



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110908169 A

(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201910860095.7

(22)申请日 2019.09.11

(30)优先权数据

62/731590 2018.09.14 US

(71)申请人 夏普株式会社

地址 日本国大阪府堺市堺区匠町1番地

(72)发明人 藤田健治 夏目隆行 齐藤全亮
桑原将臣

(74)专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代
理有限公司 44334

代理人 王娟

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335(2006.01)

G02F 1/1363(2006.01)

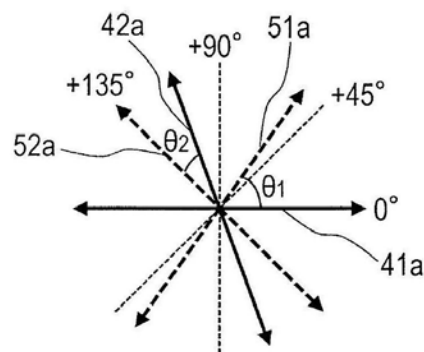
权利要求书2页 说明书23页 附图10页

(54)发明名称

液晶显示面板

(57)摘要

液晶显示面板具备：液晶单元，其具有液晶层；第一以及第二直线偏振器，其配置于液晶单元的观察者侧以及背面侧；第一相位差层，其配置于第一直线偏振器与液晶层之间；以及第二相位差层，其配置于第一相位差层与第二直线偏振器之间。在将针对波长550nm的光的第一相位差层以及第二相位差层的延迟差设为 Δ [rad]，将第一直线偏振器的吸收轴与第一相位差层的慢轴所成的角设为 θ_1 ，将第二直线偏振器的吸收轴与第二相位差层的慢轴所成的角设为 θ_2 时，第一以及第二直线偏振器和第一以及第二相位差层配置为满足下述式(A)以及(B)的至少一方。
 $1/3 \leq (\cos^2 \theta_1)^2 / \sin \Delta \leq 3/2$ (A); $1/3 \leq (\cos^2 \theta_2)^2 / \sin \Delta \leq 3/2$ (B)。



1. 一种液晶显示面板,具备:

液晶单元,其具有第一基板、配置于所述第一基板的背面侧的第二基板、以及设置于所述第一基板与所述第二基板之间的液晶层;

第一直线偏振器,其配置于所述液晶单元的观察者侧;

第二直线偏振器,其配置于所述液晶单元的背面侧;

第一相位差层,其配置于所述第一直线偏振器与所述液晶层之间;以及

第二相位差层,其配置于所述第一相位差层与所述第二直线偏振器之间,

所述液晶显示面板的特征在于,

所述第一直线偏振器的吸收轴与所述第二直线偏振器的吸收轴交叉,

所述第一直线偏振器以及所述第一相位差层的组合和所述第二直线偏振器以及所述第二相位差层的组合分别作为圆偏振板或者椭圆偏振板发挥功能,

针对波长550nm的光的所述第一相位差层的延迟与所述第二相位差层的延迟不同,

在将针对波长550nm的光的所述第一相位差层的延迟与所述第二相位差层的延迟之差设为 Δ [rad],将所述第一直线偏振器的吸收轴与所述第一相位差层的慢轴所成的角设为 θ_1 ,将所述第二直线偏振器的吸收轴与所述第二相位差层的慢轴所成的角设为 θ_2 时,

所述第一直线偏振器、所述第一相位差层、所述第二直线偏振器以及所述第二相位差层配置为满足下述式(A)以及(B)的至少一方。

$$1/3 \leq (\cos 2\theta_1)^2 / \sin \Delta \leq 3/2 \quad (A)$$

$$1/3 \leq (\cos 2\theta_2)^2 / \sin \Delta \leq 3/2 \quad (B)$$

2. 根据权利要求1所述的液晶显示面板,其特征在于,

所述第一直线偏振器、所述第一相位差层、所述第二直线偏振器以及所述第二相位差层配置为满足式(A)以及(B)双方。

3. 根据权利要求1或2所述的液晶显示面板,其特征在于,

所述第一直线偏振器、所述第一相位差层、所述第二直线偏振器以及所述第二相位差层配置为满足下述式(C)以及(D)的至少一方。

$$0.7 \leq (\cos 2\theta_1)^2 / \sin \Delta \leq 1.0 \quad (C)$$

$$0.7 \leq (\cos 2\theta_2)^2 / \sin \Delta \leq 1.0 \quad (D)$$

4. 根据权利要求3所述的液晶显示面板,其特征在于,

所述第一直线偏振器、所述第一相位差层、所述第二直线偏振器以及所述第二相位差层配置为满足式(C)以及(D)双方。

5. 根据权利要求1或2所述的液晶显示面板,其特征在于,

所述液晶层为垂直取向型的液晶层。

6. 根据权利要求1或2所述的液晶显示面板,其特征在于,

所述液晶层为水平取向型的液晶层。

7. 根据权利要求1或2所述的液晶显示面板,其特征在于,

所述第二相位差层配置于所述液晶层与所述第二直线偏振器之间。

8. 根据权利要求1或2所述的液晶显示面板,其特征在于,

所述第二相位差层配置于所述第一相位差层与所述液晶层之间。

9. 根据权利要求1或2所述的液晶显示面板,其特征在于,

所述第一相位差层以及所述第二相位差层的至少一方配置于所述液晶单元内。

10. 根据权利要求1或2所述的液晶显示面板,其特征在于,

所述第一相位差层以及所述第二相位差层的至少一方为涂覆型相位差板。

液晶显示面板

技术领域

[0001] 本发明涉及液晶显示面板。

背景技术

[0002] 近年来,液晶显示面板的高清晰化正在发展,伴随于此,像素开口率(像素开口部的总面积占显示区域的比率)变小。因此,难以获得足够的显示亮度。特别是移动用途的中小型液晶显示面板在室外等明亮环境下观察时的对比度降低成为问题。

[0003] 到目前为止,采取通过提高背光源的亮度来提高显示亮度,由此提高对比度的对策。然而,若提高背光源的亮度则存在耗电量增大的缺点,基于背光源的亮度上升的对策接近极限。

[0004] 液晶显示面板的对比度在明亮环境下降低的原因之一是由液晶显示面板引起的反射。因此,还尝试通过抑制液晶显示面板的反射来改善对比度。

[0005] 例如,在专利文献1中公开了以下液晶显示面板,即,通过在配置于观察者侧(有时称为“表面侧”)的直线偏振板(有时称为“表面侧直线偏振板”)与液晶单元之间设置相位差板(有时称为“表面侧相位差板”),从而抑制被液晶单元反射的光向观察者侧出射。表面侧相位差板是设定为透过了表面侧直线偏振板的直线偏振光成为向第一方向旋转的圆偏振光而入射到液晶单元的所谓的 $\lambda/4$ 板。因此,表面侧直线偏振板和表面侧相位差板的组合作为圆偏振板发挥功能。若圆偏振光(在折射率从小向大变化的界面)反射,则P波以及S波双方的相位均以 π 弧度偏离,其结果,旋转方向反转。因此,在液晶单元(透明基板)中反射的光成为旋转方向与第一方向相反的第二方向的圆偏振光,该圆偏振光通过表面侧相位差板而被转换成直线偏振光,该直线偏振光被表面侧直线偏振板吸收。

[0006] 专利文献1的液晶显示面板还具有:在配置于背光源侧(有时称为“背面侧”)的直线偏振板(有时称为“背面侧直线偏振板”)与液晶单元之间配置的相位差板(有时称为“背面侧相位差板”),背面侧相位差板是设定为透过了背面侧直线偏振板的直线偏振光在通过背面侧相位差板以及黑显示状态的液晶层时,成为旋转方向为与第一方向相反的第二方向的圆偏振光的所谓的 $\lambda/4$ 板。因此,背面侧直线偏振板和背面侧相位差板的组合也作为圆偏振板发挥功能。旋转方向为第二方向的圆偏振光通过表面侧相位差板,由此转换为被表面侧偏振板吸收的直线偏振光。换句话说,表面侧相位差板和背面侧相位差板配置为在黑显示时延迟抵消。根据专利文献1,获得即便在室外使用的情况下也能够获得良好的画质的液晶显示面板。

[0007] 另外,在专利文献1中记载了还可以将表面侧相位差板以及背面侧相位差板配置于液晶单元内(也有时被称为“内嵌化”)。并且,在专利文献1中记载了表面侧相位差板以及背面侧相位差板还可以是涂覆膜。作为涂覆膜的相位差板、即通过涂覆法形成的相位差板有时也被称为“涂覆型相位板”。涂覆型相位差板被认为有希望作为用于使相位差板内嵌化的技术。

现有技术文献

专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2012-173672号公报

发明内容

本发明所要解决的技术问题

[0009] 考虑如专利文献1那样通过使用圆偏振板来改善对比度,但根据本申请发明者的研究,可知实际上其改善程度具有不一致的趋势。该不一致的一个原因为相位差板的延迟存在制造上的不一致。若由于制造上的延迟的不一致,使在表面侧相位差板和背面侧相位差板中延迟未充分抵消,则在黑显示时产生漏光,对比度降低。延迟的制造上的不一致特别是在涂覆型相位差板中较为显著。

[0010] 本发明是鉴于上述问题而完成的,其目的在于提供抑制了以相位差层的延迟的制造上的不一致为起因的对比度的降低的液晶显示面板。

解决问题的方案

[0011] 本说明书公开以下的项目记载的液晶显示面板。

[0012] [项目1]

一种液晶显示面板,具备:

液晶单元,其具有第一基板、配置于上述第一基板的背面侧的第二基板、以及设置于上述第一基板与上述第二基板之间的液晶层;

第一直线偏振器,其配置于上述液晶单元的观察者侧;第二直线偏振器,其配置于上述液晶单元的背面侧;

第一相位差层,其配置于上述第一直线偏振器与上述液晶层之间;以及

第二相位差层,其配置于上述第一相位差层与上述第二直线偏振器之间,

在液晶显示面板中,

上述第一直线偏振器的吸收轴与上述第二直线偏振器的吸收轴交叉,

上述第一直线偏振器以及上述第一相位差层的组合和上述第二直线偏振器以及上述第二相位差层的组合分别作为圆偏振板或者椭圆偏振板发挥功能,

针对波长550nm的光的上述第一相位差层的延迟与上述第二相位差层的延迟不同,

在将针对波长550nm的光的上述第一相位差层的延迟与上述第二相位差层的延迟之差设为 Δ [rad],将上述第一直线偏振器的吸收轴与上述第一相位差层的慢轴所成的角设为 θ_1 ,将上述第二直线偏振器的吸收轴与上述第二相位差层的慢轴所成的角设为 θ_2 时,

