



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102549485 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 17

(21) 申请号 201080043881. 5

(22) 申请日 2010. 05. 20

(30) 优先权数据

2009-233704 2009. 10. 07 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 03. 30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/058547 2010. 05. 20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/043098 JA 2011. 04. 14

(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 樱木一义 长谷川雅浩

(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)

G02F 1/1335(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1745330 A, 2006. 03. 08, 全文.

CN 101506724 A, 2009. 08. 12, 全文.

CN 101379427 A, 2009. 03. 04, 全文.

JP 2008249915 A, 2008. 10. 16, 全文.

JP 2009037049 A, 2009. 02. 19, 全文.

W0 2009113208 A1, 2009. 09. 17, 全文.

审查员 纪红

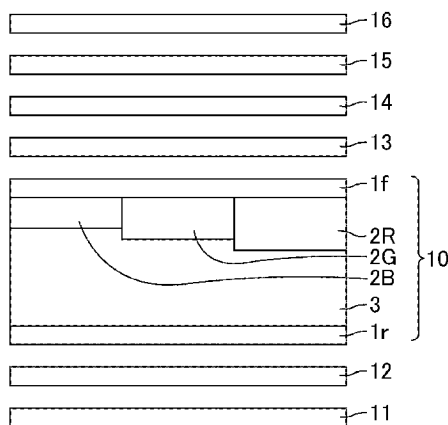
权利要求书4页 说明书32页 附图15页

(54) 发明名称

液晶显示装置

(57) 摘要

本发明提供在广视野角范围内对比度高且黑显示时的着色少的液晶显示装置,本发明的液晶显示装置依次具有:偏振片; $n_x > n_y \geq n_z$ 的第一 $\lambda/4$ 板;垂直取向型的液晶单元;具有与第一 $\lambda/4$ 板大致相同的 N_z 系数且 $n_x > n_y \geq n_z$ 的第二 $\lambda/4$ 板; $n_x < n_y \leq n_z$ 的双折射层;和偏振片,液晶单元具有液晶层以及蓝、绿和红的CF层,并且满足下述式中的至少一个, $R(B)/R(G) > \Delta n(B)/\Delta n(G)$, $R(R)/R(G) < \Delta n(R)/\Delta n(G)$,式中, $R(B)$ 、 $R(G)$ 和 $R(R)$ 分别表示波长450nm、波长550nm和波长650nm的该液晶单元的厚度方向相位差, $\Delta n(B)$ 、 $\Delta n(G)$ 和 $\Delta n(R)$ 分别表示波长450nm、波长550nm和波长650nm的构成该液晶层的液晶材料的双折射。



1. 一种液晶显示装置,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,

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,

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 $\lambda/4$ 的第一个第一种双折射层;

包括相对的一对基板的液晶单元;

具有与该第一个第一种双折射层大致相同的 N_z 系数,且面内相位差被调整为 $\lambda/4$ 的第二个第一种双折射层;

第二种双折射层;和

第二偏振片,

该第一个第一种双折射层的面内滞相轴与该第一偏振片的吸收轴成大致 45° 的角度,

该第二个第一种双折射层的面内滞相轴与该第一个第一种双折射层的面内滞相轴大致正交,

该第二偏振片的吸收轴与该第一偏振片的吸收轴大致正交,

该第二种双折射层的面内进相轴与该第二偏振片的吸收轴大致正交,

该液晶单元是在该一对基板之间具有液晶层和分别将蓝色、绿色和红色中的某一种颜色分离的至少蓝色、绿色和红色的彩色滤光片层,并且满足下述式 (1) 和 (2) 中的至少一个的垂直取向型的液晶单元,

$$R_{th_all}(B)/R_{th_all}(G) > \Delta n_{LC}(B)/\Delta n_{LC}(G) \quad (1),$$

$$R_{th_all}(R)/R_{th_all}(G) < \Delta n_{LC}(R)/\Delta n_{LC}(G) \quad (2),$$

式中, $R_{th_all}(B)$ 、 $R_{th_all}(G)$ 和 $R_{th_all}(R)$ 分别表示在该第一个第一种双折射层与该液晶单元之间和该液晶单元与该第二个第一种双折射层之间中的至少一个存在至少一层第三种双折射层的情况下,使波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的该液晶单元的厚度方向相位差与波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的该第三种双折射层的厚度方向相位差相加而得到的值,

$\Delta n_{LC}(B)$ 、 $\Delta n_{LC}(G)$ 和 $\Delta n_{LC}(R)$ 分别表示波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的构成该液晶层的液晶材料的双折射。

2. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置,其特征在于:

在所述液晶显示装置中,在将与设置有蓝色、绿色和红色的彩色滤光片层的区域对应的所述液晶层的厚度分别设为 $d(R)$ 、 $d(G)$ 和 $d(B)$ 时,

$d(R)$ 、 $d(G)$ 和 $d(B)$ 中的至少一个与其它不同。

3. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置,其特征在于:

在所述液晶显示装置中,在将波长 650nm 的红色的彩色滤光片层的厚度方向相位差设为 $R_{th_cf}(R)$ 、波长 550nm 中的绿色的彩色滤光片层的厚度方向相位差设为 $R_{th_cf}(G)$ 、波长 450nm 中的蓝色的彩色滤光片层的厚度方向相位差设为 $R_{th_cf}(B)$ 时,

$R_{th_cf}(R)$ 、 $R_{th_cf}(G)$ 和 $R_{th_cf}(B)$ 中的至少一个与其它不同。

4. 如权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:

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中的至少一个,所述液晶显示装置具有至少一层所述第三种双折射层。

5. 如权利要求 4 所述的液晶显示装置,其特征在于:

在将所述第一个第一种双折射层和第二个第一种双折射层的 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_{lc} ,

将在所述第一个第一种双折射层与所述第二个第一种双折射层之间配置的至少一层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 (3) ~ (5),

$$1.0 \leq N_{zq} \leq 2.9 \quad (3),$$

$$(169\text{nm} \times N_{zq} - 81\text{nm}) - 30\text{nm} \leq R_{lc} + R_3 \quad (4),$$

$$R_{lc} + R_3 \leq (169\text{nm} \times N_{zq} - 81\text{nm}) + 30\text{nm} \quad (5)。$$

6. 如权利要求 5 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} ,将面内相位差定义为 R_2 时,

满足下述式 (6) ~ (9),

$$(-0.63 \times N_{zq}^2 + 0.56 \times N_{zq} + 0.40) - 0.35 \leq N_{z2} \quad (6),$$

$$N_{z2} \leq (-0.63 \times N_{zq}^2 + 0.56 \times N_{zq} + 0.40) + 0.35 \quad (7),$$

$$(43\text{nm} \times N_{zq}^2 - 226\text{nm} \times N_{zq} + 370\text{nm}) - 30\text{nm} \leq R_2 \quad (8),$$

$$R_2 \leq (43\text{nm} \times N_{zq}^2 - 226\text{nm} \times N_{zq} + 370\text{nm}) + 30\text{nm} \quad (9)。$$

7. 如权利要求 6 所述的液晶显示装置,其特征在于:

满足 $1.40 \leq N_{zq}$ 。

8. 如权利要求 4 所述的液晶显示装置,其特征在于:

在将所述第一个第一种双折射层和第二个第一种双折射层的 N_z 系数定义为 N_{zq} 时,

满足 $N_{zq} < 2.00$ 。

9. 如权利要求 4 所述的液晶显示装置,其特征在于:

在将所述第一个第一种双折射层和第二个第一种双折射层的 N_z 系数定义为 N_{zq} ,将所述第二种双折射层的 N_z 系数定义为 N_{z2} ,将面内相位差定义为 R_2 时,

满足 $N_{zq} < 1.40$,满足 $-0.35 \leq N_{z2} \leq 0$,并且满足 $108\text{nm} \leq R_2 \leq 168\text{nm}$ 。

10. 如权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:

在所述第一个第一种双折射层与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,所述液晶显示装置不具有所述第三种双折射层。

11. 如权利要求 10 所述的液晶显示装置,其特征在于:

在将所述第一个第一种双折射层和第二个第一种双折射层的 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_{lc} 时,

满足下述式 (3)、(10) 和 (11),

$$1.0 \leq N_{zq} \leq 2.9 \quad (3),$$

$$(169\text{nm} \times N_{zq} - 81\text{nm}) - 30\text{nm} \leq R_{lc} \quad (10),$$

$$R_{lc} \leq (169\text{nm} \times N_{zq} - 81\text{nm}) + 30\text{nm} \quad (11)。$$

12. 如权利要求 11 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} ,将面内相位差定义为 R_2 时,

满足下述式 (6) ~ (9),

$$(-0.63 \times Nzq^2 + 0.56 \times Nzq + 0.40) - 0.35 \leq Nz2 \quad (6),$$

$$Nz2 \leq (-0.63 \times Nzq^2 + 0.56 \times Nzq + 0.40) + 0.35 \quad (7),$$

$$(43nm \times Nzq^2 - 226nm \times Nzq + 370nm) - 30nm \leq R2 \quad (8),$$

$$R2 \leq (43nm \times Nzq^2 - 226nm \times Nzq + 370nm) + 30nm \quad (9)。$$

13. 如权利要求 12 所述的液晶显示装置,其特征在于:

满足 $1.40 \leq Nzq$ 。

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

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

15. 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 时,满足 $2.00 \leq Nzq$ 。

16. 如权利要求 10 所述的液晶显示装置,其特征在于:

所述液晶显示装置还包括蛾眼薄膜,

所述蛾眼薄膜配置于露出到所述液晶显示装置的外部的显示面。

17. 一种液晶显示装置,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 $\lambda/4$ 的第一个第一种双折射层;

包括相对的一对基板的液晶单元;

具有与该第一个第一种双折射层大致相同的 Nz 系数,且面内相位差被调整为 $\lambda/4$ 的第二个第一种双折射层;

第二种双折射层;和

第二偏振片,

该第一个第一种双折射层的面内滞相轴与该第一偏振片的吸收轴成大致 45° 的角度,

该第二个第一种双折射层的面内滞相轴与该第一个第一种双折射层的面内滞相轴大致正交,

该第二偏振片的吸收轴与该第一偏振片的吸收轴大致正交,

该第二种双折射层的面内进相轴与该第二偏振片的吸收轴大致正交,

该液晶单元是在该一对基板之间具有液晶层和分别将蓝色、绿色和红色中的某一种颜色分离的至少蓝色、绿色和红色的彩色滤光片层,并且满足下述式 (12) 和 (13) 中的至少一个的垂直取向型的液晶单元,

$$Rth_c(B)/Rth_c(G) > \Delta n_LC(B)/\Delta n_LC(G) \quad (12),$$

$$Rth_c(R)/Rth_c(G) < \Delta n_LC(R)/\Delta n_LC(G) \quad (13),$$

式中, $Rth_c(B)$ 、 $Rth_c(G)$ 和 $Rth_c(R)$ 分别表示波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的该液晶单元的厚度方向相位差,

$\Delta n_{LC}(B)$ 、 $\Delta n_{LC}(G)$ 和 $\Delta n_{LC}(R)$ 分别表示波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的构成该液晶层的液晶材料的双折射。

18. 一种液晶显示装置,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,

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,

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 $\lambda/4$ 的第一个第一种双折射层;

包括相对的一对基板的液晶单元;

具有与该第一个第一种双折射层大致相同的 N_z 系数,且面内相位差被调整为 $\lambda/4$ 的第二个第一种双折射层;

第二种双折射层;和

第二偏振片,

在该第一个第一种双折射层与该液晶单元之间和该液晶单元与该第二个第一种双折射层之间中的至少一个,该液晶显示装置具有至少一层第三种双折射层,

该第一个第一种双折射层的面内滞相轴与该第一偏振片的吸收轴成大致 45° 的角度,

该第二个第一种双折射层的面内滞相轴与该第一个第一种双折射层的面内滞相轴大致正交,

该第二偏振片的吸收轴与该第一偏振片的吸收轴大致正交,

该第二种双折射层的面内进相轴与该第二偏振片的吸收轴大致正交,

该液晶单元是在该一对基板之间具有液晶层和分别将蓝色、绿色和红色中的某一种颜色分离的至少蓝色、绿色和红色的彩色滤光片层,并且满足下述式 (14) 和 (15) 中的至少一个的垂直取向型的液晶单元,

$$R_{th_t}(B)/R_{th_t}(G) > \Delta n_{LC}(B)/\Delta n_{LC}(G) \quad (14),$$

$$R_{th_t}(R)/R_{th_t}(G) < \Delta n_{LC}(R)/\Delta n_{LC}(G) \quad (15),$$

式中, $R_{th_t}(B)$ 、 $R_{th_t}(G)$ 和 $R_{th_t}(R)$ 分别表示波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的该液晶单元的厚度方向相位差与该第三种双折射层的厚度方向相位差的合计值,

$\Delta n_{LC}(B)$ 、 $\Delta n_{LC}(G)$ 和 $\Delta n_{LC}(R)$ 分别表示波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的构成该液晶层的液晶材料的双折射。

液晶显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及液晶显示装置。更具体地讲,涉及使用了圆偏光板的 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或者电视接收机为代表的各种信息处理装置的显示装置正在被广泛利用。特别是,被期待着 TFT 方式的液晶显示装置(以下也称为“TFT-LCD”)广泛普及且市场进一步扩大,与此相伴随地还期望画质进一步提高。以下,以 TFT-LCD 为例进行说明,但是本发明不限于 TFT-LCD,能够适用于普遍的液晶显示装置,例如也能够适用于单纯矩阵方式、等离子体寻址方式等的液晶显示装置。

[0003] 至今为止,在 TFT-LCD 中最广泛使用的方式是使具有正的介电常数各向异性的液晶在相互相对的基板之间水平取向的所谓 TN(扭转向列)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° 。在这样的 TN 模式的液晶显示装置中,虽然确立了廉价的制造技术,产业上比较成熟,但是难以实现高对比度。

[0004] 相对于此,已知使具有负的介电常数各向异性的液晶在相互相对的基板之间垂直取向的所谓 VA 模式的液晶显示装置。在 VA 模式的液晶显示装置中,由于在没有施加电压时液晶分子沿着相对于基板面大致垂直的方向取向,因此液晶单元几乎不表现出双折射性和旋光性,使光几乎不改变其偏振状态地通过液晶单元。因此,通过在液晶单元的上下将一对偏振片(直线偏光板)配置成其吸收轴相互正交(以下也称为“正交尼克尔偏振片”),在没有施加电压时能够实现大致完全的黑显示。在施加大于等于阈值电压的电压时(以下仅大致设为施加电压时),液晶分子倾斜,成为与基板大致平行,表现出大的双折射性,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为最大的观点出发,通常设定成偏振片的轴方位与施加电压时的液晶分子的倾斜方位成 45° 的角度。这是因为在正交尼克尔偏振片之间夹着双折射介质时的透过率,当将偏振片的轴与双折射介质的滞相轴构成的角度设为 α (单位:rad)时,与 $\sin^2(2\alpha)$ 成比例。在典型的 MVA 模式中,可以分割成液晶分子的倾斜方位是 45° 、 135° 、 225° 、 315° 的 4 个畴。在分割为这样 4 个畴的 MVA 模式中,在畴之间的边界或者取向控制单元附近,大多观察到纹影(Schliere)取向或者向非意图方向的取向,成为透过率损失的原因。

[0007] 为了解决这个问题,研究了使用圆偏光板的 VA 模式的液晶显示装置(例如,参照

专利文献 1。)。根据这样的液晶显示装置,在相互正交的左右圆偏光板之间夹着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构成的角度,因此液晶分子的倾斜方位即使是 45° 、 135° 、 225° 、 315° 以外,但只要能够控制液晶分子的倾斜就能够确保期望的透过率。因此,例如可以在像素中央配置圆形的突起物物使液晶分子在整个方位倾斜,或者也可以完全不控制倾斜方位而使其向随机的方位倾斜。另外,在本说明书中,也将使用圆偏光板的 VA 模式称为圆偏振光 VA 模式或者圆偏振光模式。相对于此,也将使用直线偏光板的 VA 模式称为直线偏振光 VA 模式或者直线偏振光模式。另外,圆偏光板如已经熟知的那样,典型地由直线偏光板与 $\lambda/4$ 板的组合构成。

