此,这样的 VA 模式的液晶显示装置能够容易地实现非常高的对比度。

[0005] 在这样的 VA 模式的液晶显示装置中,当电压施加时的液晶分子的倾斜方向为一个方向时,会导致在液晶显示装置的视野角特性方面产生非对称性,因此取向分割型的 VA 模式被广泛地利用,其通过例如在像素电极的构造上的设计和在像素内设置突起物等的取向控制机构的方法,在像素内将液晶分子的倾斜方向分割为多个。另外,液晶分子的倾斜方位不同的各区域被称为畴,取向分割型的 VA 模式也被称为 MVA 模式(多畴型 VA 模式)。

[0006] 在 MVA 模式中,从使白显示状态的透过率最大化的观点出发,通常设定成:偏振片的轴方位和电压施加时的液晶分子的倾斜方位成 45° 的角度。这是因为在正交尼科耳偏振片间夹着双折射介质时的透过率,在将偏振片的轴与双折射介质的滞相轴所成的角设为 α (单位:rad)时,与 $\sin^2(2\alpha)$ 成比例。在典型的 MVA 模式中,液晶分子的倾斜方位能够被分割为 45° 、 135° 、 225° 、 315° 的 4 个畴。在这样的被分割为 4 个畴的 MVA 模式中,在畴彼此的边界和取向控制机构的附近,大多观察到纹影(Schliere)取向、不期望的方向上的取向,成为透过率损失的原因。

[0007] 为了解决这样的问题,考虑使用圆偏光板的 VA 模式的液晶显示装置(例如,参照

专利文献 1)。根据该液晶显示装置,在互相正交的左右圆偏光板间夹有双折射介质时的透过率,不依存于偏振片的轴与双折射介质的滞相轴所成的角,因此即使液晶分子的倾斜方位是 45° 、 135° 、 225° 、 315° 以外,只要能够控制液晶分子的倾斜度,就能够确保所希望的透过率。因此,例如可以在像素中央配置圆形的突起物,使液晶分子向所有方位倾斜,或者,也可以完全不控制地使倾斜方位在随机的方位倾斜。另外,在本说明书中,将使用圆偏光板的 VA 模式称作圆偏振光 VA 模式或者圆偏振光模式。相对于此,将使用直线偏光板的 VA 模式称作直线偏振光 VA 模式或称作直线偏振光模式。另外,圆偏光板,众所周知,典型的是由直线偏光板和 $\lambda/4$ 板的组合构成。

[0008] 进一步,已知:由于圆偏振光具有在由反射镜等反射时左右的手性(chirality)互换的性质,因此例如当在反射镜上配置左圆偏光板而使光入射时,透过圆偏光板变换为左圆偏振光的光由反射镜反射而变换为右圆偏振光,由于该右圆偏振光不能透过上述左圆偏光板,所以结果圆偏光板具有防止反射的光学功能。已知这样的圆偏光板的防止反射的光学功能,能够防止在室外等明亮环境下观察显示装置时的无用的反射,因此具有以 VA 模式液晶显示装置为主的显示装置的明室对比度(living contrast)改善效果。此处,可以认为上述无用的反射主要是由在显示装置内部存在的透明电极和 TFT 元件的金属配线等引起的反射。当不防止该无用的反射时,即使是在黑暗环境下实现了大致完美的黑显示的显示装置,在明亮环境下观察时,显示装置的黑显示时的光量变大,最终也会使对比度降低。

[0009] 如上所述,在使用圆偏光板的圆偏振光 VA 模式中,虽然能够得到改善透过率的效果和防止无用反射的效果,但在现有技术中的圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置中,在倾斜视角下的对比度低且不能得到充分的视野角特性的方面,还有改善的余地。对此,提案有各种使用具有双折射层(相位差薄膜)的视野角特性的改良技术。例如,在专利文献 1 中公开有下述(A)的方法,在专利文献 2 中公开有下述(B)的方法,在专利文献 3 中公开有下述(C)的方法,在专利文献 4 中公开有下述(D)的方法,在非专利文献 1 中公开有下述(E)的方法。

[0010] (A) 使用 2 块满足 $n_x > n_y > n_z$ 的关系的 $\lambda/4$ 板的方法。

[0011] (B) 组合使用 2 块满足 $n_x > n_y > n_z$ 的关系的 $\lambda/4$ 板和 1 块或 2 块满足 $n_x < n_y \leq n_z$ 的关系的第二种双折射层的方法。

[0012] (C) 组合使用 2 块满足 $n_x > n_y > n_z$ 的关系的 $\lambda/4$ 板和满足 $n_x = n_y > n_z$ 的关系的第三种双折射层的方法。

[0013] (D) 在(C)的方法中,进一步组合使用 1 块或 2 块满足 $n_x > n_z > n_y$ 的关系的 $\lambda/2$ 板的方法。

[0014] (E) 组合使用 2 块单轴性的 $\lambda/4$ 板(满足 $n_x > n_y = n_z$ 的关系的所谓 A 板)、满足 $n_x = n_y > n_z$ 的关系的第三种双折射层和满足 $n_x > n_z > n_y$ 的关系的双折射层的方法。

[0015] 现有技术文献

[0016] 专利文献

[0017] 专利文献 1:日本特开 2002-40428 号公报

[0018] 专利文献 2:日本特开 2009-37049 号公报

[0019] 专利文献 3:日本特开 2003-207782 号公报

[0020] 专利文献 4:日本特开 2003-186017 号公报

[0021] 非专利文献

[0022] 非专利文献1:Zhibing Ge等6名,“Wide-View Circular Polarizers for Mobile Liquid Crystal Displays”, IDRC08, 2008 年, p. 266-268

发明内容

[0023] 发明要解决的课题

[0024] 但是,本发明者进行了研究,结果发现:在上述(A)、(B)和(C)的方法中还存在改善视野角特性的余地。此外,在上述(C)、(D)和(E)的方法中,在需要难以制造且成本高的满足 $n_x > n_z > n_y$ 的关系(满足 $0 < N_z < 1$ 的关系)的双轴性相位差薄膜的方面,存在改善的余地。

[0025] 本发明者为了解决上述问题点进行了各种研究后,着眼于在被正交尼科耳配置的一对偏振片(第一偏振片和第二偏振片)之间配置的双折射层的相位差条件,发现:在第一偏振片与第二偏振片之间,通过适当地配置满足 $n_x > n_y \geq n_z$ 的关系(满足 $N_z \geq 1.0$)的第一种双折射层(在本说明书中,将“满足 $n_x > n_y \geq n_z$ 的关系的双折射层”定义为第一种双折射层)和满足 $n_x < n_y \leq n_z$ 的关系(满足 $N_z \leq 0.0$)的第二种双折射层(在本说明书中,将“满足 $n_x < n_y \leq n_z$ 的关系的双折射层”定义为第二种双折射层),能够一边保持在正面方向上的第一偏振片和第二偏振片的正交性,一边保持在倾斜方向上的第一偏振片和第二偏振片的正交性,并提出了下述(F)的方法。还发现:上述第一种双折射层和第二种双折射层,与被控制成 $n_x > n_z > n_y$ ($0 < N_z < 1$)的双轴性相位差薄膜不同,通过使用具有适当的固有双折射的材料,能够以简便的方法制造,并在此前申请了专利(日本特愿2008-099526)。

[0026] (F)组合使用2块 $\lambda/4$ 板、满足 $n_x = n_y > n_z$ 的关系的第三种双折射层、满足 $n_x > n_y \geq n_z$ 的关系的第一种双折射层和满足 $n_x < n_y \leq n_z$ 的关系的第二种双折射层的方法。

[0027] 然而,在上述(F)方法中,优选使用5个以上的双折射层(相位差薄膜)的方式,存在改善制造成本的余地。另外,在上述(F)的方法中,虽然通过对2块 $\lambda/4$ 板的 N_z 系数(表示双轴性的参数)进行最佳设计能够提高视野角特性,但在使用2块满足 $n_x > n_y \geq n_z$ ($N_z \geq 1.0$)的关系的通用双轴性 $\lambda/4$ 板的设计条件下,在视野角特性方面存在改善余地。

[0028] 因此,本发明的发明人们对成本低、能够简便制造且在广视角范围能够实现高对比度的圆偏振光VA模式的液晶显示装置进行进一步研究后,发现:通过使在圆偏振光VA模式中需要的2块 $\lambda/4$ 板(第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板)为满足 $n_x > n_y \geq n_z$ 的关系的通用双轴性 $\lambda/4$ 板,并且将其 N_z 系数调整为大致相同,在第二 $\lambda/4$ 板与第二偏振片之间配置满足 $n_x < n_y \leq n_z$ 的关系的双折射层,在广视角范围能够减低黑显示状态的漏光,实现高的对比度。还发现:上述第一种双折射层和第二种双折射层,与被控制在 $n_x > n_z > n_y$ ($0 < N_z < 1$)的双轴性相位差薄膜不同,通过使用具有适当的固有双折射的材料,能够以简便的方法制造,并在此前申请了专利(日本特愿2009-015927)。

[0029] 像这样,本发明的发明人们对提高圆偏振光VA模式的视野角特性进行了各种研究,上述各对策是为了抑制对比度的视野角依存性,而降低在倾斜视角的黑显示时的漏出

光量的对策,换句话说,是抑制在低灰度等级(低亮度)的视野角依存性的对策。这次,本发明的发明人们,进一步进行了研究,结果发现:在圆偏振光 VA 模式中,将被正交尼科耳配置的偏振片的吸收轴的方位定义为方位 0° 和方位 90° 时,特别是在方位 45° 的从中间灰度等级(中间亮度)到高灰度等级(高亮度)的视野角特性,比直线偏振光 VA 模式差。即,发现:在方位 45° ,不只是在低灰度等级的视野角特性(以下,称作“对比度视野角”),从中间灰度等级到高灰度等级的视野角特性(以下,称作“灰度等级视野角”)也不充分。另外,在横轴为输入灰度等级、纵轴为被标准化的输出亮度(透过率)的图表中,根据表示在特定方位的测定中得到的输入灰度等级与输出亮度的值的相关的线(也称作“伽马(γ)曲线”)与在其它方位的测定中得到的伽马曲线一致的程度,能够判断灰度等级视野角的好坏,通常在显示特性上,优选使正面方向(显示画面的法线方向)的 γ 曲线与其它方向的 γ 曲线尽可能一致。

[0030] 进一步,本发明的发明人们还发现:由于对比度视野角的降低和灰度等级视野角的降低在相同方位发生,因此从低灰度等级到高灰度等级的广泛的灰度等级范围内,产生伽马曲线与正面方向的伽马曲线不一致,因此对于液晶显示装置的观察者来说会看到方位 45° 的显示品质极差,另一方面,如果使发生对比度视野角降低的方位与发生灰度等级视野角降低的方位不一致,则综合性的显示品质的水平能够得到改善。

[0031] 本发明是鉴于上述现状而完成,其目的在于:提供在方位 45° 的从中间灰度等级到高灰度等级的灰度等级视野角良好的圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置。

[0032] 用于解决课题的手段

[0033] 本发明的发明人们,对在方位 45° 的灰度等级视野角良好的圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置进行各种研究后,着眼于在 MVA 模式中形成的多个畴。而且,发现:通过设置液晶分子向 $12.5^\circ \sim 32.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 $102.5^\circ \sim 122.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 $192.5^\circ \sim 212.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴和液晶分子向 $282.5^\circ \sim 302.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴,能够提高在圆偏振光 VA 模式中的在方位 45° 的从中间灰度等级到高灰度等级的灰度等级视野角。其结果,想到能够提高液晶显示装置的显示品质的方式方法,从而完成本发明。

[0034] 即,本发明是一种液晶显示装置,其特征在于:上述液晶显示装置依次具有:第一偏振片;面内相位差被调整为 $\lambda/4$ 的第一 $\lambda/4$ 板;在一对对置的基板间包括液晶层的液晶单元;面内相位差被调整为 $\lambda/4$ 的第二 $\lambda/4$ 板;和第二偏振片,在将第二偏振片的吸收轴的方位定义为 0° 时,所述第二 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴呈大致 45° 的角度,所述第一 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴呈大致 135° 的角度,所述第一偏振片的吸收轴呈大致 90° 的角度,通过使液晶层中的液晶分子从与基板面大致垂直地取向的状态变为相对于倾斜地取向的状态,使显示亮度变化,所述液晶层具有:液晶分子向 $12.5^\circ \sim 32.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴;液晶分子向 $102.5^\circ \sim 122.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴;液晶分子向 $192.5^\circ \sim 212.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴;和液晶分子向 $282.5^\circ \sim 302.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴。另外,在本说明书中,所谓“方位”表示在与液晶单元的基板面平行的方向上的朝向,取 $0 \sim 360^\circ$,且不考虑自液晶单元的基板面法线方向的倾斜角。自液晶单元的基板面法线方向的倾斜角称为“极角”。极角取 $0 \sim 90^\circ$ 。在图 1 中,在将第二偏振片的吸收轴的方位作为 X 轴,将在面内方向与 X 轴正交的轴作为 Y 轴,将在面外方向与 X 正交的轴作为 Z 轴时,表示液晶分子的倾斜取向的朝向

A0 的方位角 ϕ 和极角 θ 。

[0035] 本发明的液晶显示装置是通过所谓 MVA 模式（多畴型 VA 模式）进行显示的显示装置。在 MVA 模式中，例如通过设置：形成在用于向液晶层施加电压的像素电极和 / 或共用电极的狭缝（电极缺口部）；和在像素内形成的电介质突起物等的取向控制机构，在像素内将电压施加时的液晶分子的倾斜方位分割为多个。由此，能够提高液晶分子的倾斜方位的对称性，以提高液晶显示装置的视野角特性。另外，本发明的液晶显示装置通过所谓的圆偏振光 VA 模式进行显示。因此，为了使白显示状态的透过率最大化，不需要如使用典型的直线偏光板的 MVA 模式那样设定成：偏振片的轴方位与电压施加时的液晶分子的倾斜方位成 45° 的角度。为此，即使形成液晶分子向 $12.5^\circ \sim 32.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 $102.5^\circ \sim 122.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 $192.5^\circ \sim 212.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴和液晶分子向 $282.5^\circ \sim 302.5^\circ$ 方位倾斜取向的畴，原理上，不会发生如利用直线偏振光模式进行显示时那样白显示状态的透过率降低的情况。

[0036] 在本发明中，所谓畴是指：液晶分子的与向液晶层施加电压相伴的倾斜方位大致相同的像素内的区域。对于含有极角不同的液晶分子的区域彼此，只要倾斜方位大致相同就包括在同一畴中。

[0037] 本发明的液晶显示装置，只要包括第一偏振片、第一 $\lambda/4$ 板、液晶单元、第二 $\lambda/4$ 板和第二偏振片作为其构成元件，对其它的部件就不作特别限定，但从在广视角范围内实现高对比度的观点出发，优选使用：(1) 方式，上述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板是具有大致相同的 N_z 系数的第一种双折射层，在上述第二 $\lambda/4$ 板与上述第二偏振片之间具有第二种双折射层，上述第二种双折射层的面内进相轴与上述第二偏振片的吸收轴大致正交；(2) 方式，上述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板是具有大致相同的 N_z 系数的第一种双折射层，在上述第一 $\lambda/4$ 板与上述第一偏振片之间具有第一个第二种双折射层，在上述第二 $\lambda/4$ 板与上述第二偏振片之间具有第二个第二种双折射层，上述第一个第二种双折射层和第二个第二种双折射层具有大致相同的 N_z 系数和面内相位差，上述第一个第二种双折射层的面内进相轴与上述第一偏振片的吸收轴大致正交，上述第二个第二种双折射层的面内进相轴与上述第二偏振片的吸收轴大致正交。

[0038] 另外，本说明书中的所谓“偏振片”是具有将自然光变为直线偏振光的功能的元件，与偏光板、偏振膜同义。所谓“双折射层”是具有光学各向异性的层，与相位差薄膜、相位差板、光学各向异性层、双折射介质等同义。本说明书中的“双折射层”，从充分地发挥本发明的作用效果的观点出发，意味着后述的面内相位差 R 的绝对值和厚度方向相位差 R_{th} 的绝对值中的任一个具有 10nm 以上的值的双折射层，优选意味着具有 20nm 以上的值的双折射层。另外，如上所述，在本说明书中，所谓“第一种双折射层”是指满足 $n_x > n_y \geq n_z$ 的关系的双折射层，所谓“第二种双折射层”是指满足 $n_x < n_y \leq n_z$ 的关系的双折射层。 n_x 和 n_y 表示波长 550nm 的光在面内方向的主折射率， n_z 表示波长 550nm 的光在面外方向（厚度方向）的主折射率。

[0039] 本说明书中的“面内相位差 R ”，在将双折射层（包括液晶单元、 $\lambda/4$ 板）的面内方向的主折射率定义为 n_x 和 n_y ，将面外方向（厚度方向）的主折射率定义为 n_z ，将双折射层的厚度定义为 d 时，是用 $R = |n_x - n_y| \times d$ 定义的面内相位差（单位：nm）。对此，“厚度方向相位差 R_{th} ”是用 $R_{th} = (n_z - (n_x + n_y) / 2) \times d$ 定义的面外（厚度方向）相位差（单位：nm）。

所谓“ $\lambda/4$ 板”是至少对波长 550nm 的光具有大致 $1/4$ 波长（虽然正确的是 137.5nm，但只要比 115nm 大，比 160nm 小即可）的光学各向异性的层，与 $\lambda/4$ 相位差薄膜、 $\lambda/4$ 相位差板同义。

[0040] 在上述面内主折射率 n_x 、 n_y 中，大的再定义为 n_s ，小的再定义为 n_f 时，“面内滞相轴（进相轴）”是指与主折射率 n_s (n_f) 对应的介电主轴的方向（ x 轴或 y 轴方向）。而且，“ N_z 系数”是表示用 $N_z = (n_s - n_z) / (n_s - n_f)$ 定义的双折射层的双轴性的程度的参数。另外，只要没有特别说明，本说明书中，主折射率和相位差的测定波长为 550nm。另外，即使是具有相同 N_z 系数的双折射层，如果双折射层的平均折射率 $= (n_x + n_y + n_z) / 3$ 不同，则也会由于折射角的影响，相对于来自倾斜方向的入射，双折射层的有效相位差不同，导致设计方针变得复杂。为了回避该问题，在本说明书中只要没有特别说明，就将各双折射层的平均折射率统一为 1.5 而算出 N_z 系数。对于实际的平均折射率与 1.5 不同的双折射层，将平均折射率假设为 1.5 进行换算。另外，对于厚度方向相位差 R_{th} 也作同样的处理。

[0041] 在本说明书中，“双折射层的 N_z 系数大致相同”表示 N_z 系数的差不足 0.1 的情况，优选不足 0.05。“第二 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴大致呈 45° 的角度”表示：只要第二 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴与第二偏振片的吸收轴所成的角是 $40 \sim 50^\circ$ 即可，特别优选 45° 。即使在第二 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴与第二偏振片的吸收轴的相对角度不严格是 45° 的情况下，由于第一 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴与第二 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴正交，因此能够得到充分地防止基板面的法线方向的光漏出的效果。另一方面，在反射防止功能、提高透过率的方面，由于上述相对角度是 45° ，因此能够得到显著的效果。“该第一 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴呈大致 135° 的角度”表示：只要在大致 45° 方位的第二 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴与第一 $\lambda/4$ 板的面内滞相轴所成的角度为 $88 \sim 92^\circ$ 即可，特别优选 90° 。“第一偏振片的吸收轴呈大致 90° 的角度”表示只要第二偏振片的吸收轴与第一偏振片的吸收轴所成的角度为 $88 \sim 92^\circ$ 即可，特别优选 90° 。“第二种双折射层的面内进相轴与第二偏振片的吸收轴大致正交”表示只要第二种双折射层的面内进相轴与第二偏振片的吸收轴所成的角度为 $88 \sim 92^\circ$ 即可，特别优选 90° 。

[0042] 如后所述，利用第二种双折射层来控制显示光的偏振状态的变化，以在广视角范围内降低黑显示状态的光漏出而实现高对比度，从该观点出发，如果是上述 (1) 方式，则优选除第一偏振片、第一 $\lambda/4$ 板（第一种双折射层）、液晶单元、第二 $\lambda/4$ 板（第一种双折射层）、第二种双折射层和第二偏振片外，在第一偏振片与第二偏振片之间不包括双折射介质的方式。从减少液晶显示装置中使用的双折射层的数量以降低成本的观点出发，进一步优选除第一偏振片、第一 $\lambda/4$ 板（第一种双折射层）、液晶单元、第二 $\lambda/4$ 板（第一种双折射层）、第二种双折射层和第二偏振片外，在液晶显示装置中不包括双折射介质的方式。另一方面，除第一偏振片、第一 $\lambda/4$ 板（第一种双折射层）、液晶单元、第二 $\lambda/4$ 板（第一种双折射层）、第二种双折射层和第二偏振片外，可以在液晶显示装置中追加双折射介质，例如，为了调整双折射层等的波长分散性，也可以在液晶显示装置中追加面内相位差被调整为 $\lambda/2$ 的 $\lambda/2$ 板。另外，如果是上述 (2) 方式，优选除第一偏振片、第一个第二种双折射层、第一 $\lambda/4$ 板（第一种双折射层）、液晶单元、第二 $\lambda/4$ 板（第一种双折射层）、第二个第二种双折射层和第二偏振片外，在第一偏振片与第二偏振片之间不包括双折射介质的方式。从减少在液晶显示装置中使用的双折射层的数量以降低成本的观点出发，进一步优选

除第一偏振片、第一个第二种双折射层、第一 $\lambda/4$ 板（第一种双折射层）、液晶单元、第二 $\lambda/4$ 板（第一种双折射层）、第二个第二种双折射层和第二偏振片外，在液晶显示装置中不包括双折射介质的方式。与上述（1）方式同样，除第一偏振片、第一个第二种双折射层、第一 $\lambda/4$ 板（第一种双折射层）、液晶单元、第二 $\lambda/4$ 板（第一种双折射层）、第二种双折射层和第二偏振片外，可以在液晶显示装置中追加双折射介质，例如，为了调整双折射层等的波长分散性，可以在液晶显示装置追加面内相位差被调整为 $\lambda/2$ 的 $\lambda/2$ 板。

[0043] 另外，本发明的发明人们，发现阻碍完美的黑显示的主要原因根据方位而不同，并发现：通过在第一 $\lambda/4$ 板与第二 $\lambda/4$ 板之间配置满足 $n_x = n_y > n_z$ 的关系的双折射层（在本说明书中，将“满足 $n_x = n_y > n_z$ 的关系的双折射层”定义为第三种双折射层），能够进行对多个方位的相位差补偿。在设置第三种双折射层的方式中，首先，通过调整第三种双折射层的相位差值，能够使在方位 0° 的相位差补偿的条件最佳化，接着，通过适当地配置第二种双折射层的相位差值，能够不改变方位 0° 的相位差补偿的最佳化条件地，使方位 45° 的相位差补偿的条件最佳化，因此能够在更加广泛的方位中减少倾斜方向上的黑显示状态的光漏出。其结果，能够在方位和极角的两个方面实现广泛的视角范围内的高对比度。进一步，第三种双折射层与被控制为 $n_x > n_z > n_y$ ($0 < n_z < 1$) 的双轴性相位差薄膜不同，通过采用具有适当的固有双折射的材料，能够用简便的方法制造。