上述第一直线偏振器、上述第一相位差层、上述第二直线偏振器以及上述第二相位差层配置为满足下述式(A)以及(B)的至少一方。

$$1/3 \leq (\cos 2\theta_1)^2 / \sin \Delta \leq 3/2 \quad (A)$$

$$1/3 \leq (\cos 2\theta_2)^2 / \sin \Delta \leq 3/2 \quad (B)$$

[0013] [项目2]

在项目1记载的液晶显示面板中,上述第一直线偏振器、上述第一相位差层、上述第二直线偏振器以及上述第二相位差层配置为满足式(A)以及(B)双方。

[0014] [项目3]

在项目1或2记载的液晶显示面板中,上述第一直线偏振器、上述第一相位差层、上述第

二直线偏振器以及上述第二相位差层配置为满足下述式 (C) 以及 (D) 的至少一方。

$$0.7 \leq (\cos 2\theta_1)^2 / \sin \Delta \leq 1.0 \quad (C)$$

$$0.7 \leq (\cos 2\theta_2)^2 / \sin \Delta \leq 1.0 \quad (D)$$

[0015] [项目4]

在项目3记载的液晶显示面板中,上述第一直线偏振器、上述第一相位差层、上述第二直线偏振器以及上述第二相位差层配置为满足式 (C) 以及 (D) 双方。

[0016] [项目5]

在项目1~4中任一项记载的液晶显示面板中,上述液晶层为垂直取向型的液晶层。

[0017] [项目6]

在项目1~4中任一项记载的液晶显示面板中,上述液晶层为水平取向型的液晶层。

[0018] [项目7]

在项目1~6中任一项记载的液晶显示面板中,上述第二相位差层配置于上述液晶层与上述第二直线偏振器之间。

[0019] [项目8]

在项目1~6中任一项记载的液晶显示面板中,上述第二相位差层配置于上述第一相位差层与上述液晶层之间。

[0020] [项目9]

在项目1~8中任一项记载的液晶显示面板中,上述第一相位差层以及上述第二相位差层的至少一方配置于上述液晶单元内。

[0021] [项目10]

在项目1~9中任一项记载的液晶显示面板中,上述第一相位差层以及上述第二相位差层的至少一方为涂覆型相位差板。

发明效果

[0022] 根据本发明的实施方式,提供抑制了以相位差层的延迟的制造上的不一致为起因的对比度的降低的液晶显示面板。

附图说明

[0023] 图1是示意性地示出本发明的实施方式的液晶显示面板100A的剖视图。

图2是示意性地示出液晶显示面板100A具备的液晶单元1的一个像素所对应的区域的剖视图。

图3是表示具备圆偏振板的以往的液晶显示面板800的剖视图。

图4是表示表面侧直线偏振板841以及背面侧直线偏振板842的吸收轴841a、842a、表面侧 $\lambda/4$ 板851以及背面侧 $\lambda/4$ 板852的慢轴851a、852a的关系的图。

图5A是表示第一直线偏振器41的吸收轴41a、第一相位差层51的慢轴51a、第二直线偏振器42的吸收轴42a以及第二相位差层52的慢轴52a的关系的例子图。

图5B是表示第一直线偏振器41的吸收轴41a、第一相位差层51的慢轴51a、第二直线偏振器42的吸收轴42a以及第二相位差层52的慢轴52a的关系的例子图。

图6是将在液晶显示面板800中从显示面法线方向观察时的光透过各构成构件的前后的偏振光状态投影于庞加莱球的S1-S2平面的图。

图7是表示成为用于对以下情况进行说明的模型的圆偏振板的图,即,保持使夹角成为 45° 的状态来调整圆偏振板的贴附角度,对比度的改善也存在极限。

图8A是表示保持使表面侧夹角以及背面侧夹角成为 45° 的状态调整了圆偏振板的贴附角度的情况下的偏振光状态的变化图。

图8B是表示适当地设定表面侧夹角以及/或者背面侧夹角的情况下的偏振光状态的变化图。

图9A是表示优选的夹角 θ 的计算时所使用的模型的图。

图9B是表示优选的夹角 θ 的计算时所使用的模型的图。

图10是表示针对 $\Delta = 0^\circ$ 、 $\theta = 45^\circ$ 的情况下、 $\Delta = 5^\circ$ 、 $\theta = 45^\circ$ 的情况下以及 $\Delta = 5^\circ$ 、 $\theta = 37^\circ$ 的情况下,对黑显示时的透射光谱进行了计算的结果的坐标图。

图11是表示针对 $\Delta = 1^\circ$ 的情况下, $(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$ 的值与对比度的关系的坐标图。

图12是表示针对 $\Delta = 2^\circ$ 的情况下, $(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$ 的值与对比度的关系的坐标图。

图13是表示针对 $\Delta = 3^\circ$ 的情况下, $(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$ 的值与对比度的关系的坐标图。

图14是表示针对 $\Delta = 4^\circ$ 的情况下, $(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$ 的值与对比度的关系的坐标图。

图15是表示针对 $\Delta = 5^\circ$ 的情况下, $(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$ 的值与对比度的关系的坐标图。

图16是表示针对 $\Delta = 10^\circ$ 的情况下, $(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$ 的值与对比度的关系的坐标图。

图17是表示针对 $\Delta = 15^\circ$ 的情况下, $(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$ 的值与对比度的关系的坐标图。

图18是表示针对 $\Delta = 20^\circ$ 的情况下, $(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$ 的值与对比度的关系的坐标图。

图19是示意性地示出本发明的实施方式的液晶显示面板100B的剖视图。

图20是示意性地示出可应用本发明的实施方式的液晶显示面板200的剖视图。

图21是表示在液晶显示面板200未应用本发明的实施方式的情况下的第一直线偏振器41以及第二直线偏振器42的吸收轴41a、42a、与第一相位差层51、第二相位差层52以及第三相位差层($\lambda/2$ 板)53的慢轴51a、52a、53a之间的关系例子的图。

具体实施方式

[0024] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。此外,本发明不限定于以下的实施方式。

[0025] (第一实施方式)

参照图1以及图2对本实施方式的液晶显示面板100A进行说明。图1是示意性地示出液晶显示面板100A的剖视图,一并示出背光源80。换句话说,也可以说图1示出包含液晶显示面板100A以及背光源80的液晶显示装置。图2是示意性地示出与液晶显示面板100A所具备的液晶单元1的一个像素对应的区域的剖视图。

[0026] 本实施方式的液晶显示面板100A具有以矩阵状排列的多个像素,在VA(Vertical Alignment)模式下进行显示。如图1所示,液晶显示面板100A具备:液晶单元1、第一直线偏振器41以及第二直线偏振器42、以及第一相位差层51以及第二相位差层52。

[0027] 如图2所示,液晶单元1具有:第一基板10、配置于第一基板10的背面侧的第二基板20、以及在第一基板10与第二基板20之间设置的液晶层30。

[0028] 第一基板(也称为“彩色滤光片基板”)10具有透明基板11、彩色滤光片层12、共用电极13以及第一垂直取向膜14。

[0029] 透明基板11透明且具有绝缘性。透明基板11例如是玻璃基板或者塑料基板。

[0030] 彩色滤光片层12设置在透明基板11上。典型而言,彩色滤光片层12包含红彩色滤光片、绿彩色滤光片以及蓝彩色滤光片。

[0031] 共用电极13设置在彩色滤光片层12上。共用电极13与后述的像素电极23对置,因此有时被称为“对置电极”。共用电极13由透明的导电材料(例如ITO)形成。共用电极13也可以是多个像素所共用设置的单一的导电膜。

[0032] 第一垂直取向膜14覆盖共用电极13。第一垂直取向膜14具有使液晶层30所含的液晶分子与其表面大致垂直地取向的取向限制力。

[0033] 第二基板(也称为“有源矩阵基板”)20具有透明基板21、像素电极23以及第二垂直取向膜24。

[0034] 透明基板21透明且具有绝缘性。透明基板21例如是玻璃基板或者塑料基板。

[0035] 像素电极23设置在透明基板21上。像素电极23分别设置于多个像素。像素电极23由透明的导电材料(例如ITO)形成。

[0036] 第二垂直取向膜24覆盖像素电极23。第二垂直取向膜24具有使液晶层30所含的液晶分子与其表面大致垂直地取向的取向限制力。

[0037] 第二基板20还具有:与像素电极23电连接的薄膜晶体管(TFT)、向TFT供给扫描信号的扫描布线、向TFT供给显示信号的信号布线等(均未图示)。

[0038] 液晶层30所含的液晶分子在电压未施加于液晶层30时,通过第一垂直取向膜14以及第二垂直取向膜24的取向限制力而采取垂直取向状态。换句话说,液晶层30是垂直取向型。

[0039] 如图1所示,第一直线偏振器41配置于液晶单元1的观察者侧。相对于此,第二直线偏振器42配置于液晶单元1的背面侧(背光源80侧)。

[0040] 第一相位差层51配置于第一直线偏振器41与液晶层30之间。此处,第一相位差层51配置于第一直线偏振器41与液晶单元1之间。

[0041] 第二相位差层52配置于第一相位差层51与第二直线偏振器42之间。此处,第二相位差层52配置于液晶层30与第二直线偏振器42之间,更具体而言配置于液晶单元1与第二直线偏振器42之间。

[0042] 作为第一直线偏振器41以及第二直线偏振器42,能够使用一般的直线偏振板,具体而言包含碘的拉伸的PVA(聚乙烯醇)膜。在这样的直线偏振板中,PVA膜的拉伸方向成为吸收轴。

[0043] 作为第一相位差层51以及第二相位差层52的材料,能够使用例如COP(环烯烃系树脂)。COP作为宽频带的相位差膜而广泛使用,另外,作为PVA膜的支承体广泛使用。COP通过拉伸而具有双折射性。

[0044] 第一直线偏振器41的吸收轴和第二直线偏振器42的吸收轴交叉。第一直线偏振器41的吸收轴和第二直线偏振器42的吸收轴也可以大致正交,也可以以不是大致正交的角度交叉。

[0045] 第一直线偏振器41以及第一相位差层51的组合作为圆偏振板或者椭圆偏振板发挥功能。从观察者侧透过了第一直线偏振器41以及第一相位差层51的光作为向第一方向旋转的圆偏振光或者椭圆偏振光向液晶单元入射。