[0008] 而且,已知有:由于圆偏振光在用反射镜等反射时具有左右手性 交替的性质,因此例如当在反射镜上配置左旋圆偏光板且使光入射时,透过圆偏光板变换为左旋圆偏振光的光通过被反射镜反射,变换成右旋圆偏振光,其右旋圆偏振光不能够透过上述左旋圆偏光板,其结果,在圆偏光板中有防止反射的光学功能。这种圆偏光板的防止反射的光学功能由于能够防止在室外等明亮环境中观察显示装置的情况下的无用反射,因此具有以 VA 模式的液晶显示装置为代表的显示装置的明室对比度改善效果。这里,上述所谓无用反射,认为主要是由存在于显示装置内部的透明电极或者 TFT 元件的金属配线等产生的反射。当不防止该无用的反射时,即使是在暗室环境中实现大致完全黑显示的显示装置,在明室环境中观察时,显示装置的黑显示时的光量增大,其结果也使对比度下降。

[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透过率改善效果和无用反射防止效果,但是在现有的圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置中,在斜视野角下的对比度低,不能够得到充分的视野角特性这一点还有改善的余地。对此,提出了各种使用双折射层(相位差薄膜)的视野角特性的改良技术。例如,该专利文献 1 中公开了下述(A)的方法,在专利文献 2 中公开了下述(B)的方法,在专利文献 3 中公开了下述(C)的方法,在专利文献 4 中公开了下述(D)的方法,在该非专利文献 1 中公开了下述(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] 先行技术文献

[0016] 专利文献

[0017] 专利文献 1:特开 2002-40428 号公报

[0018] 专利文献 2:特开 2009-37049 号公报

[0019] 专利文献 3:特开 2003-207782 号公报

[0020] 专利文献 4:特开 2003-186017 号公报

[0021] 非专利文献

[0022] 非专利文献 1: Zhibing Ge, 另外 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] 这样, 本发明者们对于提高圆偏振光 VA 模式中的视野角特性进行了各种研究, 而在每一种技术中, 由于仅在单波长 (通常是 550nm) 中优化设计双折射层的相位差条件, 因此在设计波长以外, 黑显示时发生漏光, 因此, 在斜视角中发生着色现象这一点尚有改善的

余地。另外,如在上述专利申请(日本特愿 2009-015927)中记载的液晶显示装置那样,在实现了高对比度的情况下,特别是在黑显示时,在斜视角中,发生设计波长以外的漏光即着色现象。另外,在对比度低的情况下,即在黑显示时漏光多的情况下,通常即使没有特别下功夫也几乎不发生着色。

[0030] 本发明是鉴于上述现状而完成的,目的在于提供在广视野角范围内对比度高,且在广视野角范围和波长范围内能够抑制黑显示时的漏光的液晶显示装置。

[0031] 用于解决课题的手段

[0032] 本发明者们对于在广视野角范围内对比度高,而且在广视野角范围和波长范围内能够抑制黑显示时的漏光的液晶显示装置进行了各种研究的结果,着眼于 2 块 $\lambda/4$ 板(第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板)之间的部件的厚度方向相位差,发现了 2 块 $\lambda/4$ 板之间的部件的厚度方向相位差的波长分散特性影响黑显示时的斜视角中的着色。而且,如上所述,发现了通过将 2 块 $\lambda/4$ 板做成满足 $n_x > n_y \geq n_z$ 的关系的通用的双轴性 $\lambda/4$ 板,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,能够在广视野角范围内减少黑显示状态的漏光,实现了高对比度,而且在此基础上,对于液晶材料固有的波长分散特性(Δn),通过增大液晶单元(和第三种双折射层)的波长分散特性,能够抑制黑显示时的斜视角中的设计波长以外的漏光,由此想到能够很好地解决上述课题,而完成了本发明。

[0033] 即,本发明是一种液晶显示装置,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,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,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 $\lambda/4$ 的第一个第一种双折射层;包括相对的一对基板的液晶单元;具有与该第一个第一种双折射层大致相同的 N_z 系数,且面内相位差被调整为 $\lambda/4$ 的第二个第一种双折射层;第二种双折射层;和第二偏振片,该第一个第一种双折射层的面内滞相轴与该第一偏振片的吸收轴成大致 45° 的角度,该第二个第一种双折射层的面内滞相轴与该第一个第一种双折射层的面内滞相轴大致正交,该第二偏振片的吸收轴与该第一偏振片的吸收轴大致正交,该第二种双折射层的面内进相轴与该第二偏振片的吸收轴大致正交,该液晶单元是在该一对基板之间具有液晶层和分别将蓝色、绿色和红色中的某一种颜色分离的至少蓝色、绿色和红色的彩色滤光片层,并且满足下述式(1)和(2)中的至少一个的垂直取向型的液晶单元,

$$[0034] \quad R_{th_all}(B)/R_{th_all}(G) > \Delta n_{LC}(B)/\Delta n_{LC}(G) \quad (1),$$

$$[0035] \quad R_{th_all}(R)/R_{th_all}(G) < \Delta n_{LC}(R)/\Delta n_{LC}(G) \quad (2),$$

[0036] 式中, $R_{th_all}(B)$ 、 $R_{th_all}(G)$ 和 $R_{th_all}(R)$ 分别表示在该第一个第一种双折射层与该液晶单元之间和该液晶单元与该第二个第一种双折射层之间中的至少一个存在至少一层第三种双折射层的情况下,使波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的该液晶单元的厚度方向相位差与波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的该第三种双折射层的厚度方向相位差相加而得到的值, $\Delta n_{LC}(B)$ 、 $\Delta n_{LC}(G)$ 和 $\Delta n_{LC}(R)$ 分别表示波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的构成该液晶层的液晶材料的双折射。

[0037] 在本说明书中的所谓“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，所谓“第三种双折射层”是指满足 $n_x \approx n_y > n_z$ 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 在本说明书中，所谓“第一个第一种双折射层的 N_z 系数与第二个第一种双折射层的 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。所谓“第一个第一种双折射层的面内滞相轴与第一偏振片的吸收轴成大致 45° 的角度”表示：第一个第一种双折射层的面内滞相轴与第一偏振片的吸收轴所成的角为 $40 \sim 50^\circ$ 即可，特别优选 45° 。即使在第一个第一种双折射层的面内滞相轴与第一偏振片的吸收轴的相对角度不完全为 45° 的情况下，由于第一个第一种双折射层的面内滞相轴与第二个第一种双折射层的面内滞相轴正交，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。另一个面，在反射防止功能、提高透过率的方面，由于上述相对角度为 45° ，因此能够得到显著的效果。所谓“第二个第一种双折射层的面内滞相轴相对于第一个第一种双折射层的面内滞相轴大致正交”，可以是第二个第一种双折射层的面内滞相轴与第一个第一种双折射层的面内滞相轴所成的角度为 $88 \sim 92^\circ$ 即可，特别优选 90° 。所谓“第二偏振片的吸收轴相对于第一偏振片的吸收轴大致正交”表示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° 。所谓“第二种双折射层的面内进相轴相对于第二偏振片的吸收轴大致正交”表示：是第二种双折射层的面内进相轴与第二偏振片的吸收轴构成的角度为 $88 \sim 92^\circ$ 即可，特别优选 90° 。

[0041] 本发明的液晶显示装置，只要作为其构成要素具备上述的第一偏振片、第一个第

一种双折射层、液晶单元、第二个第一种双折射层、第二种双折射层和第二偏振片,对于其它的部件就没有特别限定。从确实地实现后述的本发明中的显示光的偏振光状态的变化观点出发,作为本发明的液晶显示装置的优选方式,可以举出除上述的第一偏振片、第一个第一种双折射层、液晶单元、第二个第一种双折射层、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。另外,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,作为本发明的液晶显示装置的进一步优选的方式,可以举出除上述的第一偏振片、第一个第一种双折射层、液晶单元、第二个第一种双折射层、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。另一个面,除上述的第一偏振片、第一个第一种双折射层、液晶单元、第二个第一种双折射层、第二种双折射层和第二偏振片外,也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。

[0042] 另外,本发明者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。另外,在本说明书中,所谓“方位”表示与液晶单元的基板面平行的方向中的朝向,取为 $0 \sim 360^\circ$,所谓“极角”表示液晶单元的来自基板面法线方向的倾斜角,取为 $0 \sim 90^\circ$ 。

[0043] 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个第一种双折射层和第二个第一种双折射层的 N_z 小于 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相互相邻配置的方式。在第一个第一种双折射层和第二个第一种双折射层的 N_z 为 2.00 以上的情况下,本发明的液晶显示装置也可以在该第一 $\lambda/4$ 板与该液晶单元之间和该液晶单元与该第二 $\lambda/4$ 板之间不具有第三种双折射层。

[0044] 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,只要配置于比上述第一 $\lambda/4$ 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。

[0045] 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。

[0046] 在一对透明基板之间,上述液晶单元具有液晶层,且还至少具有分别分离出蓝色、绿色和红色中的任一种颜色的蓝色、绿色和红色的彩色滤光片层,并且上述液晶单元是垂直取向型(Vertical Alignment(VA)模式)的液晶单元。上述液晶单元通过使液晶层中的液晶分子在基板面上大致垂直地取向以进行黑显示。在VA模式中,包括多畴垂直取向(MVA)模式、连续火焰状排列(CPA)模式、垂直取向构型(PVA)模式、偏向垂直取向(BVA)模式、反向扭转取向(RTN)模式、面内开关型垂直取向(IPS-VA)模式等。另外,在本说明书中,所谓“使液晶分子在基板面上大致垂直取向”是指液晶分子的平均预倾角为 80° 以上即可。另外,所谓红色,优选主波长为620nm以上680nm以下的颜色,进一步优选主波长为630nm以上670nm以下的颜色。所谓绿色,优选主波长为520nm以上580nm以下的颜色,进一步优选主波长为530nm以上570nm以下的颜色。所谓蓝色,优选主波长为420nm以上480nm以下的颜色,进一步优选主波长为430nm以上470nm以下的颜色。这样,上述液晶单元也可以具有透过(分离)蓝色的蓝色彩色滤光片层、透过(分离)绿色的绿色彩色滤光片层、透过(分离)红色的红色彩色滤光片层。

[0047] 上述液晶单元满足上述式(1)和(2)中的至少一个。由此,不仅是波长550nm附近的光(绿色的光),对于波长450nm附近的短波长的光(蓝色的光)和/或波长650nm附近的长波长的光(红色的光),也能够最佳地设计相位差条件。其结果,能够在广视野角范围和波长范围中抑制发生黑显示时的漏光。更详细地讲,在仅满足上述式(1)的情况下,能够抑制蓝色的漏光,在仅满足上述式(2)的情况下,能够抑制红色的漏光。另外,在满足上述式(1)和(2)的情况下,能够在几乎全部的可见光范围中抑制漏光,其结果,能够有效地抑制黑显示时在斜视角中发生着色现象。另外,蓝色和红色双方发生漏光的状态即着色为品红的状态,与仅是蓝色或者红色漏光的状态即着色为蓝色或者红色的状态相比较,一般说后者“着色少”。因此,即使仅满足上述式(1)和(2)中的一个的情况,也能够说着色少。而本说明书中,液晶单元的厚度方向相位差是包括一对透明基板(上述基板)的位于一对透明基板(上述基板)的内侧中的所有介质的、厚度方向相位差的合计值,即,是以液晶单元整体为试样测定的厚度方向相位差。因此,在液晶单元中,在除液晶层以外,透明基板、彩色滤光片层等液晶单元构成部件也具有相位差的情况下,液晶单元的厚度方向相位差是包括它们的合计值。

[0048] 对 $R_{th_all}(B)$ 、 $R_{th_all}(G)$ 和 $R_{th_all}(R)$ 进行更加详细的说明, $R_{th_all}(B)$ 、 $R_{th_all}(G)$ 和 $R_{th_all}(R)$,在上述第一个第一种双折射层与上述液晶单元之间和上述液晶单元与上述第二个第一种双折射层之间不存在第三种双折射层的情况下,分别表示波长

450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的上述液晶单元的厚度方向相位差,在上述第一个第一种双折射层与上述液晶单元之间和上述液晶单元与上述第二个第一种双折射层之间中的至少一个中至少存在一层第三种双折射层的情况下,分别表示在波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的上述液晶单元的厚度方向相位差与波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的上述第三种双折射层的厚度方向相位差的合计值。

[0049] 在上述液晶显示装置中,当将与设置有蓝色、绿色和红色彩色滤光片层的区域对应的上述液晶层的厚度分别设为 $d(R)$ 、 $d(G)$ 和 $d(B)$ 时, $d(R)$ 、 $d(G)$ 和 $d(B)$ 中的至少一个优选与其它不同,进一步优选 $d(R)$ 、 $d(G)$ 和 $d(B)$ 相互不同。由此,能够容易地实现满足上述式 (1) 和 (2) 中的至少一个的液晶单元。

[0050] 从同样的观点出发,在上述液晶显示装置中,当将波长 650nm 的红色彩色滤光片层的厚度方向相位差设为 $Rth_cf(R)$ 、将波长 550nm 中的绿色彩色滤光片层的厚度方向相位差设为 $Rth_cf(G)$ 、将波长 450nm 中的蓝色彩色滤光片层的厚度方向相位差设为 $Rth_cf(B)$ 时, $Rth_cf(R)$ 、 $Rth_cf(G)$ 和 $Rth_cf(B)$ 中的至少一个也可以与其它不同。在这种情况下,进一步优选 $Rth_cf(R)$ 、 $Rth_cf(G)$ 和 $Rth_cf(B)$ 相互不同。

[0051] 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);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);和第二种双折射层。在本发明中,如上述那样,也可以在第一偏振片与第二偏振片之间进一步具有第三种双折射层。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 $\lambda/4$ 板与第三种双折射层的组合为不隔着粘着剂叠层的叠层体。这样的叠层体,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叠层的方法;由聚合物薄膜形成叠层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叠层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叠层体和第一 $\lambda/4$ 板与第三种双折射层的叠层体时适合使用。

[0052] 在本发明的液晶显示装置中,从正面方向入射到第一偏振片的光,由第一偏振片变换成直线偏振光,由第一 $\lambda/4$ 板从直线偏振光变换成圆偏振光,在维持偏振光状态不变的情况下透过液晶单元和第三种双折射层,由与上述第一 $\lambda/4$ 板处于正交关系的第二 $\lambda/4$ 板,从圆偏振光再次变换成与刚透过了上述第一偏振片后相同的直线偏振光,在维持偏振光状态不变的情况下透过第二种双折射层,通过由与上述第一偏振片正交的第二偏振片遮断直线偏振光,可以得到良好的黑显示。即,第二种和第三种双折射层的目的是对从正面方向入射的光变换偏振光状态。

[0053] 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,本发明的液晶显示装置,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 $\lambda/4$ 板相互正交,且相互的相位差相同($\lambda/4$),因此相位差相互抵消而被无效化,(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相互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。

[0054] 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。

[0055] 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,能够提高斜方向上的对比度,实现视野角特性出色的液晶显示装置。

[0056] 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1所示,考虑依次叠层第一偏振片(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1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。

[0057] 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相互正交,且相互的相位差相同($\lambda/4$),因此相位差相互抵消而被无效化,(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相互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。

[0058] 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。(1)因上述第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板120、140不相互正交或者相位差相互不同而不能被无效化。(2)因上述液晶单元130的相位差不为零而不能被无效化。(3)因上述第一偏振片和第二偏振片110、150不相互正交而不能构成正交尼科耳偏振片。

[0059] 参照图2,对视野角阻碍的主要原因(1)~(3)进行更加详细的说明。如图2(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相互正交,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不相互正交,因此不能相互抵消相位差而不被无效化。另外,如图2(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相互正交,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 虽然相互正交,但是因相互的相位差不同而变得不能够相互抵消相位差。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。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 2(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 相互正交,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 不相互正交。

[0060] 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)而不能够在倾斜方向得到完美的黑显示。反而言之,如果能够解决这些阻碍原因,即进行光学补偿,则即使在倾斜方向也能够得到更加良好的黑显示。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。

[0061] 而且,在本发明的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置中,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),并且将它们的 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(第二种双折射层),进而,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。

[0062] 此处,对本发明的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必要性不同。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。

[0063] [表 1]

[0064]

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

[0065] 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 R_{1c} 和第三种双折射层的厚度方向相位差 R_3 的最佳值的工序称作第一工序。

[0066] 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 N_{z2} 和面内相位差 R_2 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 N_{z2} 和面内相位差 R_2 的最佳值的工序称作第二工序。

[0067] 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够完全独立地进行讨论,由此使双折射层的设计变得简单。

[0068] 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)。

[0069] 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。

[0070] 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)。

[0071] 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,它们能够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 R_{th})。