[0044] 即，本发明的液晶显示装置，可以在该第一 $\lambda/4$ 板与该液晶单元之间和该液晶单元与该第二 $\lambda/4$ 板之间中的至少一个，具有至少一层第三种双折射层。上述第三种双折射层特别适用于第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 N_z 不足 2.00 的情况。上述第三种双折射层优选与液晶单元相邻配置。此处，“相邻配置”表示在第三种双折射层与液晶单元之间不设置双折射介质，例如，也包括在第三种双折射层与液晶单元之间配置各向同性薄膜。另外，在设置多个第三种双折射层的情况下，优选多个第三种双折射层之中的至少一层与液晶单元相邻配置，且各第三种双折射层彼此互相相邻配置的方式。

[0045] 另外，第三种双折射层的 $n_x \approx n_y$ ，也可以换句话说 $|n_x - n_y| \approx 0$ ，具体表示面内相位差 $R = |n_x - n_y| \times d$ 不足 20nm 的情况，优选不足 10nm。上述第三种双折射层，可以包括多层，也可以仅有一层，只要配置在比上述第一 $\lambda/4$ 板和上述第二 $\lambda/4$ 板靠近的内侧（液晶单元一侧）的位置，且其厚度方向相位差的总和相同，液晶显示装置的透过光强度的特性在原理上就完全相同。另外，在液晶显示装置不实际具有第三种双折射层的情况下，也假想具有厚度方向相位差为零的第三种双折射层而考虑时，原理上没有任何问题。因此，此后，只要没有特别说明，在本说明书中，作为本发明的液晶显示装置，只涉及在上述第二 $\lambda/4$ 板与上述液晶单元之间配置一层第三种双折射层的液晶显示装置，且将说明简略化。

[0046] 作为上述偏振片，典型的举出使具有双色性的碘络化物等的各向异性材料在聚乙烯醇（PVA）薄膜上吸附并取向而得的偏振片。通常，为了确保机器强度和耐湿热性，在 PVA 薄膜的两侧层压三醋酸纤维素（TAC）薄膜等的保护薄膜以供实用，但只要没有特别说明，本说明书中的“偏振片”，不包括保护薄膜，只表示具有偏振光功能的元件。另外，第一偏振片和第二偏振片的任一个不论是起偏器（背面侧的偏振片）还是检偏器（观察面侧的偏振片），液晶显示装置的透过光强度的特性在原理上都是完全相同的。此后，只要没有特别说明，在本说明书中只涉及第一偏振片是起偏振片的液晶显示装置，且将说明简略化。

[0047] 上述液晶元件具有在一对基板和被夹持在该一对基板之间的液晶层。涉及本

发明的液晶单元是通过使液晶分子在基板面大致垂直地取向以进行黑显示的垂直取向 (Vertical Alignment; VA) 模式的一种的多畴垂直取向 (Multi-domain VA) (MVA) 模式的液晶单元。MVA 模式可以与连续火焰状排列 (Continuous Pinwheel Alignment; CPA) 模式、垂直取向构型 (Patterned VA; PVA) 模式、偏向垂直取向 (Biased VA; BVA) 模式、反向扭转取向 (Reverse TN; RTN) 模式、面内开关型垂直取向 (In Plane Switching-VA; IPS-VA) 模式等进行组合。本说明书中,“使液晶分子与基板面大致垂直地取向”表示液晶分子的平均预倾角只要在 80° 以上即可。

[0048] 本发明的液晶显示装置,在第一偏振片与第二偏振片之间具有:面内相位差被调整为 $\lambda/4$ 的第一个第一种双折射层(第一 $\lambda/4$ 板);和面内相位差被调整为 $\lambda/4$ 的第二个第一种双折射层(第二 $\lambda/4$ 板),进一步,也可以具有第二种双折射层和/或第三种双折射层。例如,优选第二 $\lambda/4$ 板与第二种双折射层的组合、第二 $\lambda/4$ 板与第三种双折射层的组合、第一 $\lambda/4$ 板与第二种双折射层的组合、第一 $\lambda/4$ 板与第三种双折射层的组合为不隔着粘着剂层叠的层叠体。这样的层叠体,例如能够通过以下方法等制作,即:在使用共挤压法等进行挤压制模的同时使用粘接剂层叠的方法;由聚合物薄膜形成层叠体中的一个双折射层,在该聚合物薄膜上,通过涂敷来形成或者通过转印来层叠由液晶性材料和非液晶性材料形成的另一个双折射层的方法。特别是第三种双折射层较多地采用涂敷聚酰亚胺等的非液晶性材料和胆甾醇液晶等的液晶性材料的方法来制造,因此使用后者的涂敷或转印的方法,在制作第二 $\lambda/4$ 板与第三种双折射层的层叠体和第一 $\lambda/4$ 板与第三种双折射层的层叠体时适合使用。

[0049] 以下,对本发明的第二种双折射层和第三种双折射层的作用进行说明。作为一个示例对相当于依次层叠有第一偏振片、第一 $\lambda/4$ 板(第一种双折射层)、液晶单元、第三种双折射层、第二 $\lambda/4$ 板(第二种双折射层)、第二种双折射层和第二偏振片的上述方式(1)的本发明的圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置(A)进行考虑。

[0050] 在液晶显示装置(A)中,从正面方向入射第一偏振片的光,被第一偏振片变换为直线偏振光后,被第一 $\lambda/4$ 板从直线偏振光变换为圆偏振光,接着维持偏振状态地透过液晶单元和第三种双折射层后,被与上述第一 $\lambda/4$ 板为正交关系的第二 $\lambda/4$ 板从圆偏振光再变换为与刚透过上述第一偏振片后相同的直线偏振光,接着维持偏振状态地透过第二种双折射层后,直线偏振光被与上述第一偏振片正交的第二偏振片遮断,由此得到良好的黑显示。即,第二种双折射层和第三种双折射层的目的不是对从正面方向入射的光变换偏振状态。

[0051] 另外,在上述说明中,通过追踪每透过一层时变化的偏振状态来对得到黑显示的过程进行了说明,但如下所述的说明能更加直观地被理解。即,液晶显示装置(A),在正方向上,(1)包含于第一偏振片与第二偏振片之间的第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板互相正交,且互相的相位差相同($\lambda/4$),因此相位差互相抵消而被无效化,(2)包含于第一偏振片与第二偏振片之间的第二种双折射层,其进相轴与第二偏振片的吸收轴正交,因此实质上被无效化,进一步,(3)包含于上述第一偏振片和第二偏振片之间的第三种双折射层和液晶单元在正面方向上的相位差为零,因此实质上被无效化,而且,(4)上述第一偏振片和第二偏振片互相正交而构成所谓正交尼科耳偏振片,因此得到正交尼科耳偏振片的完美的黑显示。

[0052] 另一方面,本发明的液晶显示装置,在倾斜方向上,假设没有因第二种双折射层和

第三种双折射层而发生的偏振状态的变换时,通过后述的三个理由,从倾斜方向入射到第一偏振片的光因没被第二偏振片遮断而不能得到完美的黑显示。即,第二种双折射层和第三种双折射层的目的在于只对从倾斜方向入射的光变换偏振状态,以进行视野角补偿。

[0053] 如上所述,本发明的第二种双折射层和第三种双折射层,在正面方向上维持良好的黑显示且在倾斜方向上也能够得到良好的黑显示,由此能够提高倾斜方向上的对比度。换句话说,本发明的第二种双折射层和第三种双折射层能够提高在低灰度等级的灰度等级视野角。因此,在本发明中,调整液晶分子倾斜取向的方位,以提高在方位 45° 的从中间灰度等级到高灰度等级的灰度等级视野角,并且设置第二种双折射层和第三种双折射层以提高在低灰度等级的灰度等级视野角,由此能够实现视野角特性良好的液晶显示装置。

[0054] 接着,通过第二种双折射层和第三种双折射层对从倾斜方向入射的光变换偏振状态以进行视野角补偿的三个理由进行详细叙述。此处,如图 2 所示,考虑依次层叠第一偏振片(吸收轴方位 90°)110、第一 $\lambda/4$ 板(滞相轴方位 135°)120、VA 模式液晶单元 130、第二 $\lambda/4$ 板(滞相轴方位 45°)140、第二偏振片(吸收轴方位 0°)150 的不包括第二种双折射层和第三种双折射层的最简单的结构的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 100。另外,在图 2 中,在第一偏振片和第二偏振片 110、150 中描绘的箭头表示其吸收轴的方位,在第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 120、140 中描绘的箭头表示其滞相轴的方位,在 VA 模式液晶单元 130 中描绘的椭圆体表示其折射率椭圆体的形状。

[0055] 首先,考虑正面方向的黑显示时,从正面方向入射到第一偏振片 110 的光被第一偏振片 110 变换为直线偏振光后,被第一 $\lambda/4$ 板 120 从直线偏振光变换为圆偏振光,维持偏振状态地透过液晶单元 130,接着被与上述第一 $\lambda/4$ 板 120 为正交关系的第二 $\lambda/4$ 板 140 从圆偏振光再变换为与刚透过上述第一偏振片 110 后相同的直线偏振光,接着直线偏振光被与第一偏振片 110 正交的第二偏振片 150 遮断,由此得到良好的黑显示。换句话说,液晶显示装置 100,在正方向上,(1) 包含于第一偏振片与第二偏振片 110、150 之间的第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 120、140 互相正交,且互相的相位差相同($\lambda/4$),因此相位差互相抵消而被无效化,(2) 包含于上述第一偏振片和第二偏振片 110、150 之间的液晶单元 130 在正面方向上相位差为零,因此实质上被无效化,进一步,(3) 上述第一偏振片和第二偏振片 110、150 互相正交而构成所谓正交尼科耳偏振片,因此得到完美的黑显示。

[0056] 接着,考虑关于倾斜方向的黑显示时,因下述视野角阻碍的主要原因(1)~(3)而不能得到完美的黑显示。

[0057] (1) 因上述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 120、140 不互相正交或者相位差互相不同而不能被无效化。

[0058] (2) 因上述液晶单元 130 的相位差不为零而不能被无效化。

[0059] (3) 因上述第一偏振片和第二偏振片 110、150 不互相正交而不能构成正交尼科耳偏振片。

[0060] 一边参照图 3,一边对视野角阻碍的主要原因(1)~(3)进行更加详细的说明。如图 3(a) 所示意地表示的那样,在正面方向(基板面的法线方向),第一 $\lambda/4$ 板 120 的滞相轴 121 与第二 $\lambda/4$ 板 140 的滞相轴 141 互相正交,相对于此,在方位 0° 的倾斜方向,第一 $\lambda/4$ 板 120 的滞相轴 121 与第二 $\lambda/4$ 板 140 的滞相轴 141 不互相正交,因此不能互相抵消相位差而不被无效化。另外,如图 3(b) 所示,在正面方向,第一 $\lambda/4$ 板 120 的滞相轴 121

与第二 $\lambda/4$ 板 140 的滞相轴 141 互相正交,相对于此,在方位 45° 的倾斜方向,第一 $\lambda/4$ 板与第二 $\lambda/4$ 板 120、140 的滞相轴 121 与滞相轴 141 虽然互相正交,但是因互相的相位差不同而变得不能互相抵消相位差。其原因为:相位差由双折射(折射率差) $\times$ 厚度决定,有效的双折射在正面方向和倾斜方向不同,而且还依存于方位。因为同样的理由,在正面方向为零的 VA 模式液晶单元 130 的相位差,在任意的倾斜方向不为零。即,只在正面方向有效的双折射为零,且相位差也为零。而且,如图 3(c) 所示意地表示的那样,在正面方向,第一偏振片 110 的吸收轴 111 与第二偏振片 150 的吸收轴 151 互相正交,相对于此,在方位 45° 的倾斜方向,第一偏振片 110 的吸收轴 111 与第二偏振片 150 的吸收轴 151 不互相正交。

[0061] 如上述说明,最小结构的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 100,因上述三个视野角阻碍的主要原因(1)~(3)而不能在倾斜方向得到完美的黑显示。反过来说,如果能解决这些阻碍原因,即进行光学补偿,即使在倾斜方向也能够得到更加良好的黑显示。此处,使用之前所说明的视野角改良技术(A)~(E)实际进行光学补偿。另外,在大多情况下,上述的视野角阻碍的主要原因(1)和(2)被综合在一起观测。因此,在进行光学补偿的情况下,也可以使用对视野角阻碍的主要原因(1)和(2)进行整体最佳化而不进行个别的最佳化的手法。

[0062] 而且,在上述液晶显示装置(A)中,根据以下详细叙述的设计方针,以同时地对上述视野角阻碍的主要原因(1)~(3)进行光学补偿的方式进行设计。具体来说,第一,将第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板作为满足 $n_x > n_y \geq n_z$ 的关系的通用的双轴性 $\lambda/4$ 板(第一种双折射层),并且将它们 N_z 系数调整为大致相同,第二,在第二 $\lambda/4$ 板与第二偏振片之间配置满足 $n_x < n_y \leq n_z$ 的关系的双折射层(第二种双折射层),第三,根据需要,在第一 $\lambda/4$ 板与第二 $\lambda/4$ 板之间配置满足 $n_x = n_y > n_z$ 的关系的双折射层(第三种双折射层),由此实现光学补偿。

[0063] 此处,对双折射层的设计方针进行说明。本发明者,为了简便且有效地对上述视野角阻碍的主要原因进行光学补偿,而进行各种研究后,着眼于:因方位不同而需要进行光学补偿的因素不同。而且,如下表 1 所示,发现在方位 0° 不需要对视野角阻碍的主要原因(3)进行偏振片的光学补偿,还发现在该方位只要对视野角阻碍的主要原因(1)进行 $\lambda/4$ 板的光学补偿和对视野角阻碍的主要原因(2)的进行液晶单元的光学补偿即可。

[0064] [表 1]

方位	光学补偿的必要性		
	(1) $\lambda/4$ 板	(2) 液晶单元	(3) 偏振片
0°	要	要	不要
45°	要	要	要

[0066] 而且,本发明者想到:通过使用鲍英卡勒球的偏振状态图解和计算机模拟,能够对第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 N_z 系数 N_{zq} 和液晶单元的厚度方向相位差 R_{lc} 进行最佳调整,而且,根据需要,在第一 $\lambda/4$ 板与第二 $\lambda/4$ 板之间配置满足 $n_x = n_y > n_z$ 的关系的第三种双折射层,并对该厚度方向相位差 R_3 进行最佳调整,由此,在方位 0° ,能够同时且有效地对上述视野角阻碍的主要原因(1)和(2)进行光学补偿。在本说明书中,将以如上所述的方位 0° 的光学补偿为目的,选择第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 N_z 系数 N_{zq} 、液晶单元

的厚度方向相位差 $R1c$ 和第三种双折射层的厚度方向相位差 $R3$ 的最佳值的工序称作第一工序。

[0067] 而且,本发明者还想到:在该第一工序之后,在第二 $\lambda/4$ 板与第二偏振片之间以该面内进相轴与该第二偏振片的吸收轴大致正交的方式配置满足 $n_x < n_y \leq n_z$ 的关系的第二种双折射层,通过对其 N_z 系数 $Nz2$ 和面内相位差 $R2$ 进行最佳的调整,在方位 45° 能够同时且有效地对上述视野角阻碍的主要原因 (1)、(2) 和 (3) 进行光学补偿。在本说明书中,将在如上所述的第一工序之后,以在方位 45° 的光学补偿为目的,选择第二种双折射层的 N_z 系数 $Nz2$ 和面内相位差 $R2$ 的最佳值的工序称作第二工序。

[0068] 在第二工序中追加的第二种双折射层的面内进相轴,因为配置为与相邻的第二偏振片的吸收轴大致正交,所以完全不会改变该第二偏振片的吸收轴方位,即在方位 0° 方向的光学特性。即,在第二工序之后,在第一工序得到的最佳化状态仍旧被保存,是本发明的光学补偿工序的特征。这样,第一工序与第二工序能完全独立地进行讨论,由此使双折射层的设计变得简单。

[0069] 通过使用鲍英卡勒球的图解对上述第一工序、第二工序的光学补偿原理进行如下详细说明。鲍英卡勒球的思考方法,作为对通过双折射层而变化的偏振状态进行追踪的有用手法,在结晶光学等的领域中被广泛使用(例如参照高崎宏著《结晶光学》森北出版社 1975 年 p. 146-163)。

[0070] 在鲍英卡勒球中,上半球表示右旋偏振光,下半球表示左旋偏振光,赤道表示直线偏振光,上下两极分别表示右圆偏振光和左圆偏振光。具有相对于球的中心对称的关系的二个偏振状态,因为椭圆率角的绝对值相等且极性相反,所以形成一对正交偏振光。

[0071] 另外,在鲍英卡勒球上的双折射层的效果是:将表示刚通过双折射层后的偏振状态的点,变换为以在鲍英卡勒球上的滞相轴(更加正确地说,在二个双折射层的固有振动模式之中,表示慢的一方的偏振状态的鲍英卡勒球上的点的位置)为中心,逆时针地旋转移动由 $(2\pi) \times (\text{相位差})/(\text{波长})$ (单位:rad) 决定的角度的点(等同于以进相轴为中心顺时针旋转移动)。

[0072] 从倾斜方向观察的情况的旋转中心和旋转角度,根据与在其观察角度的滞相轴(或进相轴)的相位差来决定。此处,省略详细的说明,它们能通过例如求解菲涅耳的波面法线方程式,得知双折射层中的固有振动模式的振动方向和周期矢量来计算。从倾斜方向观察时的滞相轴,依存于观察角度和 N_z 系数,从倾斜方向观察时的相位差,依存于观察角度、 N_z 系数和面内相位差 R (或厚度方向相位差 Rth)。

[0073] (第一工序的补偿原理)

[0074] 最初,考虑从正面方向观察图 2 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 100 时的偏振状态。在该条件下,通过在鲍英卡勒球的 $S1-S2$ 平面上图示从背光源(图 2 中未图示,处于第一偏振片下方。)射出的光每透过各偏振片 110、150、各双折射层 120、140、液晶单元 130 时的偏振状态,而得到图 4。另外,表示各偏振状态的点实际上在鲍英卡勒球面上,此处将它们投影在 $S1-S2$ 平面后进行图示。另外,表示偏振状态的点用“○”进行图示,表示双折射层的滞(进)相轴的点用“×”进行图示。

[0075] 首先,刚透过第一偏振片 110 后的偏振状态在鲍英卡勒球上位于点 $P0$,与用点 E 表示的第二偏振片 150 能够吸收的偏振状态、即第二偏振片 150 的消光位(吸收轴方位,

extinction position) 一致。然后,由于透过第一 $\lambda/4$ 板 120,处于点 P0 的偏振状态以在鲍英卡勒球上的点 Q1 所表示的第一 $\lambda/4$ 板 120 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P1。这时的旋转方向是从点 Q1 朝原点 O(鲍英卡勒球中心点)观察时的逆时针旋转。

[0076] 接着,透过 VA 模式液晶单元 130,因为 VA 模式液晶单元 130 在正面方向的相位差为零,所以偏振状态不发生变化。最后,由于透过第二 $\lambda/4$ 板 140,因此以点 Q2 所表示的第二 $\lambda/4$ 板 140 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P2,该点 P2 与第二偏振片 150 的消光位 E 一致。这样一来,图 2 的液晶显示装置 100,从正面方向观察时,能够遮断来自背光源的光,得到良好的黑显示。

[0077] 进一步,考虑在第二偏振片 150 的吸收轴方位 0° ,自法线方向起倾斜 60° 的方向(以下称作极角 60°)观察图 2 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 100 时的偏振状态。在该条件下,通过在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面上图示从背光源射出的光每透过各偏振片 110、150、各双折射层 120、140、液晶单元 130 时的偏振状态,而得到图 5。

[0078] 首先,刚透过第一偏振片 110 后的偏振状态在鲍英卡勒球上位于点 P0,与用点 E 表示的第二偏振片 150 能够吸收的偏振状态、即第二偏振片 150 的消光位(吸收轴方位)一致。然后,由于透过第一 $\lambda/4$ 板 120,在点 P0 的偏振状态以在鲍英卡勒球上的点 Q1 所表示的第一 $\lambda/4$ 板 120 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P1。这时的旋转方向是从点 Q1 朝原点 O(鲍英卡勒球中心点)观察时的逆时针方向。

[0079] 接着,透过 VA 模式液晶单元 130,由此,以在鲍英卡勒球上的点 L 所表示的液晶单元 130 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P2。这时的旋转方向是从点 L 朝原点 O 观察时的逆时针方向。最后,透过第二 $\lambda/4$ 板 140,由此,以点 Q2 所表示的第二 $\lambda/4$ 板 140 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P3,该点 P3 与第二偏振片 150 的消光位 E 不一致。这样一来,图 2 的液晶显示装置 100,从方位 0° 极角 60° 观察时,不能遮断来自背光源的光。

[0080] 另外,图 4 和图 5 中的点 P1 ~ P3 的位置依存于第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 120、140 的 Nzq 系数 Nzq 和液晶单元 130 的厚度方向相位差 Rlc ,在图 4 和图 5 中作为一个示例图示有 $Nzq = 1.6$, $Rlc = 320nm$ 的方式。为了使偏振状态的变换容易理解,各点的位置被粗略地表示,因此也存在严密地说不正确的。另外,为了使附图简单明了,在附图中省略关于点 P1 ~ P3 的变换表示轨迹的箭头。另外,VA 模式液晶单元 130 的 Rlc 典型的为 $320nm$ 左右,一般来说在 $270 \sim 400nm$ 的范围内进行调整。例如,存在为了增大透过率而使 Rlc 大于 $320nm$ 的情况。第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 120、140 的 Nzq 一般来说在 $1.0 \sim 2.9$ 的范围内进行调整。例如,在采用 Rlc 被设定在 $400nm$ 附近的 VA 模式液晶单元的情况下,在不设置第三种双折射层的方式中,优选使用 $Nzq = 2.9$ 的 $\lambda/4$ 板。

[0081] 接着,如图 6 所示,考虑依次层叠第一偏振片(吸收轴方位 90°)210、第一 $\lambda/4$ 板(滞相轴方位 135°)220、VA 模式液晶单元 230、第三种双折射层 235、第二 $\lambda/4$ 板(滞相轴方位 45°)240 和第二偏振片(吸收轴方位 0°)250 的包括第三种双折射层的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 200。另外,图 6 中,在第一偏振片和第二偏振片 210、250 中描绘的箭头表示其吸收轴的方位,在第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 220、240 中描绘的箭头表示其滞相轴的方位,在 VA 模式液晶单元 230 和第三种双折射层 235 所描绘的椭圆体表示其折射率椭圆体的形状。

[0082] 最初,考虑从正面方向观察图 6 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 200 的情况下的偏振状态。在该条件下,通过在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面上表示从背光源(图 6 中未图示,在第一偏振片 210 的下方)射出的光每透过各偏振片 210、250、各双折射层 220、240、液晶单元 230 时的偏振状态,而得到图 7。

[0083] 首先,刚透过第一偏振片 210 后的偏振状态在鲍英卡勒球上位于点 P0,与用点 E 表示的第二偏振片 250 能够吸收的偏振状态、即第二偏振片 250 的消光位(吸收轴方位)一致。然后,透过第一 $\lambda/4$ 板 220,由此,在点 P0 的偏振状态以在鲍英卡勒球上的点 Q1 所表示的第一 $\lambda/4$ 板 220 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P1。这时的旋转方向是从点 Q1 朝原点 O(鲍英卡勒球中心点)观察时的逆时针方向。

[0084] 接着,透过 VA 模式液晶单元 230 和第三种双折射层 235,但由于 VA 模式液晶单元 230 和第三种双折射层 235 在正面方向相位差为零,所以偏振状态不发生变化。最后,透过第二 $\lambda/4$ 板 240,由此,以点 Q2 所表示的第二 $\lambda/4$ 板 240 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P2,该点 P2 与第二偏振片 250 的消光位 E 一致。因此,图 6 的液晶显示装置 200,当从正面方向观察时,与图 2 的液晶显示装置 100 同样,能够遮断来自背光源的光,得到良好的黑显示。