[0046] 同样,第二直线偏振器42以及第二相位差层52的组合也作为圆偏振板或者椭圆偏振板发挥功能。从背面侧透过了第二直线偏振器42以及第二相位差层52的光作为与第一方向相反的第二方向的圆偏振光或者椭圆偏振光而向液晶单元入射。

[0047] 这样,第一直线偏振器41以及第一相位差层51的组合、和第二直线偏振器42以及第二相位差层52的组合分别作为圆偏振板或者椭圆偏振板发挥功能,由此根据与专利文献1的液晶显示面板相同的原理,能够抑制由液晶单元1反射的光向观察者侧出射而改善对比度。

[0048] 此处,将第一相位差层51的延迟与第二相位差层52的延迟之差设为 Δ [rad],将第一直线偏振器41的吸收轴与第一相位差层51的慢轴所成的角设为 θ_1 ,将第二直线偏振器42的吸收轴与第二相位差层52的慢轴所成的角设为 θ_2 。延迟差 Δ 由下述式(1)表示。

$$\Delta = 2\pi \times |R0f - R0r| / \lambda \quad (1)$$

[0049] 式(1)中的 λ 是550[nm],R0f是针对波长550nm的光的第一相位差层51的延迟值[nm],R0r是针对波长550nm的光的第二相位差层52的延迟值[nm]。换句话说, Δ 是针对波长550nm的光的第一相位差层51的延迟与第二相位差层52的延迟之差。另外,以下,也有时将第一直线偏振器41的吸收轴与第一相位差层51的慢轴所成的角 θ_1 称为“表面侧夹角”,将第二直线偏振器42的吸收轴与第二相位差层52的慢轴所成的角 θ_2 称为“背面侧夹角”。

[0050] 在本实施方式中,针对波长550nm的光的第一相位差层51的延迟与第二相位差层52的延迟不同(换句话说 $\Delta \neq 0$)。另外,在本实施方式中,第一直线偏振器41、第一相位差层51、第二直线偏振器42以及第二相位差层52配置为满足下述式(A)以及(B)。

$$1/3 \leq (\cos 2\theta_1)^2 / \sin \Delta \leq 3/2 \quad (A)$$

$$1/3 \leq (\cos 2\theta_2)^2 / \sin \Delta \leq 3/2 \quad (B)$$

[0051] 在本实施方式的液晶显示面板100A中,通过上述的结构而抑制由于相位差层的延迟的制造上的不一致而引起的对比度降低。以下,对其原因进行说明,在此之前,首先参照图3对具备圆偏振板的以往的液晶显示面板进行说明。

[0052] 图3所示的液晶显示面板800具备:液晶单元801、在液晶单元801的观察者侧配置的表面侧圆偏振板861、以及在液晶单元801的背面侧配置的背面侧圆偏振板862。液晶单元801具有:垂直取向型的液晶层830、位于液晶层830的观察者侧的彩色滤光片基板810、以及位于液晶层830的背面侧的有源矩阵基板820。

[0053] 表面侧圆偏振板861由表面侧直线偏振板841、和在表面侧直线偏振板841的背面侧配置的表面侧 $\lambda/4$ 板(1/4波长板)851构成。背面侧圆偏振板862由背面侧直线偏振板842、和在背面侧直线偏振板842的观察者侧配置的背面侧 $\lambda/4$ 板(1/4波长板)852构成。

[0054] 图4表示表面侧直线偏振板841以及背面侧直线偏振板842的吸收轴841a、842a与表面侧 $\lambda/4$ 板851以及背面侧 $\lambda/4$ 板852的慢轴851a、852a的关系。在图4中一并示出方位角。将显示面当作钟面时的三点钟方向为方位角的 0° ,使逆时针方向为正。

[0055] 如图4所示,表面侧直线偏振板841的吸收轴841a和背面侧直线偏振板842的吸收轴842a正交。换句话说,表面侧直线偏振板841和背面侧直线偏振板842以正交尼科尔配置。另外,表面侧直线偏振板841的吸收轴841a与表面侧 $\lambda/4$ 板851的慢轴851a所成的角(表面侧夹角)为 45° 。同样地,背面侧直线偏振板842的吸收轴842a与背面侧 $\lambda/4$ 板852的慢轴852a所成的角(背面侧夹角)为 45° 。

[0056] 对于具备一对圆偏振板(表面侧圆偏振板861以及背面侧圆偏振板862)的液晶显示面板800A而言,与专利文献1所公开的液晶显示面板相同,可抑制由液晶单元801反射的光向观察者侧出射,改善对比度。

[0057] 然而,若表面侧 $\lambda/4$ 板851的延迟与背面侧 $\lambda/4$ 板852的延迟不同,在黑显示时产生漏光,对比度降低。换句话说,由于表面侧 $\lambda/4$ 板851以及背面侧 $\lambda/4$ 板852的延迟的制造上的不一致,导致对比度的改善程度不一致。

[0058] 本申请发明者发现,通过将第一直线偏振器41的吸收轴、第一相位差层51的慢轴、第二直线偏振器42的吸收轴以及第二相位差层52的慢轴分别独立地设定为适当的角度、换言之通过调整表面侧夹角 θ_1 以及背面侧夹角 θ_2 ,能够更加改善对比度。

[0059] 图5A以及图5B示出第一直线偏振器41的吸收轴41a、第一相位差层51的慢轴51a、第二直线偏振器42的吸收轴42a以及第二相位差层52的慢轴52a的关系的例子。

[0060] 图5A示出针对波长550nm的光的第二相位差层52的延迟小于第一相位差层51的延迟的情况下的例子。在图5A所示的例子中,第一直线偏振器41的吸收轴41a和第一相位差层51的慢轴51a所成的角(表面侧夹角) θ_1 大于 45° 。另外,第二直线偏振器42的吸收轴42a与第二相位差层52a的慢轴52a所成的角(背面侧夹角) θ_2 不足 45° 。并且,第一直线偏振器41的吸收轴41a与第二直线偏振器42的吸收轴42a未正交。

[0061] 图5B示出针对波长550nm的光的第一相位差层51的延迟小于第二相位差层52的延迟的情况下的例子。图5B所示的例子中,第一直线偏振器41的吸收轴41a与第一相位差层51的慢轴51a所成的角(表面侧夹角) θ_1 不足 45° 。另外,第二直线偏振器42的吸收轴42a与第二相位差层52a的慢轴52a所成的角(背面侧夹角) θ_2 大于 45° 。并且,第一直线偏振器41的吸收轴41a与第二直线偏振器42的吸收轴42a未正交。

[0062] 这样,在图5A以及图5B所示的例子中,表面侧夹角 θ_1 以及背面侧夹角 θ_2 从 45° 偏离,由此,满足式(A)以及(B)。此外,如后述那样,不一定需要满足式(A)以及(B)双方。也可以仅满足式(A)以及(B)的一方,该情况下,也可以表面侧夹角 θ_1 以及背面侧夹角 θ_2 的一方为 45° 。此外,在图5A以及图5B所示的例子中,第一直线偏振器41的吸收轴41a与第二直线偏振器42的吸收轴42a未正交(换句话说第一直线偏振器41与第二直线偏振器42从正交尼科尔配置偏离),但本发明的实施方式不限于于此。也可以是,在第一直线偏振器41的吸收轴41a与第二直线偏振器42的吸收轴42a大致正交的状态下,适当地设定表面侧夹角 θ_1 以及/或者背面侧夹角 θ_2 的大小。

[0063] 此处,以图3所示的液晶显示面板800作为例子,对在黑显示时产生漏光而使对比度降低的原理进行说明。此处,考虑液晶显示面板800具备的一对 $\lambda/4$ 板(表面侧 $\lambda/4$ 板851以及背面侧 $\lambda/4$ 板852)中的一方的延迟值从设计值偏离的情况,具体而言背面侧 $\lambda/4$ 板852的延迟大于作为设计值的137.5nm(例如大7.5nm)情况。此外,不特别局限于此,“偏振光状态”以及“延迟”是指针对波长550nm的光的偏振光状态以及延迟。

[0064] 使用庞加莱球如以下那样对漏光产生的原理进行说明。

[0065] 图6是在液晶显示面板800中从显示面法线方向观察时的光透过各构成构件的前后的偏振光状态投影于庞加莱球的S1-S2平面的图。

[0066] 首先,从背面侧入射至液晶显示面板800的光透过了背面侧直线偏振板842的紧后的偏振光状态位于点 P_0 。其后,光透过了背面侧 $\lambda/4$ 板852的紧后的偏振光状态位于点 P_1 。若

背面侧 $\lambda/4$ 板852的延迟完全满足 $\lambda/4$ 条件(相对于波长550nm的光为137.5nm)则偏振光状态应该向 $(S1, S2) = (0, 0)$ 的位置移动,但在该例子中,背面侧 $\lambda/4$ 板852的延迟比 $\lambda/4$ 条件大,因此多余地移动。此外,黑显示时的液晶单元801设计为从显示面法线方向观察时的延迟为零,因此光透过了液晶单元801时的偏振光状态在 P_1 的位置保持原样不移动。

[0067] 接下来,光透过了表面侧 $\lambda/4$ 板851后的偏振光状态位于点 P_2 。此时,偏振光状态在庞加莱球上,向与通过背面侧 $\lambda/4$ 板852移动的方向相反方向移动,但表面侧 $\lambda/4$ 板851的延迟小于背面侧 $\lambda/4$ 板852的延迟,因此移动距离不同。

[0068] 此处,用于通过表面侧直线偏振板841完全吸收透过来的光的条件为:点 P_2 的偏振光状态是完全的直线偏振光即圆偏振光成分 S_3 成为0,在庞加莱球上处于赤道的位置。然而,如上述那样,由于移动距离不同而未返回至赤道上,作为结果,导致一部分光透过了表面侧直线偏振板841而产生漏光。

[0069] 此外,此处,假定了背面侧 $\lambda/4$ 板852的延迟大于 $\lambda/4$ 条件的情况,但当在表面侧 $\lambda/4$ 板851和背面侧 $\lambda/4$ 板852中延迟不同的情况下,无论其大小关系如何均由于相同的理由而产生漏光。 $\lambda/4$ 板的延迟值为了便于生产不一定能够完全相同,因此成为液晶显示面板的对比度不一致的重要因素。

[0070] 如已经说明的那样,在本实施方式中,通过使表面侧夹角 θ_1 以及背面侧夹角 θ_2 从 45° 偏离,从而改善对比度。相对于此,在图3所示的液晶显示面板800中,也考虑将表面侧夹角以及背面侧夹角保持为 45° ,来调整表面侧圆偏振板861以及/或者背面侧圆偏振板862的贴附角度。该情况下,表面侧直线偏振板841的吸收轴与背面侧直线偏振板842的吸收轴所成的角从 90° 偏离。然而,对于该方法而言,如以下说明那样,对比度的改善存在原理上的极限。