[0072] (第一工序的补偿原理)

[0073] 最初,考虑从正面方向观察图 1 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 S_1 - S_2 平面上图示从背光源(图 1 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 3。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 S_1 - S_2 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。

[0074] 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 P_0 ,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 观察时的逆时针旋转。

[0075] 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 1 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。

[0076] 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 1 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 4。

[0077] 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。

[0078] 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 1 的液晶显示装置 100,从方位 0° 极角 60° 观察时,不能够遮断来自背光源的光。

[0079] 另外,图 3 和图 4 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 3 和图 4 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情况。另外,为了使附图简单明了,在附图中省略表示关于点 P1 ~ P3 的变换轨迹的箭头。另外,VA 模式液晶单元 130 的 Rlc 典型为 $320nm$ 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。

[0080] 接着,考虑如图 5 所示,考虑依次叠层第一偏振片(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 5 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。

[0081] 最初,考虑从正面方向观察图 5 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 5 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 6。

[0082] 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 观察时的逆时针方向。

[0083] 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 5 的液晶显示装置 200,当从正面方向观察时,与图 1 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。

[0084] 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 5 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 7。

[0085] 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。

[0086] 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 5 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。

[0087] 另外,图 6 和图 7 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 6 和图 7 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情况。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。

[0088] 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 8 和图 9 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 5 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 200 时的偏振状态,图 8 表示 $Nzq = 2.0$ 、 $R1c = 320\text{nm}$ 、 $R3 = -61\text{nm}$ 的方式,图 9 表示 $Nzq = 2.35$ 、 $R1c = 320\text{nm}$ 、 $R3 = 0\text{nm}$ 的方式。

[0089] 如从图 7、图 8 和图 9 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。

[0090] 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 10 中。在图 7、图 8 和图 9 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,只有旋转方向相互相反,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 10 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 10 中所示的实线表示下述式 (A)。

$$[0091] \quad R1c+R3 = 169\text{nm} \times Nzq - 81\text{nm} \quad (A)$$

[0092] 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 10 所示的最佳值,但如果在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。

[0093] [表 2]

[0094]

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

[0095] (第二工序的补偿原理)

[0096] 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 5 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_{1c} 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 11。

[0097] 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 不相互正交,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。

[0098] 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 5 的液晶显示装置 200,当从方位 45° 、极角 60° 的倾斜方向观察时,不能够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。

[0099] 另外,在图 11 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_{1c} 和第三种双折射层 235 的厚度方向相位差 R_3 ,但在图 11 中作为一个示例表示有 $N_{zq} = 1.6$ 、 $R_{1c} = 320\text{nm}$ 、 $R_3 = -129\text{nm}$ 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情况。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。

[0100] 接着,如图 12 所示,考虑依次叠层第一偏振片(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 5 的结构中追加的双折射层。另外,在图 12 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。

[0101] 最初,对从正面方向观察图 12 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 S1-S2 平面上表示从背光源(在图 12 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 13。

[0102] 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)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。

[0103] 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 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 P2。最后,透过第二种双折射层 345,但因为处于点 P2 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,因此偏振状态不从点 P2 变化,该点 P2 与第二偏振片 350 的消光位 E 一致。因此,图 12 的液晶显示装置 300,当从正面方向观察时,与图 1 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。

[0104] 这次,对在方位 45° 、从倾斜 60° 的方向观察图 12 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 14。

[0105] 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。

[0106] 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 12 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。

[0107] 最后,对在方位 0° 、倾斜 60° 的方向观察图 12 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 15。

[0108] 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。

[0109] 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 12 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。

[0110] 因此,完成第二工序的图 12 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。

[0111] 另外,图 13、图 14 和图 15 的点 P1 ~ P5 的位置依存于第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板 320、340 的 Nz 系数 Nzq、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 Nz 系数 Nz2 和面内相位差 R2,在图 13、图 14 和图 15 中作为一个示例图示 Nzq = 1.6、R1c = 320nm、R3 = -129nm、Nz2 = -0.30、R2 = 118nm 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情况。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。

[0112] 而且,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 16 和图 17 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 12 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 300 时的偏振状态,图 16 表示 Nzq = 2.0、R1c = 320nm、R3 = -61nm、Nz2 = -1.00、R2 = 94nm 的方式,图 17 表示 Nzq = 2.35、R1c = 320nm、R3 = 0nm、Nz2 = -1.80、R2 = 90nm 的方式。

[0113] 如从图 15、图 16 和图 17 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,因此需要增大使点 P4 与点 E 重叠所需要的 P4 → 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。

[0114] 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 N_z 系数 N_{z2} 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 18 和图 19 中。从表 3、图 18 和图 19 可知, N_{zq} 与最佳的 N_{z2} 、 $R2$ 的关系一般来比较复杂,在 $1.0 \leq N_{zq} \leq 2.9$ 范围内下述式 (B) 和 (C) 提供足够好的近似,图 18 和图 19 中所示的实线表示其结果。

$$[0115] \quad N_{z2} = -0.63 \times N_{zq}^2 + 0.56 \times N_{zq} + 0.40 \quad (B)$$

$$[0116] \quad R2 = 43\text{nm} \times N_{zq}^2 - 226\text{nm} \times N_{zq} + 370\text{nm} \quad (C)$$

[0117] 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 N_{z2} 和 $R2$ 优选表 3、图 18 和图 19 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 ± 0.35 的范围。 $R2$ 优选最佳值 $\pm 30\text{nm}$ 的范围。

[0118] 另外,根据表 3 和图 18,在 $N_{zq} < 1.40$ 的范围内, N_{z2} 的最佳值在 $0 < N_{z2} < 1$ 的范围。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难以制造且高成本的薄膜。因此,从该观点出发,优选满足 $1.40 \leq N_{zq}$ 。此外,本发明者对在 $N_{zq} < 1.40$ 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 $N_{zq} < 1.40$ 范围内,如果代替满足表 3、图 18 和图 19 所示的最佳的 N_{z2} 、 $R2$ 的双折射层,使用 $N_{z2} = 0$ 、 $R2 = 138\text{nm}$ 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 $N_{zq} = 1.00$ 、 1.10 、 1.20 、 1.30 的各示例中,试着将 $N_{z2} = 0$ 固定地计算最佳的 $R2$ 后发现:与 N_{zq} 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 $-0.35 \leq N_{z2} \leq 0$ 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)。

[0119] [表 3]

[0120]

N_{zq}	N_{z2}	$R2 (\text{nm})$
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

[0121] 另外,上述的各方式在不脱离本发明宗旨范围内也可以适当组合。

[0122] 另外,本发明的液晶显示装置如上所述,既可以有也可以没有第三种双折射层。

[0123] 这样,本发明是一种液晶显示装置,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 $\lambda/4$ 的第一个第一种双折射层;包括相对的一对基板的液晶单元;具有与该第一个第一种双折射层大致相同的 N_z 系数,且面内相位差被调整为 $\lambda/4$ 的第二个第一种双折射层;第二种双折射

层;和第二偏振片,该第一个第一种双折射层的面内滞相轴与该第一偏振片的吸收轴成大致 45° 的角度,该第二个第一种双折射层的面内滞相轴与该第一个第一种双折射层的面内滞相轴大致正交,该第二偏振片的吸收轴与该第一偏振片的吸收轴大致正交,该第二种双折射层的面内进相轴与该第二偏振片的吸收轴大致正交,该液晶单元是在该一对基板之间具有液晶层和分别将蓝色、绿色和红色中的某一种颜色分离的至少蓝色、绿色和红色的彩色滤光片层,并且该液晶单元是满足下述式 (12) 和 (13) 中的至少一个的垂直取向型的液晶单元,

$$[0124] \quad R_{th_c}(B)/R_{th_c}(G) > \Delta n_{LC}(B)/\Delta n_{LC}(G) \quad (12),$$

$$[0125] \quad R_{th_c}(R)/R_{th_c}(G) < \Delta n_{LC}(R)/\Delta n_{LC}(G) \quad (13),$$

[0126] 式中, $R_{th_c}(B)$ 、 $R_{th_c}(G)$ 和 $R_{th_c}(R)$ 分别表示波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的该液晶单元的厚度方向相位差, $\Delta n_{LC}(B)$ 、 $\Delta n_{LC}(G)$ 和 $\Delta n_{LC}(R)$ 分别表示波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的构成该液晶层的液晶材料的双折射。

[0127] 本发明的第二液晶显示装置只要作为构成要素包括第一偏振片、第一个第一种双折射层、液晶单元,第二个第一种双折射层、第二种双折射层和第二偏振片,则对于其它的部件就没有特别限定。

[0128] 本发明的第二液晶显示装置,除在第一个第一种双折射层与液晶单元之间和液晶单元与第二个第一种双折射层之间不具有第三种双折射层这一点外,具有与上述本发明的第一种液晶显示装置相同的结构。因此,本发明的第二液晶显示装置能够起到与本发明的第一液晶显示装置相同的效果,并且能够适用同样的最佳方式,因此省略其详细的说明。

[0129] 另外,作为本发明的第二液晶显示装置,例如可以举出如图 20 所示那样的圆偏振光 VA 模式的液晶显示装置 400,该液晶显示装置通过依次叠层第一偏振片 410、第一 $\lambda/4$ 板(第一种双折射层)420、VA 模式液晶单元 430、第二 $\lambda/4$ 板 440、第二种双折射层 445 和第二偏振片 450 而得到。即,图 20 的液晶显示装置 400,除没有包括第三种双折射层外,与图 12 的液晶显示装置 300 相同。另外,图 20 中,在第一偏振片和第二偏振片 410 和 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 和 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 VA 模式液晶单元 430 中描绘的椭圆体表示其折射率椭圆体的形状。

[0130] 本发明还是一种液晶显示装置,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,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,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 $\lambda/4$ 的第一个第一种双折射层;包括相对的一对基板的液晶单元;具有与该第一个第一种双折射层大致相同的 N_z 系数,且面内相位差被调整为 $\lambda/4$ 的第二个第一种双折射层;第二种双折射层;和第二偏振片,在该第一个第一种双折射层与该液晶单元之间和该液晶单元与该第二个第一种双折射层之间中的至少一个,该液晶显示装置具有至少一层第三种双折射层,该第一个第一种双折射层的面内滞相轴与该第一偏振片的吸收轴成大致 45° 的角度,该第二个第一种双折射层的面内滞相轴与该第一个第一种双折射层的面内滞相轴大致正交,该第二偏振片的吸收轴与该第一偏振片的吸收轴大致正交,该第二种双折射层的面内进相轴与该第二偏振片的吸收轴大致正交,该液晶单元是在该一对基板之间具有液晶层和分别将蓝色、绿色和红色中的某一种颜

色分离的至少蓝色、绿色和红色的彩色滤光片层,并且满足下述式 (14) 和 (15) 中的至少一个的垂直取向型的液晶单元,

$$[0131] \quad Rth_t(B)/Rth_t(G) > \Delta n_LC(B)/\Delta n_LC(G) \quad (14),$$

$$[0132] \quad Rth_t(R)/Rth_t(G) < \Delta n_LC(R)/\Delta n_LC(G) \quad (15),$$

[0133] 式中, $Rth_t(B)$ 、 $Rth_t(G)$ 和 $Rth_t(R)$ 分别表示波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的该液晶单元的厚度方向相位差与该第三种双折射层的厚度方向相位差的合计值, $\Delta n_LC(B)$ 、 $\Delta n_LC(G)$ 和 $\Delta n_LC(R)$ 分别表示波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 的构成该液晶层的液晶材料的双折射。

[0134] 本发明的第三液晶显示装置只要作为构成要素包括第一偏振片、第一个第一种双折射层、液晶单元、第二个第一种双折射层、第二种双折射层、第三种双折射层和第二偏振片,则对于其它的部件就没有特别限定。

[0135] 本发明的第三液晶显示装置,除在第一个第一种双折射层与液晶单元之间和液晶单元与第二个第一种双折射层之间中的至少一个中具有至少一层第三种双折射层外,具有与上述本发明的第一液晶显示装置相同的结构。因此,本发明的第三液晶显示装置能够起到与本发明的第一液晶显示装置相同的效果,并且能够适用相同的优选方式,因此省略其详细的说明。

[0136] 另外,作为本发明的第三液晶显示装置,例如可以举出图 12 的液晶显示装置 300。

[0137] 发明效果

[0138] 根据本发明的第一~第三液晶显示装置,能够在广视野角范围内提高对比度,并且在广视野角范围和波长范围内抑制黑显示时的漏光。

附图说明

[0139] 图 1 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。

[0140] 图 2(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)。

[0141] 图 3 是对于图 1 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。

[0142] 图 4 是对于图 1 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。

[0143] 图 5 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。

[0144] 图 6 是对于图 5 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 ($Nzq = 1.6$ 、 $R1c = 320nm$ 、 $R3$

= -129nm 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。

[0145] 图 7 是对于图 5 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 ($Nzq = 1.6$ 、 $Rlc = 320nm$ 、 $R3 = -129nm$ 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。

[0146] 图 8 是对于图 5 圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 ($Nzq = 2.0$ 、 $Rlc = 320nm$ 、 $R3 = -61nm$ 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。

[0147] 图 9 是对于图 5 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置 ($Nzq = 2.35$ 、 $Rlc = 320nm$ 、 $R3 = 0nm$ 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。

[0148] 图 10 是对于图 5 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。

[0149] 图 11 是对于图 5 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。

[0150] 图 12 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体的立体分解图。

[0151] 图 13 是对于图 12 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。

[0152] 图 14 是对于图 12 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。

[0153] 图 15 是对于图 12 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。

[0154] 图 16 是对于图 12 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。

[0155] 图 17 是对于图 12 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。

[0156] 图 18 是对于图 12 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。

[0157] 图 19 是对于图 12 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。

[0158] 图 20 是表示包括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。

[0159] 图 21 是表示本发明第一实施方式的液晶显示装置的结构截面示意图。

[0160] 图 22 是表示本发明第二实施方式的液晶显示装置的结构截面示意图。

[0161] 图 23 是表示实施例 2 的液晶显示装置的结构截面示意图。

[0162] 图 24 是表示比较例 1 的液晶显示装置的结构截面示意图。

[0163] 图 25(a) 表示蛾眼薄膜的截面的扩大示意图, (b) 是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。

[0164] 图 26 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立体分解图。

[0165] 图 27 是表示在图 20 的圆偏振光 VA 模式液晶显示装置中追加蛾眼薄膜的结构立体分解图。

[0166] 具体实施方式

[0167] 以下揭示实施方式,参照附图对本发明进行更详细的说明,但本发明并不仅限于这些实施方式。

[0168] (本发明的第一实施方式)

[0169] 参照图 21,对适用本发明的液晶显示装置的第一实施方式进行说明。图 21 是表示本发明第一实施方式的液晶显示装置的结构截面示意图。

[0170] 本发明的第一实施方式的液晶显示装置如图 21 所示是圆偏振光 VA 模式液晶显示装置,该液晶显示装置通过依次叠层第一偏振片 11、第一 $\lambda/4$ 板(第一种双折射层)12、VA 模式液晶单元 10、第三种双折射层 13、第二 $\lambda/4$ 板 14、第二种双折射层 15 和第二偏振片 16 而得到。

[0171] 液晶单元 10 构成为包括:第一透明基板和第二透明基板 1r、1f;和由封入在这些透明基板 1r 和 1f 之间且相对于透明基板 1r 和 1f 垂直取向的液晶构成的液晶层 3。在透明基板 1f,按照一定的顺序排列:配置有蓝色的彩色滤光片层 2B 的蓝色像素;配置有绿色的彩色滤光片层 2G 的绿色像素;和配置有红色的彩色滤光片层 2R 的红色像素,1 个像素包括相互相邻的蓝色、绿色和红色的 3 个子像素,以能够进行各种颜色显示。另外,在本发明的第一实施方式(图 21)中,彩色滤光片层 2B、2G、2R 形成在第二透明基板 1f 侧,但也可以形成在第一透明基板 1r 侧。

[0172] (本发明的第二实施方式)

[0173] 参照图 22 对适用本发明的液晶显示装置的第二实施方式进行说明。图 22 是表示本发明第二实施方式的液晶显示装置的结构截面示意图。

[0174] 本发明第二实施方式的液晶显示装置如图 22 所示是圆偏振光 VA 模式液晶显示装置,该液晶显示装置通过依次叠层第一偏振片 11、第一 $\lambda/4$ 板(第一种双折射层)12、VA 模式液晶单元 10、第二 $\lambda/4$ 板 14、第二种双折射层 15 和第二偏振片 16 而得到。