[0085] 进一步,考虑在第二偏振片 210 的吸收轴方位 0° ,从倾斜 60° 的方向观察图 6 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 200 时的偏振状态。在该条件下,通过在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面上表示从背光源射出的光每透过各偏振片 210、250、各双折射层 220、240、液晶单元 230 时的偏振状态而得到图 8。

[0086] 首先,刚透过第一偏振片 210 后的偏振状态在鲍英卡勒球上位于点 P0,与用点 E 表示的第二偏振片 250 能够吸收的偏振状态、即第二偏振片 250 的消光位(吸收轴方位)一致。然后,透过第一 $\lambda/4$ 板 220,由此,处于点 P0 的偏振状态以在鲍英卡勒球上的点 Q1 所表示的第一 $\lambda/4$ 板 220 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P1。这时的旋转方向是从点 Q1 朝原点 O 观察时的逆时针方向。

[0087] 接着,透过 VA 模式液晶单元 230,由此,以在鲍英卡勒球上的点 L 所表示的液晶单元 230 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P2。这时的旋转方向是从点 L 使朝向原点 O 观察时的逆时针方向。接着,透过第三种双折射层 235,由此,以鲍英卡勒球上的点 R3 所表示的第三种双折射层 235 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P3。这时的旋转方向是从点 R3 朝向原点 O 观察时的逆时针方向。最后,透过第二 $\lambda/4$ 板 240,由此,以点 Q2 所表示的第二 $\lambda/4$ 板 240 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P4,该点 P4 与第二偏振片 250 的消光位 E 一致。这样一来,图 6 的液晶显示装置 200,从方位 0° 、极角 60° 的倾斜方向观察的情况与从正面方向观察的情况同样,能够遮断来自背光源的光。

[0088] 另外,图 7 和图 8 中点 P1 ~ P4 的位置依存于第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 220、240 的 N_z 系数 N_{zq} 、液晶单元 230 的厚度方向相位差 R_{lc} 和第三种双折射层 235 的厚度方向相位差 R_3 ,在图 7 和图 8 中作为一个示例图示有 $N_{zq} = 1.6$ 、 $R_{lc} = 320\text{nm}$ 、 $R_3 = -129\text{nm}$ 的方式。为了使偏振状态的变换容易理解,各点的位置被粗略地表示,因此也存在严密地说不正确的。另外,为了使附图简单明了,关于点 P1 ~ P4 的变换未图示表示轨迹的箭头。

[0089] 另外,本发明者研究后发现:根据第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 220、240 的 N_z 系数 N_{zq} ,存在第三种双折射层 235 的最佳相位差值 R_3 。图 9 和图 10 都通过在鲍英卡勒球

的 S1-S2 平面上图示在第二偏振片 250 的吸收轴方位 0° 从倾斜 60° 的方向观察图 6 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 200 时的偏振状态,图 9 表示 $Nzq = 2.0$ 、 $R1c = 320\text{nm}$ 、 $R3 = -61\text{nm}$ 的方式,图 10 表示 $Nzq = 2.35$ 、 $R1c = 320\text{nm}$ 、 $R3 = 0\text{nm}$ 的方式。

[0090] 如从图 8、图 9 和图 10 可知的那样:随着第一 $\lambda/4$ 和第二 $\lambda/4$ 板 220、240 的 Nz 系数 Nzq 增大,表示刚透过第一 $\lambda/4$ 板 220 后的偏振状态的点 P1 和表示进一步透过 VA 模式液晶单元 230 后的偏振状态的点 P2,接近相对于 S1 轴对称的点,因此为了使点 P4 与点 E 重叠所需要的 $P2 \rightarrow P3$ 变换量,即第三种双折射层 235 的必要相位差 $R3$ 的绝对值变小。如上所述,VA 模式液晶单元 230 的 $R1c$,因为一般来说在 $270 \sim 400\text{nm}$ 的范围内进行调整,所以第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 220、240 的 Nzq 超过 2.00 时,第三种双折射层 235 的必要相位差 $R3$ 大致为零。即,不需要设置第三种双折射层 235。相对于典型的 VA 模式液晶单元的相位差值 $R1c = 320\text{nm}$,在 $Nzq = 2.35$ 时,第三种双折射层的必要相位差 $R3$ 大致为零。

[0091] 此处,通过计算机模拟,对第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 220、240 的 Nz 系数 Nzq 与第三种双折射层 235 的厚度方向相位差 $R3$ 的最佳值的关系进行调查,该调查的结果表示在表 2 和图 11 中。在图 8、图 9 和图 10 的使用鲍英卡勒球的图解中,将点 $P1 \rightarrow P3$ 的偏振状态的变换分为因 VA 模式液晶单元 230 的厚度方向相位差 $R1c$ 而产生的 $P1 \rightarrow P2$ 变换和因第三种双折射层 235 的厚度方向相位差 $R3$ 而产生的 $P2 \rightarrow P3$ 变换,并用附图表示。然而,在这二个变换中,旋转中心是相同的,只有旋转方向互相相反,旋转方向由厚度方向相位差的符号决定,旋转角度由厚度方向相位差的绝对值决定。因此,上述二个变换也可以考虑为因“VA 模式液晶单元 230+ 第三种双折射层 235”的“总厚度方向相位差 $R1c+R3$ ”而产生的直接的 $P1 \rightarrow P3$ 。换句话说,只要 $R1c+R3$ 相同,与 VA 模式液晶单元 230 的厚度方向相位差 $R1c$ 无关,液晶显示装置的光学特性相同。因此,在表 2 中表示通过计算机模拟算出 $R1c+R3$ 的最佳值后的结果。如从表 2 和图 11 可知那样, Nzq 与最佳的 $R1c+R3$ 的关系,在 $1.0 \leq Nzq \leq 2.9$ 范围内,下述式 (A) 提供足够好的近似。图 11 中所示的实线表示下述式 (A)。

$$[0092] \quad R1c+R3 = 169\text{nm} \times Nzq - 81\text{nm} \quad (\text{A})$$

[0093] 从为了在广视角范围实现对比度高的液晶显示的观点看,作为上述 VA 模式液晶单元 230 的黑显示时(不向液晶层施加电压时)的厚度方向相位差 $R1c$ 与第三种双折射层 235 的厚度方向相位差 $R3$ 的总和的 $R1c+R3$,特别优选表 2 和图 11 所示的最佳值,但如果在不使倾斜视角的对比度下降很多的范围内,可以稍微偏离最佳值。从充分发挥本发明的作用效果的观点出发,优选在最佳值 $\pm 30\text{nm}$ 的范围内。

[0094] [表 2]

[0095]

Nzq	$R1c+R3(\text{nm})$
1.00	88
1.10	105
1.20	122
1.30	140

1.40	157
1.50	174
1.60	191
1.70	208
2.00	259
2.30	309
2.40	325
2.50	342
2.90	406

[0096] (第二工序的补偿原理)

[0097] 最初,考虑在将第一偏振片 210 的吸收轴方位 90° 和第二偏振片 250 的吸收轴方位 0° 二等分的方位(方位 45°),从倾斜 60° 的方向观察完成第一工序后的图 6 的液晶显示装置 200 的情况。如上所述,在第一工序中,关于液晶显示装置 200,根据第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 220、240 的 N_z 系数 N_{zq} 来选择液晶单元 230 的厚度方向相位差 R_{lc} 和第三种双折射层 235 的厚度方向相位差 R_3 的最佳值,并进行在方位 0° 的光学补偿。在该条件下,通过在鲍英卡勒球的 S_1 - S_2 平面上图示从背光源射出的光每透过各偏振片 210、250、各双折射层 220、240、液晶单元 230 时的偏振状态,而得到图 12。

[0098] 首先,刚透过第一偏振片 210 后的偏振状态在鲍英卡勒球上位于点 P_0 ,与用点 E 表示的第二偏振片 250 能够吸收的偏振状态、即第二偏振片 250 的消光位(吸收轴方位)不一致。在方位 45° 的倾斜方向,第一偏振片与第二偏振片 210、250 不互相正交,因此示意需要进行光学补偿。然后,透过第一 $\lambda/4$ 板 220,由此,处于点 P_0 的偏振状态以鲍英卡勒球上的点 Q_1 所表示的第一 $\lambda/4$ 板 220 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P_1 。这时的旋转方向是从点 Q_1 向原点 O 观察时的逆时针方向。

[0099] 接着,透过 VA 模式液晶单元 230,由此,以鲍英卡勒球上的点 L 所表示的液晶单元 230 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P_2 。这时的旋转方向是从点 L 向原点 O 观察时的逆时针方向。接着,透过第三种双折射层 235,由此,以鲍英卡勒球上的点 R_3 所表示的第三种双折射层 235 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P_3 。这时的旋转方向是从点 R_3 向原点 O 观察时为逆时针方向。最后,透过第二 $\lambda/4$ 板 240,由此,以点 Q_2 所表示的第二 $\lambda/4$ 板 240 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P_4 ,该点 P_4 与第二偏振片 250 的消光位 E 不一致。这样一来,图 6 的液晶显示装置 200,当从方位 45° 、极角 60° 的倾斜方向观察时,不能遮断来自背光源的光。总之,只完成第一工序的液晶显示装置 200 在方位 45° 没有得到光学补偿。

[0100] 另外,在图 12 的点 $P_1 \sim P_4$ 的位置依存于第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 220、240 的

N_z 系数 N_{zq} 、液晶单元 230 的厚度方向相位差 R_{lc} 和第三种双折射层 235 的厚度方向相位差 R_3 ，但在图 12 中作为一个示例表示有 $N_{zq} = 1.6$ 、 $R_{lc} = 320\text{nm}$ 、 $R_3 = -129\text{nm}$ 的方式。为了使偏振状态的变换容易理解，各点的位置被粗略地表示，因此也有严密地说不正确的。另外，为了使附图简单明了，关于点 $P_1 \sim P_4$ 的变换在附图中省略表示轨迹的箭头。

[0101] 接着，如图 13 所示，考虑依次层叠第一偏振片（吸收轴方位 90° ）310、第一 $\lambda/4$ 板（滞相轴方位 135° ）320、VA 模式液晶单元 330、第三种双折射层 335、第二 $\lambda/4$ 板（滞相轴方位 45° ）340、第二种双折射层（进相轴方位 90° ）345 和第二偏振片（吸收轴方位 0° ）350 的包括第二种双折射层的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 300。第二种双折射层是为了进行在方位 45° 的光学补偿而在图 6 的结构中追加的双折射层。另外，在图 13 中，在第一偏振片和第二偏振片 310、350 中描绘的箭头表示其吸收轴的方位，在第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 320、340 中描绘的箭头表示其滞相轴的方位，在第二种双折射层 345 中描绘的箭头表示其进相轴的方位，在 VA 模式液晶单元 330 和第三种双折射层 335 中描绘的椭圆体表示其折射率椭圆体的形状。

[0102] 最初，对从正面方向观察图 13 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 300 时的偏振状态进行考虑。通过在鲍英卡勒球的 S_1 - S_2 平面上表示从背光源（在图 13 中未图示，位于第一偏振片 310 下方）射出的光每透过各偏振片 310、350、各双折射层 320、340、液晶单元 330 时的偏振状态，而得到图 14。

[0103] 首先，刚透过第一偏振片 310 后的偏振状态在鲍英卡勒球上位于点 P_0 ，与用点 E 表示的第二偏振片 350 能够吸收的偏振状态、即第二偏振片 350 的消光位（吸收轴方位）一致。然后，透过第一 $\lambda/4$ 板 320，由此，处于点 P_0 的偏振状态以鲍英卡勒球上的点 Q_1 所表示的第一 $\lambda/4$ 板 320 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后，到达点 P_1 。这时的旋转方向是从点 Q_1 向原点 O 观察时的逆时针方向。

[0104] 接着，虽然透过 VA 模式液晶单元 330 和第三种双折射层 335，但因为 VA 模式液晶单元 330 和第三种双折射层 335 在正面方向相位差为零，所以偏振状态不发生变化。接着，透过第二 $\lambda/4$ 板 340，由此，以点 Q_2 所表示的第二 $\lambda/4$ 板 340 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后，到达点 P_2 。最后，透过第二种双折射层 345，但因为处于点 P_2 的偏振状态以鲍英卡勒球上的点 R_2 所表示的第二种双折射层 345 的进相轴为中心旋转变换特定角度，因此偏振状态不从点 P_2 变化，该点 P_2 与第二偏振片 350 的消光位 E 一致。因此，图 13 的液晶显示装置 300，当从正面方向观察时，与图 2 的液晶显示装置 100 同样，能够遮断来自背光源的光，得到良好的黑显示。

[0105] 这次，对在方位 45° 、从倾斜 60° 的方向观察图 13 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 300 时的偏振状态进行考虑。在该条件下，通过在鲍英卡勒球的 S_1 - S_2 平面上图示从背光源射出的光每透过各偏振片 310、350、各双折射层 320、340、液晶单元 330 时的偏振状态，而得到图 15。

[0106] 首先，刚透过第一偏振片 310 后的偏振状态在鲍英卡勒球上位于点 P_0 ，与用点 E 表示的第二偏振片 350 能够吸收的偏振状态、即第二偏振片 350 的消光位（吸收轴方位）不一致。然后，透过第一 $\lambda/4$ 板 320，由此，处于点 P_0 的偏振状态以鲍英卡勒球上的点 Q_1 所表示的第一 $\lambda/4$ 板 320 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后，到达点 P_1 。这时的旋转方向是从点 Q_1 向原点 O 观察时的逆时针方向。

[0107] 接着,透过 VA 模式液晶单元 330,由此,以鲍英卡勒球上的点 L 所表示的液晶单元 330 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P2。这时的旋转方向是从点 L 向原点 O 观察时的逆时针方向。然后,透过第三种双折射层 335,由此,以鲍英卡勒球上的点 R3 所表示的第三种双折射层 335 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P3。这时的旋转方向是从点 R3 向原点 O 观察时的逆时针方向。接着,透过第二 $\lambda/4$ 板 340,由此,以点 Q2 所表示的第二 $\lambda/4$ 板 340 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P4。最后,透过第二种双折射层 345,由此,以鲍英卡勒球上的点 R2 所表示的第二种双折射层 345 的进相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P5。这时的旋转方向是从点 R2 向原点 O 观察时的逆时针方向。该点 P5 与第二偏振片 350 的消光位 E 一致。这样一来,图 13 的液晶显示装置 300,即使从方位 45° 、倾斜 60° 的方向观察时,也能够与从正面方向观察时同样地遮断来自背光源的光。

[0108] 最后,对在方位 0° 、倾斜 60° 的方向观察图 13 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 300 时的偏振状态进行考虑。在该条件下,通过在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面上图示从背光源射出的光每透过各偏振片 310、350、各双折射层 320、340、液晶单元 330 时的偏振状态,而得到图 16。

[0109] 首先,刚透过第一偏振片 310 后的偏振状态在鲍英卡勒球上位于点 P0,与用点 E 表示的第二偏振片 350 能够吸收的偏振状态、即第二偏振片 350 的消光位(吸收轴方位)不一致。然后,透过第一 $\lambda/4$ 板 320,由此,处于点 P0 的偏振状态以鲍英卡勒球上的点 Q1 所表示的第一 $\lambda/4$ 板 320 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P1。这时的旋转方向是从点 Q1 向原点 O 观察时的逆时针方向。

[0110] 接着,透过 VA 模式液晶单元 330,由此,以鲍英卡勒球上的点 L 所表示的液晶单元 330 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P2。这时的旋转方向是从点 L 向原点 O 观察时的逆时针方向。接着,透过第三种双折射层 335,由此,以鲍英卡勒球上的点 R3 所表示的第三种双折射层 335 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P3。这时的旋转方向是从点 R3 向原点 O 观察时的逆时针方向。接着,透过第二 $\lambda/4$ 板 340,由此,以点 Q2 所表示的第二 $\lambda/4$ 板 340 的滞相轴为中心旋转变换特定角度后,到达点 P4。最后,虽然透过第二种双折射层 345,但即使处于点 P4 的偏振状态以鲍英卡勒球上的点 R2 所表示的第二种双折射层 345 的进相轴为中心旋转变换特定角度,偏振状态也不从点 P4 变化,该点 P4 与第二偏振片 350 的消光位 E 一致。这样一来,图 13 的液晶显示装置 300,即使从方位 0° 、倾斜 60° 的方向观察时,也能够与从正面方向观察时同样地遮断来自背光源的光,得到良好的黑显示。

[0111] 因此,完成第二工序的图 13 的液晶显示装置 300,在正面方向、方位 0° 的倾斜方向和方位 45° 的倾斜方向都能够遮断来自背光源的光,得到良好的黑显示。

[0112] 另外,图 14、图 15 和图 16 的点 P1 ~ P5 的位置依存于第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 320、340 的 N_z 系数 N_{zq} 、液晶单元 330 的厚度方向相位差 $R1c$ 、第三种双折射层 335 的厚度方向相位差 $R3$ 、以及第二种双折射层 345 的 N_z 系数 N_{z2} 和面内相位差 $R2$,在图 14、图 15 和图 16 中作为一个示例图示 $N_{zq} = 1.6$ 、 $R1c = 320\text{nm}$ 、 $R3 = -129\text{nm}$ 、 $N_{z2} = -0.30$ 、 $R2 = 118\text{nm}$ 的方式。为了使偏振状态的变换容易理解,各点的位置被粗略地表示,因此也存在严密地说不正确的。另外,为了使附图简单明了,关于点 P1 ~ P5 的变换不图示表示轨迹的箭

头。

[0113] 另外,本发明者研究后发现:根据第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 320、340 的 Nz 系数 Nzq,存在第二种双折射层 345 的最佳的 Nz 系数 Nz2 和相位差值 R2。图 17 和图 18 都在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面上图示在第二偏振片 350 的吸收轴的方位 45° 从倾斜 60° 的方向观察图 13 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 300 时的偏振状态,图 17 表示 Nzq = 2.0、R1c = 320nm、R3 = -61nm、Nz2 = -1.00、R2 = 94nm 的方式,图 18 表示 Nzq = 2.35、R1c = 320nm、R3 = 0nm、Nz2 = -1.80、R2 = 90nm 的方式。

[0114] 如从图 16、图 17 和图 18 可知那样,随着第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 320、340 的 Nz 系数 Nzq 增大,由于表示透过第二种双折射层 345 之前的偏振状态的点 P4 远离作为消光位的点 E,因此需要增大点 P4 与点 E 重叠所需要的 P4 $\rightarrow$ P5 变换的旋转半径。本发明者研究后发现:为了增大旋转半径,需要增大第二种双折射层 345 的双轴性。即,需要进一步减小 Nz 系数。

[0115] 此处,根据计算机模拟,对第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 320、340 的 Nz 系数 Nzq 与第二种双折射层 345 的 Nz 系数 Nz2 和面内相位差 R2 的最佳值的关系进行调查,该调查的结果表示在表 3、图 19 和图 20 中。从表 3、图 19 和图 20 可知,Nzq 与最佳的 Nz2、R2 的关系一般来比较复杂,在 $1.0 \leq Nzq \leq 2.9$ 范围内下述式 (B) 和 (C) 提供足够好的近似,图 19 和图 20 中所示的实线表示其结果。

$$[0116] \quad Nz2 = -0.63 \times Nzq^2 + 0.56 \times Nzq + 0.40 \text{ (B)}$$

$$[0117] \quad R2 = 43\text{nm} \times Nzq^2 - 226\text{nm} \times Nzq + 370\text{nm} \text{ (C)}$$

[0118] 从在广视角范围中实现对比度高的液晶显示的观点出发,上述第二种双折射层 345 的 Nz2 和 R2 优选表 3、图 19 和图 20 所示的最佳值,只要在不使倾斜视角的对比度大幅降低的范围内,可以稍微偏离最佳值。从充分发挥本发明的作用效果的观点出发,Nz2 优选最佳值 ± 0.35 的范围。R2 优选最佳值 $\pm 30\text{nm}$ 的范围。

[0119] 另外,根据表 3 和图 19,在 $Nzq < 1.40$ 的范围内,Nz2 的最佳值在 $0 < Nz2 < 1$ 的范围。表示该范围内的 Nz 系数的双折射层,是满足 $n_x > n_z > n_y$ 的关系的双轴性相位差薄膜,因此不相当于第二种双折射层,而是比第二种双折射层难以制造且高成本的薄膜。另外,为了解决该问题,优选满足 $1.40 \leq Nzq$ 。本发明者对在 $Nzq < 1.40$ 的范围内更加低成本且简便地在广视角范围实现对比度高的液晶显示的方法进行有研究。结果发现:在 $Nzq < 1.40$ 范围内,如果代替满足表 3、图 19 和图 20 所示的最佳的 Nz2、R2 的双折射层,使用 $Nz2 = 0$ 、 $R2 = 138\text{nm}$ 的第二种双折射层,则能够充分地发挥同样的作用效果。例如,在 $Nzq = 1.00$ 、 1.10 、 1.20 、 1.30 的各示例中,试着将 $Nz2 = 0$ 固定地计算最佳的 R2 后发现:与 Nzq 无关,均为 138nm 。从充分地发挥本发明的作用效果的观点出发,优选满足 $-0.35 \leq Nz2 \leq 0$ 且满足 $108\text{nm} \leq R2 \leq 168\text{nm}$ (最佳值 $138\text{nm} \pm 30\text{nm}$ 的范围)。

[0120] [表 3]

[0121]

Nzq	Nz2	R2 (nm)
1.00	0.35	186

1.10	0.25	169
1.20	0.15	154
1.30	0.10	148
1.40	-0.05	134
1.50	-0.15	127
1.60	-0.30	118
1.70	-0.45	111
2.00	-1.00	94
2.30	-1.65	81
2.40	-1.90	78
2.50	-2.15	75
2.90	-3.20	66

[0122] 本发明者对上述 (2) 的方式,即在液晶单元的两侧配置第二种双折射层的方式也同样地进行研究后发现:根据第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 N_z 系数 N_{zq} ,存在第一个第二种双折射层和第二个第二种双折射层最佳的 N_z 系数 N_{z2} 和相位差值 R_2 。

[0123] 通过计算机模拟,对第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 N_z 系数 N_{zq} ,与第一个第二种双折射层和第二个第二种双折射层的 N_z 系数 N_{z2} 和面内相位差 R_2 最佳值的关系进行了调查,结果表示在表 4、图 21 和图 22 中。如从表 4、图 21 和图 22 可知的那样, N_{zq} 和最佳的 N_{z2} 、 R_2 的关系一般来说不简单,在 $1.0 \leq N_{zq} \leq 2.9$ 范围内下述式 (D) 和 (E) 提供足够好的近似,图 21 和图 22 中所示的实线表示其结果。

$$[0124] \quad N_{z2} = -0.87 \times N_{zq}^2 + 2.15 \times N_{zq} - 0.76 \quad (D)$$

$$[0125] \quad R_2 = 25\text{nm} \times N_{zq}^2 - 159\text{nm} \times N_{zq} + 311\text{nm} \quad (E)$$

[0126] 从在广视角范围中实现对比度高的液晶显示的观点出发,第一个第二种双折射层和第二个第二种双折射层的 N_{z2} 和 R_2 最优选表 4、图 21 和图 22 所示的最佳值,只要在不使倾斜视角的对比度大幅降低的范围内,可以稍微偏离最佳值。从充分发挥本发明的作用效果的观点出发, N_{z2} 优选最佳值 ± 0.45 的范围。 R_2 优选最佳值 $\pm 40\text{nm}$ 的范围。