[0071] 图7是表示成为用于说明的模型的圆偏振板的图。在图7所示的模型中,直线偏振板配置为其吸收轴的方位成为 90° 。另外, $\lambda/4$ 板配置为其慢轴的方位成为 $90^\circ - \theta$ 。换句话说,直线偏振板的吸收轴与 $\lambda/4$ 板的慢轴所成的角(夹角)为 θ 。若将 $\lambda/4$ 板的以nm为单位的延迟值设为 Re ,则以rad为单位的延迟值 Γ 表达为 $\Gamma = 2\pi Re / \lambda$ (此处 λ 为550nm)。此时,从光源射出而透过了圆偏振板的光的圆偏振光成分 S_3 表达为 $S_3 = \sin \Gamma \cdot \sin 2\theta$ 。

[0072] 为了通过表面侧圆偏振板861无泄漏地吸收透过了背面侧圆偏振板862的光,需要使透过了各自的光的圆偏振光成分 S_3 的绝对值相同。然而,若将夹角 θ 固定为 45° ,则只要延迟值 Γ 不同则 $S_3 (= \sin \Gamma \cdot \sin 2\theta)$ 的绝对值一定不同,因此产生一定程度的漏光。

[0073] 相对于此,如本发明的实施方式那样,通过调整表面侧夹角 θ_1 以及/或者背面侧夹角 θ_2 ,针对透过了第一直线偏振器41以及第一相位差层51的光、以及透过了第二直线偏振器42以及第二相位差层52的光,能够使圆偏振光成分 S_3 的绝对值成为足够接近的值。因此,能够有效地改善对比度。

[0074] 图8A示出将表面侧夹角以及背面侧夹角保持为 45° ,调整了背面侧圆偏振板862的贴附角度的情况下的偏振光状态的变化。

[0075] 首先,从背面侧入射至液晶显示面板800的光透过了背面侧直线偏振板842的紧后的偏振光状态位于点 P_0 。其后,光透过了背面侧 $\lambda/4$ 板852的紧后的偏振光状态位于点 P_1 。此处,由于背面侧 $\lambda/4$ 板852的延迟不满足 $\lambda/4$ 条件(比 $\lambda/4$ 条件大),所以偏振光状态从 $(S1, S2) = (0, 0)$ 的位置偏离。接下来,光透过了表面侧 $\lambda/4$ 板851后的偏振光状态位于点 P_2 。此时,偏

振光状态仍然未返回赤道的位置。

[0076] 相对于此,如本发明的实施方式那样,通过适当地设定表面侧夹角 θ_1 以及/或者背面侧夹角 θ_2 ,由此能够调整在庞加莱球上偏振光状态移动时的旋转轴的方向,因此如图8B所示,能够使从背面侧入射的光的偏振光状态(点 P_0)透过了第一相位差层51后向赤道的位置(点 P_2)返回。

[0077] 此处,使用Shintech公司制的液晶光学模拟器(产品名:LCD Master),进行黑显示状态(电压无施加时)的透过率的模拟,说明对当第一相位差层51以及第二相位差层52的延迟值存在差时的优选的夹角 θ 进行了计算后的结果。

[0078] 在夹角 θ 计算时,使用图9A以及图9B所示的模型。

[0079] 图9A示出 $\Delta = 0$,未调整夹角 θ 的(45° 保持原样)情况下的模型。在图9A所示的模型中,第一直线偏振器41配置为其吸收轴的方位成为 0° 。第一相位差层51的延迟 Re 为137.5nm(换句话说 $\Gamma = 90^\circ$)。第一相位差层51配置为其慢轴的方位成为 45° 。因此,表面侧夹角 θ_1 为 45° 。第一相位差层51的 N_x 系数为1。液晶单元1是VA模式的液晶单元。液晶层30的折射率各向异性 Δn 为0.113,厚度(单元间隙)为 $3.2\mu m$,液晶单元1的 $\Delta n \cdot d$ 为360nm。第二相位差层52的延迟 Re 为137.5nm(换句话说 $\Gamma = 90^\circ$)。第一相位差层51配置为其慢轴的方位成为 135° 。第二相位差层52的 N_x 系数为1。第二直线偏振器42配置为其吸收轴的方位成为 90° 。因此,背面侧夹角 θ_2 为 45° 。

[0080] 图9B示出 $\Delta \neq 0$,调整夹角 θ 的情况下的模型。图9B所示的模型在第一相位差层51的慢轴的方位为 θ 这点、第二相位差层52的延迟值 $\Gamma = 90^\circ + \Delta$ 这点、以及第二相位差层52的慢轴的方位为 $90^\circ - \theta$ 这点上与图9A所示的模型不同。

[0081] 图10针对 $\Delta = 0^\circ$ 且 $\theta = 45^\circ$ 的情况、 $\Delta = 5^\circ$ 且 $\theta = 45^\circ$ 的情况以及 $\Delta = 5^\circ$ 且 $\theta = 37^\circ$ 的情况,示出对黑显示时的透射光谱进行了计算的结果。另外,表1、表2以及表3针对上述三种情况示出对比度的计算值。

[0082] 表1

$\Delta = 0^\circ, \theta (= \theta_1 = \theta_2) = 45^\circ$	
	轴角度
第一直线偏振器的吸收轴	0°
第一相位差层($Re = 137.5nm$)的慢轴	45°
液晶单元(VA)	-
第二相位差层($Re = 137.5nm$)的慢轴	135°
第二直线偏振器的吸收轴	90°
对比度(计算值): 1200	

[0083] 表2

$\Delta=5^{\circ}, \theta (= \theta_1=\theta_2) =45^{\circ}$	
	轴角度
第一直线偏振器的吸收轴	0°
第一相位差层 (Re=137.5nm) 的慢轴	45°
液晶单元 (VA)	-
第二相位差层 (Re=137.5nm) 的慢轴	135°
第二直线偏振器的吸收轴	90°
对比度 (计算值) : 316	

[0084] 表3

$\Delta=5^{\circ}, \theta (= \theta_1=\theta_2) =37^{\circ}$	
	轴角度
第一直线偏振器的吸收轴	8°
第一相位差层 (Re=137.5nm) 的慢轴	45°
液晶单元 (VA)	-
第二相位差层 (Re=137.5nm) 的慢轴	127°
第二直线偏振器的吸收轴	90°
对比度 (计算值) : 1123	

如图10所示,在 $\Delta=0^{\circ}$ 的情况下,当夹角 θ 为 45° 时黑显示变得最暗。另外,此时,对比度也最高至1200。相对于此,在 $\Delta=5^{\circ}$ 的情况下,若夹角 θ 为 45° ($(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta=0$),则产生漏光,透过率变高,并且对比度变低至316。另一方面,在 $\Delta=5^{\circ}$ 的情况下,若夹角 θ 为 37° ($(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta=0.87$),则抑制漏光,透过率变低。另外,此时,对比度为1123,得到不比 $\Delta=0^{\circ}$ 的情况逊色的对比度。

[0085] 表4示出使 Δ 从 0° 变化至 20° 而计算出对比度最好的 θ 的结果。

[0086] 表4

	对比度（计算值）		对比度最好的 θ	
Δ [deg]	实施例	比较例	θ [deg]	$(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$
0	1200	1200	45	0.00
1	1195	1080	49	1.11
2	1190	831	50	0.86
3	1165	601	51	0.83
4	1141	434	52	0.84
5	1123	316	53	0.87
10	798	98	56	0.81
15	485	46	59	0.85
20	273	26	61	0.82

在表4所示的例子中， $(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$ 在0.8~1.2附近处对比度最好。

[0087] 接着，针对 $\Delta = 1^\circ、2^\circ、3^\circ、4^\circ、5^\circ、10^\circ、15^\circ、20^\circ$ 的情况，使夹角 θ 从 25° 变化至 65° ，计算了对比度。表5~表12示出计算结果。表5~表12也一并示出 $(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$ 的值。另外，图11~图18针对各个情况，示出 $(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$ 的值与对比度的关系。

[0088] 表5

$\Delta=1^\circ$					
夹 角 $\theta[\text{deg}]$	$(\cos 2\theta)$ $^2/\sin\Delta$	CR 比 (计 算 值)	夹 角 $\theta[\text{deg}]$	$(\cos 2\theta)$ $^2/\sin\Delta$	CR 比 (计 算 值)
25	23.67	18	47.2	0.33	1141
26	21.72	21	48	0.63	1180
27	19.80	26	48.2	0.70	1183
28	17.92	32	48.8	1.00	1192
29	16.09	41	49	1.11	1195
30	14.32	52	49.7	1.50	1145
31	12.63	68	50	1.73	1123
32	11.01	91	51	2.48	949
33	9.48	123	52	3.35	720
34	8.04	172	53	4.35	511
35	6.70	244	54	5.47	353
36	5.47	353	55	6.70	244
37	4.35	511	56	8.04	172
38	3.35	720	57	9.48	123
39	2.48	949	58	11.01	91
40	1.73	1123	59	12.63	68
41	1.11	1195	60	14.32	52
42	0.63	1180	61	16.09	41
43	0.28	1132	62	17.92	32
44	0.07	1093	63	19.80	26
45	0.00	1080	64	21.72	21
46	0.07	1093	65	23.67	18
47	0.28	1132			

根据表5以及图11,可知在 $\Delta = 1^\circ$ 的情况下,在夹角 $\theta = 47.2^\circ \sim 49.7^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta = 0.33 \sim 1.50$ 的范围)中,得到比夹角 $\theta = 45^\circ$ 的情况($(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta = 0$ 的情况)更高的对比度。特别是,在夹角 $\theta = 48.2^\circ \sim 48.8^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta = 0.70 \sim 1.00$ 的范围)中,得到更高的对比度。

[0089] 表6

$\Delta = 2^\circ$					
夹 角 $\theta[\text{deg}]$	$(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$	CR 比 (计 算 值)	夹 角 $\theta[\text{deg}]$	$(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$	CR 比 (计 算 值)
25	11.84	19	48	0.31	996
26	10.86	23	48.1	0.33	1007
27	9.90	28	49	0.55	1106
28	8.96	35	49.5	0.70	1148
29	8.05	45	50	0.86	1190
30	7.16	58	50.4	1.00	1174
31	6.32	78	51	1.24	1151
32	5.51	106	51.6	1.50	1035
33	4.74	148	52	1.68	958
34	4.02	214	53	2.18	699
35	3.35	316	54	2.74	474
36	2.74	474	55	3.35	316
37	2.18	699	56	4.02	214
38	1.68	958	57	4.74	148