[0175] 本发明的第二实施方式,除不包括第三种双折射层外,与第一实施方式相同,因此省略详细的说明。

[0176] 以下,对本发明第一实施方式和第二实施方式中的各构成部件进行详细叙述。

[0177] (双折射层)

[0178] 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° 的相对角度地进行叠层,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。

[0179] (第一种双折射层:第一 $\lambda/4$ 板和第二 $\lambda/4$ 板)

[0180] 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的材料作为成分。作为固有双折射为正的的材料,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。

[0181] (第二种双折射层)

[0182] 作为第二种双折射层能够适宜使用:对将固有双折射为负的材料作为成分而包含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将固有双折射为正的的材料作为成分而包含的薄膜进行拉伸加工而得到的物质等。其中,从制造方法的简化的观点出发,优选将固有双折射为负的材料作为成分而包含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。

[0183] (第三种双折射层)

[0184] 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。

[0185] (偏振片)

[0186] 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。

[0187] (液晶单元)

[0188] 液晶单元 10 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 3 中的液晶分子与基板面垂直取向来进行黑显示。此外,作为液晶单元的驱动方式,除 TFT 方式 (有源矩阵方式) 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分别形成有电极的一对基板之间夹持液晶层 3,且向分别的电极间施加电压来进行显示的结构。在透明基板 1r、1f 中,能够使用现有技术中的材料,例如能够使用玻璃。对于液晶层 3,也能够适宜使用现有技术中的材料。例如,能够使用介电常数各向异性为负的向列液晶。垂直取向典型的是能够通过使用包括聚酰亚胺等的垂直取向膜 (未图示) 来实现。

[0189] 在彩色滤光片层 2B、2G、2R 中,能够适宜使用现有技术中的部件。例如,能够使用颜料分散型的彩色滤光片层。在本发明的第一实施方式和第二实施方式 (图 21 和 22) 中,设定成“蓝色彩色滤光片层 2B 的厚度”<“绿色彩色滤光片层 2G 的厚度”<“红色彩色滤光片层 2R 的厚度”,伴随于此,液晶层 3 的厚度满足“红色像素的液晶层 3 的厚度”<“绿色像素的液晶层 3 的厚度”<“蓝色像素的液晶层 3 的厚度”的关系。该关系如后所述,应该优化液晶单元 10 的厚度方向相位差与第三种双折射层 13 的相位差的合计值的波长分散决定。因此,在本发明的第一实施方式中,只要液晶单元 10 的厚度方向相位差与第三种双折射层 13 的相位差的合计值的波长分散满足上述式 (14) 和 (15) 的至少一个,则各色子像素的液晶层 3 的厚度就不限定于上述的关系。另外,在本发明的第二实施方式中,只要液晶单元 10 的厚度方向相位差的波长分散满足上述式 (12) 和 (13) 的至少一个,则各色子像素的液晶层 3 的厚度就不限定于上述的关系。这是因为根据彩色滤光片层 2B、2G、2R 具有的相位差和其波长分散、或者形成液晶层 3 的液晶材料的双折射的波长分散或者第三种双折射层的波长分散,最佳的液晶层 3 的厚度不同。

[0190] 另外,在本发明的第一实施方式和第二实施方式中,通过在各像素中调整彩色滤光片层 2B、2G、2R 的厚度来调整液晶层 3 的厚度,但也可以在各像素中将彩色滤光片层 2B、2G、2R 的厚度设为一定,通过另外设置包括透明材料的厚度调整层,来调整液晶层 3 的厚度。当然,也可以在各像素中将彩色滤光片层 2B、2G、2R 的厚度和厚度调整层双方设为不同的厚度,来调整液晶层 3 的厚度。

[0191] 另外,关于在至此为止的说明中省略了图示和说明的液晶单元构成材料 (例如取向膜、透明电极、TFT 元件、金属配线等),都能够分别适宜使用现有技术中的部件。

[0192] 其次,对液晶单元 10 的相位差进行说明。本发明者研究发现:现有技术的彩色滤光片层一般具有 C 板型的相位差。所谓 C 板型的相位差是当将面内方向 (x 方向、y 方向) 的主折射率设为 n_x 、 n_y ,将面外方向 (z 方向) 的主折射率设为 n_z 时满足 $n_x \approx n_y \neq n_z$ 的关系且光学轴位于面外方向的相位差。由于相对于来自 z 方向的光线入射不发生双折射,因此对从法线方向观察液晶显示装置时的光学特性不产生影响,但是对从斜方向观察时的光学特性产生影响。另外,根据“异常光折射率”-“正常光折射率”的值的正或负,存在 C 板

被分类为正型 C 板或负型 C 板的情况。即,如果 $n_x \approx n_y < n_z$ 则为正型 C 板,如果 $n_x \approx n_y > n_z$ 则为负型 C 板。一般通过将着色组成物涂敷到观察侧的透明基板上而形成彩色滤光片层的各颜色区域。着色组成物包括:包括透明树脂的粘合剂;和颜料等色素。作为调整彩色滤光片层的相位差的方法,能够例示:对粘合剂与颜料的混合物涂敷时的溶剂的种类或粘度进行控制的方法;对粘合剂树脂材料本身的双折射进行控制的方法;和对彩色滤光片层的厚度的进行控制的方法等。

[0193] 在液晶层 3 的取向状态是垂直取向的情况下,液晶层 3 的厚度方向相位差 R_{th} 用液晶的双折射 Δn 与单元厚度 d 的积 $\Delta n \times d$ 表示。当将波长 450nm、波长 550nm 和波长 650nm 分别的液晶的双折射设为 $\Delta n(B)$ 、 $\Delta n(G)$ 和 $\Delta n(R)$ 时,在一般的液晶材料中,成为 $\Delta n(B)/\Delta n(G) = 1.05$ 和 $\Delta n(R)/\Delta n(G) = 0.97$ 那样的值。因此,例如当以单元厚度 $d = 3.4 \mu m$ 制作现有技术中的液晶单元时,液晶层的 R_{th} 的波长分散成为 $R_{th}(B)/R_{th}(G) = 1.05$ 和 $R_{th}(R)/R_{th}(G) = 0.97$ 那样的值。

[0194] 另一个面,如果通过在各色像素中调整彩色滤光片层的厚度,来在各色像素中调整液晶层 3 的厚度,则能够对液晶单元 10 的厚度方向相位差 $R_{th_c}(B)$ 、 $R_{th_c}(G)$ 和 $R_{th_c}(R)$ 的相对关系进行任意调整,如果还考虑到第三种双折射层 13 的波长分散特性并在各色像素中调整液晶层 3 的厚度,则能够满足为了得到本发明的效果所必须的上述式 (12) ~ (15) 的条件。

[0195] 以下,详细叙述评价方法。

[0196] (R、 R_{th} 、 N_z 系数、 n_x 、 n_y 、 n_z 的测定方法)

[0197] 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 R_{th} 和 N_z 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,根据周知的折射率椭圆体式的曲线拟合 (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 N_z 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。

[0198] (液晶显示装置的对比度 - 视野角特性的测定方法)

[0199] 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 (夏普公司制,LC-42G×3W) 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 $CR(0,60)$ 。

[0200] (液晶显示装置的色度视野角测定方法)

[0201] 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。测定正面方向 (极角 0°) 上的黑显示的 $u'v'$ 色度点和方位 45° 、极 60° 的斜方向上的黑显示的 $u'v'$ 色度点,并将该 2 点之间的距离设为 $\Delta E(45,60)$ 。另外,测定正面方向 (极角 0°) 上的黑显示的 $u'v'$ 色度点和方位 0° 、极 60° 的斜方向上的黑显示的 $u'v''$ 色度点,将其 2 点之间的距离

设为 $\Delta E(0, 60)$ 。

[0202] 以下揭示实施例,对本发明进行更加详细的说明,但本发明并不 仅限于这些实施例。

[0203] 此外,关于各例的偏振片、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 Rth 或 Rlc、和 Nz 系数,如下述的表 4 所示。在表 4 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 4 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 4 中,关于各双折射层的材料名,用以下的简写符号表示。

[0204] NB:降冰片烯

[0205] ChLC:胆甾醇液晶

[0206] PI:聚酰亚胺

[0207] TAC:三醋酸纤维素

[0208] A:包含丙烯酸类树脂和苯乙烯类树脂的树脂组成物。

[0209] < 实施例 1>

[0210] 实际制造了与本发明第一实施方式相同的液晶显示装置,以作为实施例 1。光学参数(相位差和其波长分散)等的各种参数与其它例子的参数一起汇总在表 4 和 5 中。

[0211] < 实施例 2>

[0212] 实际制造了与本发明第二实施方式相同的液晶显示装置,以作为实施例 2。光学参数(相位差和其波长分散)等的各种参数与其它例子的参数一起汇总在表 4 和 5 中。

[0213] < 实施例 3>

[0214] 图 23 是表示实施例 2 的液晶显示装置的结构截面示意图。制作了液晶显示装置,该液晶显示装置除变更液晶单元的彩色滤光片层的厚度和相位差,且变更液晶单元的厚度方向相位差与第三种双折射层的相位差的合计值的波长分散特性外,其余与实施例 1 相同,并将上述液晶显示装置作为实施例 3 的液晶显示装置。更详细地讲,在透明基板 1f 上按照一定的顺序排列:配置有蓝色彩色滤光片层 22B 的蓝色像素;配置有绿色彩色滤光片层 22G 的绿色像素;配置有红色彩色滤光片层 22R 的红色像素。此外,设定“蓝色彩色滤光片层 22B 的厚度”=“绿色彩色滤光片层 22G 的厚度”=“红色彩色滤光片层 22R 的厚度”,伴随于此,液晶层 23 的厚度在各色像素中为一定。另一个面,通过在各色像素中对彩色滤光片层的相位差进行调整,来对液晶单元 10 的厚度方向相位差 Rth_c(B)、Rth_c(G) 和 Rth_c(R) 的相对关系进行调整。光学参数(相位差和其波长分散)等的各种参数与其它例子的参数一起汇总在表 4 和 5 中。

[0215] < 实施例 4>

[0216] 制作了液晶显示装置,该液晶显示装置除变更液晶单元的彩色滤光片层的厚度和相位差,且变更液晶单元的厚度方向相位差与第三种双折射层的相位差的合计值的波长分散特性外,其余与实施例 1 相同,并将上述液晶显示装置作为实施例 4 的液晶显示装置。光学参数(相位差及其波长分散)等各种参数与其它例子的参数一起汇总在表 4 和 5 中。

[0217] < 实施例 5>

[0218] 制作了液晶显示装置,该液晶显示装置除变更液晶单元的彩色滤光片层的厚度和

相位差,且变更液晶单元的厚度方向相位差与第三种双折射层的相位差的合计值的波长分散特性外,其余与实施例 1 相同,并将上述液晶显示装置作为实施例 5 的液晶显示装置。光学参数(相位差及其波长分散)等各种参数与其它例子的参数一起汇总在表 4 和 5 中。

[0219] <比较例 1>

[0220] 图 24 是表示比较例 1 的液晶显示装置的结构的面示意图。制作了液晶显示装置,该液晶显示装置除变更液晶单元的彩色滤光片层的厚度,变更液晶单元的厚度方向相位差与第三种双折射层的相位差的合计值的波长分散特性外,其余与实施例 1 相同,并将上述液晶显示装置作为比较例 1 的液晶显示装置。更详细地讲,在透明基板 1f 上按照一定的顺序排列:配置有蓝色彩色滤光片层 32B 的蓝色像素;配置有绿色彩色滤光片层 32G 的绿色像素;配置有红色彩色滤光片层 32R 的红色像素。此外,设定“蓝色彩色滤光片层 32B 的厚度”=“绿色彩色滤光片层 32G 的厚度”=“红色彩色滤光片层 32R 的厚度”,伴随于此,液晶层 33 的厚度在各色像素中为一定。但是,没有调整彩色滤光片层的相位差。光学参数(相位差和其波长分散)等的各种参数与其它例子的参数一起汇总在表 4 和 5 中。

[0221] (评价结果)

[0222] 表 4 和 5 中表示有各实施例和比较例的光学参数(相位差和其波长分散)、对比度视野角、色度视野角的测定结果。从表 5 中表示的评价结果可以看出:与比较例 1 的液晶显示装置相比,在本发明的实施例 1~5 的液晶显示装置中,CR(45,60) 和 CR(0,60) 大于等于比较例 1 的 CR(45,60) 和 CR(0,60), $\Delta E(0,60)$ 小于比较例 1 的 $\Delta E(0,60)$,因此可知本发明的实施例 1~5 的液晶显示装置的显示性能出色。即,实际证明了:根据本发明,能够提供在广视野角范围中没有着色,且对比度高的高品质的液晶显示装置。

[0223] [表 4]

[0224]

	光学部件名	材料名	轴角度 [°]	相位差R [nm]			相位差Rth 或 Rlc [nm]			Nz系数
				B	G	R	B	G	R	
实施例1	第二偏光片		0							
	第二种双折射层	A	0	124	118	114				-0.3
	第二 $\lambda/4$ 板	NB	45	139	138	138	153	152	152	1.6
	第三种双折射层	PI			0		-119	-112	-108	
	VA模式液晶单元	液晶层					371	325	304	
	($3.7\mu\text{m}, 3.4\mu\text{m}, 3.3\mu\text{m}$)	CF等					0	0	0	
	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	139	138	138	153	152	152	1.6
实施例2	第一偏光片		90							
	第二偏光片		0							
	第二种双折射层	A	0	75	71	68				-1.65
	第二 $\lambda/4$ 板	NB	45	139	138	138	153	152	152	1.6
	VA模式液晶单元	液晶层					371	325	304	
	($3.7\mu\text{m}, 3.4\mu\text{m}, 3.3\mu\text{m}$)	CF等					0	0	0	
	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	139	138	138	153	152	152	1.6
实施例3	第一偏光片		90							
	第二偏光片		0							
	第二种双折射层	A	0	124	118	114				-0.3
	第二 $\lambda/4$ 板	NB	45	139	138	138	153	152	152	1.6
	第三种双折射层	PI			0		-119	-112	-108	
	VA模式液晶单元	液晶层					341	325	314	
	($3.4\mu\text{m}, 3.4\mu\text{m}, 3.4\mu\text{m}$)	CF等					22	0	-10	
实施例4	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	139	138	138	153	152	152	1.6
	第一偏光片		90							
	第二偏光片		0							
	第二种双折射层	A	0	124	118	114				-0.3
	第二 $\lambda/4$ 板	NB	45	139	138	138	153	152	152	1.6
	第三种双折射层	PI			0		-119	-112	-108	
	VA模式液晶单元	液晶层					321	325	324	
实施例5	($3.2\mu\text{m}, 3.4\mu\text{m}, 3.5\mu\text{m}$)	CF等					41	0	-22	
	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	139	138	138	153	152	152	1.6
	第一偏光片		90							
	第二偏光片		0							
	第二种双折射层	A	0	124	118	114				-0.3
	第二 $\lambda/4$ 板	NB	45	139	138	138	153	152	152	1.6
	第三种双折射层	PI			0		-119	-112	-108	
比较例1	VA模式液晶单元	液晶层					361	325	290	
	($3.6\mu\text{m}, 3.4\mu\text{m}, 3.1\mu\text{m}$)	CF等					-5	0	8	
	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	139	138	138	153	152	152	1.6
	第一偏光片		90							
	第二偏光片		0							
	第二种双折射层	A	0	124	118	114				-0.3
	第二 $\lambda/4$ 板	NB	45	139	138	138	153	152	152	1.6
比较例1	第三种双折射层	PI			0		-119	-112	-108	
	VA模式液晶单元	液晶层					341	325	314	
	($3.4\mu\text{m}, 3.4\mu\text{m}, 3.4\mu\text{m}$)	CF等					0	0	0	
	第一 $\lambda/4$ 板	NB	135	139	138	138	153	152	152	1.6
	第一偏光片		90							

[0225] [表5]

[0226]