[0127] 另外,根据表 4 和图 21,在 $N_{zq} < 2.00$ 的范围内, N_{z2} 的最佳值在 $0 < N_{z2} < 1$ 的范围内。表示该范围内的 N_z 系数的双折射层,是满足 $n_x > n_z > n_y$ 的关系的双轴性相位差薄膜,因此不相当于第二种双折射层,而是比第二种双折射层制造困难且高成本的薄膜。另外,为了解决该问题,优选满足 $2.00 \leq N_{zq}$ 。本发明者对在 $N_{zq} < 2.00$ 的范围内更加低成本且简便地在广视角范围实现对比度高的液晶显示的方法进行有研究。结果发现:

在 $N_{zq} < 2.00$ 的情况下,作为满足表 4、图 21 和图 22 所示的最佳的 N_{z2} 、 R_2 的双折射层的替代,如果使用 $N_{z2} = 0$ 的第二种双折射层,在不使用控制为 $n_x > n_z > n_y$ ($0 < N_z < 1$) 的双轴性相位差薄膜的范围内,能够有效地改善视野角特性。将各个与 N_{zq} 对应的最佳的 R_2 作为 R_2' 表示在表 4 和图 23 中。从充分地发挥本发明的作用效果的观点出发,优选满足 $-0.45 \leq N_{z2} \leq 0$ 且满足 $5\text{nm} \leq R_2' \leq 133\text{nm}$ (最佳值 $\pm 40\text{nm}$ 的范围)。

[0128] [表 4]

[0129]

N_{zq}	N_{z2}	$R_2(\text{nm})$	$R_2'(\text{nm})$
1.0	0.65	180	45
1.1	0.60	162	53
1.2	0.60	158	60
1.3	0.55	147	65
1.4	0.50	138	71
1.5	0.40	123	75
1.6	0.35	118	80
1.7	0.25	108	84
2.0	-0.05	89	93
2.3	-0.40	77	
2.4	-0.55	73	
2.5	-0.70	69	
2.6	-0.80	68	
2.7	-1.00	64	
2.8	-1.40	59	
2.9	-2.45	49	

[0130] 上述各方式,在不超出本发明的主旨的范围内可以适当组合。

[0131] 发明的效果

[0132] 根据本发明,能够提供在方位 45° 的从中间灰度等级到高灰度等级的灰度等级视野角优秀的圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置。这样的本发明的液晶显示装置能够适用于户外用的标识显示器等的显示装置。

附图说明

[0133] 图 1 是说明液晶分子倾斜取向的朝向 A0 的方位角 ϕ 和极角 θ 的图。

[0134] 图 2 是表示不包括第二种双折射层和第三种双折射层的由最简单的结构组成的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置的结构立体分解图。

[0135] 图 3(a) 是对于在正面方向正交的第一 $\lambda/4$ 板的滞相轴和第二 $\lambda/4$ 板的滞相轴, 从正面方向观看时的示意图(上)和从方位 0° 的倾斜方向观看时的示意图(下)。(b) 是对于在正面方向正交的第一 $\lambda/4$ 板的滞相轴和第二 $\lambda/4$ 板的滞相轴, 从正面方向观看时的示意图(上)和从方位 45° 的倾斜方向观看时的示意图(下)。(c) 是对于在正面方向正交的第一偏振片的吸收轴和第二偏振片的吸收轴, 从正面方向观看时的示意图(上)和从方位 45° 的倾斜方向观看时的示意图(下)。

[0136] 图 4 是对于图 2 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置, 将从正面方向观察时的透过光的偏振状态每通过一个部件时变化的情况投影显示在鲍英卡勒球(Poincare sphere)的 S1-S2 平面的图。

[0137] 图 5 是对于图 2 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置, 将从方位 0° 、极角 60° 的倾斜方向观察时的透过光的偏振状态每通过一个部件时变化的情况投影表示在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面的图。

[0138] 图 6 是表示包括第三种双折射层的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置的结构立体分解图。

[0139] 图 7 是对于图 6 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 ($Nzq = 1.6$ 、 $R1c = 320\text{nm}$ 、 $R3 = -129\text{nm}$ 的方式), 将从正面方向观察时的透过光的偏振状态每通过一个部件时变化的情况投影表示在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面的图。

[0140] 图 8 是对于图 6 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 ($Nzq = 1.6$ 、 $R1c = 320\text{nm}$ 、 $R3 = -129\text{nm}$ 的方式), 将从方位 0° 、极角 60° 的倾斜方向观察时的透过光的偏振状态每通过一个部件时变化的情况投影表示在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面的图。

[0141] 图 9 是对于图 6 圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 ($Nzq = 2.0$ 、 $R1c = 320\text{nm}$ 、 $R3 = -61\text{nm}$ 的方式), 将从方位 0° 、极角 60° 的倾斜方向观察时的透过光的偏振状态每通过一个部件时变化的情况投影表示在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面的图。

[0142] 图 10 是对于图 6 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 ($Nzq = 2.35$ 、 $R1c = 320\text{nm}$ 、 $R3 = -61\text{nm}$ 的方式), 将从方位 0° 、极角 60° 的倾斜方向观察时的透过光的偏振状态每通过一个部件时变化的情况投影地表示在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面的图。

[0143] 图 11 是对于图 6 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置, 表示第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 Nz 系数 Nzq 与第三种双折射层的厚度方向相位差 $R3$ 的最佳值的关系的图表。

[0144] 图 12 是对于图 6 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置, 将从方位 45° 、极角 60° 的倾斜方向观察时的透过光的偏振状态每通过一个部件时变化的情况投影表示在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面的图。

[0145] 图 13 是表示包括第二种双折射层和第三种双折射层的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置的结构立体分解图。

[0146] 图 14 是对于图 13 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 ($Nzq = 1.6$ 、 $R1c = 320\text{nm}$ 、

R3 = -129nm、Nz2 = -0.30、R2 = 118nm 的方式), 将从正面方向观察时的透过光的偏振状态每通过一个部件时变化的情况投影表示在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面的图。

[0147] 图 15 是对于图 13 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 (Nzq = 1.6、Rlc = 320nm、R3 = -129nm、Nz2 = -0.30、R2 = 118nm 的方式), 将从方位 45°、极角 60° 的倾斜方向观察时的透过光的偏振状态每通过一个部件时变化的情况投影表示在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面的图。

[0148] 图 16 是对于图 13 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 (Nzq = 1.6、Rlc = 320nm、R3 = -129nm、Nz2 = -0.30、R2 = 118nm 的方式), 将从方位 0°、极角 60° 的倾斜方向观察时的透过光的偏振状态每通过一个部件时变化的情况投影地表示在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面的图。

[0149] 图 17 是对于图 13 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 (Nzq = 2.0、Rlc = 320nm、R3 = -61nm、Nz2 = -1.00、R2 = 94nm 的方式), 将从方位 45°、极角 60° 的倾斜方向观察时的透过光的偏振状态每通过一个部件时变化的情况投影表示在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面的图。

[0150] 图 18 是对于图 13 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 (Nzq = 2.35、Rlc = 320nm、R3 = 0nm、Nz2 = -1.80、R2 = 90nm 的方式), 将从方位 45°、极角 60° 的倾斜方向观察时的透过光的偏振状态每通过一个部件时变化的情况投影表示在鲍英卡勒球的 S1-S2 平面的图。

[0151] 图 19 是对于图 13 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置, 表示第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 Nz 系数 Nzq 与第二种双折射层的 Nz 系数 Nz2 的最佳值的关系的图表。

[0152] 图 20 是对于图 13 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置, 表示第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 Nz 系数 Nzq 与第二种双折射层的面内相位差 R2 的最佳值的关系的图表。

[0153] 图 21 是表示第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 Nz 系数 Nzq 与第一个第二种双折射层和第二个第二种双折射层的 Nz 系数 Nz2 的最佳值的关系的图表。

[0154] 图 22 是表示第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 Nz 系数 Nzq 与第一个第二种双折射层和第二个第二种双折射层的面内相位差 R2 的最佳值的关系的图表。

[0155] 图 23 是表示在 Nzq < 2.00 的范围内, 使用 Nz2 = 0 的第二种双折射层时的第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板的 Nz 系数 Nzq 与第一个第二种双折射层和第二个第二种双折射层的面内相位差 R2 的最佳值的关系的图表。

[0156] 图 24 是表示在实施例 1 的液晶单元中形成的畴的示例的示意图。

[0157] 图 25 是表示在实施例 1 的液晶单元中形成的畴的示例的示意图。

[0158] 图 26 是表示在实施例 1 的液晶单元中形成的畴的示例的示意图。

[0159] 图 27 是表示包括 1 个第二种双折射层的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置的结构立体分解图。

[0160] 图 28 是表示包括 2 个第二种双折射层的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置的结构立体分解图。

[0161] 图 29 是表示对实施例 1 的液晶显示装置进行测定而得到的伽马曲线的图表。

[0162] 图 30 是表示对实施例 2 的液晶显示装置进行测定而得到的伽马曲线的图表。

[0163] 图 31 是表示对实施例 3 的液晶显示装置进行测定而得到的伽马曲线的图表。

[0164] 图 32 是表示对实施例 1 的液晶显示装置进行测定而得到的伽马曲线的图表。

[0165] 图 33 是表示对实施例 2 的液晶显示装置进行测定而得到的伽马曲线的图表。

[0166] 图 34 是表示对实施例 3 的液晶显示装置进行测定而得到的伽马曲线的图表。

[0167] 图 35 是表示对实施例 4 的液晶显示装置进行测定而得到的伽马曲线的图表。

[0168] 图 36 是表示对实施例 5 的液晶显示装置进行测定而得到的伽马曲线的图表。

[0169] 图 37 是表示对实施例 6 的液晶显示装置进行测定而得到的伽马曲线的图表。

[0170] 图 38(a) 是表示蛾眼薄膜的截面的扩大示意图, (b) 表示在蛾眼薄膜与空气层的界面上的折射率变化的说明图。

[0171] 图 39 是表示在图 12 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置中追加蛾眼薄膜的结构体的立体分解图。

具体实施方式

[0172] (双折射层)

[0173] 作为本发明中使用的双折射层,对材料和光学的性能不作特别限定,例如,能够使用将聚合物薄膜拉伸而得的材料、将液晶性材料的取向固定而得的材料、包含无机材料的薄板等。作为双折射层的形成方法不作特别限定。在由聚合物薄膜形成的双折射层的情况下,例如能够使用溶剂浇铸(solvent cast)法、熔融挤压法等。根据共挤压(co-extrusion)法,也可以使用同时形成多个双折射层的方法。只要发现所希望的相位差,则既可以拉伸,也可以施加适当的拉伸。拉伸方法没有特别限定,除了能够使用辊间牵引拉伸法、辊间压缩拉伸法、拉幅机横向单轴拉伸法、斜拉伸法、纵横双轴拉伸法以外,还能够使用在热收缩性薄膜的收缩力的作用下进行拉伸的特殊拉伸法等。特别是,对于 $\lambda/4$ 板,为了构成圆偏光板,与偏振片成大致 45° 的相对角度地进行层叠,因此特别优选使用在相对于辊薄膜的滚动方向倾斜的方向上拉伸取向的斜拉伸法。另外,在由液晶性材料形成的双折射层的情况下,能够使用例如在实施有取向处理的基材薄膜上涂敷液晶性材料以固定取向的方法等。只要发现所希望的相位差,就可以使用对基材薄膜不进行特别取向处理的方法,也可以使用在取向固定后从基材薄膜剥离并转印加工到其它薄膜的方法等。进一步,还可以使用不固定液晶性材料的取向的方法。另外,在由非液晶性材料形成的双折射层的情况下,可以使用与由液晶性材料形成的双折射层同样的形成方法。以下,更加具体地对双折射层的不同种类进行说明。

[0174] (第一种双折射层:第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板)

[0175] 作为第一种双折射层,适宜使用对薄膜进行拉伸加工等而形成的材料,该薄膜包含固有双折射为正的材料作为成分。作为固有双折射为正的材料,例如能够举出:聚碳酸酯、聚砜、聚醚砜、聚对苯二甲酸乙酯、聚乙烯、聚乙烯醇、降冰片烯、三醋酸纤维素、二醋酸纤维素等。

[0176] (第二种双折射层)

[0177] 作为第二种双折射层能够适宜使用:对包含固有双折射为负的材料作为成分的薄膜进行拉伸加工而得到的物质;在热收缩性薄膜的收缩力的作用下对包含固有双折射为正的材料作为成分的薄膜进行拉伸加工而得到的物质等。其中,从制造方法的简便化的观点出发,优选对包含固有双折射为负的材料作为成分的薄膜进行拉伸加工得到的物质。作为

固有双折射为负的材料,例如能够举出:包括丙烯酸类树脂和苯乙烯类树脂的树脂组成物、聚苯乙烯、聚乙烯萘、聚乙烯基联苯、聚乙烯基吡啶、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯酸甲酯、N取代马来酰亚胺共聚合物、具有茛骨架的聚碳酸酯、三醋酸纤维素(特别是醋酸化度小的)等。其中,从光学特性、生产率和耐热性的观点出发,优选包括丙烯酸类树脂和苯乙烯类树脂的树脂组成物。关于含有这样的树脂组成物作为成分的薄膜的制造方法,例如,公开在日本特开 2008-146003 号公报中。

[0178] (第三种双折射层)

[0179] 作为第三种双折射层,能够适宜使用:对包含固有双折射为正的材料作为成分的薄膜进行纵横双轴拉伸加工而得到的物质;涂敷有胆甾醇(手性向列型)液晶、盘状液晶等的液晶性材料得到的物质;涂敷有包括聚酰亚胺、聚酰胺等的非液晶性材料而得到的物质等。

[0180] (偏振片)

[0181] 作为偏振片,能够适宜使用例如使具有双色性的碘络化物等各向异性材料在聚乙烯醇(PVA)薄膜上吸附并取向而得的部件等。

[0182] (液晶单元)

[0183] 液晶单元是在像素内将液晶分子的倾斜方向分割为多个的取向分割型的 VA 模式,即所谓的 MVA 模式(Multi-domain VA:多畴型 VA 模式),通过使液晶层中的液晶分子与基板面垂直取向来进行黑显示。另外,作为液晶单元的驱动方式,除 TFT 方式(有源矩阵方式)以外,还可以是单纯矩阵方式(无源矩阵方式)、等离子体寻址方式等。作为液晶单元的结构,例如可以举出通过在各自形成有电极的一对基板之间夹持液晶层,且向各自的电极间施加电压来进行显示的结构。

[0184] (R、Rth、Nz 系数、 n_x 、 n_y 、 n_z 的测定方法)

[0185] 使用双旋延迟旋转(dual retarder rotate)方式的偏振计(Axometrics 公司制造,商品名:Axo-scan)进行了测定。面内相位差 R 从双折射层的法线方向实际测量。主折射率 n_x 、 n_y 、 n_z 、厚度方向相位差 Rth 和 Nz 系数,从双折射层的法线方向、自法线方向起倾斜 $-50^\circ \sim 50^\circ$ 的各倾斜方向测定相位差,根据众所周知的折射率椭圆体式曲线拟合(curve fitting)而算出。倾斜方位为与面内滞相轴正交的方位。此外,虽然 n_x 、 n_y 、 n_z 、 R_{xz} 和 Nz 依存于作为曲线拟合的计算条件提供的平均折射率 $= (n_x + n_y + n_z) / 3$,但实际将各双折射层的平均折射率统一为 1.5 进行计算。对于实际的平均折射率与 1.5 不同的双折射层,将平均折射率假设为 1.5 而进行换算。

[0186] (液晶显示装置的对比度-视野角特性的测定方法)

[0187] 使用视野角测定装置(ELDIM 公司制造,商品名:EZContrast160)进行测定。光源使用夏普公司制造的液晶电视(商品名:LC37-GH1)装载的背光源。对在方位 45° 、极角 60° 的倾斜方向的白显示和黑显示的亮度进行测定,将其比值设为 CR(45,60)。另外,对在方位 0° 、极角 60° 的倾斜方向的白显示和黑显示的亮度进行测定,将其比值设为 CR(0,60)。

[0188] 以下举出实施例,对本发明进行更加详细地说明,但本发明不仅限于这些实施例。

[0189] 实施例 1

[0190] 涉及本发明的实施例 1 的液晶显示装置,如图 13 所示,是将第一偏振片 310、第一 $\lambda/4$ 板(第一种双折射层)320、MVA 模式的液晶单元 330、第三种双折射层 335、第二 $\lambda/4$ 板 340、第二种双折射层 345 和第二偏振片 350 依次层叠而得到的圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置 300。液晶单元 330 包括薄膜晶体管(TFT)基板、彩色滤光片(CF)基板和在它们间夹持的液晶层。在 TFT 基板和彩色滤光片基板的液晶层一侧的表面分别设置有垂直取向薄膜,在各垂直取向薄膜的下层(基板侧)设置有电极。利用 TFT 基板的电极和彩色滤光片基板的电极,对液晶层施加所希望的电压,以控制液晶分子的取向。液晶层包括具有负的介电常数各向异性的液晶分子。因此,在不向液晶层施加电压的状态(断开状态)下,液晶分子与垂直取向薄膜的表面大致垂直地取向,在向液晶层施加阈值电压以上的电压的状态(导通状态)下,液晶分子相对于垂直取向薄膜的表面向水平方向倾倒。由于第一偏振片 310 和第二偏振片 350 的吸收轴互相正交地配置(正交尼科耳配置),因此液晶显示装置 300 在断开状态进行黑显示。

[0191] 液晶单元 330 是所谓的 MVA 模式(多畴型 VA 模式)的液晶单元,在像素内具有 4 个畴。在 4 个畴的倾斜方位,当正面观察显示面时,由于处于互相大致正交的关系,所以能够有效地解除倾斜方位的非对称性。因为在圆偏振光 VA 模式中使圆偏振光入射到液晶单元 330 中进行显示,所以如果限定于正面方向(显示画面的法线方向),液晶分子的倾斜方位不会影响液晶单元的透过率,但是在倾斜方向上,液晶分子的倾斜方位会影响液晶单元的透过率。因此,通过控制在 4 个畴的倾斜方位,能够提高倾斜方向上的灰度等级视野角。

[0192] 在液晶单元 330 中,如图 24 所示,在各像素中形成有 4 个畴,该 4 个畴包括液晶分子向 22.5° 方位倾斜取向的畴 D1、液晶分子向 112.5° 方位倾斜取向的畴 D2、液晶分子向 202.5° 方位倾斜取向的畴 D3 和液晶分子向 292.5° 方位倾斜取向的畴 D4。为了提高视野角特性,如图 25 所示,可以将 4 个畴分别分割为能够施加不同电压的 2 个区域。在图 25 中,在像素内形成共 8 个区域,但对于包括极角不同的液晶分子的区域,只要彼此的倾斜方位大致相同就包含在同一畴中,因此畴的数量是 4 个。即,区域 D1-1 和 D1-2 的液晶分子的极角虽然不同,但倾斜方位都是 22.5° ,区域 D2-1 和 D2-2 的液晶分子的极角虽然不同,但倾斜方位都是 112.5° ,区域 D3-1 和 D3-2 的液晶分子的极角虽然不同,但倾斜方位都是 202.5° ,区域 D4-1 和 D4-2 的液晶分子的极角虽然不同,但倾斜方位都是 292.5° 。

[0193] 另外,像素的畴数可以增加至 4 以上。例如,液晶单元 330 的 1 个像素可以由多个子像素组成,在这种情况下,可以如上所述的 4 种畴在各个子像素各设置有一组。

[0194] 在液晶单元 330 中,液晶分子的倾斜方位的控制通过在 TFT 基板和 CF 基板中的至少一个形成的取向控制机构来进行。作为取向控制机构不作特别限定,例如,能够举出在 TFT 基板的上述电极形成的狭缝与在 CF 基板的垂直取向薄膜的下层(基板侧)形成的呈线状拉伸的电介质突起物的组合。此时,在各畴的液晶分子的倾斜方位,能够通过调整狭缝的拉伸方位和电介质突起物的拉伸方位来控制,也可以通过调整与第一偏振片 310 等之外的部件的粘贴朝向来控制。

[0195] 另外,液晶分子的倾斜方位,由于因在 TFT 基板和 CF 基板设置的电极和配线的影响而产生的电场,TFT 基板和 CF 基板的液晶层侧的表面形状等,有时会偏离希望的方位。在本发明中,如果在像素内形成有 4 个畴,该 4 个畴包括液晶分子向 22.5° 方位倾斜取向的畴 D1、液晶分子向 112.5° 方位倾斜取向的畴 D2、液晶分子向 202.5° 方位倾斜取向的畴 D3 和

液晶分子向 292.5° 方位倾斜取向的畴 D4, 则如图 26 所示在像素内也可以包括因取向不良而产生的畴 D5、D6 和 D7。

[0196] 实施例 2

[0197] 涉及本发明的实施例 2 的液晶显示装置, 如图 27 所示, 是通过将第一偏振片 410、第一 $\lambda/4$ 板 (第一种双折射层) 420、MVA 模式的液晶单元 430、第二 $\lambda/4$ 板 440、第二种双折射层 445 和第二偏振片 450 依次层叠而得到的圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置 400。即, 图 27 的液晶显示装置 400, 在不包括第三种双折射层的方面, 与图 13 的液晶显示装置 300 不同。液晶单元 430 具有与实施例 1 的液晶单元 330 同样的结构, 在各像素中形成有 4 个畴, 该 4 个畴包括液晶分子向 22.5° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 112.5° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 202.5° 方位倾斜取向的畴和液晶分子向 292.5° 方位倾斜取向的畴。另外, 图 27 中, 在第一偏振片和第二偏振片 410、450 中描绘的箭头表示其吸收轴的方位, 在第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 420、440 中描绘的箭头表示其滞相轴的方位, 在第二种双折射层 445 中描绘的箭头表示其进相轴的方位, 在液晶单元 430 中描绘的椭圆体表示其折射率椭圆体的形状。

[0198] 实施例 3

[0199] 涉及本发明的实施例 3 的液晶显示装置, 如图 28 所示, 是通过将第一偏振片 510、第一个第二种双折射层 515、第一 $\lambda/4$ 板 (第一种双折射层) 520、MVA 模式的液晶单元 530、第三种双折射层 535、第二 $\lambda/4$ 板 540、第二个第二种双折射层 545 和第二偏振片 550 依次重叠而得到的圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置 500。即, 图 28 的液晶显示装置 500, 在包括 2 个第二种双折射层的方面, 与图 13 的液晶显示装置 300 不同。液晶单元 530 具有与实施例 1 的液晶单元 330 同样的结构, 在各像素内形成有 4 个畴, 该 4 个畴包括液晶分子向 22.5° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 112.5° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 202.5° 方位倾斜取向的畴和液晶分子向 292.5° 方位倾斜取向的畴。另外, 图 28 中, 在第一偏振片和第二偏振片 510、550 中描绘的箭头表示其吸收轴的方位, 在第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 520、540 中描绘的箭头表示其滞相轴的方位, 在第一个第二种双折射层和第二个第二种双折射层 515、545 中描绘的箭头表示其进相轴的方位, 在液晶单元 530 中描绘的椭圆体表示其折射率椭圆体的形状。

[0200] 比较例 1

[0201] 比较例 1 的液晶显示装置, 虽然具有与实施例 1 的液晶显示装置 300 同样的结构, 但在各像素形成有 4 个畴, 该 4 个畴包括液晶分子向 45° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 135° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 225° 方位倾斜取向的畴和液晶分子向 315° 方位倾斜取向的畴这一方面, 与实施例 1 液晶显示装置 300 不同。

[0202] 比较例 2

[0203] 比较例 2 的液晶显示装置, 虽然具有与实施例 1 的液晶显示装置 300 同样的结构, 但在各像素形成有 4 个畴, 该 4 个畴包括液晶分子向 0° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 90° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 180° 方位倾斜取向的畴和液晶分子向 270° 方位倾斜取向的畴这一方面, 与实施例 1 液晶显示装置 300 不同。