39	1.24	1151	58	5.51	106
40	0.86	1190	59	6.32	78
41	0.55	1106	60	7.16	58
42	0.31	996	61	8.05	45
43	0.14	906	62	8.96	35
44	0.03	851	63	9.90	28
45	0.00	831	64	10.86	23
46	0.03	851	65	11.84	19
47	0.14	906			

根据表6以及图12可知,在 $\Delta=2^\circ$ 的情况下,在夹角 $\theta=48.1^\circ\sim 51.6^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta=0.33\sim 1.50$ 的范围)中,得到比夹角 $\theta=45^\circ$ 的情况($(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta=0$ 的情况)下高的对比度。特别是,在夹角 $\theta=49.5^\circ\sim 50.4^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta=0.70\sim 1.00$ 的范围)中,得到更高的对比度。

[0090] 表7

$\Delta=3^\circ$					
夹 角 $\theta[\text{deg}]$	$(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta$	CR 比 (计 算 值)	夹 角 $\theta[\text{deg}]$	$(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta$	CR 比 (计 算 值)
25	7.89	20	48	0.21	745
26	7.24	24	48.8	0.33	844
27	6.60	30	49	0.37	869
28	5.97	38	50	0.58	1029
29	5.37	50	50.5	0.70	1097
30	4.78	66	51	0.83	1165
31	4.21	90	51.6	1.00	1154

32	3.67	126	52	1.12	1146
33	3.16	182	53	1.45	924
34	2.68	271	53.1	1.50	895
35	2.24	417	54	1.82	640
36	1.82	640	55	2.24	417
37	1.45	924	56	2.68	271
38	1.12	1146	57	3.16	182
39	0.83	1165	58	3.67	126
40	0.58	1029	59	4.21	90
41	0.37	869	60	4.78	66
42	0.21	745	61	5.37	50
43	0.09	662	62	5.97	38
44	0.02	616	63	6.60	30
45	0.00	601	64	7.24	24
46	0.02	616	65	7.89	20
47	0.09	662			

根据表7以及图13可知,在 $\Delta=3^\circ$ 的情况下,在夹角 $\theta=48.8^\circ\sim 53.1^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta=0.33\sim 1.50$ 的范围)中,得到比夹角 $\theta=45^\circ$ 的情况($(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta=0$ 的情况)高的对比度。特别是,在夹角 $\theta=50.5^\circ\sim 51.6^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta=0.70\sim 1.00$ 的范围)中,得到更高的对比度。

[0091] 表8

$\Delta=4^\circ$					
夹 角 $\theta[\text{deg}]$	$(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta$	CR 比 (计 算 值)	夹 角 $\theta[\text{deg}]$	$(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta$	CR 比 (计 算 值)

25	5.92	21	48	0.16	537
26	5.43	26	49	0.28	634
27	4.95	33	49.4	0.33	693
28	4.48	42	50	0.43	782
29	4.03	55	51	0.62	975
30	3.58	75	51.4	0.70	1041
31	3.16	104	52	0.84	1141
32	2.75	150	52.7	1.00	1119
33	2.37	225	53	1.09	1110
34	2.01	350	54	1.37	848
35	1.68	555	54.4	1.50	672
36	1.37	848	55	1.68	555
37	1.09	1110	56	2.01	350
38	0.84	1141	57	2.37	225
39	0.62	975	58	2.75	150
40	0.43	782	59	3.16	104
41	0.28	634	60	3.58	75
42	0.16	537	61	4.03	55
43	0.07	477	62	4.48	42
44	0.02	444	63	4.95	33
45	0.00	434	64	5.43	26
46	0.02	444	65	5.92	21
47	0.07	477			

根据表8以及图14可知,在 $\Delta=4^\circ$ 的情况下,在夹角 $\theta=49.4^\circ\sim 54.4^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta=0.33\sim 1.50$ 的范围)中,得到比夹角 $\theta=45^\circ$ 的情况($(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta=0$ 的情况)高的对比度。特别是,在夹角 $\theta=51.4^\circ\sim 52.7^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2/\sin \Delta=0.70\sim 1.00$ 的范围)中,得到更高的对比度。

[0092] 表9

$\Delta=5^\circ$					
夹 角 $\theta[\text{deg}]$	($\cos 2\theta$) $^2/\sin\Delta$	CR 比 (计 算 值)	夹 角 $\theta[\text{deg}]$	($\cos 2\theta$) $^2/\sin\Delta$	CR 比 (计 算 值)
25	4.74	22	48	0.13	385
26	4.35	28	49	0.22	453
27	3.96	36	49.9	0.33	549
28	3.59	47	50	0.35	559
29	3.22	62	51	0.50	724
30	2.87	86	52	0.67	942
31	2.53	123	52.2	0.70	978
32	2.20	184	53	0.87	1123
33	1.90	286	53.6	1.00	1090
34	1.61	462	54	1.10	1040
35	1.34	739	55	1.34	739
36	1.10	1040	55.6	1.50	573
37	0.87	1123	56	1.61	462
38	0.67	942	57	1.90	286
39	0.50	724	58	2.20	184
40	0.35	559	59	2.53	123
41	0.22	453	60	2.87	86
42	0.13	385	61	3.22	62
43	0.06	345	62	3.59	47
44	0.01	323	63	3.96	36
45	0.00	316	64	4.35	28
46	0.01	323	65	4.74	22
47	0.06	345			

根据表9以及图15可知,在 $\Delta = 5^\circ$ 的情况下,在夹角 $\theta = 49.9^\circ \sim 55.6^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta = 0.33 \sim 1.50$ 的范围)中,得到比夹角 $\theta = 45^\circ$ 的情况($(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta = 0$ 的情况)高的对比度。特别是在夹角 $\theta = 52.2^\circ \sim 53.6^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta = 0.70 \sim 1.00$ 的范围)中,得到更高的对比度。

[0093] 表10

$\Delta = 10^\circ$					
夹 角 $\theta[\text{deg}]$	$(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$	CR 比 (计 算 值)	夹 角 $\theta[\text{deg}]$	$(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$	CR 比 (计 算 值)
25	2.38	31	48	0.06	112
26	2.18	41	49	0.11	124
27	1.99	56	50	0.17	143
28	1.80	80	51	0.25	171
29	1.62	119	51.9	0.33	212
30	1.44	187	52	0.34	216
31	1.27	311	53	0.44	288
32	1.11	526	54	0.55	407
33	0.95	776	55	0.67	595
34	0.81	798	55.2	0.70	635
35	0.67	595	56	0.81	798
36	0.55	407	57	0.95	776

37	0.44	288	57.3	1.00	700
38	0.34	216	58	1.11	526
39	0.25	171	59	1.27	311
40	0.17	143	60	1.44	187
41	0.11	124	60.3	1.50	167
42	0.06	112	61	1.62	119
43	0.03	104	62	1.80	80
44	0.01	100	63	1.99	56
45	0.00	98	64	2.18	41
46	0.01	100	65	2.38	31
47	0.03	104			

根据表10以及图16可知,在 $\Delta = 10^\circ$ 的情况下,在夹角 $\theta = 51.9^\circ \sim 60.3^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta = 0.33 \sim 1.50$ 的范围)中,得到比夹角 $\theta = 45^\circ$ 的情况($(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta = 0$ 的情况)高的对比度。特别是,在夹角 $\theta = 55.2^\circ \sim 57.3^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta = 0.70 \sim 1.00$ 的范围)中,得到更高的对比度。

[0094] 表11

$\Delta = 15^\circ$					
夹 角 $\theta[\text{deg}]$	$(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$	CR 比 (计 算 值)	夹 角 $\theta[\text{deg}]$	$(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta$	CR 比 (计 算 值)
25	1.60	45	48	0.04	50
26	1.46	64	49	0.07	54
27	1.33	94	50	0.12	60
28	1.21	146	51	0.17	68
29	1.08	235	52	0.23	79

30	0.97	371	53	0.29	96
31	0.85	485	53.5	0.33	109
32	0.74	449	54	0.37	122
33	0.64	327	55	0.45	162
34	0.54	226	56	0.54	226
35	0.45	162	57	0.64	327
36	0.37	122	57.6	0.70	400
37	0.29	96	58	0.74	449
38	0.23	79	59	0.85	485
39	0.17	68	60	0.97	371
40	0.12	60	60.3	1.00	331
41	0.07	54	61	1.08	235
42	0.04	50	62	1.21	146
43	0.02	48	63	1.33	94
44	0.00	46	64	1.46	64
45	0.00	46	64.3	1.50	58
46	0.00	46	65	1.60	45
47	0.02	48			

根据表11以及图17可知,在 $\Delta = 15^\circ$ 的情况下,在夹角 $\theta = 53.5^\circ \sim 64.3^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta = 0.33 \sim 1.50$ 的范围)中,得到比夹角 $\theta = 45^\circ$ 的情况($(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta = 0$ 的情况)高的对比度。特别是在夹角 $\theta = 57.6^\circ \sim 60.3^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta = 0.70 \sim 1.00$ 的范围)中,得到更高的对比度。

[0095] 表12

$\Delta = 20^\circ$					
夹 角	($\cos 2\theta$)	CR 比	夹 角	($\cos 2\theta$)	CR 比

θ [deg]	$^2/\sin\Delta$	(计 算 值)	θ [deg]	$^2/\sin\Delta$	(计 算 值)
25	1.21	65	48	0.03	28
26	1.11	96	49	0.06	30
27	1.01	145	50	0.09	32
28	0.91	214	51	0.13	36
29	0.82	273	52	0.17	40
30	0.73	269	53	0.22	46
31	0.64	214	54	0.28	55
32	0.56	155	54.8	0.33	65
33	0.48	114	55	0.34	68
34	0.41	86	56	0.41	86
35	0.34	68	57	0.48	114
36	0.28	55	58	0.56	155
37	0.22	46	59	0.64	214
38	0.17	40	59.6	0.70	247
39	0.13	36	60	0.73	269
40	0.09	32	61	0.82	273
41	0.06	30	62	0.91	214
42	0.03	28	62.9	1.00	151
43	0.01	27	63	1.01	145
44	0.00	27	64	1.11	96
45	0.00	26	65	1.21	65
46	0.00	27	67.9	1.50	30
47	0.01	27			