		B	G	R	CR 视野角		色度视野角	
					CR (45.60)	CR (0.60)	ΔE (45.60)	ΔE (0.60)
实施例 1	液晶的 Δn	0.100	0.096	0.092	35	178	0.057	0.012
	$\Delta n / \Delta n(G)$	1.05	1.00	0.97				
	单元厚 $d (\mu m)$	3.7	3.4	3.3				
	液晶单元的 Rth (nm)	371	325	304				
	液晶单元的 Rth/Rth(G)	1.14	1.00	0.94				
	第三种双折射层的 Rth (nm)	-119	-112	-108				
	Rth_all (nm)	252	213	197				
	Rth_all/Rth_all(G)	1.19	1.00	0.92				
实施例 2	液晶的 Δn	0.100	0.096	0.092	34	176	0.060	0.014
	$\Delta n / \Delta n(G)$	1.05	1.00	0.97				
	单元厚 $d (\mu m)$	3.7	3.4	3.3				
	液晶单元的 Rth (nm)	371	325	304				
	液晶单元的 Rth/Rth(G)	1.14	1.00	0.94				
实施例 3	液晶的 Δn	0.100	0.096	0.092	36	178	0.055	0.010
	$\Delta n / \Delta n(G)$	1.05	1.00	0.97				
	单元厚 $d (\mu m)$	3.4	3.4	3.4				
	液晶单元的 Rth (nm)	363	325	304				
	液晶单元的 Rth/Rth(G)	1.12	1.00	0.93				
	第三种双折射层的 Rth (nm)	-119	-112	-108				
	Rth_all (nm)	244	213	196				
	Rth_all/Rth_all(G)	1.15	1.00	0.92				
实施例 4	液晶的 Δn	0.100	0.096	0.092	37	177	0.053	0.015
	$\Delta n / \Delta n(G)$	1.05	1.00	0.97				
	单元厚 $d (\mu m)$	3.2	3.4	3.5				
	液晶单元的 Rth (nm)	362	325	302				
	液晶单元的 Rth/Rth(G)	1.11	1.00	0.93				
	第三种双折射层的 Rth (nm)	-119	-112	-108				
	Rth_all (nm)	243	213	195				
	Rth_all/Rth_all(G)	1.14	1.00	0.92				
实施例 5	液晶的 Δn	0.100	0.096	0.092	37	180	0.057	0.011
	$\Delta n / \Delta n(G)$	1.05	1.00	0.97				
	单元厚 $d (\mu m)$	3.6	3.4	3.1				
	液晶单元的 Rth (nm)	356	325	298				
	液晶单元的 Rth/Rth(G)	1.10	1.00	0.92				
	第三种双折射层的 Rth (nm)	-119	-112	-108				
	Rth_all (nm)	237	213	190				
	Rth_all/Rth_all(G)	1.11	1.00	0.89				
比较例 1	液晶的 Δn	0.100	0.096	0.092	34	176	0.072	0.088
	$\Delta n / \Delta n(G)$	1.05	1.00	0.97				
	单元厚 $d (\mu m)$	3.4	3.4	3.4				
	液晶单元的 Rth (nm)	341	325	314				
	液晶单元的 Rth/Rth(G)	1.10	1.00	0.92				
	第三种双折射层的 Rth (nm)	-119	-112	-108				
	Rth_all (nm)	222	213	206				
	Rth_all/Rth_all(G)	1.04	1.00	0.97				

[0227] 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(第二偏振片)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,除具有改善透过率的效果外,还能够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。

[0228] 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够体验到显示品质的显著提高。

[0229] 作为用于抑制表面反射的反射防止薄膜,例举有:叠层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够发挥非常出色的效果。如图 25(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 25(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。

[0230] 蛾眼薄膜如果配置于折射率不同的界面,则能够发挥降低反射率的效果,但是在图 12 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,在向图 12 的结构中追加蛾眼薄膜的情况下,如图 26 所示的蛾眼薄膜 360 那样配置于比第二偏振片 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配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,优选至少配置于露出到液晶显示装置的外部的面(显示面)。

[0231] 同样,在向图 20 的结构中追加蛾眼薄膜的情况下,如图 27 中表示的蛾眼薄膜 460 那样,配置于比第二偏振片 450 靠近显示面一侧。在比第二偏振片 450 靠近显示面一侧的位置配置保护板等的部件而具有多个界面的情况下,可以在每个界面设置蛾眼薄膜,优选至少配置于露出到液晶显示装置的外部的面。

[0232] 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。

[0233] 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。

[0234] 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均等地形成纳米尺寸的凹部,在模具辊的表面,能够形成适合连续生产的没有接缝的(无缝的)蛾眼构造。

[0235] 另外,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。

[0236] 本申请以 2009 年 10 月 7 日申请的日本国专利申请 2009-233704 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。

[0237] 附图标记说明

[0238] 1r、1f :透明基板

[0239] 2R、2G、2B、22R、22G、22B、32R、32G、32B :彩色滤光片层

[0240] 3、23、33 :液晶层

[0241] 11 :第一偏振片

[0242] 12 :第一 $\lambda/4$ 板

[0243] 10、20、30 :VA 模式液晶单元

[0244] 13 :第三种双折射层

[0245] 14 :第二 $\lambda/4$ 板

[0246] 15 :第二种双折射层

[0247] 16 :第二偏振片

[0248] 100 :圆偏振光 VA 模式液晶显示装置

[0249] 110 :第一偏振片

[0250] 111 :第一偏振片的吸收轴

[0251] 120 :第一 $\lambda/4$ 板

[0252] 121 :第一 $\lambda/4$ 板的滞相轴

[0253] 130 :VA 模式液晶单元

[0254] 140 :第二 $\lambda/4$ 板

[0255] 141 :第二 $\lambda/4$ 板的滞相轴

[0256] 150 :第二偏振片

[0257] 151 :第二偏振片的吸收轴

[0258] 200 :圆偏振光 VA 模式液晶显示装置

[0259] 210 :第一偏振片

[0260] 220 :第一 $\lambda/4$ 板

[0261] 230 :VA 模式液晶单元

[0262] 235 :第三种双折射层

[0263] 240 :第二 $\lambda/4$ 板

[0264] 250 :第二偏振片

[0265] 300 :圆偏振光 VA 模式液晶显示装置

[0266] 310 :第一偏振片

[0267] 320 :第一 $\lambda/4$ 板

[0268] 330 :VA 模式液晶单元

- [0269] 335 :第三种双折射层
- [0270] 340 :第二 $\lambda/4$ 板
- [0271] 345 :第二种双折射层
- [0272] 350 :第二偏振片
- [0273] 360 :蛾眼薄膜
- [0274] 361 :突起物
- [0275] 362 :膜基材部分
- [0276] 400 :圆偏振光 VA 模式液晶显示装置
- [0277] 410 :第一偏振片
- [0278] 420 :第一 $\lambda/4$ 板
- [0279] 430 :VA 模式液晶单元
- [0280] 440 :第二 $\lambda/4$ 板
- [0281] 445 :第二种双折射层
- [0282] 450 :第二偏振片
- [0283] 460 :蛾眼薄膜