[0204] 比较例 3

[0205] 比较例 3 的液晶显示装置, 虽然具有与实施例 2 的液晶显示装置 400 同样的结构,

但在各像素形成有 4 个畴,该 4 个畴包括液晶分子向 45° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 135° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 225° 方位倾斜取向的畴和液晶分子向 315° 方位倾斜取向的畴这一方面,与实施例 2 液晶显示装置 400 不同。

[0206] 比较例 4

[0207] 比较例 4 的液晶显示装置,是将第一偏振片、TAC、第一 $\lambda/4$ 板(第一种双折射层)、VA 模式的液晶单元、第三种双折射层、第二 $\lambda/4$ 板、TAC 和第二偏振片依次层叠而得的 VA 模式的液晶显示装置。即,本比较例的液晶显示装置,在不包括第二种双折射层的方面,与图 13 的液晶显示装置 300 不同。比较例 5 的液晶单元,虽然具有与实施例 1 的液晶单元 330 同样的结构,但在各像素形成有 4 个畴,该 4 个畴包括液晶分子向 45° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 135° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 225° 方位倾斜取向的畴和液晶分子向 315° 方位倾斜取向的畴这一方面,与液晶单元 330 不同。

[0208] 比较例 5

[0209] 比较例 5 的液晶显示装置,是将第一偏振片、TAC、第一 $\lambda/4$ 板(第一种双折射层)、VA 模式的液晶单元、第二 $\lambda/4$ 板、TAC 和第二偏振片依次层叠而得到的 VA 模式的液晶显示装置。比较例 5 的液晶单元,虽然具有与实施例 1 的液晶单元 330 同样的结构,但在各像素形成有 4 个畴,该 4 个畴包括液晶分子向 45° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 135° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 225° 方位倾斜取向的畴和液晶分子向 315° 方位倾斜取向的畴这一方面,与液晶单元 330 不同。

[0210] 比较例 6

[0211] 比较例 6 的液晶显示装置,是将第一偏振片、双轴性相位差薄膜、VA 模式的液晶单元、TAC 和第二偏振片依次层叠而得到的 VA 模式的液晶显示装置。比较例 6 的液晶单元,虽然具有与实施例 1 的液晶单元 330 同样的结构,但在各像素形成有 4 个畴,该 4 个畴包括液晶分子向 45° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 135° 方位倾斜取向的畴、液晶分子向 225° 方位倾斜取向的畴和液晶分子向 315° 方位倾斜取向的畴这一方面,与液晶单元 330 不同。

[0212] 关于各示例的偏振片、双折射层和液晶单元的材料名、轴角度、面内相位差 R、厚度方向相位差 R_{th} 或 R_{lc} 、以及 N_z 系数,如下述的表 5 所示。在表中,各双折射层的轴用面内滞相轴的方位角定义,偏振片的轴用吸收轴的方位角定义。另外,关于第二种双折射层,虽然面内进相轴在设计上是重要的,但在表中与其它的双折射层同样,第二种双折射层的轴用面内滞相轴的方位角定义。第二种双折射层的面内进相轴与第二种双折射层的面内滞相轴正交。另外,在表中,关于各双折射层的材料名,用以下的简写符号表示。

[0213] NB:降冰片烯

[0214] PI:聚酰亚胺

[0215] TAC:三醋酸纤维素

[0216] A:包括丙烯酸类树脂和苯乙烯类树脂的树脂组成物

[0217] (评价结果)

[0218] 对各示例的液晶显示装置的对比度-视野角特性进行测定,且将在方位 0° 、极角 60° 的对比度($CR(0,60)$)和在方位 45° 、极角 60° 的对比度($CR(45,60)$)整理到下述的表 5 中。另外,所谓“在方位 X° 、极角 Y° 的对比度”是在将 X° 方位的视角自法线方向起倾角 Y° 的方向上测定的对比度。即,极角表示正面方向与视角方向所成的角。另外,关于

各示例,将(1)方位 0° 、极角 0° ; (2)方位 0° 、极角 60° ; (3)方位 45° 、极角 60° 的伽马曲线表示在图29~37中。在该伽马曲线中,横轴为灰度等级值,纵轴为被标准化的亮度,伽马曲线表示透过率相对于在液晶层施加的电压的变化。由于各示例的液晶显示装置的显示模式是常黑显示模式,因此黑显示对应于灰度等级值0,白显示对应于灰度等级值256,灰度等级值越大在液晶层施加的电压越大。亮度的标准化是将灰度等级值为256时的亮度设为1.0,且在各个测定方向进行。对从不同测定方向得到的多个伽马曲线进行互相对比的方法,作为表示因观看液晶显示装置的方向导致显示画面的外观产生多大差异的指标被普遍使用,伽马曲线彼此越接近,显示画面的外观就越一致。

[0219] 涉及本发明的实施例1~3的液晶显示装置的CR(0,60)和CR(45,60),全都与比较例子1~3的CR(0,60)和CR(45,60)同等。另一方面,在实施例1~3的液晶显示装置中,方位 0° 、极角 60° 的伽马曲线和方位 45° 、极角 60° 的伽马曲线,与比较例1~6的液晶显示装置的情况相比更加一致,能够抑制越提高电压而亮度越下降的反转现象。实施例1~3的液晶显示装置,在目测评价中倾斜视角的显示品质优异。

[0220] [表5]

[0221]

	光学部件名	材料名	轴角度 [°]	相位差[nm]		Nz 系数	评价结果	
				R	Rth 或 Rlc		CR (45,60)	CR (0,60)
实施例 1	第二偏光元件		0				35	178
	第二种双折射层	A	0	138		-0.01		
	第二 $\lambda/4$ 板	NB	45	138		1.02		
	第三种双折射层	PI		0	-250			
	VA 模式液晶单元 (22.5°、112.5°、202.5°、292.5°)				340			
	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	138		1.02		
实施例 2	第一偏光元件		90				58	175
	第二偏光元件		0					
	第二种双折射层	A	0	85		-1.21		
	第二 $\lambda/4$ 板	NB	45	138		2.08		
	VA 模式液晶单元 (22.5°、112.5°、202.5°、292.5°)				290			
	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	138		2.08		
实施例 3	第一偏光元件		90				60	176
	第二偏光元件		0					
	第二个第二种双折射层	A	0	85		-0.10		
	第二 $\lambda/4$ 板	NB	45	138		2.13		
	第三种双折射层	TAC		2	-52			
	VA 模式液晶单元 (22.5°、112.5°、202.5°、292.5°)				320			
比较例 1	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	138		2.13	35	178
	第一个第二种双折射层		90	85		-0.10		
	第一偏光元件		90					
	第二偏光元件		0					
	第二种双折射层	A	0	138		-0.01		
	第二 $\lambda/4$ 板	NB	45	138		1.02		
比较例 2	第三种双折射层	PI		0	-250		35	178
	VA 模式液晶单元 (45°、135°、225°、315°)				340			
	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	138		1.02		
	第一偏光元件		90					
	第二偏光元件		0					
	第二种双折射层	A	0	138		-0.01		
比较例 3	第二 $\lambda/4$ 板	NB	45	138		1.02	58	175
	第三种双折射层	PI		0	-250			
	VA 模式液晶单元 (0°、90°、180°、270°)				340			
	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	138		1.02		
	第一偏光元件		90					
	第二偏光元件		0					
比较例 4	第二种双折射层	A	0	85		-1.21	15	140
	第二 $\lambda/4$ 板	NB	45	138		2.08		
	VA 模式液晶单元 (45°、135°、225°、315°)				290			
	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	138		2.08		
	第一偏光元件		90					
	第二偏光元件		0					
比较例 5	TAC	TAC		1	32		5	40
	第二 $\lambda/4$ 板	A	45	138	-8	-0.01		
	第三种双折射层	NB		2	318			
	VA 模式液晶单元 (45°、135°、225°、315°)				320			
	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	138		1.02		
	TAC	TAC		1	32			
比较例 6	第一偏光元件		90				60	183
	第二偏光元件		-25					
	TAC	TAC		1	32			
	第二 $\lambda/4$ 板	NB	20	138		1.58		
	VA 模式液晶单元 (45°、135°、225°、315°)				320			
	第一 $\lambda/4$ 板	NB	110	138		1.58		
比较例 6	TAC	TAC		1	32		60	183
	第一偏光元件		65					
	双轴性相位差薄膜	NB		63	225	4.07		
	第一偏光元件		90					

[0222] 另外,各实施例的液晶显示装置,在液晶单元两侧设置有由直线偏光板(偏振片)与 $\lambda/4$ 板组合而成的圆偏光板,因此任何一个都以圆偏振光 VA 模式进行显示。圆偏振光

VA 模式,除了具有改善透过率的效果外,还能得到防止反射的效果,因此对提高对比度有效。基于圆偏振光 VA 模式的反射防止功能是指:通过圆偏光板的作用,使从液晶显示装置的周围一旦入射到液晶显示装置内且在显示装置内反射的光,即所谓的因内部反射而产生的反射光不射出到液晶显示装置外。因此,根据圆偏振光 VA 模式,在液晶单元内的黑矩阵、配线、电极等的表面发生反射的光,变得很难射出到液晶显示装置外,特别是,能够防止在周围明亮的状况(明亮环境)下液晶显示装置的对比度下降。

[0223] 另一方面,作为使在明亮环境下的液晶显示装置的对比度下降的反射光,除上述因内部反射而产生的反射光之外,还能够举出从液晶显示装置的周围不射入到液晶显示装置内而在液晶显示装置的表面发生反射的光,即因所谓的表面反射而产生的反射光。圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置抑制因内部反射而产生的反射光,其结果为因表面反射而产生的反射光的量对显示画面的视认性带来显著的影响。因此,通过对圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置实施降低因表面反射而产生的反射光的对策,在明亮环境下得到非常高的对比度,观看显示画面的人能体验到显示品质的显著提高。

[0224] 作为用于抑制表面反射的反射防止薄膜,例举有:层叠折射率不同的多个薄膜而形成的反射防止薄膜、在表面形成有微小的突起物和凹部的反射防止薄膜。其中,作为后者的反射防止薄膜中的一种的“蛾眼(蛾的眼睛)薄膜”,具有在表面设置大量的比可见光的波长(380~780nm)小的突起物的构造,在表面反射的抑制中能发挥非常良好的效果。如图 38(a)所示,入射到蛾眼薄膜的光,经由设置在表面的微小的突起物 361 到达薄膜基材部 362,因此在空气层与薄膜基材部之间的突起和空气层混杂的区域(图中 A-B 之间的区域),能够看作为具有构成薄膜的材料的折射率(树脂薄膜的情况下,为 1.5 左右)与空气的折射率(1.0)的中间折射率的区域。即,该区域的折射率,如图 38(b)所示,与突起物与空气层的体积比的变化对应地,从接触薄膜表面的空气的折射率到构成薄膜的材料的折射率为止,在比可见光的波长短的距离内连续地慢慢增大。其结果,入射到蛾眼薄膜的光不将空气-薄膜间的界面作为折射率不同的界面来识别,能够大幅抑制在界面发生的光反射。通过蛾眼薄膜,例如能够使可见光的表面反射率为 0.15%左右。

[0225] 蛾眼薄膜如果配置在折射率不同的界面,则能够发挥降低反射率的效果,但是在图 13 所示的结构中,在第二偏振片 350 的内部产生的内部反射,能够通过由第二偏振片 350 和第二 $\lambda/4$ 板 340 组合而成的圆偏光板进行抑制。因此,在图 13 的结构中追加蛾眼薄膜的情况下,如图 39 所示的蛾眼薄膜 360 那样设置在比第二偏振片 350 靠近显示面一侧的位置。在比第二偏振片 350 靠近显示面一侧的位置设置保护板等的部件而具有多个界面的情况下,可以按每个界面设置蛾眼薄膜,优选至少配置在露出到液晶显示装置的外部的面。

[0226] 作为蛾眼薄膜的具体例,举出高度约为 200nm 的大致圆锥状的突起物以顶点间的距离约为 200nm 的方式大量形成在表面上的树脂薄膜。

[0227] 作为蛾眼薄膜的制造方法,例如能够举出将刻在模具上的纳米尺寸(1~1000 μm)的凹凸,压入涂敷在基板上的树脂材料以转印形状的技术,即所谓的纳米压印(nano imprint)技术。作为在纳米压印技术中的使树脂材料硬化的方法,例如举出热纳米压印技术、UV 纳米压印技术等。UV 纳米压印技术是指:通过在透明基板上形成紫外线硬化树脂的薄膜且向该薄膜上压入模具后照射紫外线,在透明基板上形成具有模具的反转形状的蛾眼构造的薄膜。

[0228] 为了通过纳米压印技术来大量地制造便宜的具有蛾眼构造的薄膜,与批处理相比优选采用辊到辊(Roll-to-Roll)处理。根据辊到辊处理,使用模具辊能够连续地制造具有蛾眼构造的薄膜。作为这样的模具辊,能够举出通过阳极氧化法在被研磨的圆柱状或圆筒状的铝管的外周面形成纳米尺寸的凹部的模具辊。根据阳极氧化法,能够在表面随机且几乎平均等地形成纳米尺寸的凹部,在模具辊的表面,能形成适合连续生产的没有接缝的(无缝的)蛾眼构造。

[0229] 上述实施方式的各方式,在不超出本发明的主旨的范围内可以适当地组合。

[0230] 另外,本申请以2009年7月30日申请的日本国专利申请2009-178238号为基础,主张基于巴黎条约和进入国的法规的优先权。该申请的全部内容作为参照包括在本申请中。

[0231] 附图标记说明

[0232] 100:圆偏振光VA模式液晶显示装置

[0233] 110:第一偏振片

[0234] 111:第一偏振片的吸收轴

[0235] 120:第一 $\lambda/4$ 板

[0236] 121:第一 $\lambda/4$ 板的滞相轴

[0237] 130:VA模式液晶单元

[0238] 140:第二 $\lambda/4$ 板

[0239] 141:第二 $\lambda/4$ 板的滞相轴

[0240] 150:第二偏振片

[0241] 151:第二偏振片的吸收轴

[0242] 200:圆偏振光VA模式液晶显示装置

[0243] 210:第一偏振片

[0244] 220:第一 $\lambda/4$ 板

[0245] 230:VA模式液晶单元

[0246] 235:第三种双折射层

[0247] 240:第二 $\lambda/4$ 板

[0248] 250:第二偏振片

[0249] 300:圆偏振光VA模式液晶显示装置

[0250] 310:第一偏振片

[0251] 320:第一 $\lambda/4$ 板

[0252] 330:VA模式液晶单元

[0253] 335:第三种双折射层

[0254] 340:第二 $\lambda/4$ 板

[0255] 345:第二种双折射层

[0256] 350:第二偏振片

[0257] 360:蛾眼薄膜

[0258] 400:圆偏振光VA模式液晶显示装置

[0259] 410:第一偏振片

- [0260] 420 :第一 $\lambda/4$ 板
- [0261] 430 :VA 模式液晶单元
- [0262] 440 :第二 $\lambda/4$ 板
- [0263] 445 :第二种双折射层
- [0264] 450 :第二偏振片
- [0265] 500 :圆偏振光 VA 模式液晶显示装置
- [0266] 510 :第一偏振片
- [0267] 515 :第一个第二种双折射层
- [0268] 520 :第一 $\lambda/4$ 板
- [0269] 530 :VA 模式液晶单元
- [0270] 535 :第三种双折射层
- [0271] 540 :第二 $\lambda/4$ 板
- [0272] 545 :第二个第二种双折射层
- [0273] 550 :第二偏振片