根据表12以及图18可知,在 $\Delta=20^\circ$ 的情况下,在夹角 $\theta=54.8^\circ\sim 67.9^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2/\sin\Delta=0.33\sim 1.50$ 的范围)中,得到比夹角 $\theta=45^\circ$ 的情况($(\cos 2\theta)^2/\sin\Delta=0$ 的情况)高的对比度。特别是,在夹角 $\theta=59.6^\circ\sim 62.9^\circ$ 的范围($(\cos 2\theta)^2/\sin\Delta=0.70\sim 1.00$ 的范

围)中,得到更高的对比度。

[0096] 根据上述的计算结果可知,为了改善对比度,换句话说为了实现比 $\theta=45^\circ$ 时高的对比度, $1/3 \leq (\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta \leq 3/2$ 即可。因此,使第一直线偏振器41、第一相位差层51、第二直线偏振器42以及第二相位差层52配置为表面侧夹角 θ_1 以及背面侧夹角 θ_2 满足已经说明的式(A)以及(B),由此能够改善对比度。

[0097] 另外,根据上述的计算结果可知,若 $0.7 \leq (\cos 2\theta)^2 / \sin \Delta \leq 1.0$,则得到更高的对比度。因此,优选第一直线偏振器41、第一相位差层51、第二直线偏振器42以及第二相位差层52配置为满足下述式(C)以及(D)。

$$0.7 \leq (\cos 2\theta_1)^2 / \sin \Delta \leq 1.0 \quad (C)$$

$$0.7 \leq (\cos 2\theta_2)^2 / \sin \Delta \leq 1.0 \quad (D)$$

[0098] 如上述那样,根据本发明的实施方式,可抑制以相位差层的延迟的制造上的不一致为起因的对比度的降低。

[0099] 此外,第一直线偏振器41、第二直线偏振器42、第一相位差层51以及第二相位差层52的配置不限于此处例示的方式,只要与例示的配置在光学上等效即可。例如,第一相位差层51以及第二相位差层52也可以配置于液晶单元1内(换句话说也可以内嵌化)。另外,针对第一直线偏振器41以及第二直线偏振器42,也可以配置于液晶单元1内。

[0100] 另外,第一直线偏振器41、第二直线偏振器42、第一相位差层51以及第二相位差层52的材料也不限于此处例示的材料。例如,作为第一直线偏振器41、第二直线偏振器42、第一相位差层51以及第二相位差层52的材料,也能够使用液晶材料。

[0101] 此外,此处,对调整表面侧夹角 θ_1 以及背面侧夹角 θ_2 双方的例子进行了说明,但不一定需要调整表面侧夹角 θ_1 以及背面侧夹角 θ_2 双方(从 45° 错开)。也可以仅调整表面侧夹角 θ_1 以及背面侧夹角 θ_2 的一方。换句话说,第一直线偏振器41、第一相位差层51、第二直线偏振器42以及第二相位差层52配置为满足上述的式(A)以及(B)的至少一方(优选式(C)以及(D)的至少一方),由此能够得到改善对比度的效果。另外,通过满足式(A)以及(B)双方(优选式(C)以及(D)双方),能够实现对对比度的进一步的改善。

[0102] (第二实施方式)

参照图19对本实施方式的液晶显示面板100B进行说明。图19是示意性地示出液晶显示面板100B的剖视图,一并示出背光源80。以下,以液晶显示面板100B与第一实施方式的液晶显示面板100A的不同点为中心进行说明。

[0103] 在第一实施方式的液晶显示面板100A中,液晶单元1的液晶层30是垂直取向型。相对于此,在本实施方式的液晶显示面板100B中,液晶单元1的液晶层30是水平取向型。换句话说,在未对液晶层30施加电压时,液晶层30的液晶分子采取水平取向状态。此处虽未图示,但在液晶层30的两侧设置有一对水平取向膜,通过这些水平取向膜的取向限制力,实现水平取向状态。

[0104] 作为使用水平取向型的液晶层30的显示模式,例如可举出,IPS(In-Plane Switching)模式、FFS(Fringe-Field Switching)模式等横向电场模式。在为横向电场模式的情况下,在液晶单元1的第二基板(有源矩阵基板)20设置有像素电极和共用电极(此处未图示)。

[0105] 另外,在液晶显示面板100B中,第二相位差层52配置于第一相位差层51与液晶层

30之间,配置于液晶单元1内。作为配置于液晶单元1内的第二相位差层52,能够适当地使用涂覆型相位差板。

[0106] 在本实施方式的液晶显示面板100B中,也通过第一直线偏振器41、第一相位差层51、第二直线偏振器42以及第二相位差层52配置为满足式(A)以及(B)的至少一方(优选双方),由此也抑制以相位差层的延迟的制造上的不一致为起因的对比度的降低。另外,通过满足式(C)以及(D)的至少一方(优选双方),能够实现对比度的进一步的改善。

[0107] 延迟的制造上的不一致在涂覆型相位差板中特别显著,因此在使用涂覆型相位差板作为配置于液晶单元1内的相位差层(此处第二相位差层52)的情况,可以说使用本发明的实施方式的意义大。

[0108] (其他实施方式)

参照图20,对可应用本发明的实施方式的液晶显示面板200进行说明。图20是示意性地示出液晶显示面板200的剖视图,一并示出背光源80。以下,以液晶显示面板200与第二实施方式的液晶显示面板100B的不同点为中心进行说明。

[0109] 液晶显示面板200具有TN模式的液晶单元1。另外,液晶显示面板200具备在第一直线偏振器41与第一相位差层51之间配置的第三相位差层53。具体而言,第三相位差层53为 $\lambda/2$ 板。

[0110] 图21示出第一直线偏振器41以及第二直线偏振器42的吸收轴41a、42a、与第一相位差层51、第二相位差层52以及第三相位差层($\lambda/2$ 板)53的慢轴51a、52a、53a的关系的例子。此外,图21所示的例子是未应用本发明的实施方式的情况的例子。

[0111] 在图21所示的例子中,第一直线偏振器41a的吸收轴41a、 $\lambda/2$ 板53的慢轴53a以及第一相位差层51的慢轴51a的方位分别为 15° 、 30° 、 90° 。因此,第一直线偏振器41的吸收轴41a与 $\lambda/2$ 板53的慢轴53a所成的角为 15° , $\lambda/2$ 板53的慢轴53a与第一相位差层51的慢轴51a所成的角为 60° 。另外,第二直线偏振器42的吸收轴42a以及第二相位差层52的慢轴52a的方位分别为 -45° 、 0° 。因此,第二直线偏振器42的吸收轴42a与第二相位差层52的慢轴52a所成的角为 45° 。

[0112] 在液晶显示面板200中,在第一直线偏振器41与第一相位差层51之间配置有 $\lambda/2$ 板(第三相位差层)53。通过使第一相位差层51以及 $\lambda/2$ 板53的轴角度最佳化,能够使从观察者侧透过第一直线偏振器41、第一相位差层51以及第三相位差层($\lambda/2$ 板)53的光针对全波长而靠近圆偏振光(换句话说使偏振光状态的波长分散变小)。

[0113] 在液晶显示面板200中,也通过将第二直线偏振器42的吸收轴42a与第二相位差层52的慢轴52a所成的角(背面侧夹角) θ_2 调整为满足式(B)(优选式(D)),能够改善对比度。