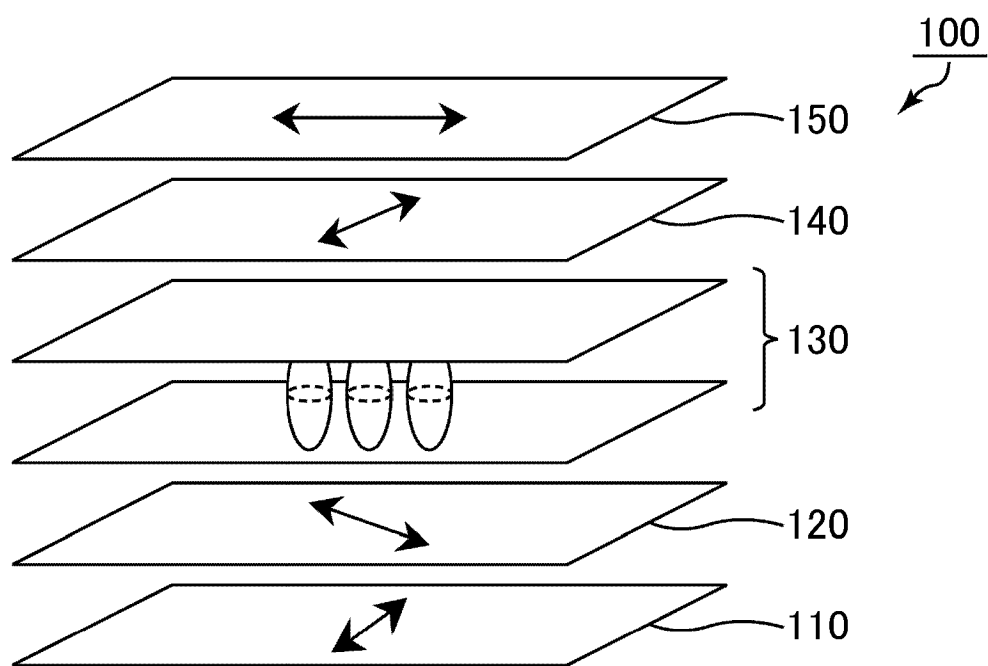


图 1

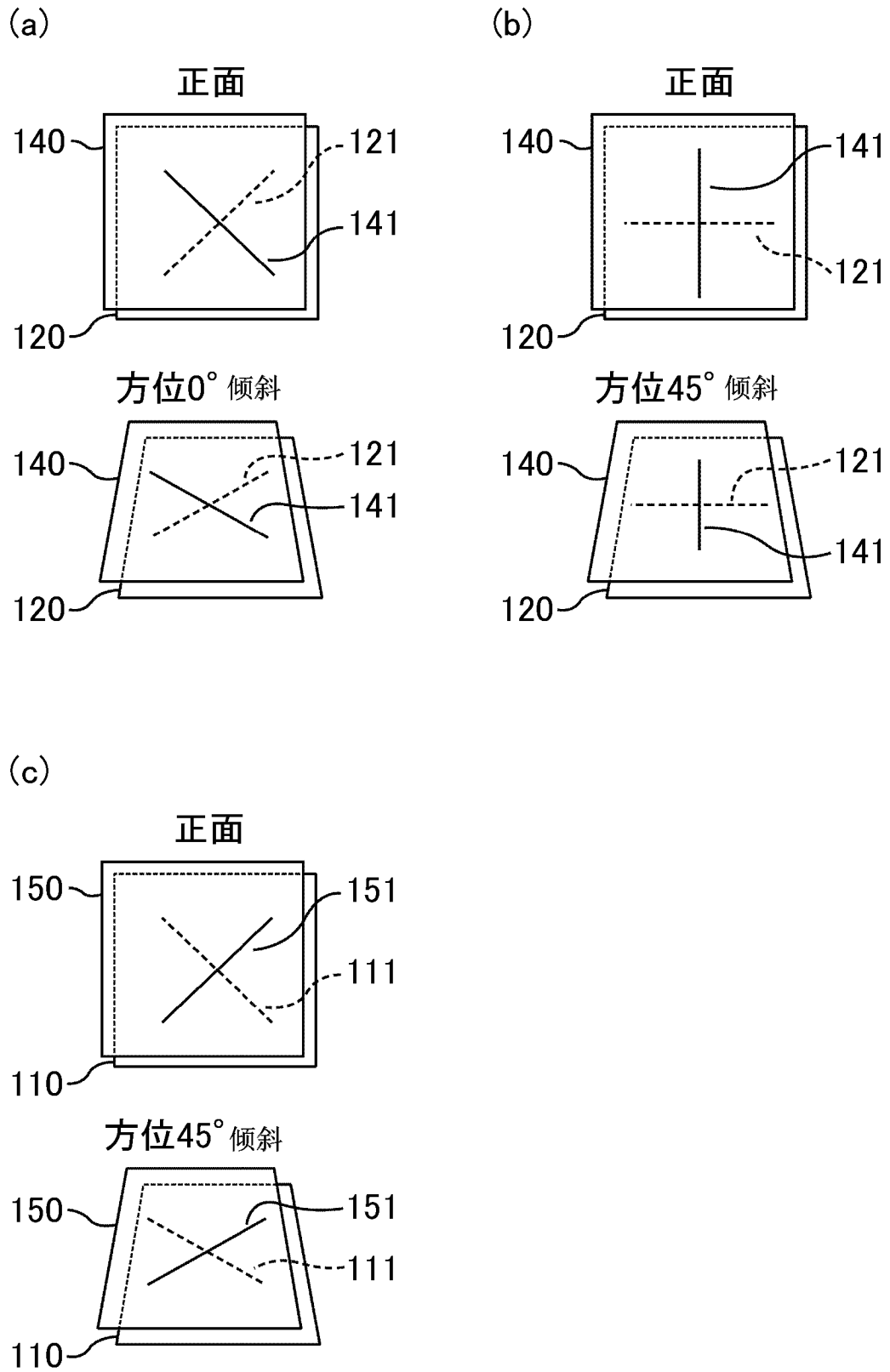


图 2

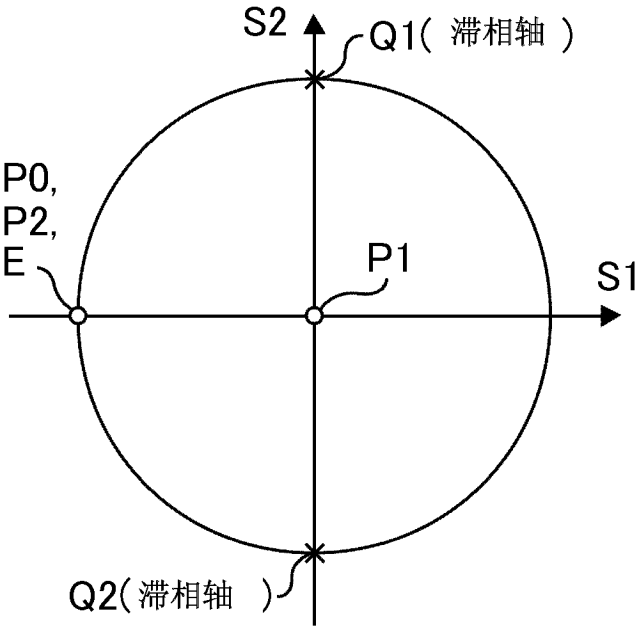


图 3

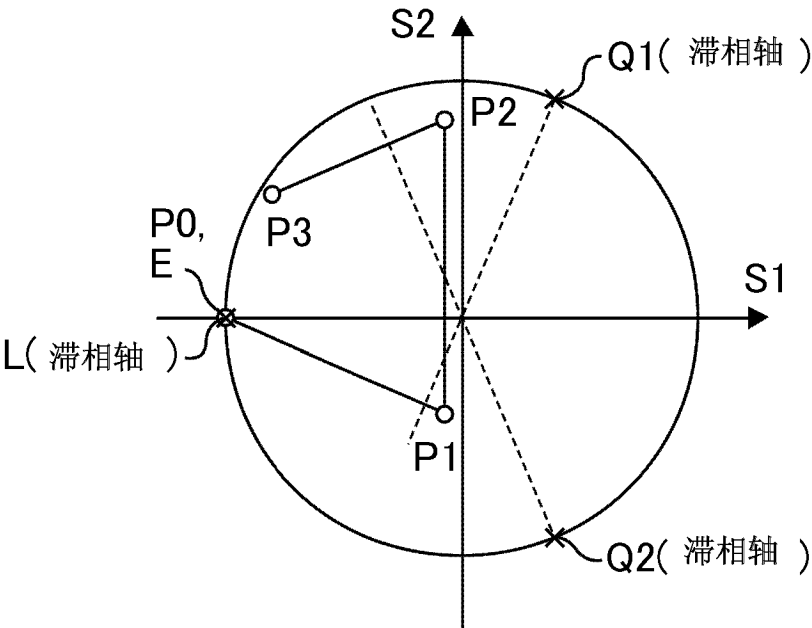


图 4

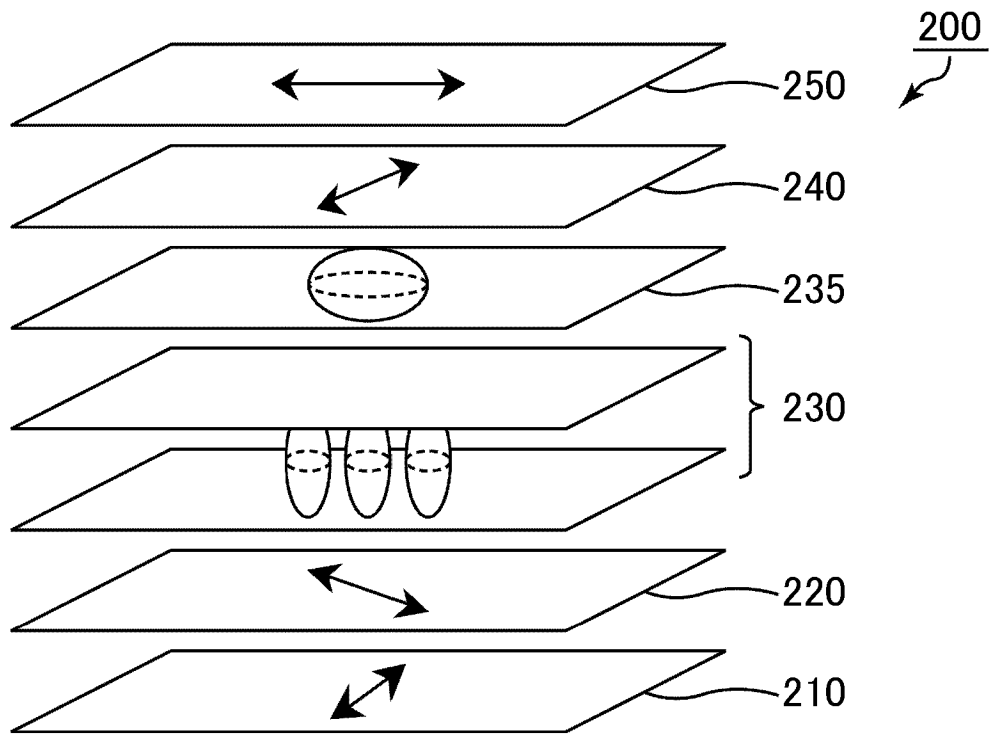


图 5

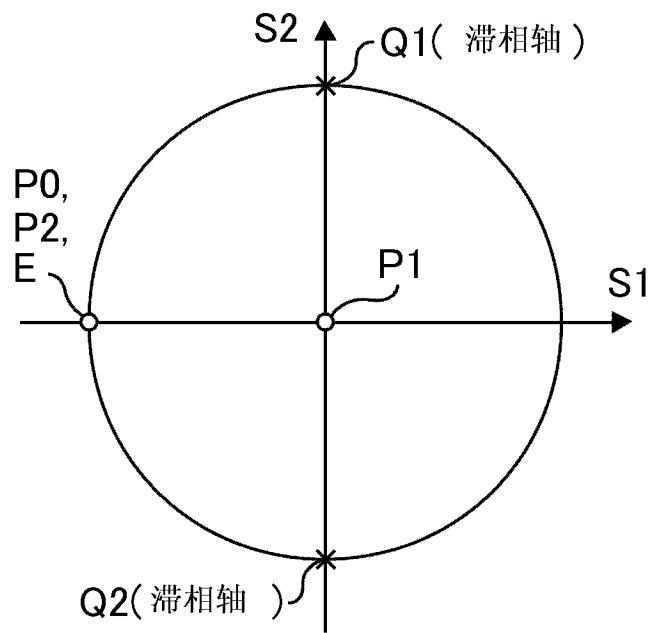


图 6

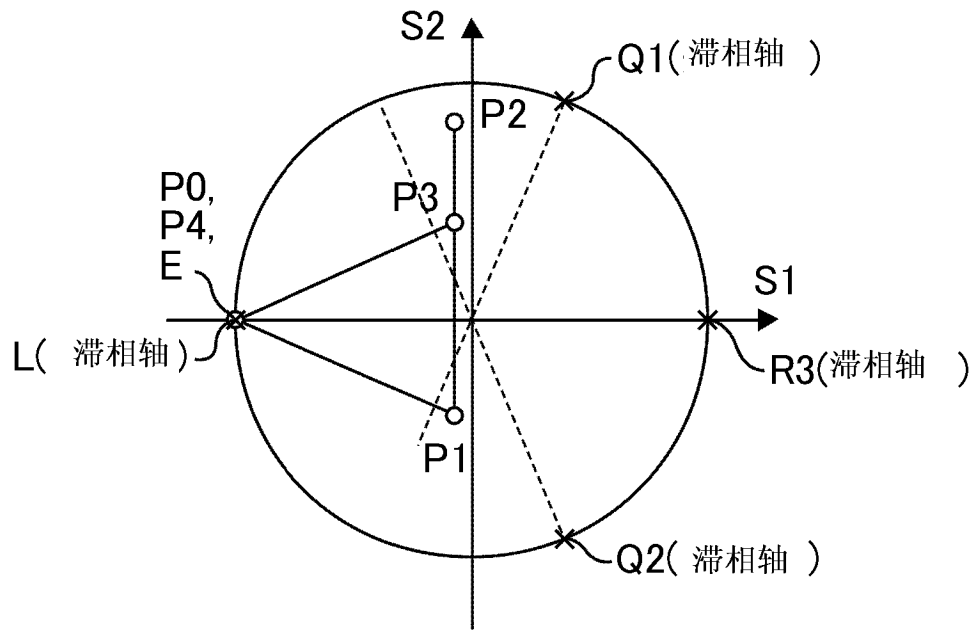


图 7

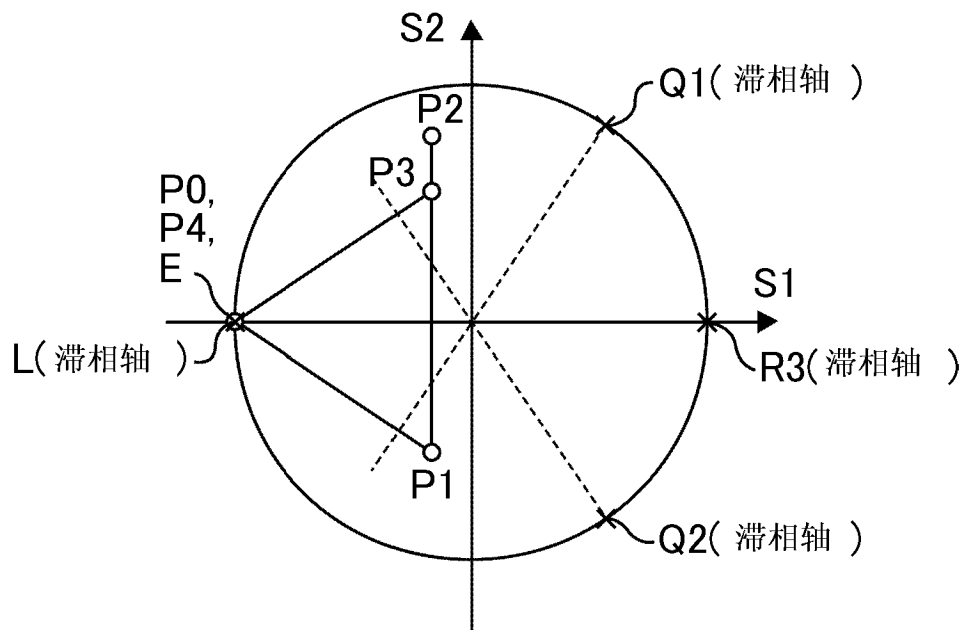


图 8

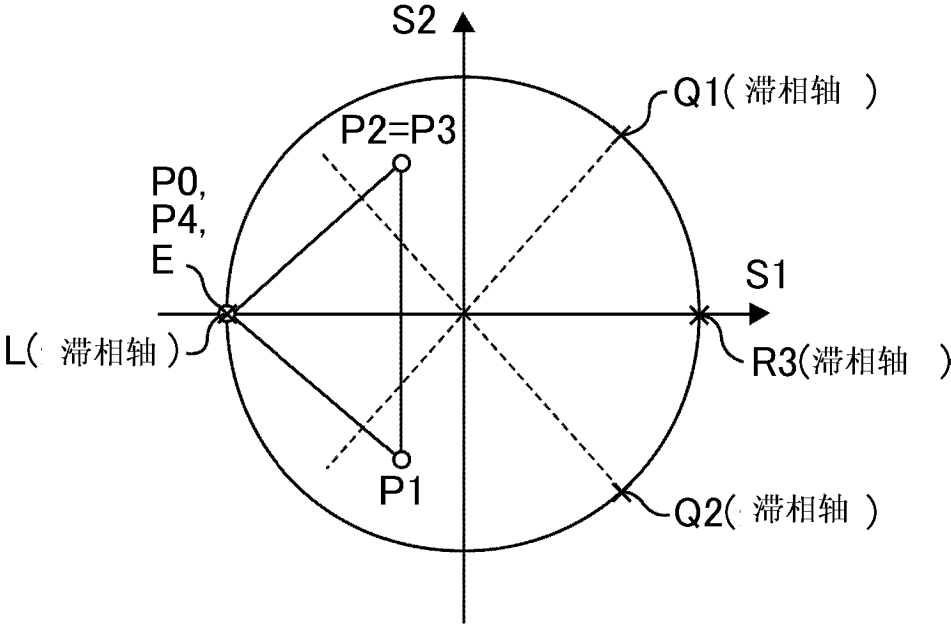


图 9

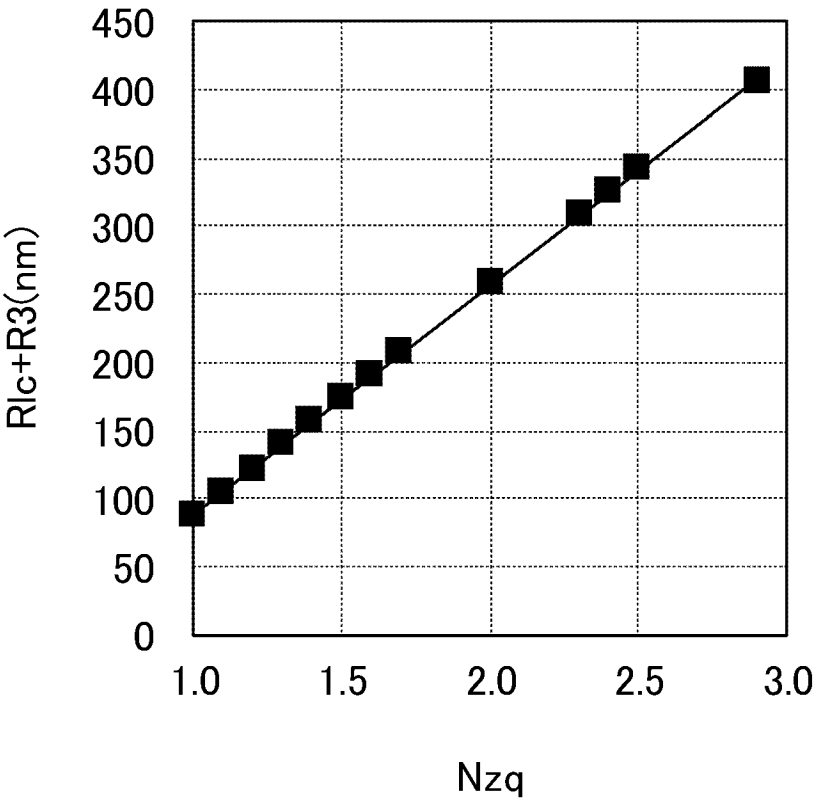


图 10

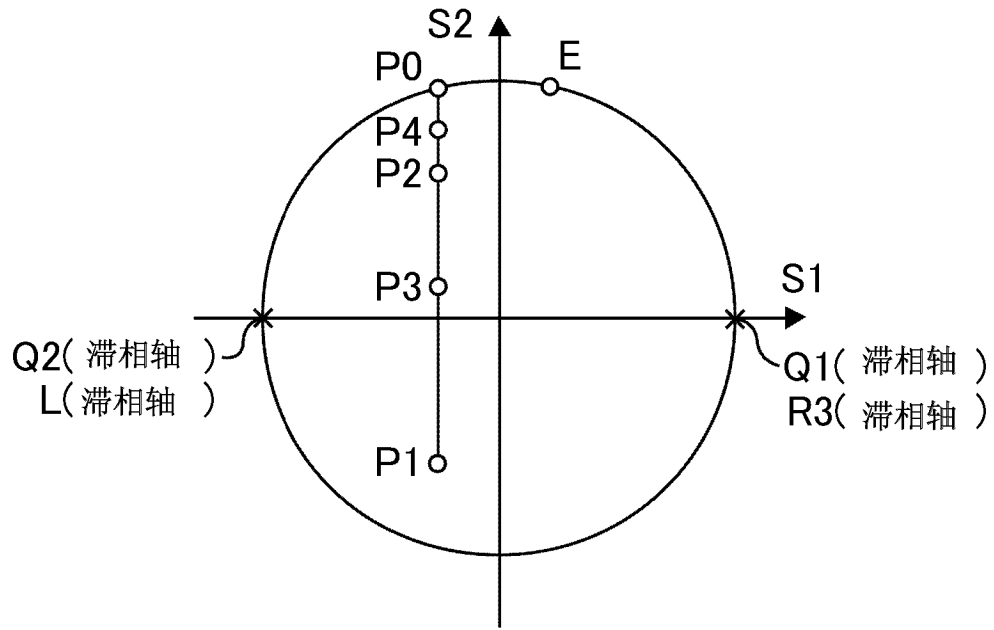


图 11

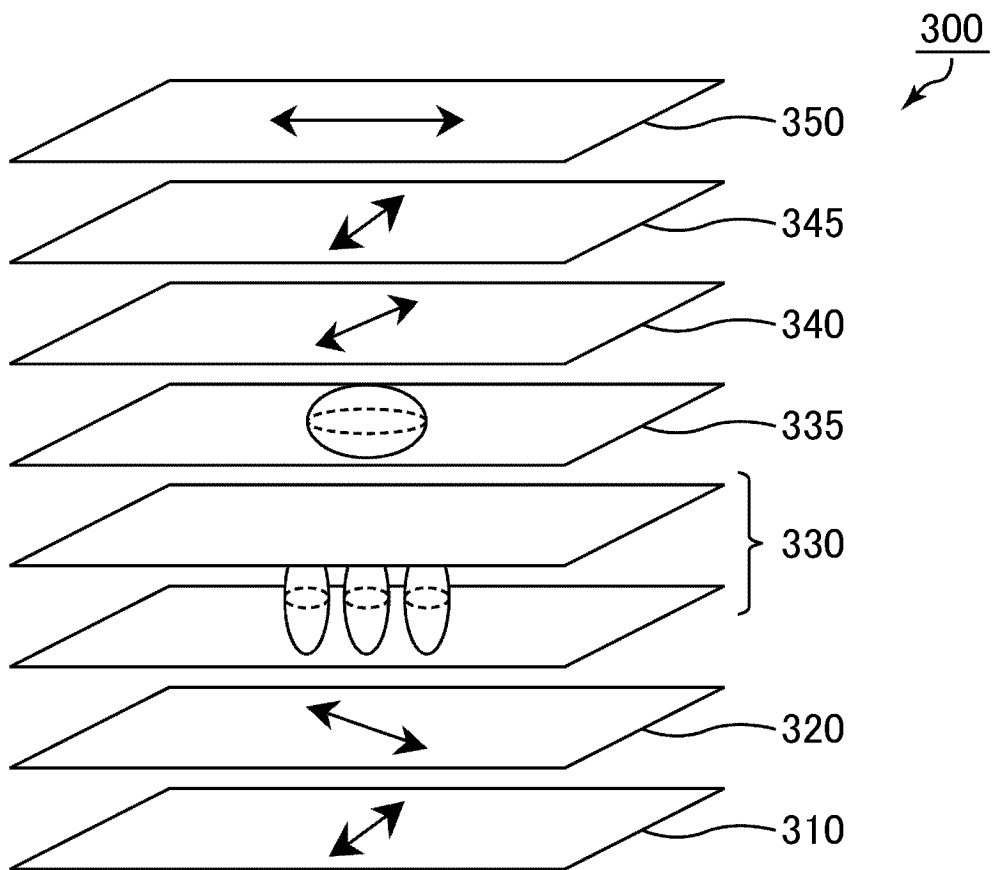


图 12

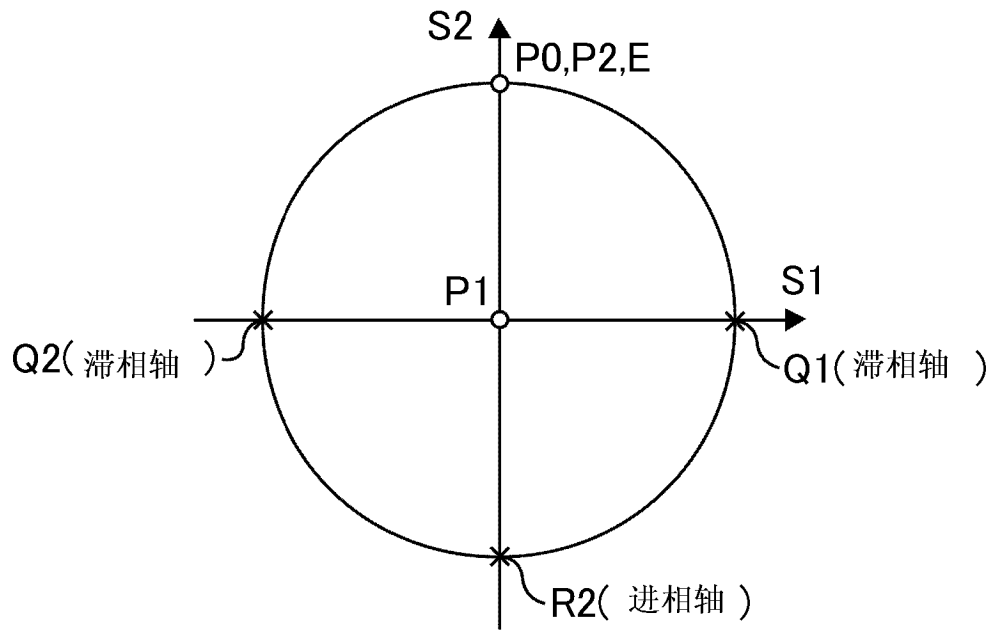


图 13

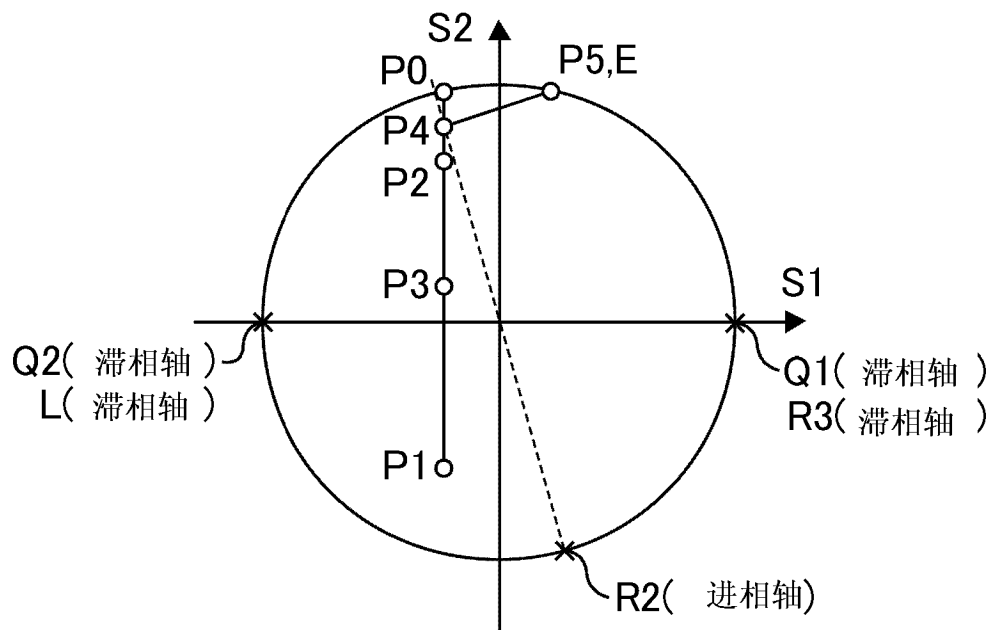


图 14

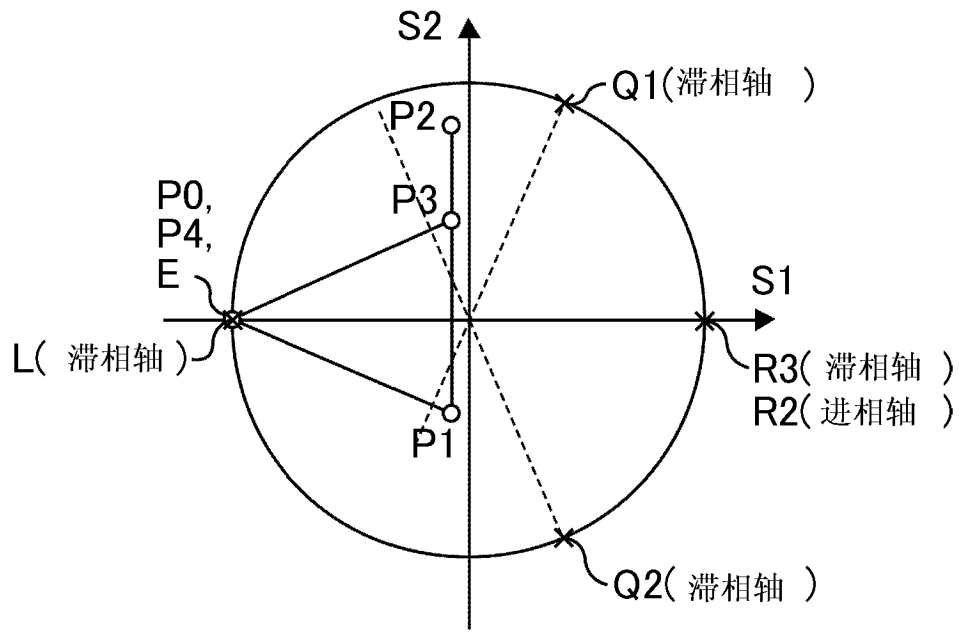


图 15

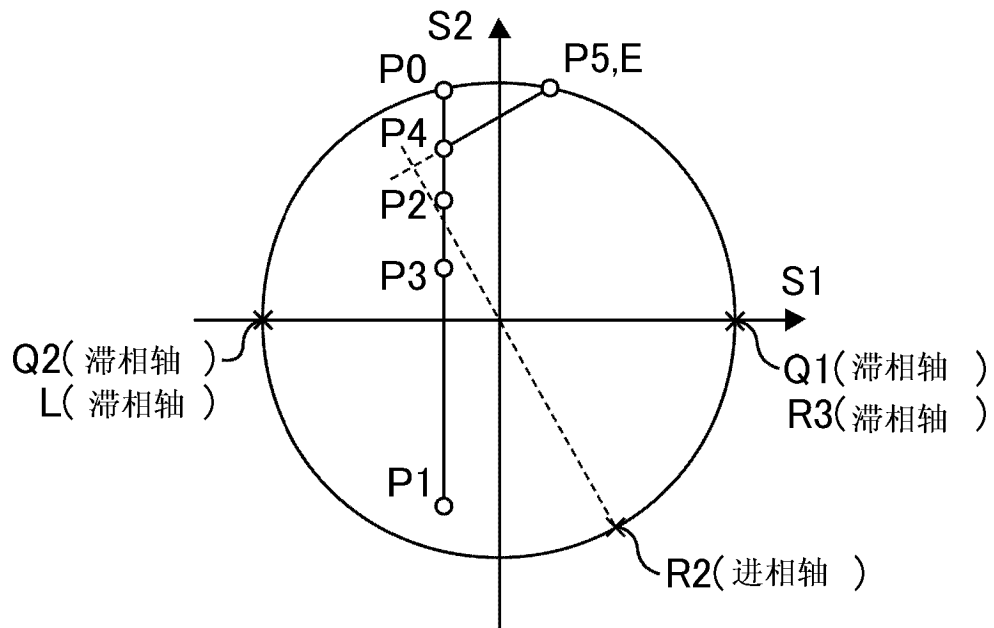


图 16

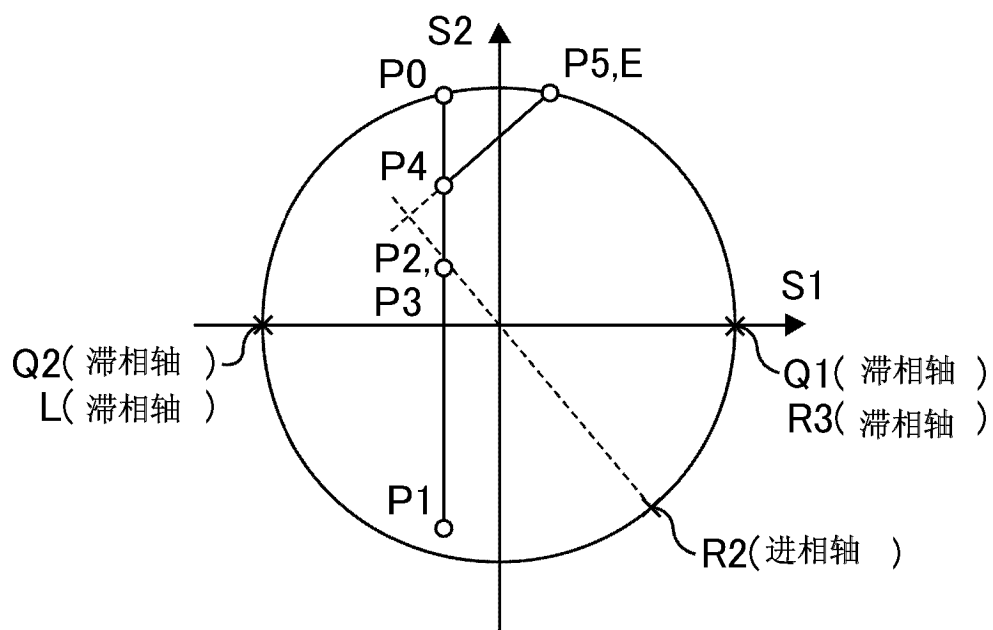