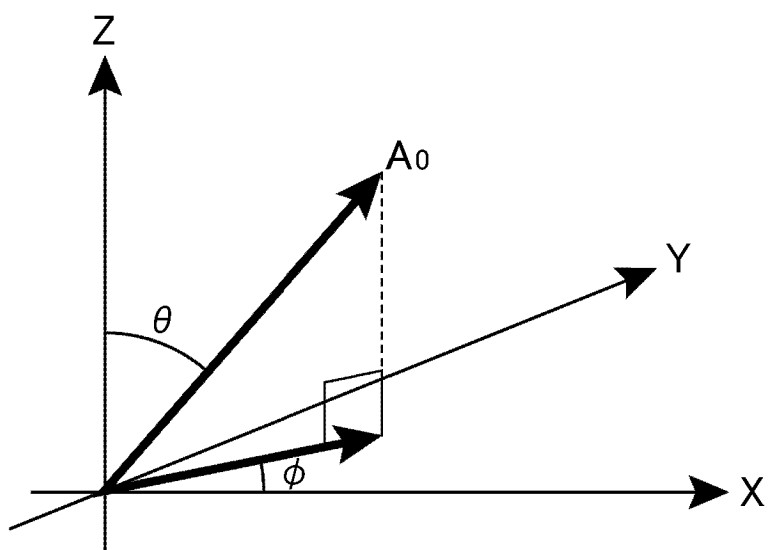


图 1

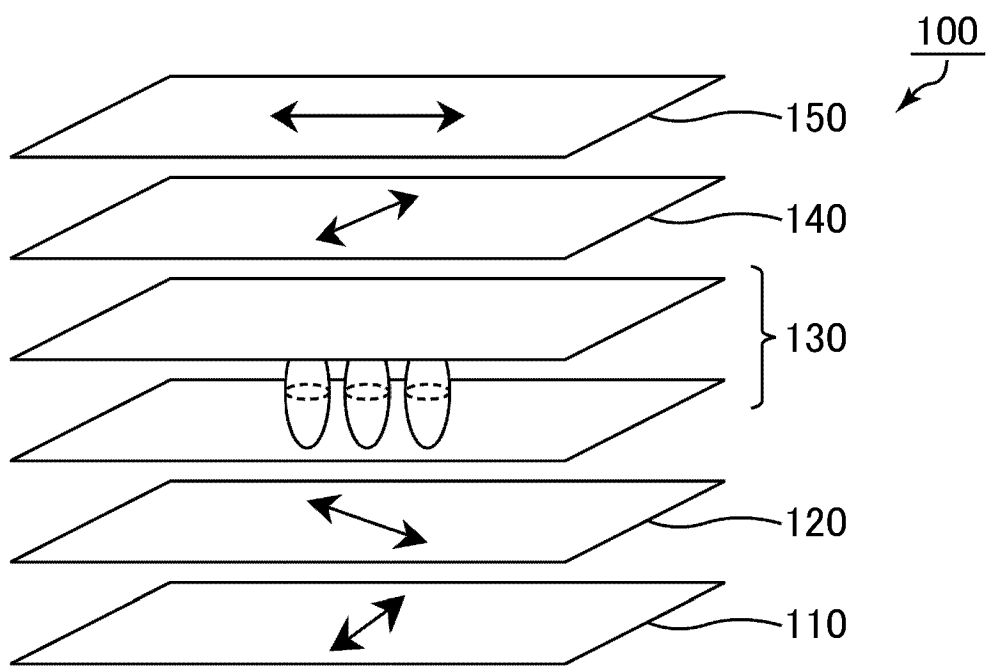


图 2

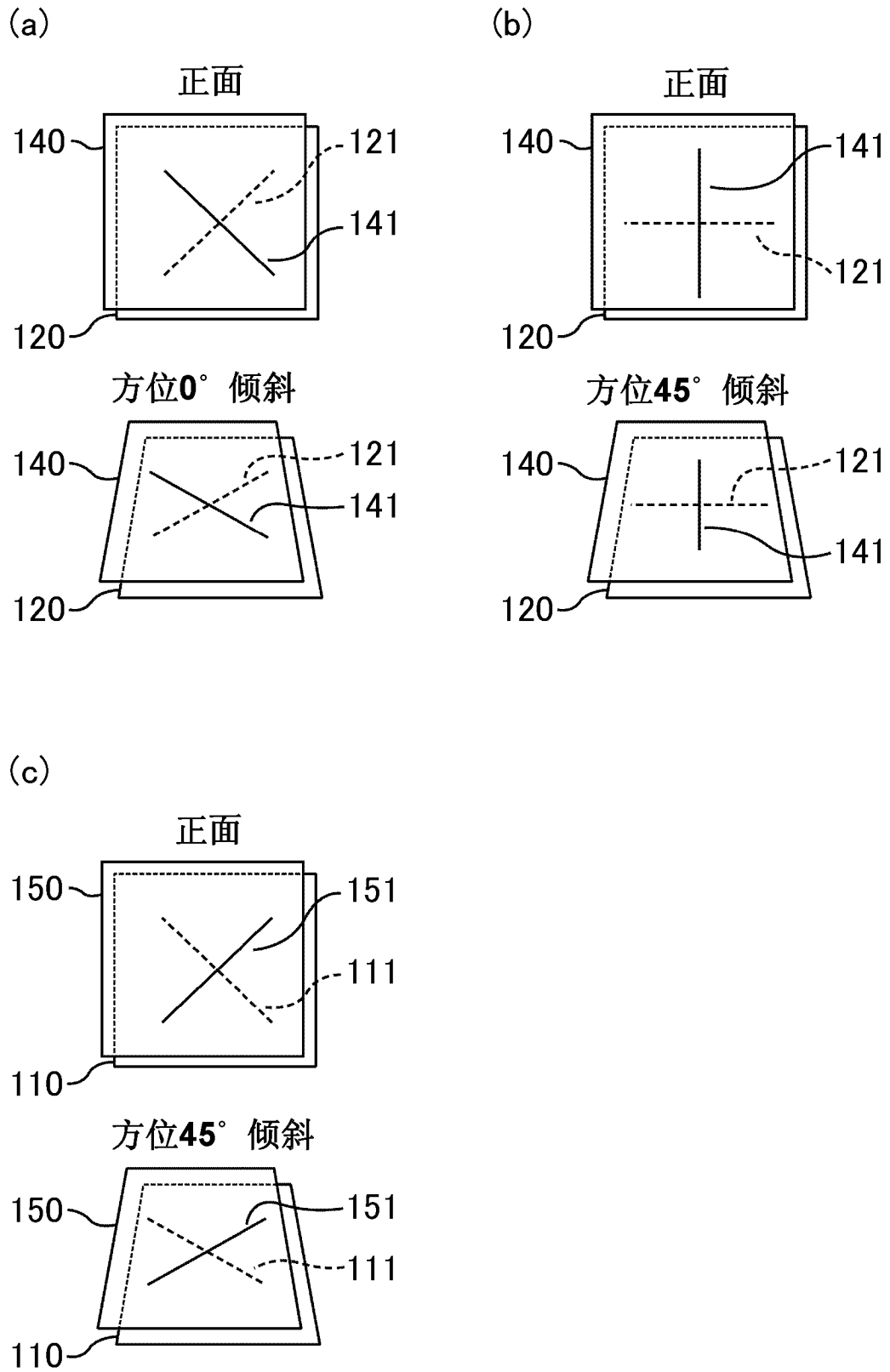


图 3

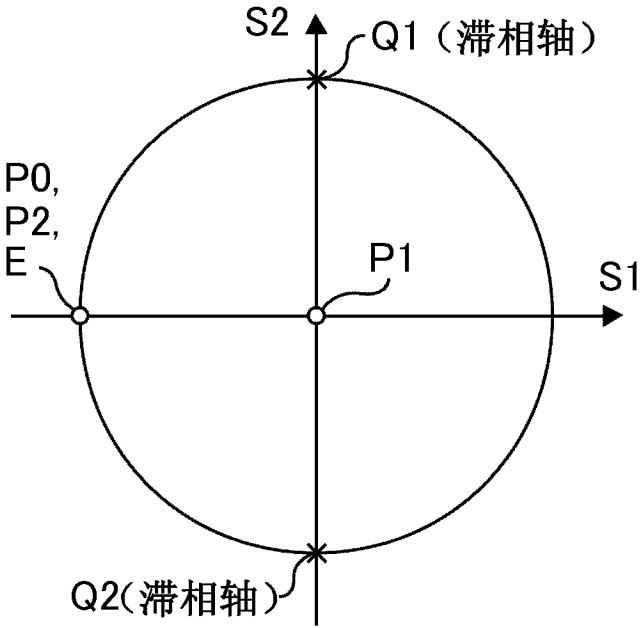


图 4

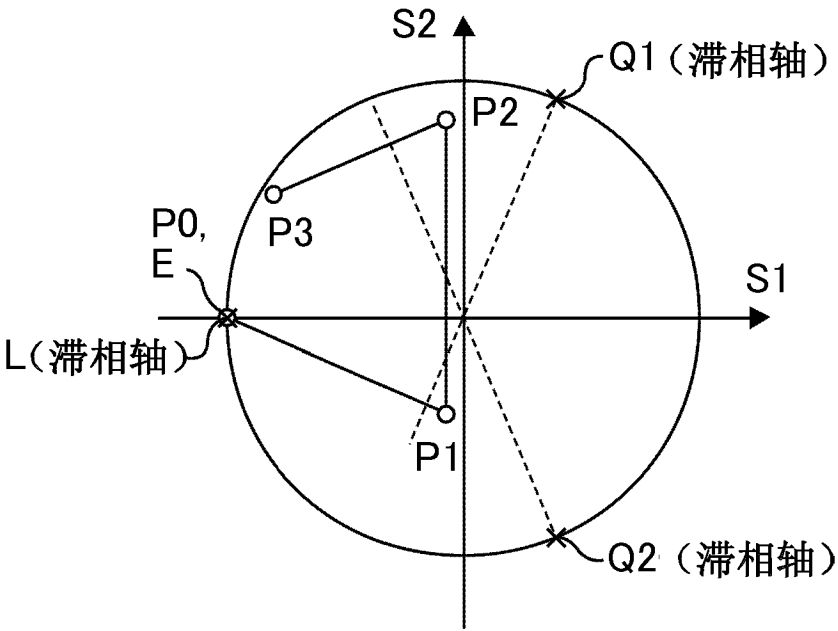


图 5

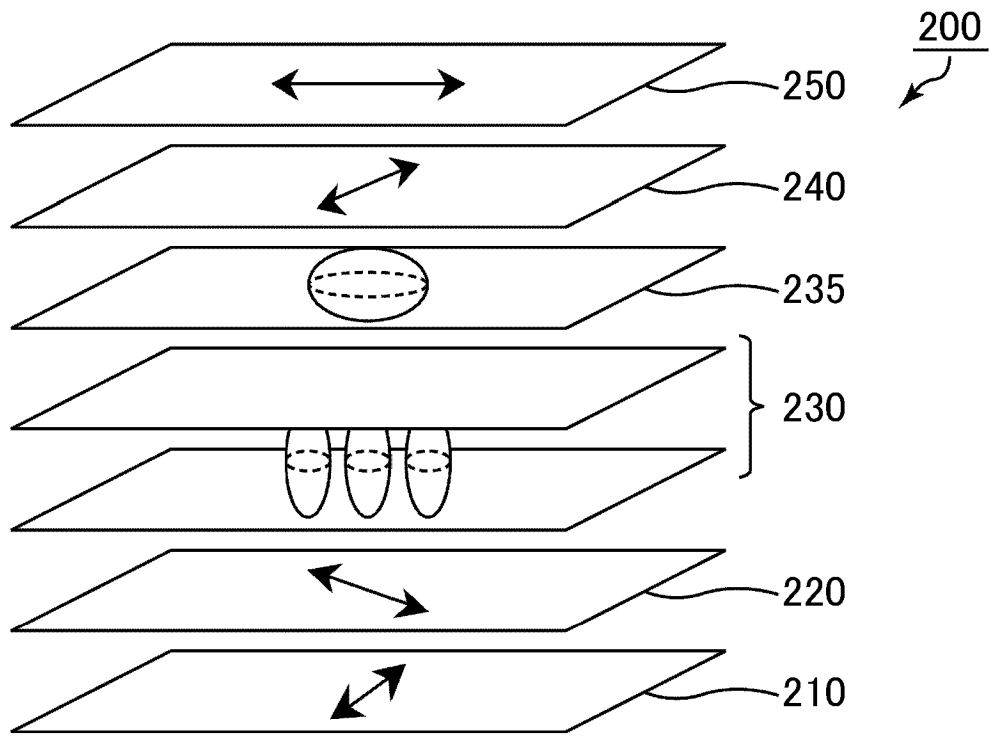


图 6

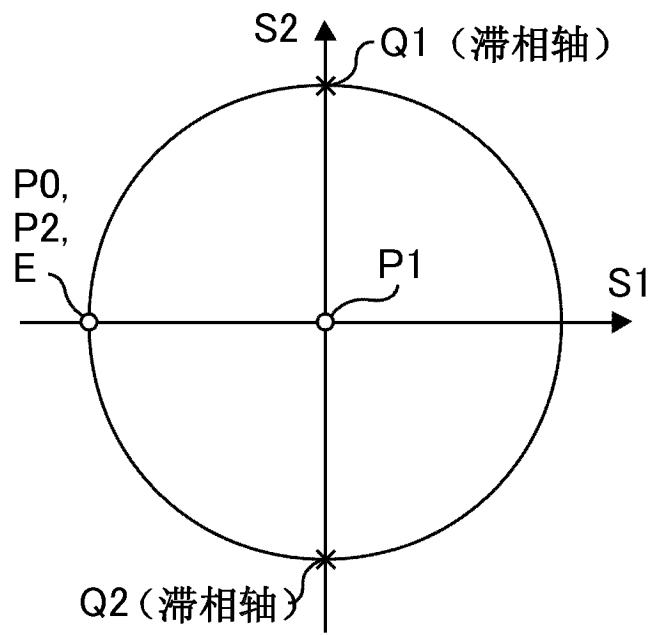


图 7

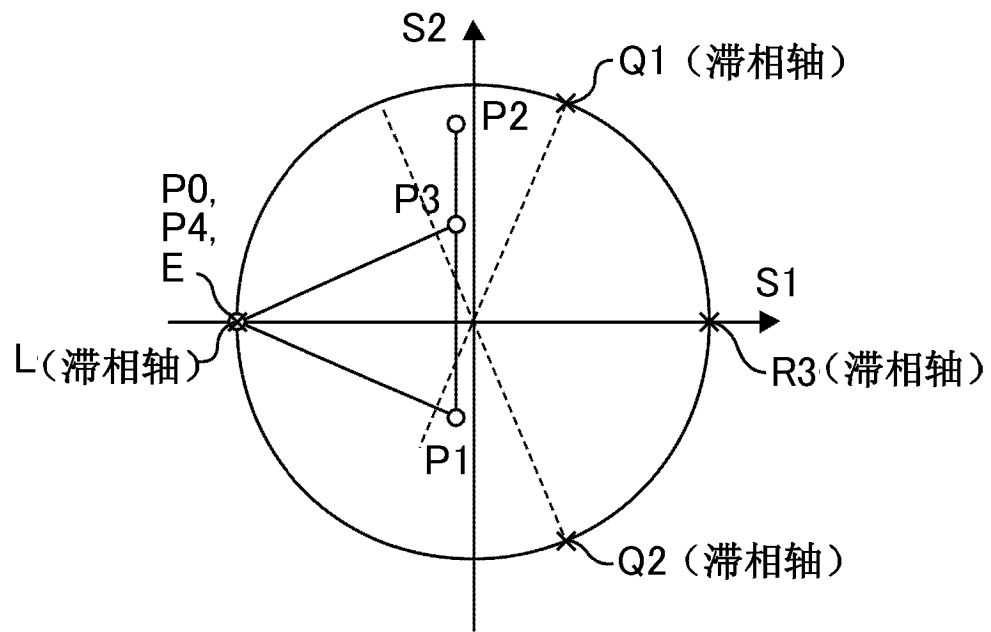


图 8

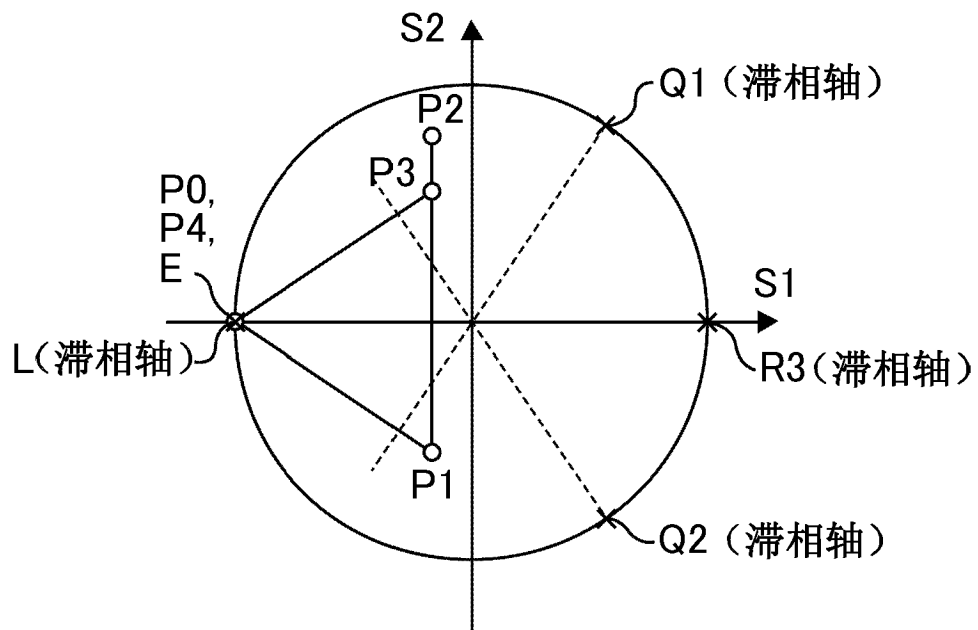


图 9

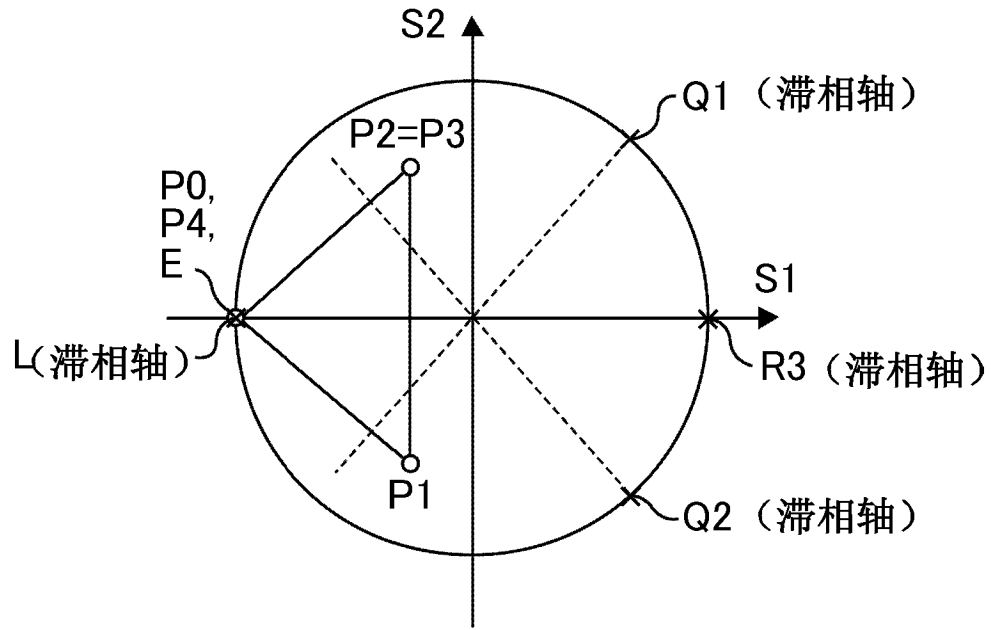


图 10

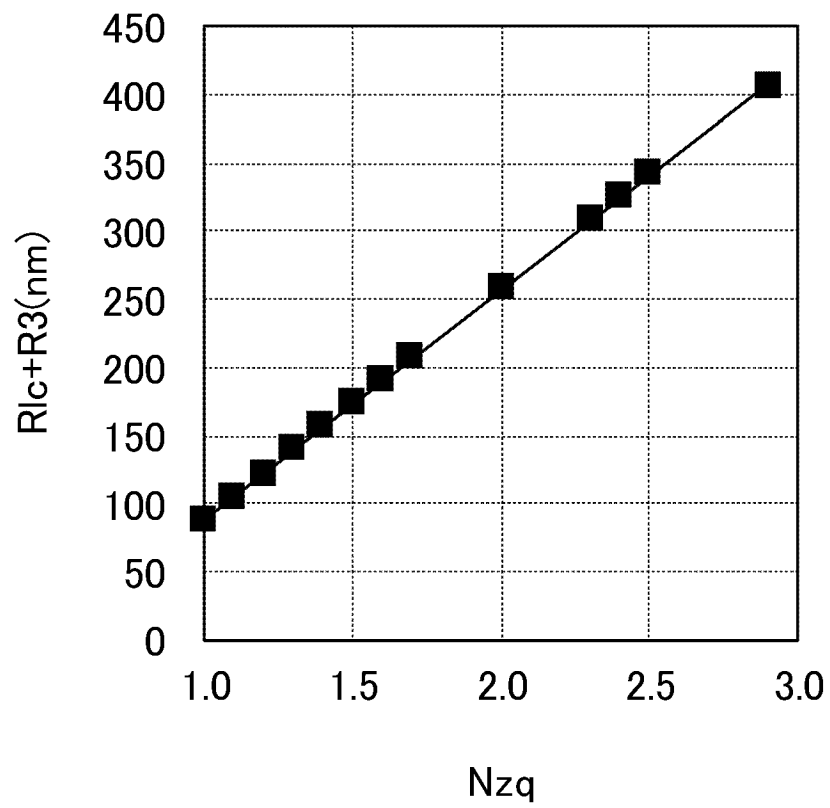


图 11

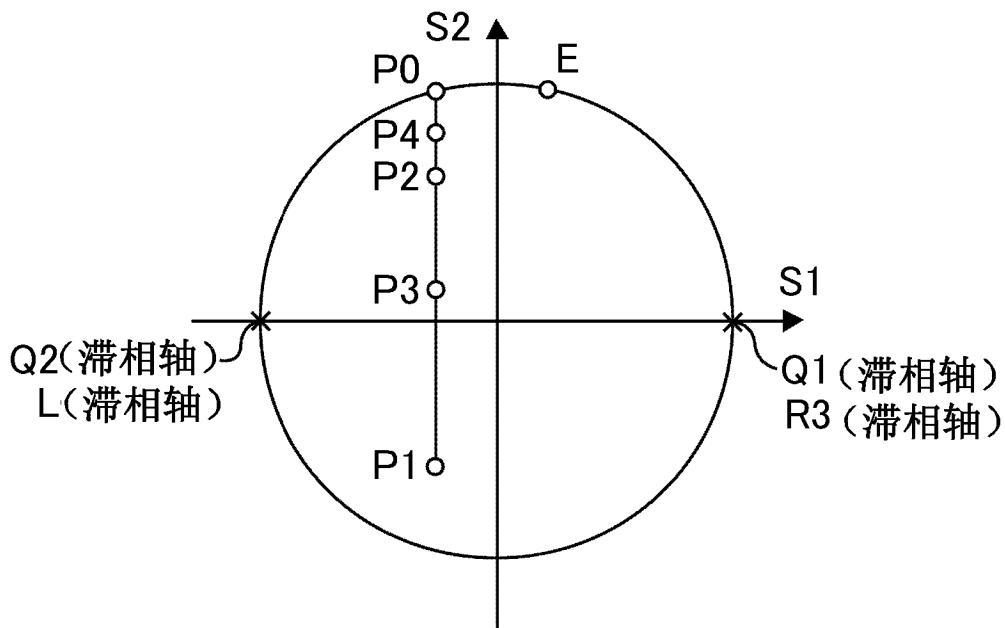


图 12

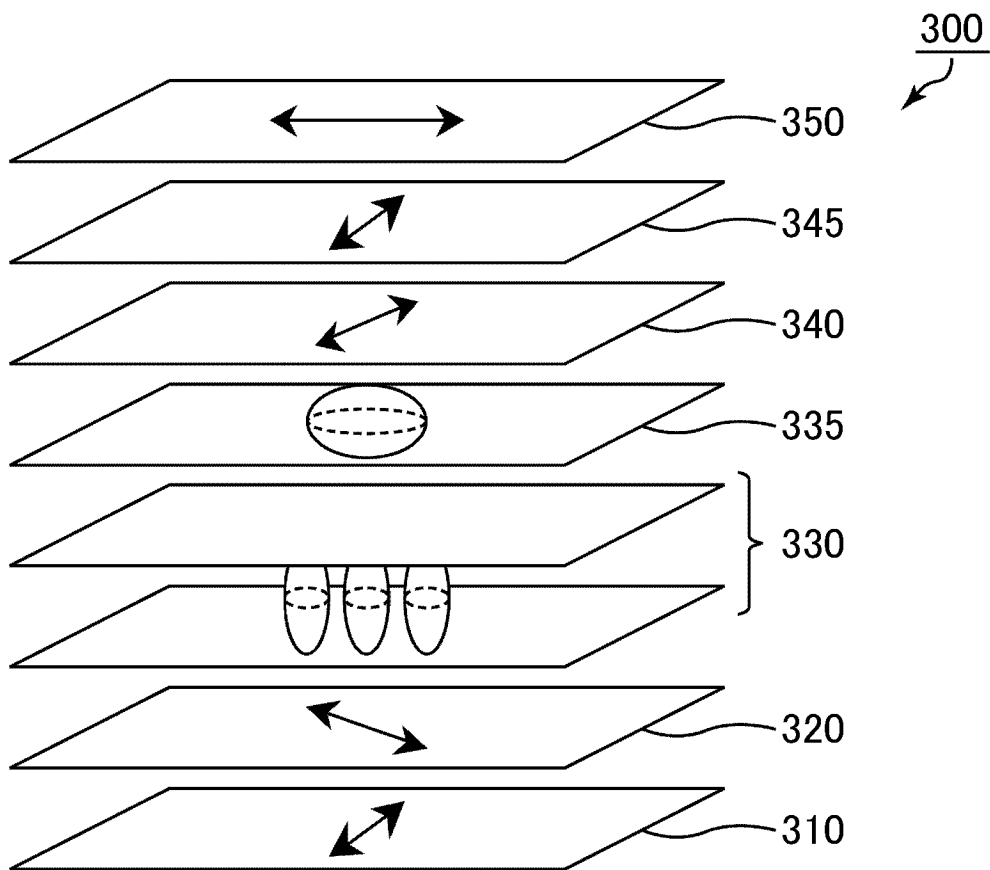


图 13

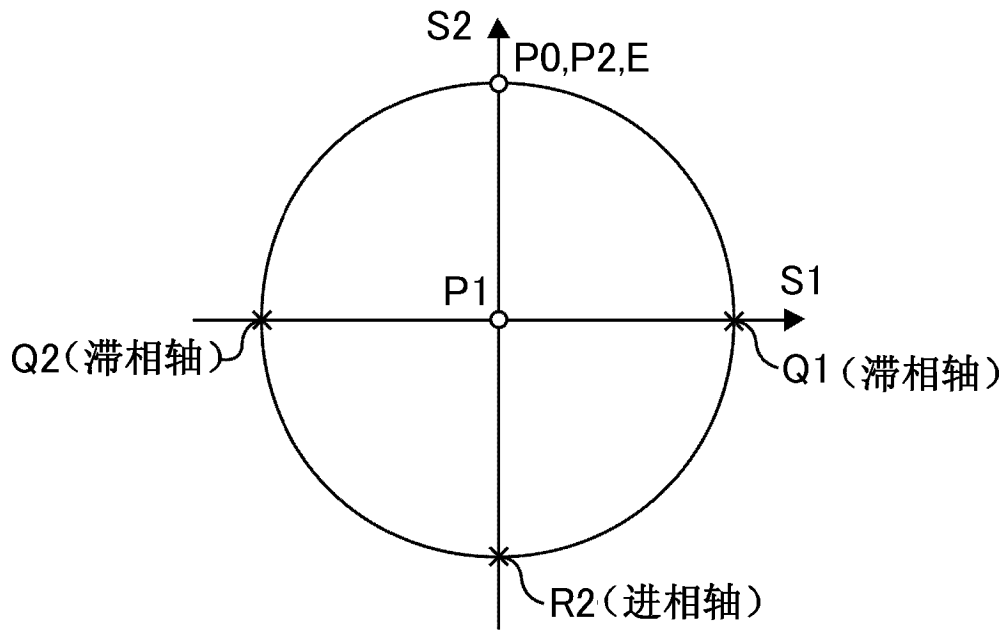


图 14

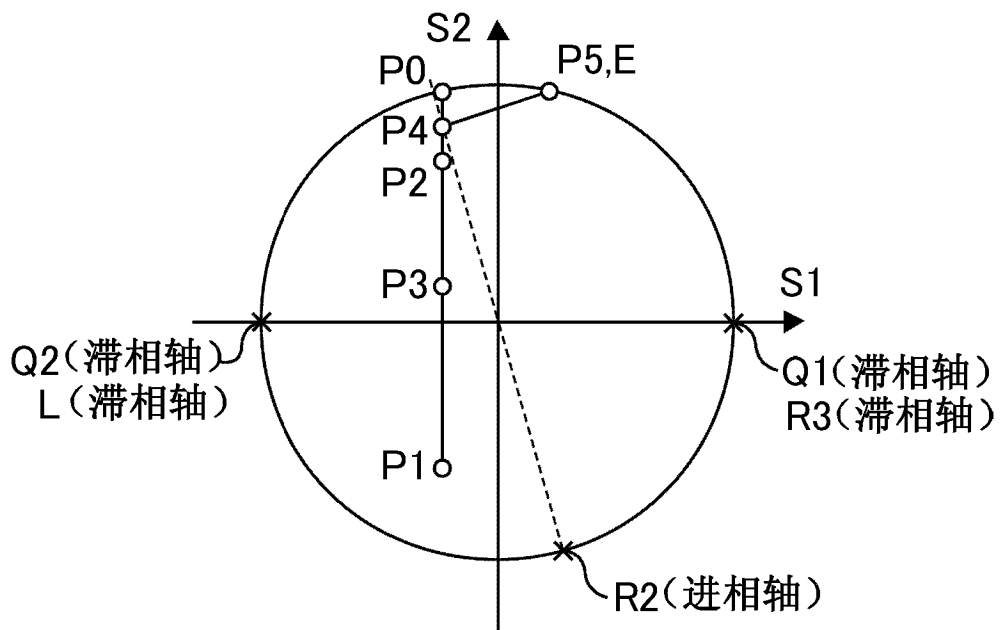


图 15

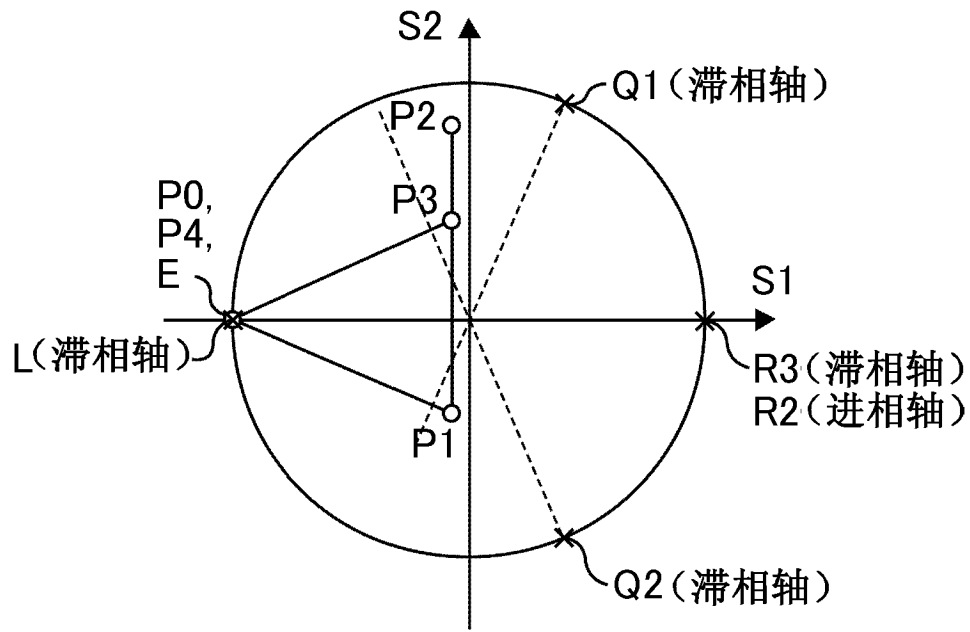


图 16

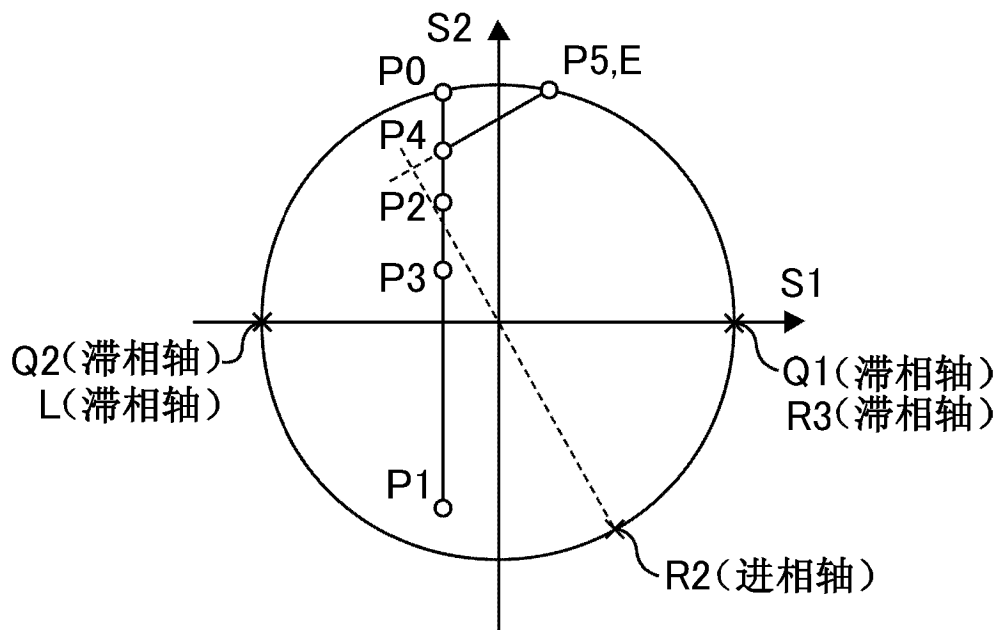


图 17

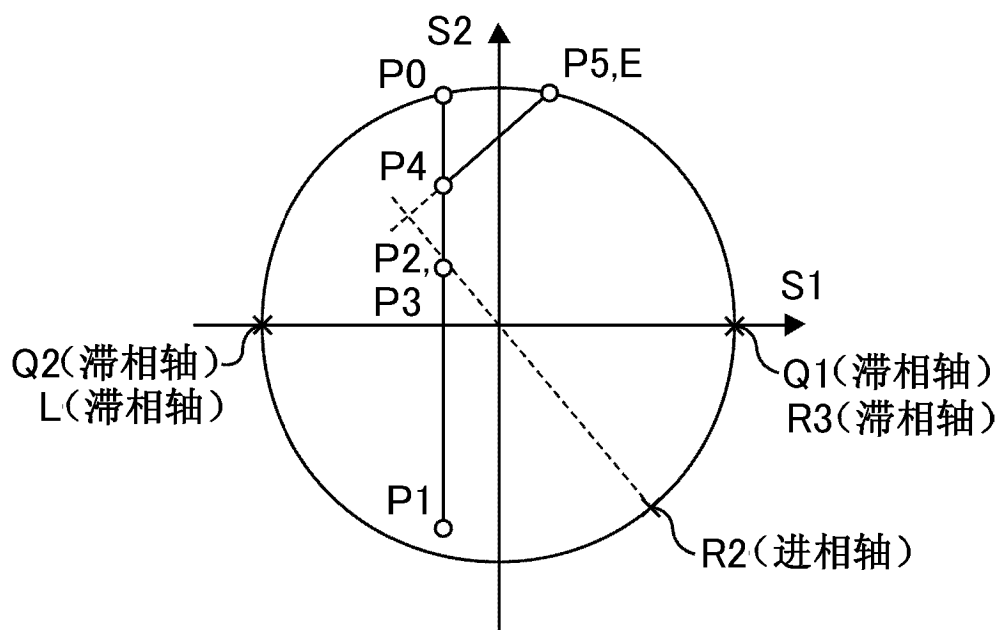


图 18

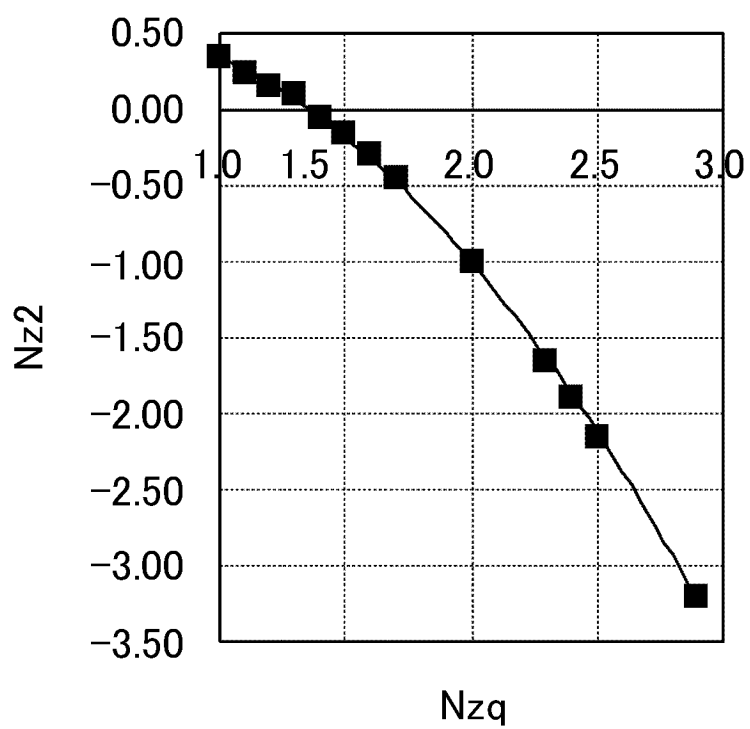