[0114] 根据本发明的实施方式,提供可抑制以相位差层的延迟的制造上的不一致为起因的对比度的降低的液晶显示面板。

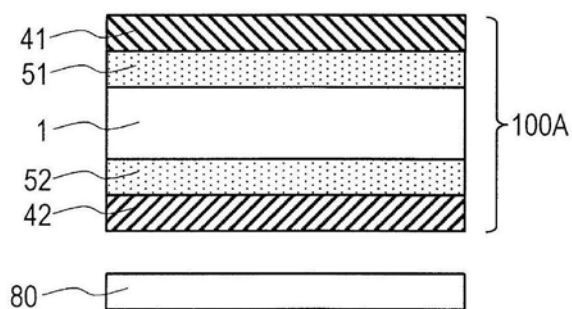


图1

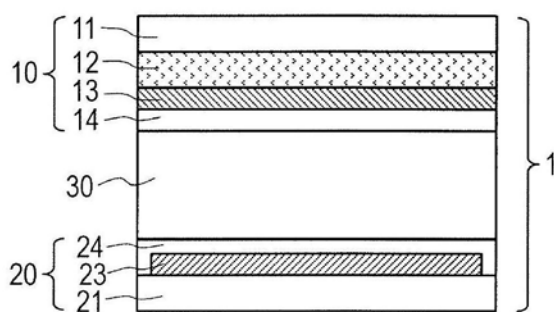


图2

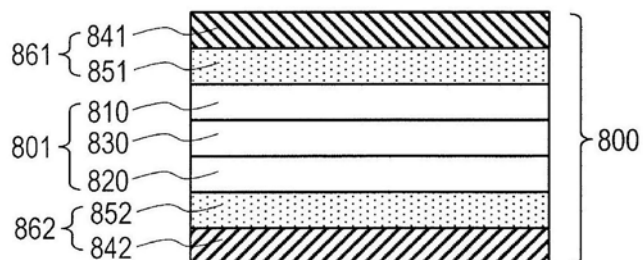


图3

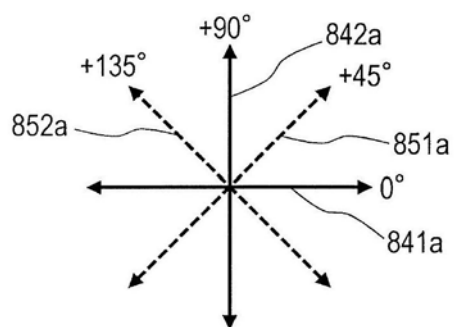


图4

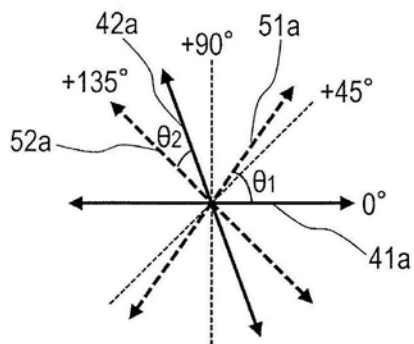


图5A

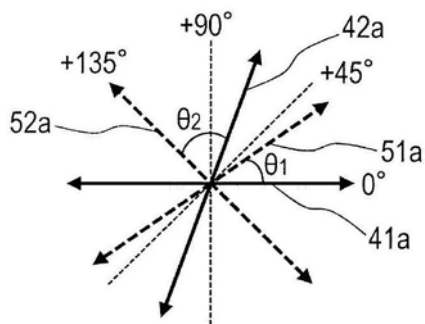


图5B

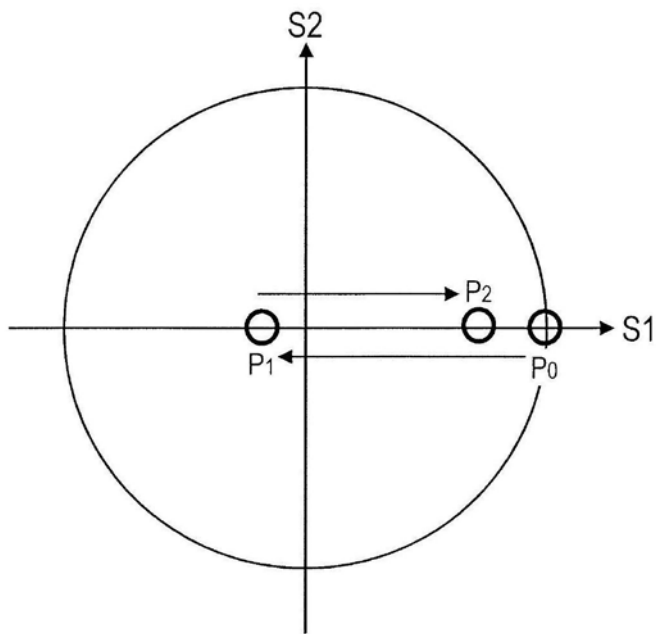


图6

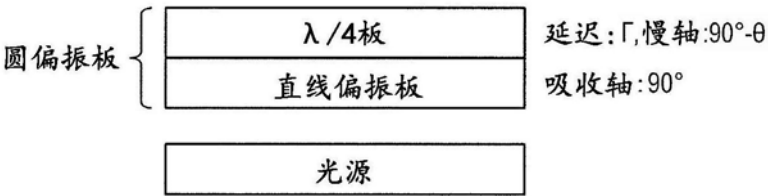


图7

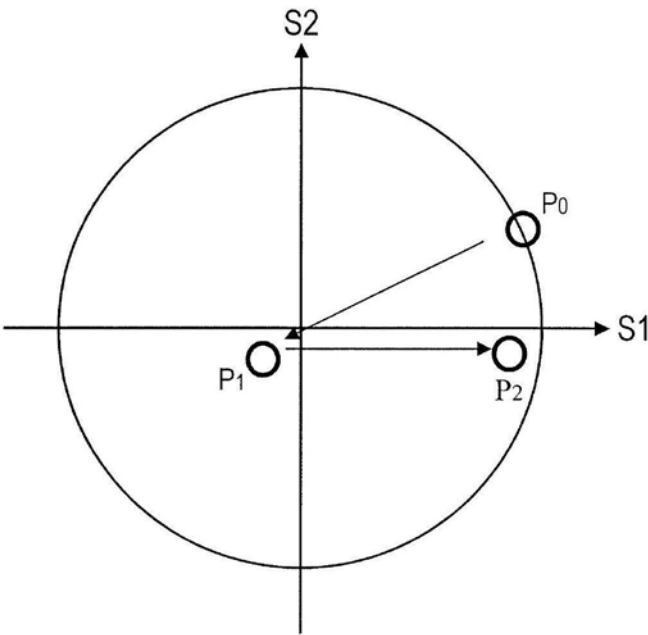


图8A

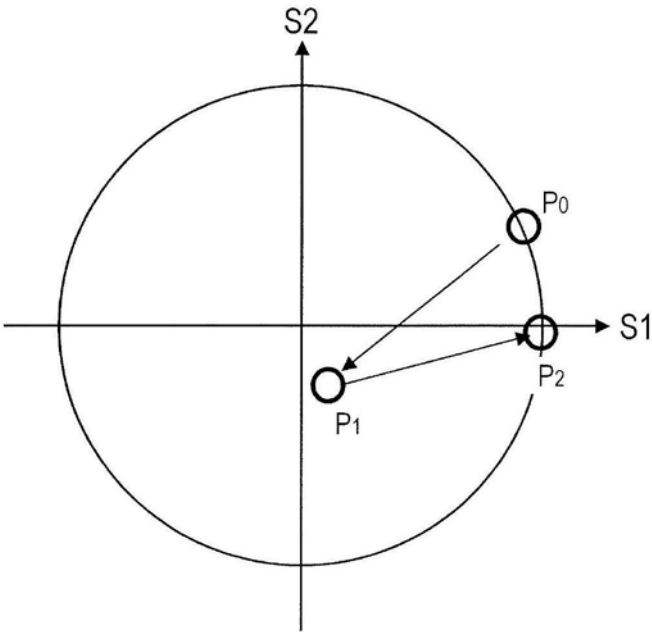


图8B

第一直线偏振器	吸收轴:0°
第一相位差层	Re=137.5nm ($\Gamma=90^\circ$), Nz=1, 慢轴:45°
液晶单元	VA模式, $\Delta n \cdot d=360\text{nm}$
第二相位差层	Re=137.5nm ($\Gamma=90^\circ$), Nz=1, 慢轴:135°
第二直线偏振器	吸收轴:90°

图9A

第一直线偏振器	吸收轴:0°
第一相位差层	Re=137.5nm ($\Gamma=90^\circ$), Nz=1, 慢轴: θ
液晶单元	VA模式, $\Delta n \cdot d=360\text{nm}$
第二相位差层	$\Gamma=90^\circ+\Delta$, Nz=1, 慢轴: $90^\circ-\theta$
第二直线偏振器	吸收轴:90°