图 17

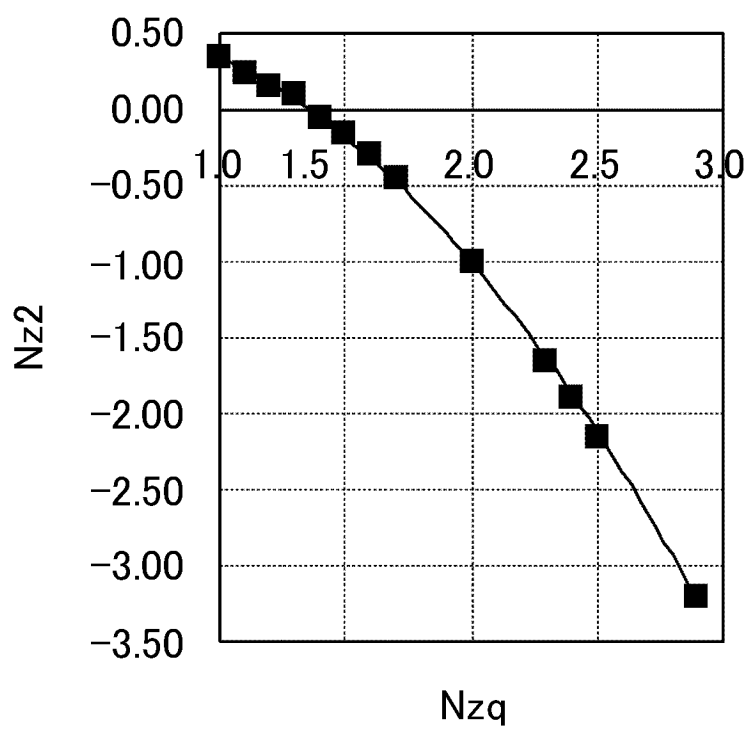


图 18

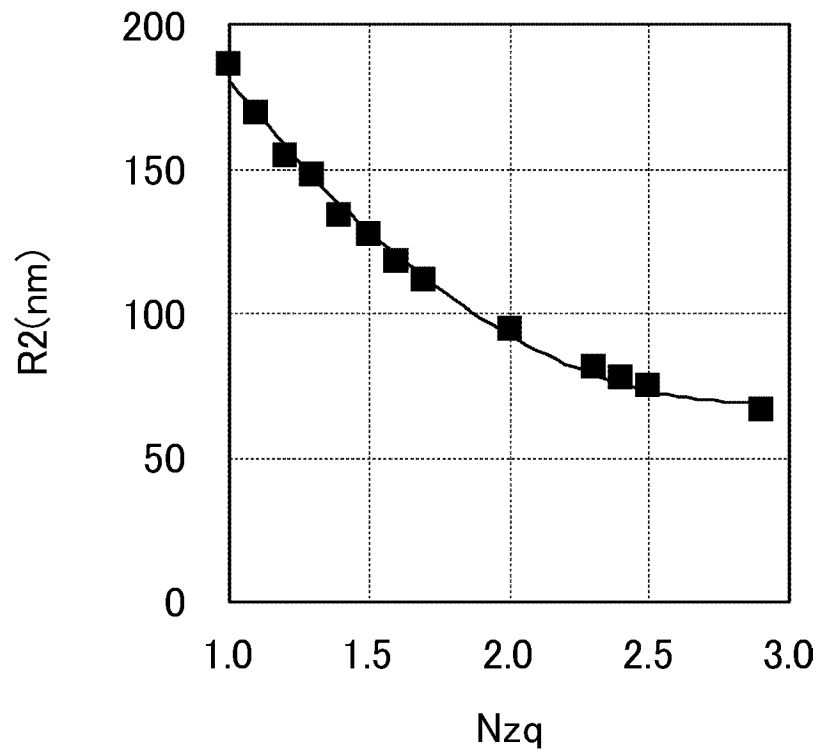


图 19

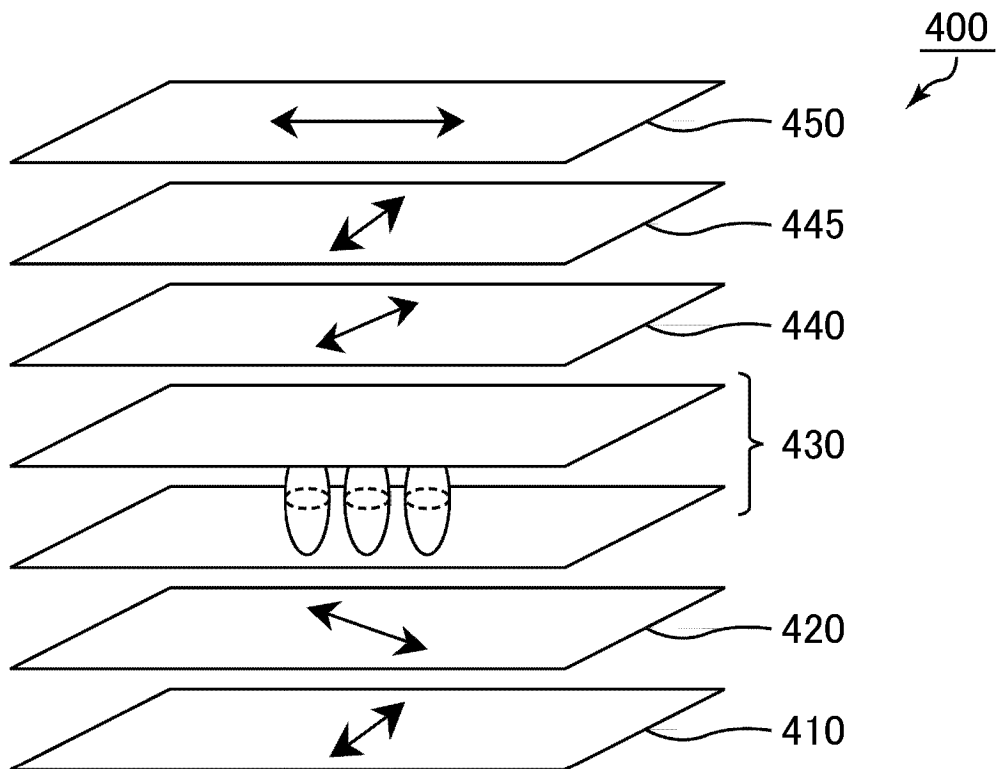


图 20

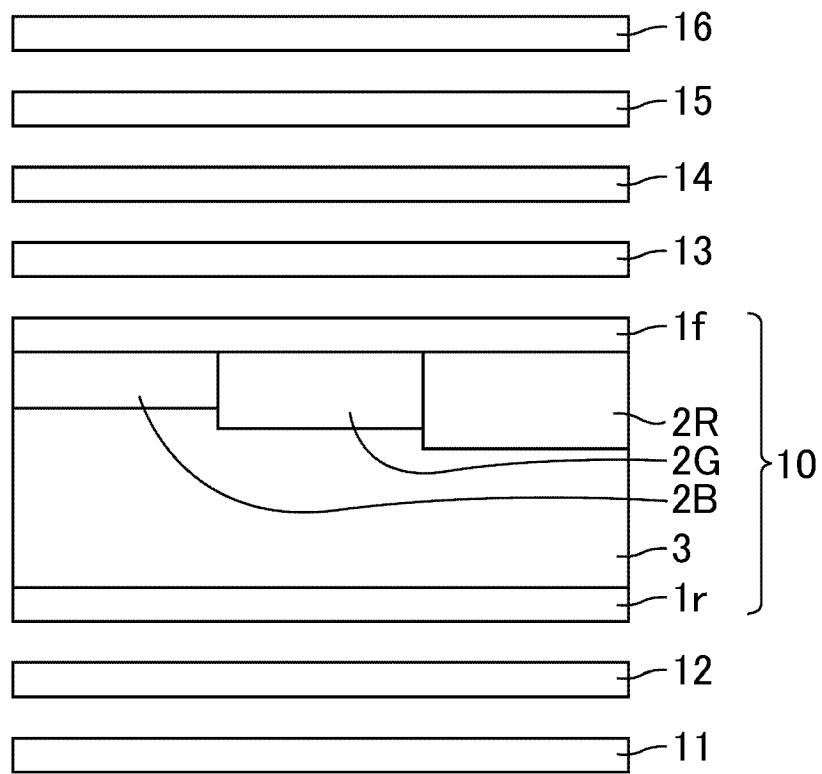


图 21

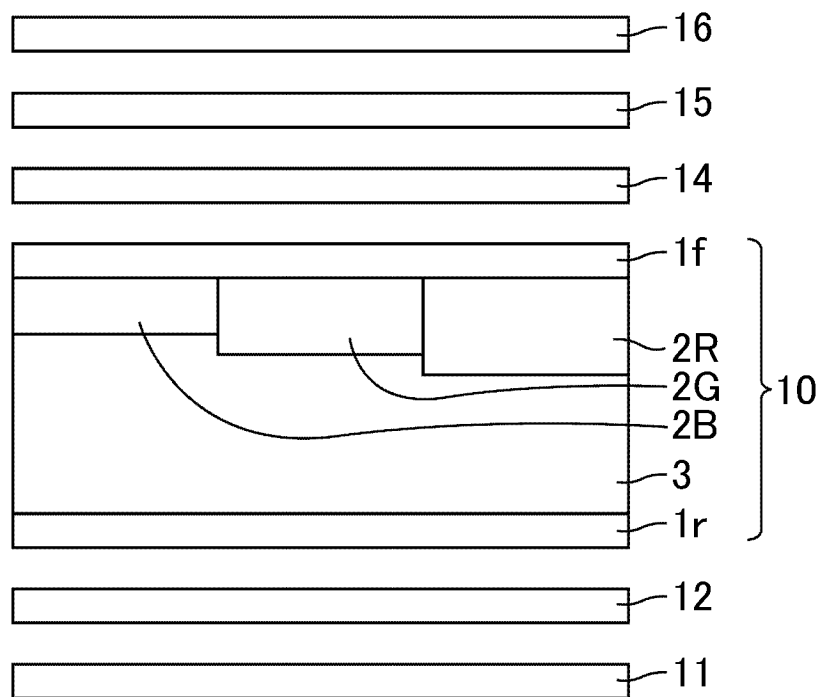


图 22

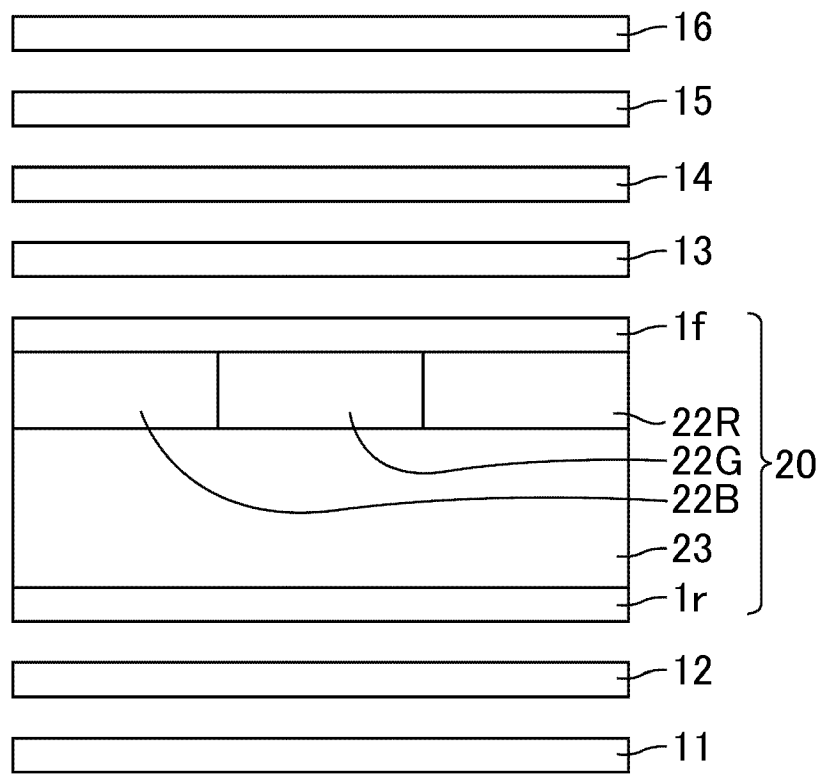


图 23

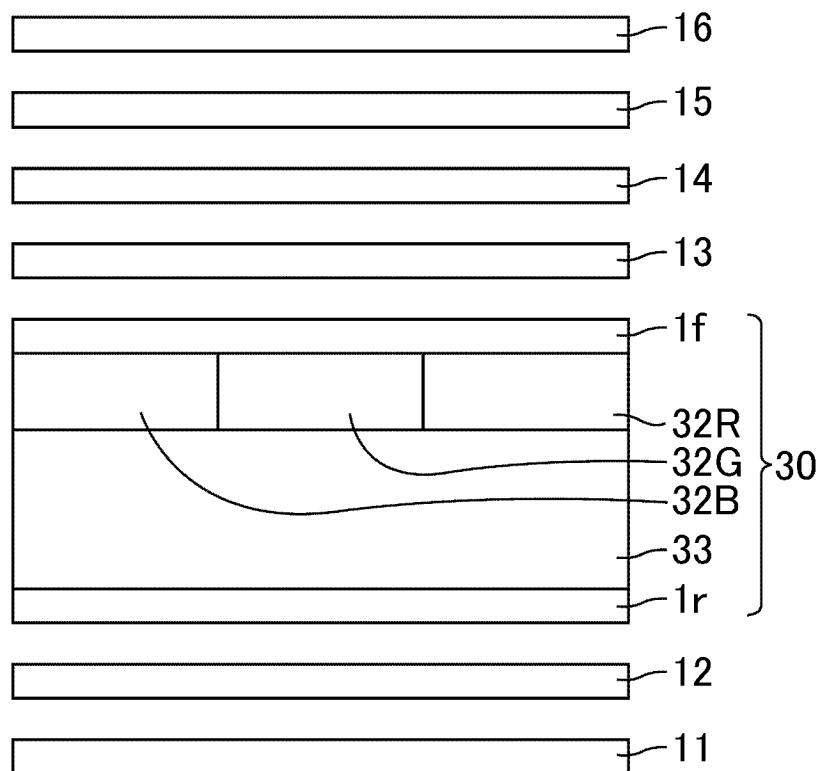


图 24

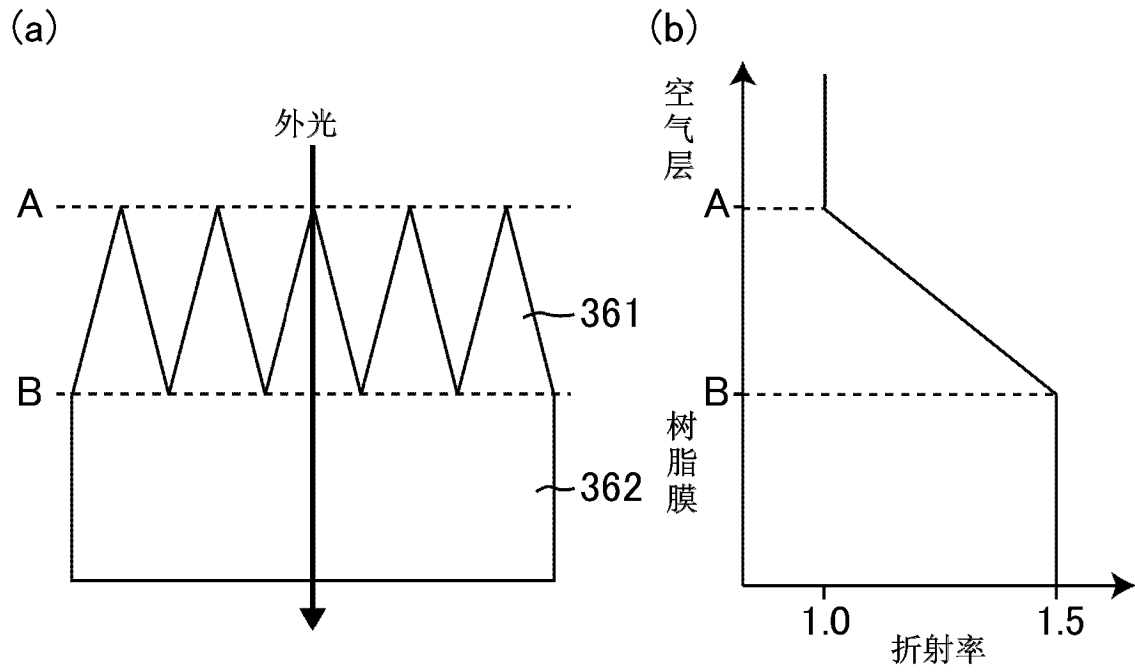


图 25

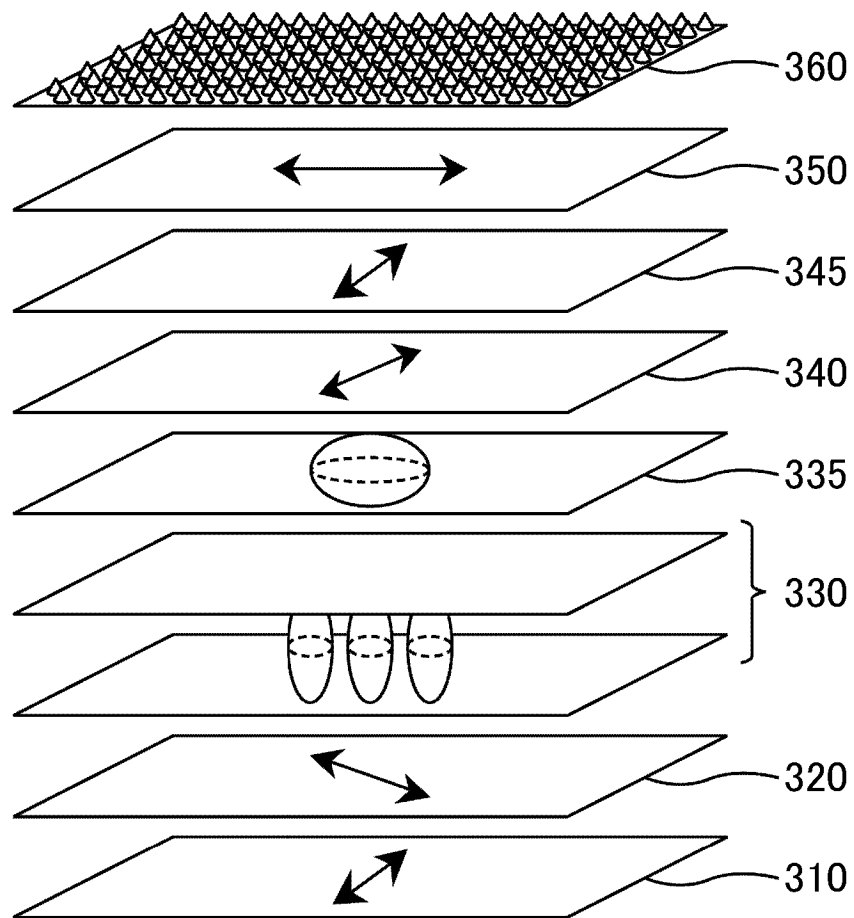


图 26

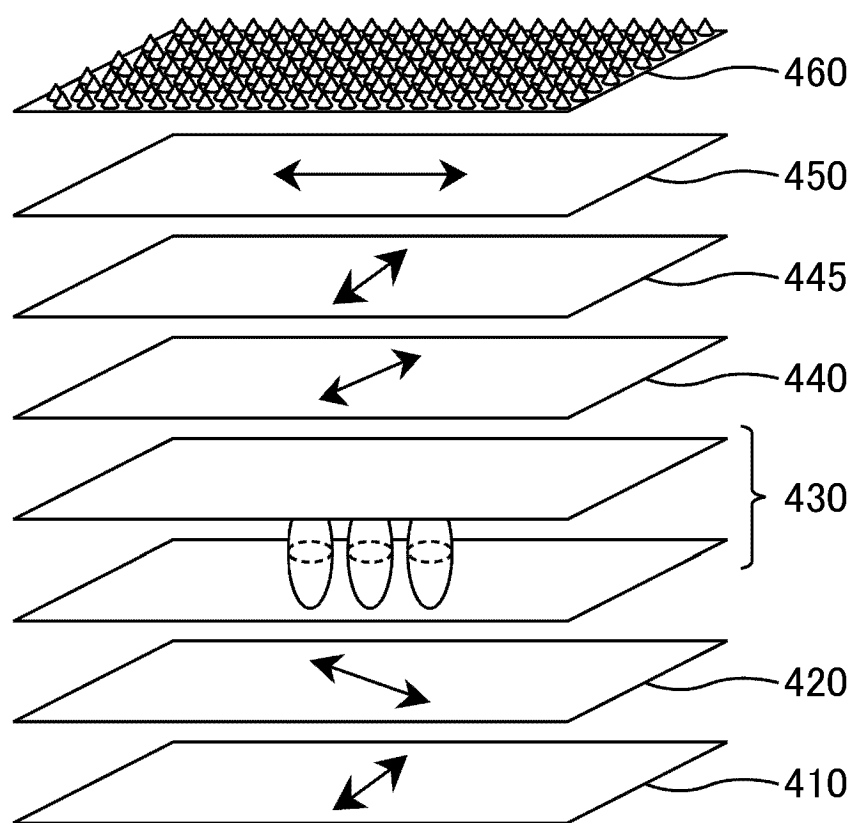


图 27

专利名称(译)	液晶显示装置		
公开(公告)号	CN102549485B	公开(公告)日	2014-12-17
申请号	CN201080043881.5	申请日	2010-05-20
[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 樱木一义 长谷川雅浩		
发明人	坂井彰 樱木一义 长谷川雅浩		
IPC分类号	G02F1/13363 G02F1/1335		