图 19

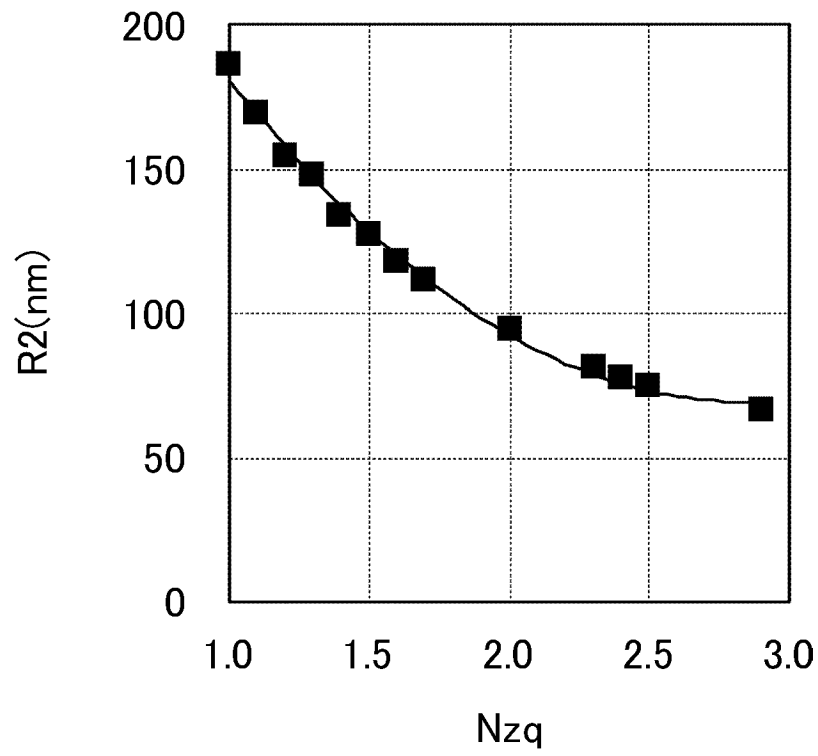


图 20

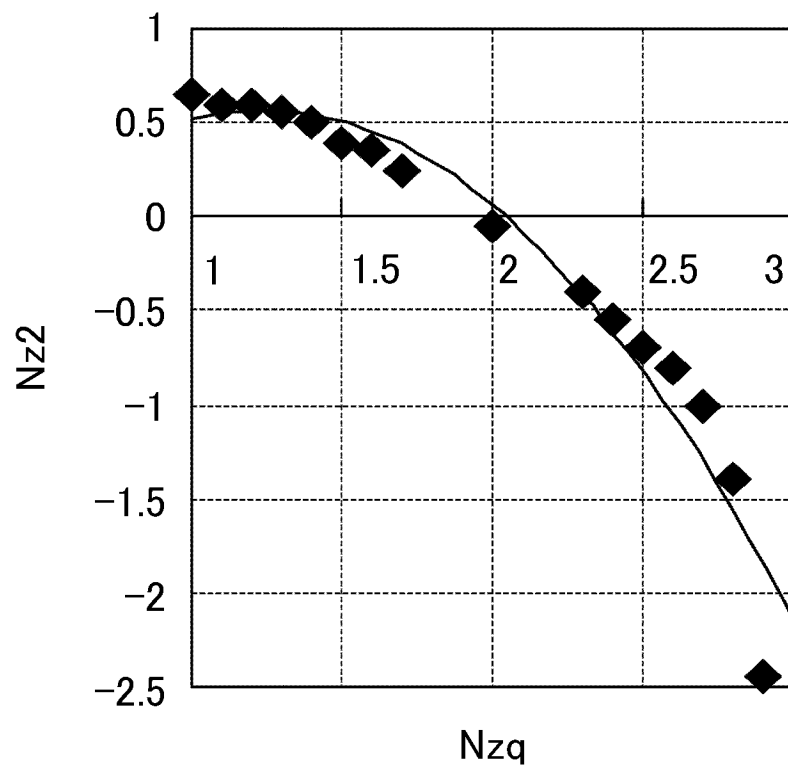


图 21

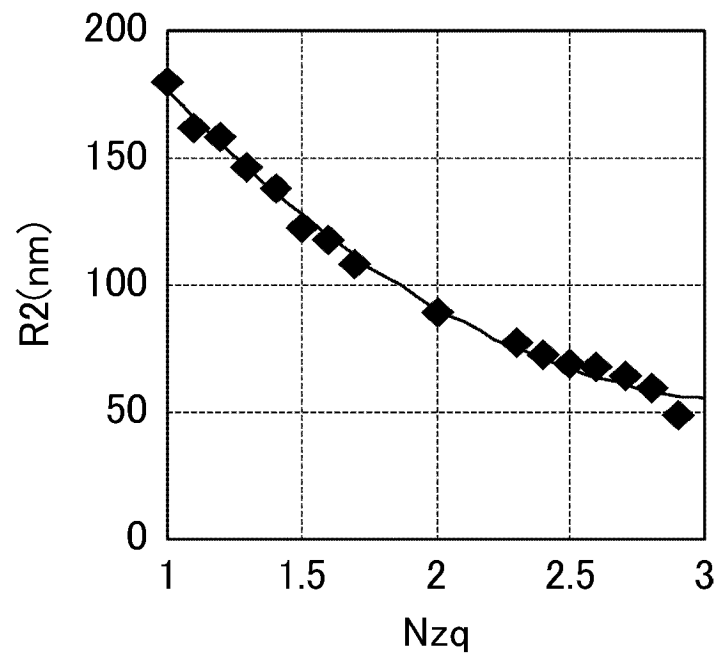


图 22

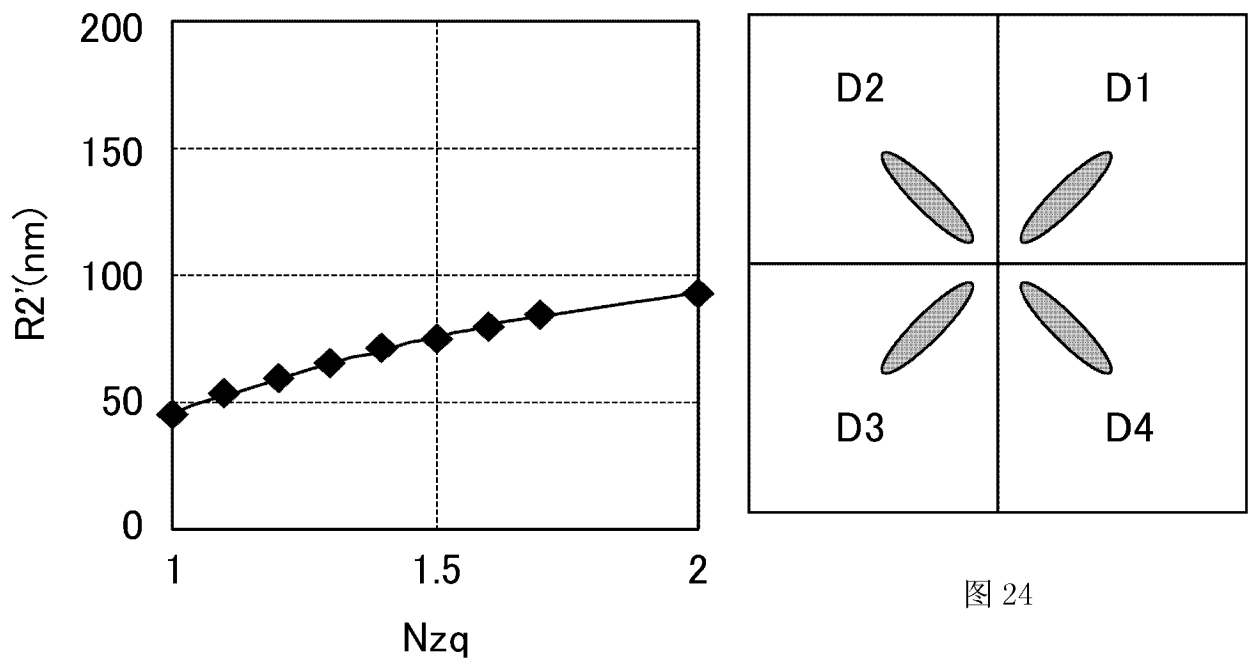


图 23

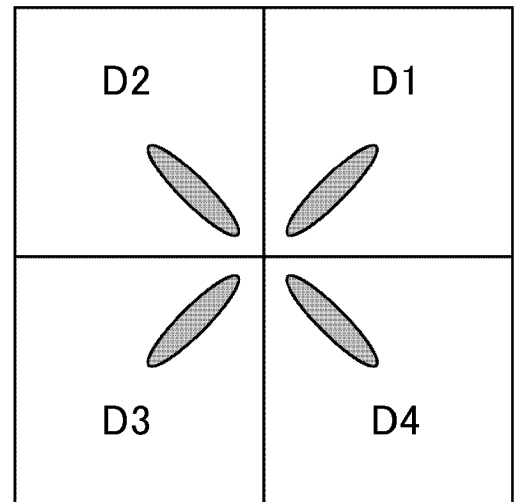


图 24

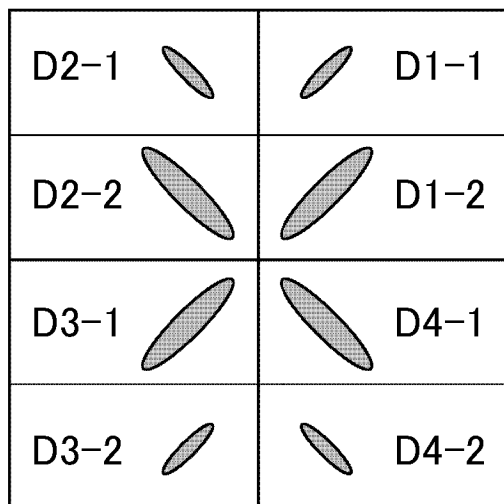


图 25

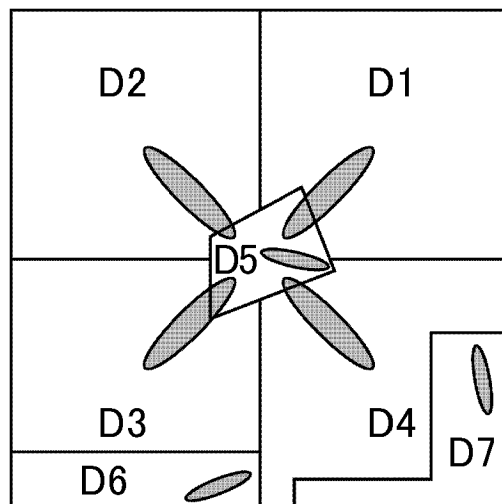


图 26

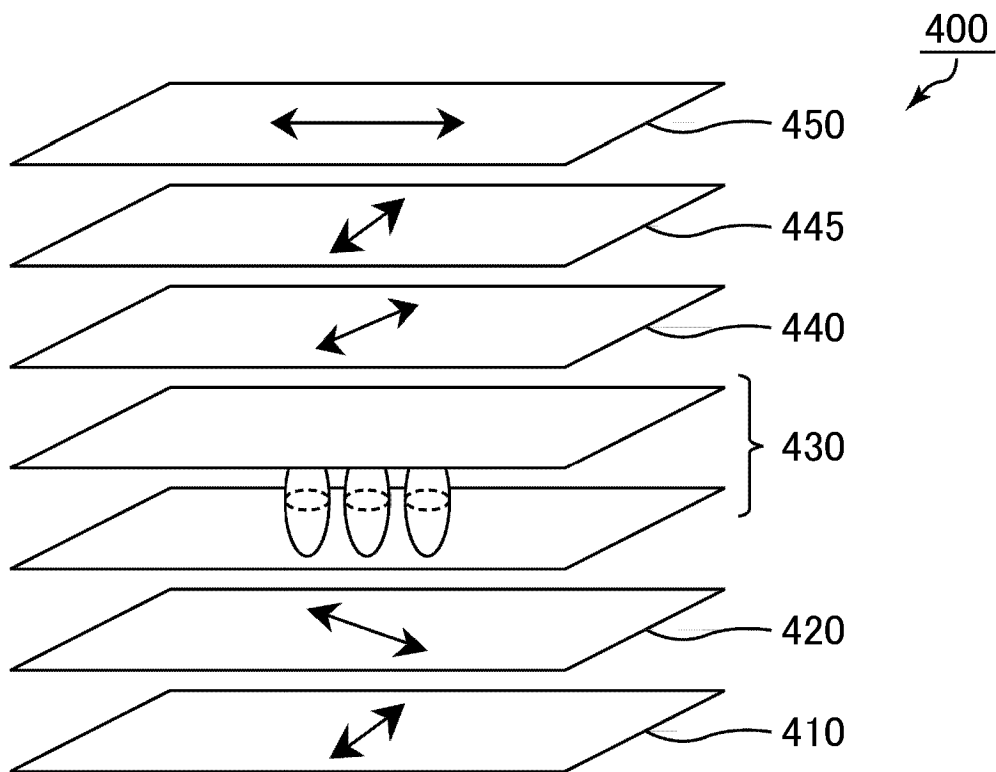


图 27

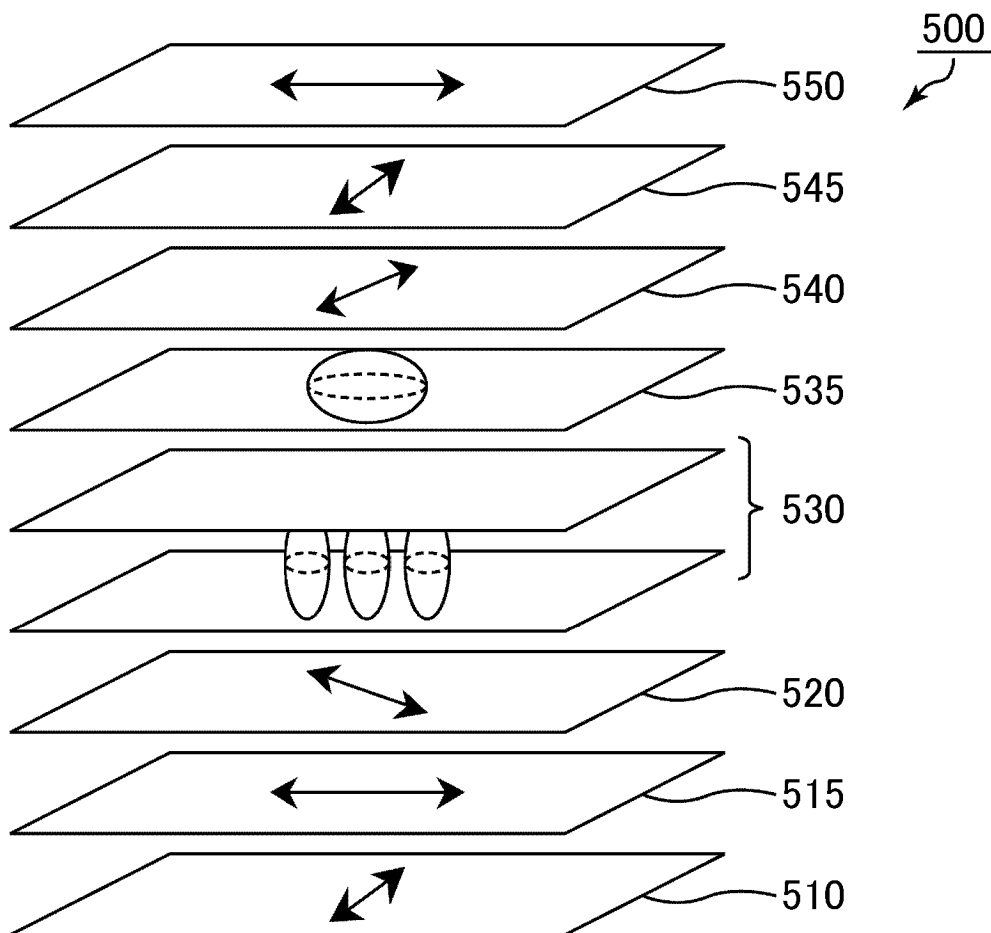


图 28

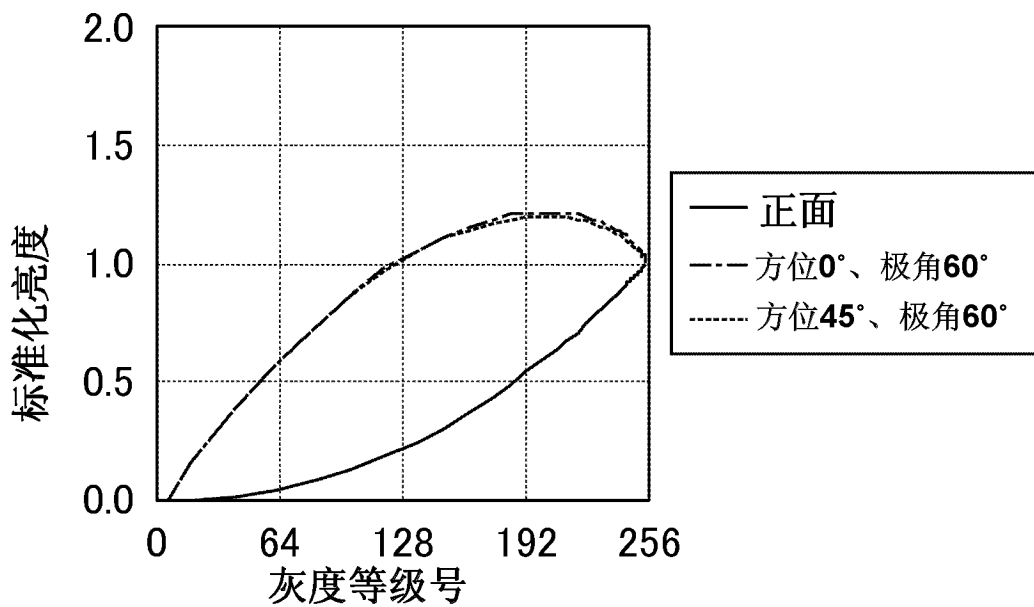


图 29

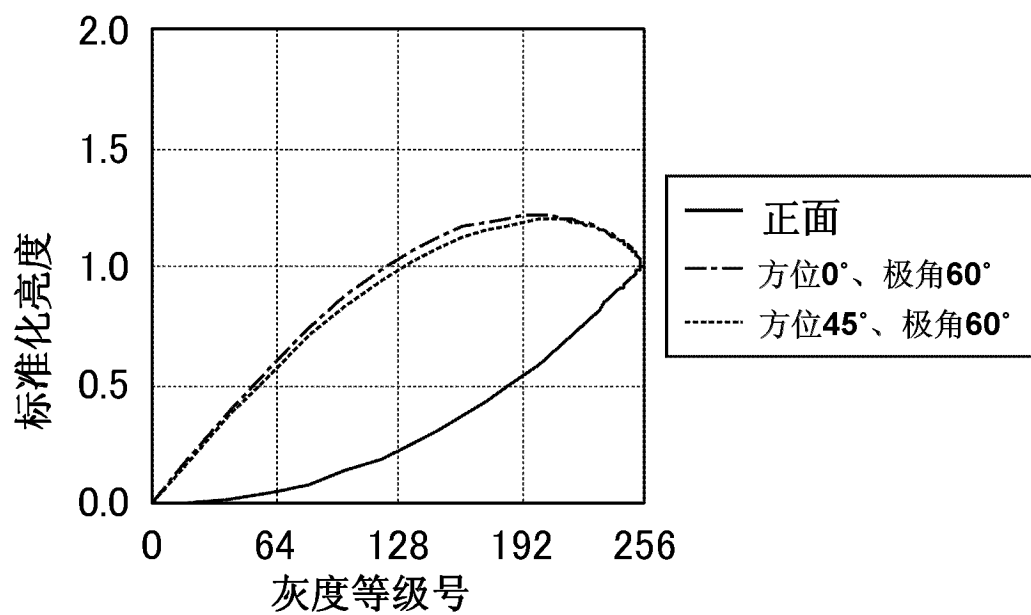


图 30

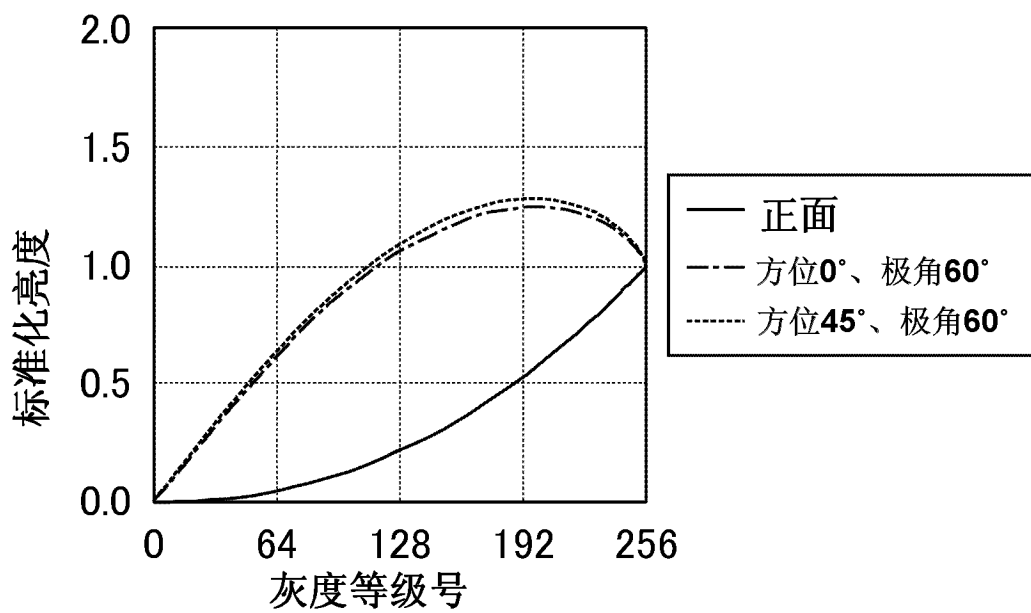


图 31

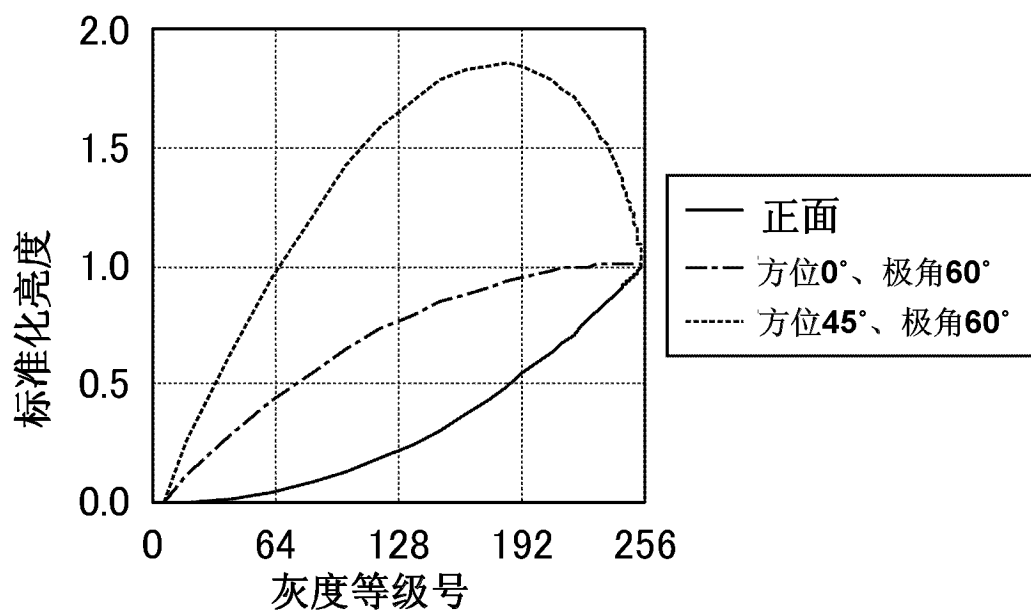


图 32

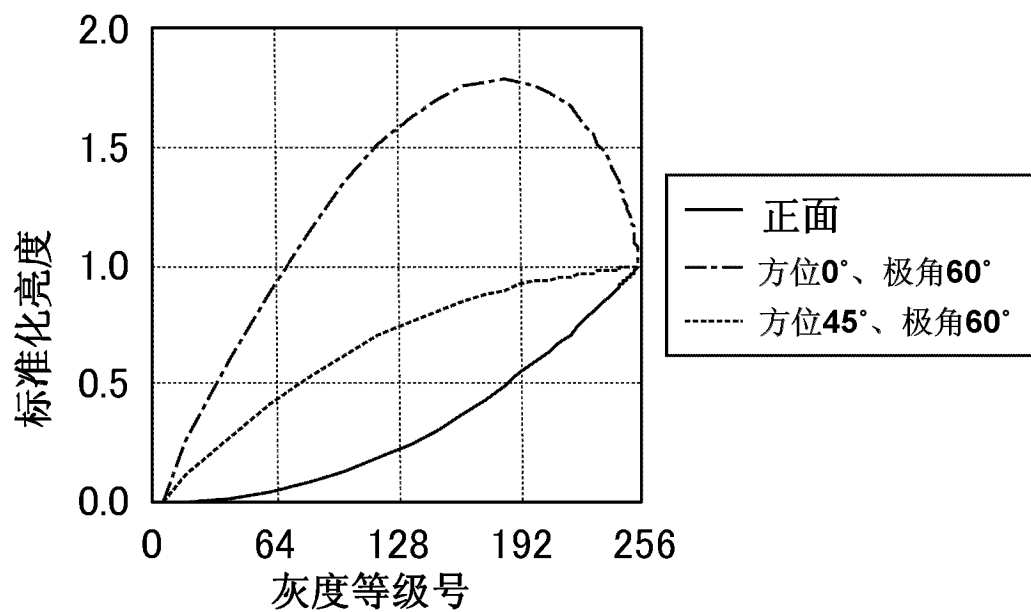


图 33

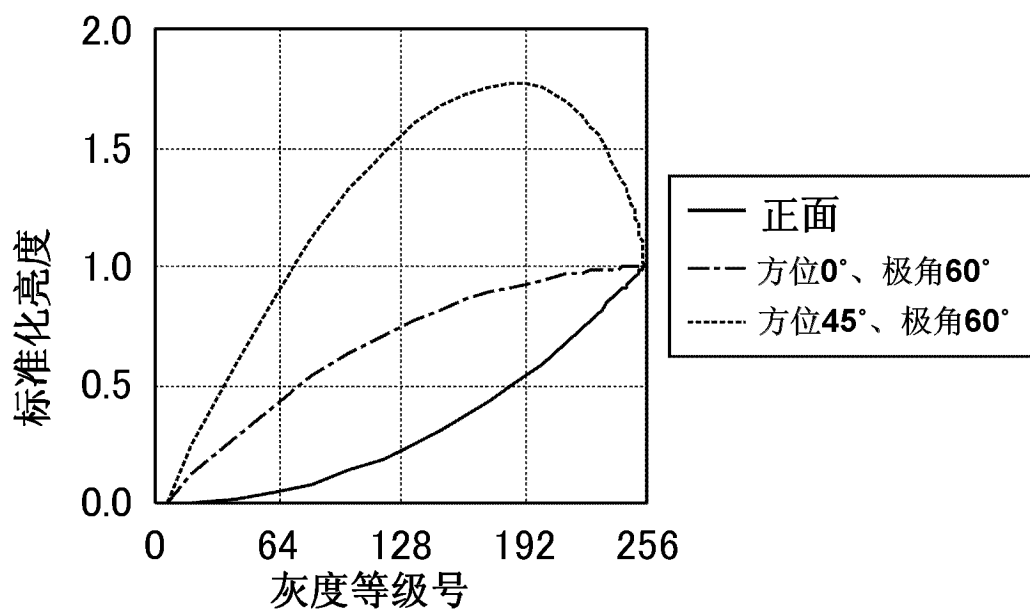


图 34

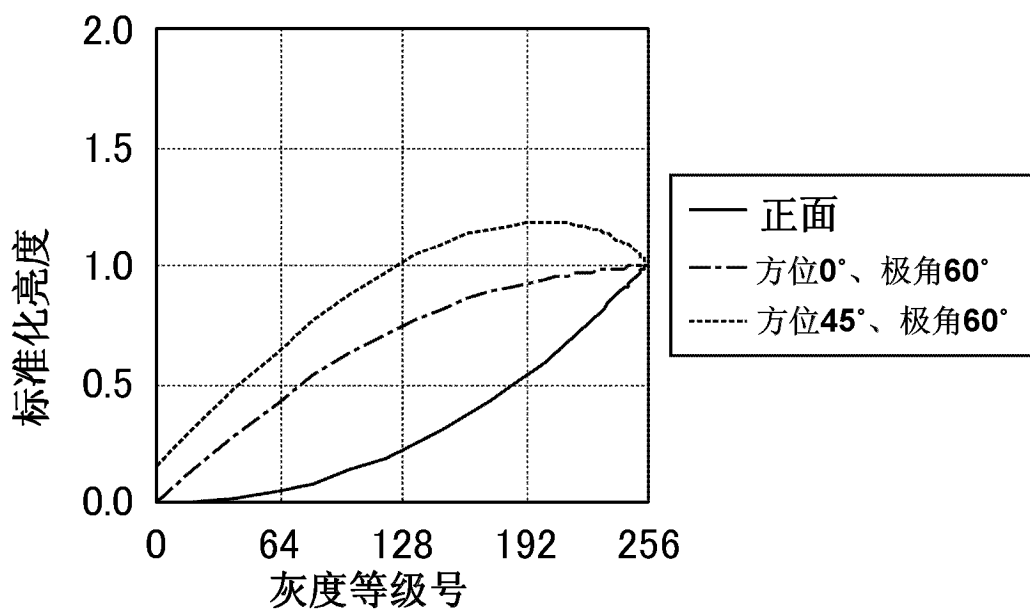


图 35

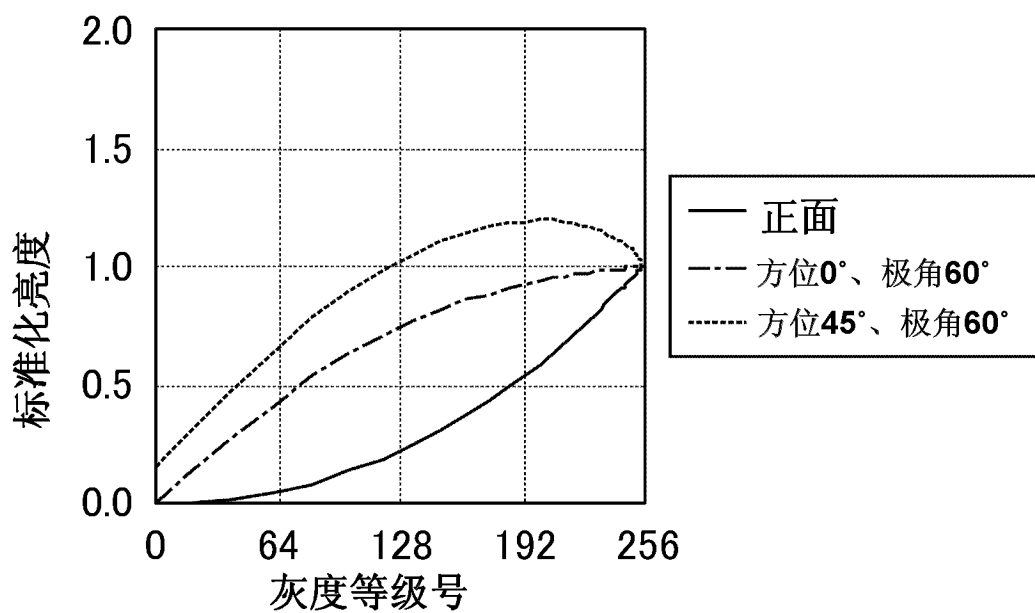


图 36

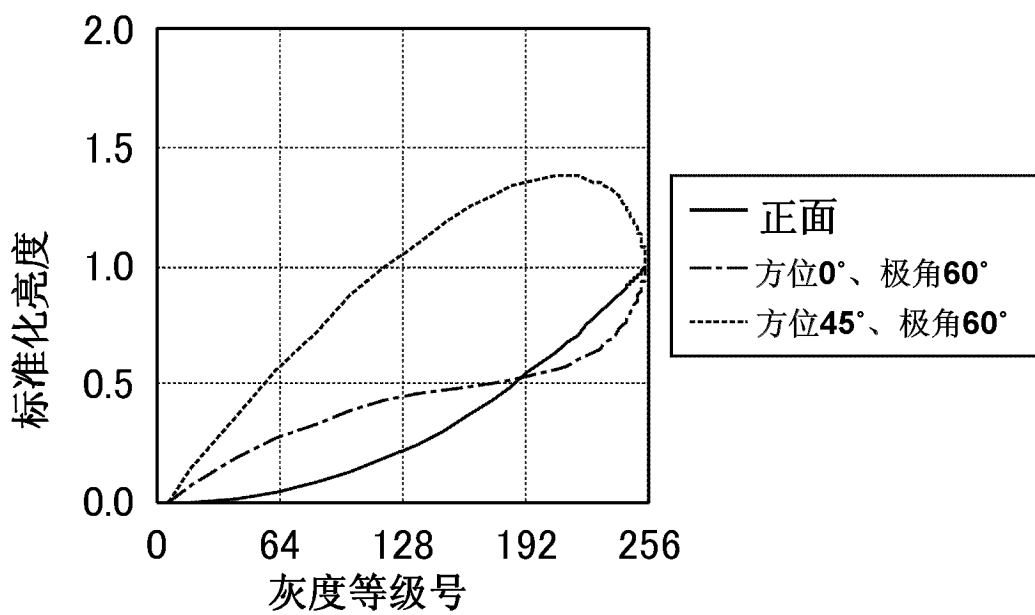