图9B

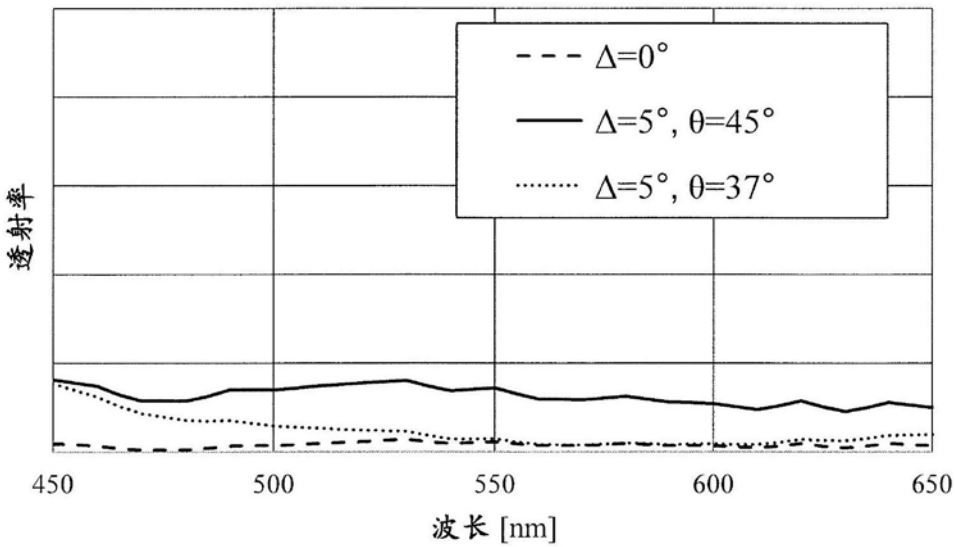


图10

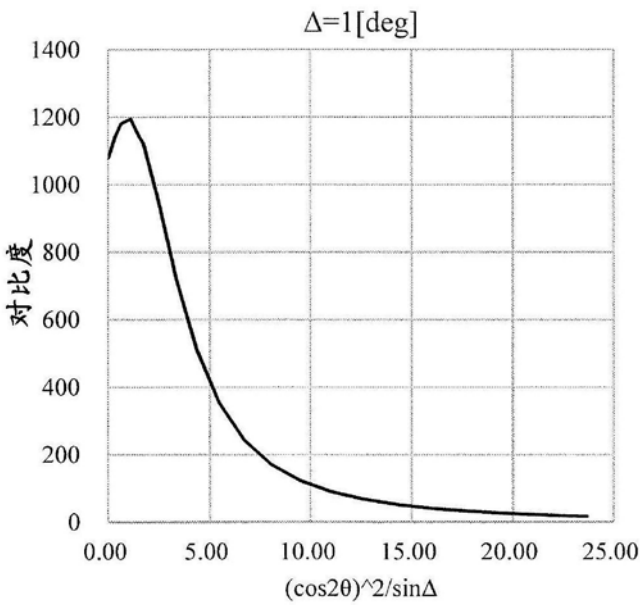


图11

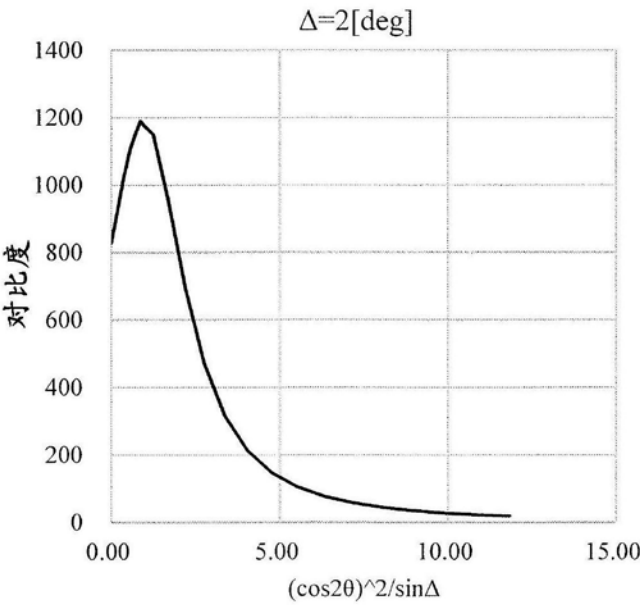


图12

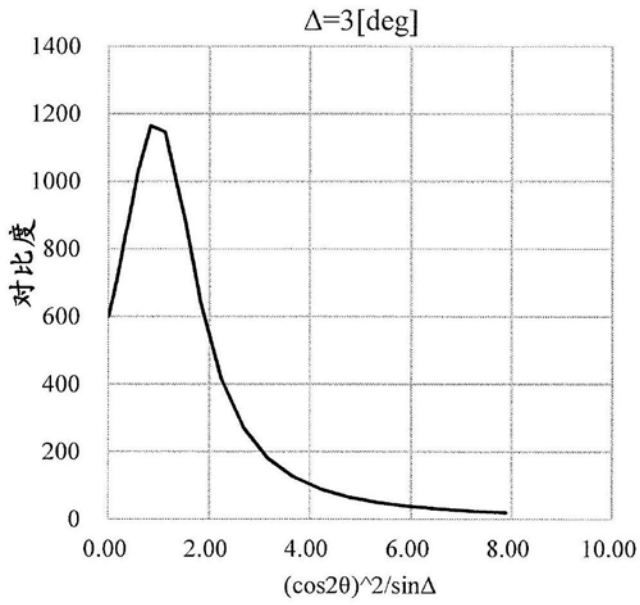


图13

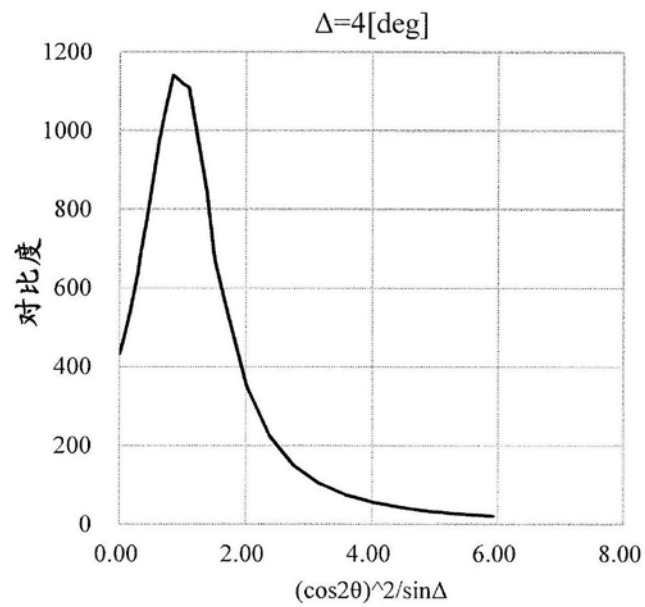


图14

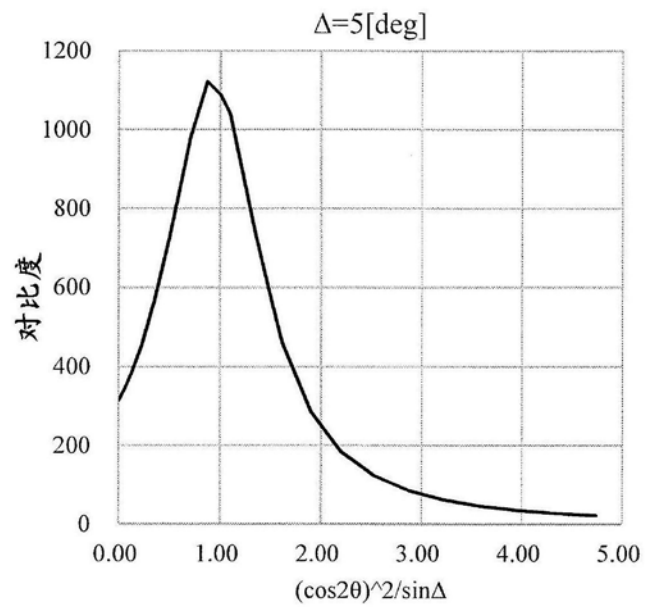


图15

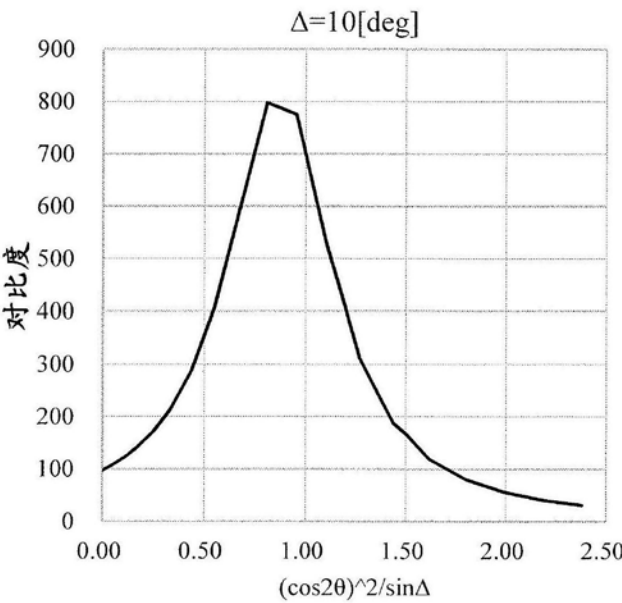


图16

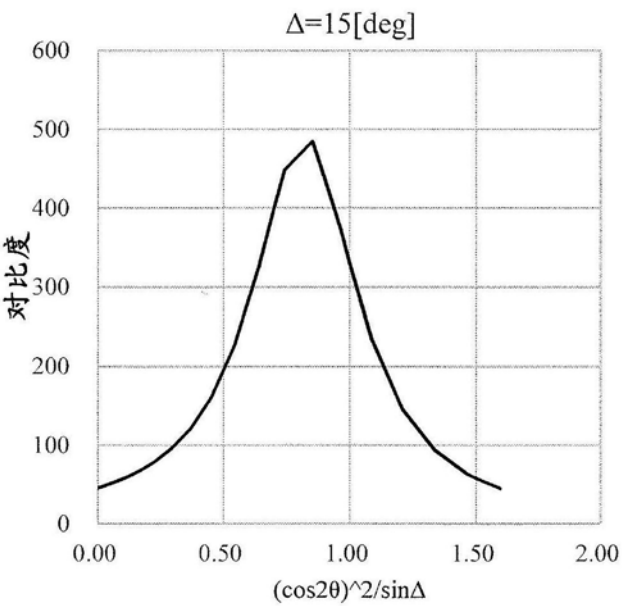


图17

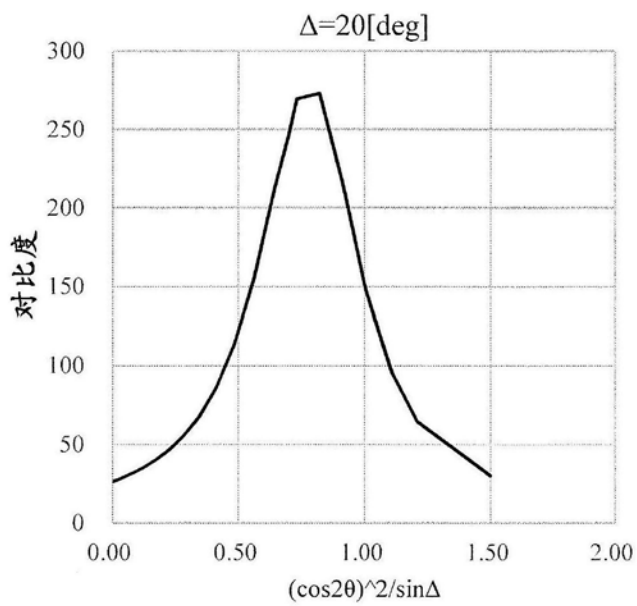


图18

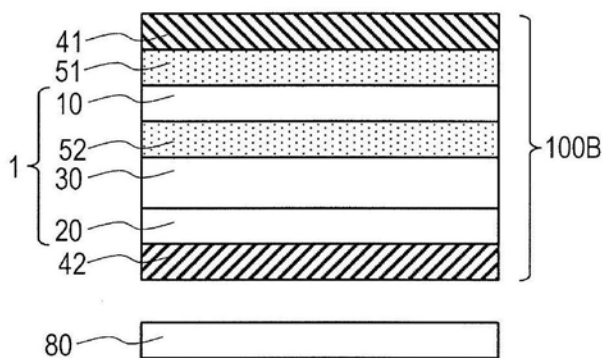


图19

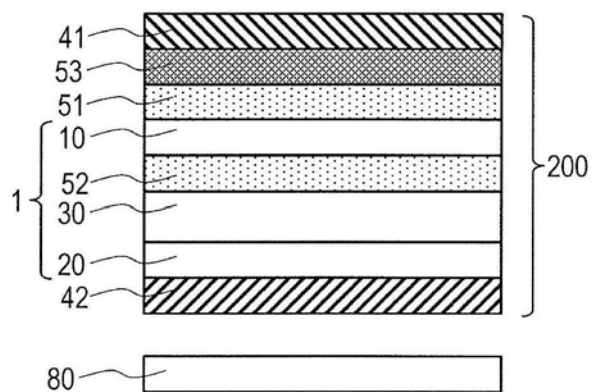


图20

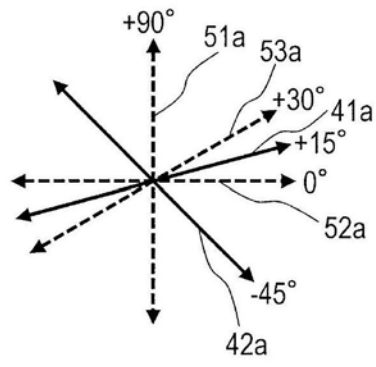


图21

专利名称(译)	液晶显示面板		
公开(公告)号	CN110908169A	公开(公告)日	2020-03-24
申请号	CN201910860095.7	申请日	2019-09-11
[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	藤田健治 夏目隆行 齐藤全亮 桑原将臣		
发明人	藤田健治 夏目隆行 齐藤全亮 桑原将臣		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/13363		
CPC分类号	G02F1/133528 G02F1/13363 G02F2001/133531 G02F2001/133541 G02F2001/133637 G02F2001/133638 G02F2001/133742 G02F2413/02 G02F2413/08 G02F1/133308 G02F1/1337		
代理人(译)	王娟		
优先权	62/731590 2018-09-14 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

液晶显示面板具备：液晶单元，其具有液晶层；第一以及第二直线偏振器，其配置于液晶单元的观察者侧以及背面侧；第一相位差层，其配置于第一直线偏振器与液晶层之间；以及第二相位差层，其配置于第一相位差层与第二直线偏振器之间。在将针对波长550nm的光的第一相位差层以及第二相位差层的延迟差设为 $\Delta[\text{rad}]$ ，将第一直线偏振器的吸收轴与第一相位差层的慢轴所成的角设为 θ_1 ，将第二直线偏振器的吸收轴与第二相位差层的慢轴所成的角设为 θ_2 时，第一以及第二直线偏振器和第一以及第二相位差层配置为满足下述式(A)以及(B)的至少一方。 $1/3 \leq (\cos 2\theta_1)^2 / \sin \Delta \leq 3/2$ (A)； $1/3 \leq (\cos 2\theta_2)^2 / \sin \Delta \leq 3/2$ (B)。