CPC分类号	G02F2413/03 G02F2001/133541 G02F2202/40 G02F1/133502 G02F2203/04 G02F1/13363 G02B1/118 G02F1/133371 G02F2413/14 G02F2001/133637 G02F2001/133742 G02F2413/06 G02F1/133514 G02F2413/13 G02F2413/04 G02F2203/64 G02F1/133634 G02F2413/12 G02F2001/133638 G02F2413/11 G02F1/1393		
审查员(译)	纪红		
优先权	2009233704 2009-10-07 JP		
其他公开文献	CN102549485A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供在广视野角范围内对比度高且黑显示时的着色少的液晶显示装置，本发明的液晶显示装置依次具有：偏振片； $n_x > n_y \geq n_z$ 的第一 $\lambda/4$ 板；垂直取向型的液晶单元；具有与第一 $\lambda/4$ 板大致相同的 N_z 系数且 $n_x > n_y \geq n_z$ 的第二 $\lambda/4$ 板； $n_x < n_y \leq n_z$ 的双折射层；和偏振片，液晶单元具有液晶层以及蓝、绿和红的CF层，并且满足下述式中的至少一个， $R(B)/R(G) > \Delta n(B)/\Delta n(G)$ ， $R(R)/R(G) < \Delta n(R)/\Delta n(G)$ ，式中， $R(B)$ 、 $R(G)$ 和 $R(R)$ 分别表示波长450nm、波长550nm和波长650nm的该液晶单元的厚度方向相位差， $\Delta n(B)$ 、 $\Delta n(G)$ 和 $\Delta n(R)$ 分别表示波长450nm、波长550nm和波长650nm的构成该液晶层的液晶材料的双折射。