图 37

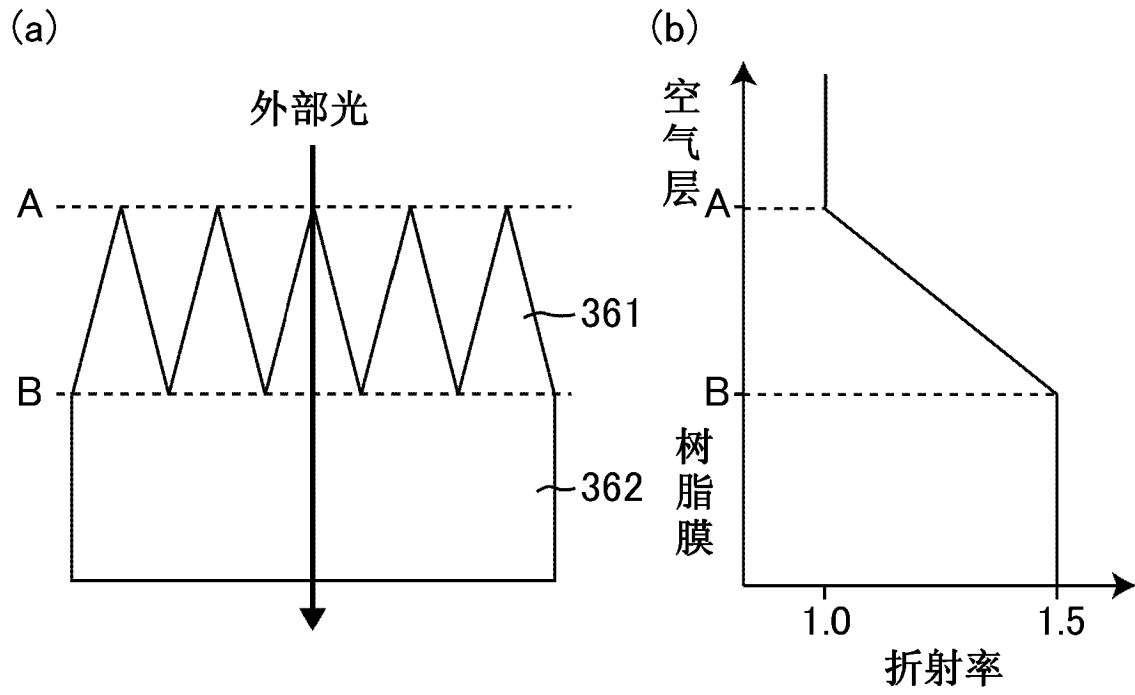


图 38

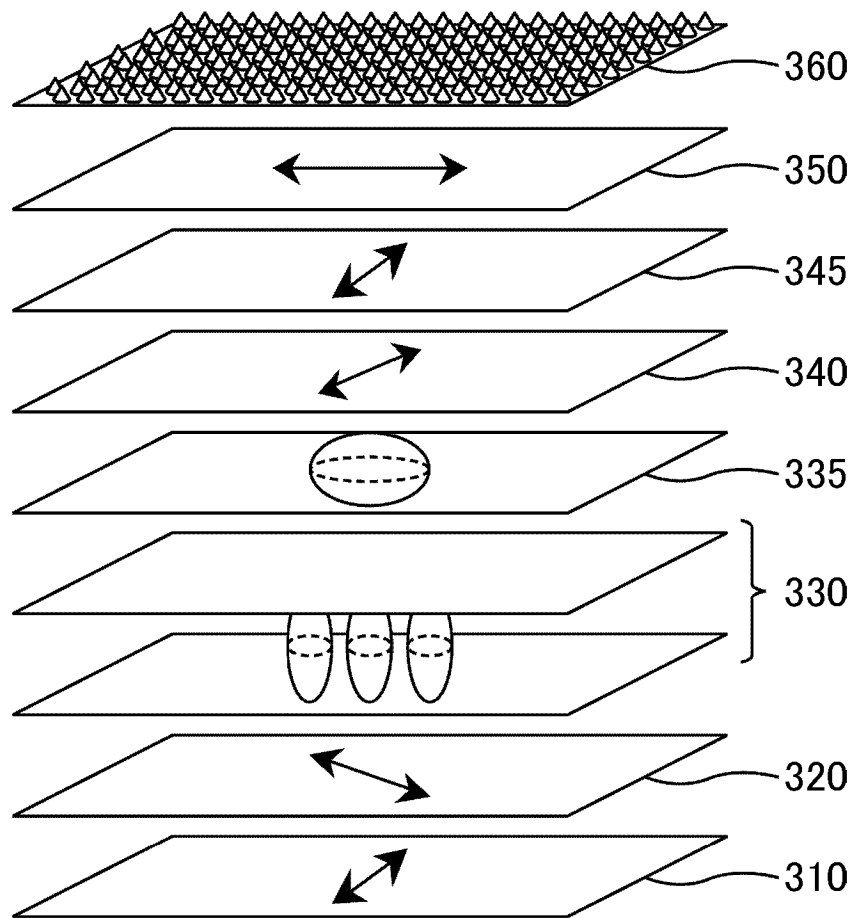


图 39

专利名称(译)	液晶显示装置		
公开(公告)号	CN102472919B	公开(公告)日	2014-10-15
申请号	CN201080031437.1	申请日	2010-03-18
[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	坂井彰		
发明人	坂井彰		
IPC分类号	G02F1/13363 G02B5/30 G02F1/1335		
CPC分类号	G02F2413/03 G02F2001/133757 G02B27/286 G02F2413/08 G02F2001/133541 G02F2413/02 G02F1/133502 G02F2001/133742 G02F1/133634 G02F2001/133638		
审查员(译)	张贝		
优先权	2009178238 2009-07-30 JP		
其他公开文献	CN102472919A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供在方位45°的从中间灰度等级到高灰度等级的灰度等级视野角优秀的圆偏振光VA模式的液晶显示装置。本发明的液晶显示装置的特征在于，上述液晶显示装置依次具有第一偏振片、第一λ/4板、液晶单元、第二λ/4板和第二偏振片，在将第二偏振片的吸收轴的方位定义为0°时，上述第二λ/4板的面内滞相轴呈大致45°的角度，上述第一λ/4板的面内滞相轴呈大致135°的角度，上述第一偏振片的吸收轴呈大致90°的角度，通过使液晶层中的液晶分子从与基板面大致垂直地取向变为相对于基板面倾斜地取向，使显示亮度变化，上述液晶层具有液晶分子分别向12.5°~32.5°方位、102.5°~122.5°方位、192.5°~212.5°方位和282.5°~302.5°方位倾斜取向的畴。

