



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102147547 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201110063265. 2

G02F 1/1343(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 02. 01

G02F 1/133(2006. 01)

(30) 优先权数据

2010-025574 2010. 02. 08 JP

(73) 专利权人 斯坦雷电气株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 高头孝毅 穗本光弘 本石直之
都甲康夫

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉 朱丽娟

(56) 对比文件

CN 1190747 A, 1998. 08. 19, 全文.

JP 2007293278 A, 2007. 11. 08, 权利要求
6、说明书第 [0018]、[0020]、[0031]—[0036]、
[0053] 段及图 1.

JP H0953074 A, 1997. 02. 25, 全文.

JP 特开平 7-43689 A, 1995. 02. 14, 全文.

US 5495355 A, 1996. 02. 27, 全文.

审查员 陈丽丽

(51) Int. Cl.

G02F 1/1337(2006. 01)

G02F 1/1333(2006. 01)

权利要求书2页 说明书14页 附图12页

(54) 发明名称

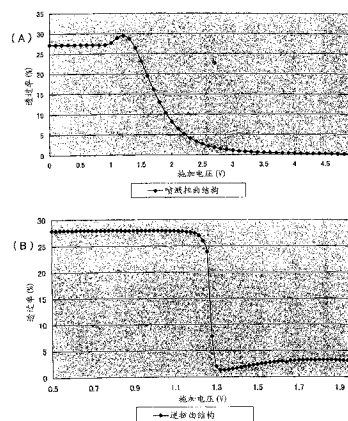
液晶显示元件

(57) 摘要

提供一种液晶显示元件,具有:第一基板,其具有第一电极,在第一方向上被进行了取向处理;第二基板,其与第一基板平行地相对配置,具有第二电极,在第二方向上被进行了取向处理;和液晶层,其配置在第一基板和第二基板之间,包含手性材料,进行扭曲取向,第二方向是从第一基板侧的法线方向看,相对于第一方向在第一回转方向上成 $70^{\circ} \sim 110^{\circ}$ 的方向,液晶层的液晶分子沿第一回转方向扭转排列,从第一基板侧的法线方向看,手性材料沿着从第一基板朝向第二基板的方向对液晶层的液晶分子给予朝与第一回转方向相反的第二回转方向的回转性,第一基板和第二基板被取向处理成显现大于 0°

且小于等于 5° 的预倾角 θ ,当设液晶层的厚度为 d 、手性材料的手性间距为 p 时, θ 、 d 以及 p 满足下式 (1) 以及 (2), $2 \leq \frac{p}{d} < 4 \quad \cdots (1)$

$$\left| \frac{\theta}{p/d} \right| \leq 2^{\circ} \quad \cdots (2).$$



1. 一种液晶显示元件,其具有:

第一基板,其具有第一电极,在第一方向上被进行了取向处理;

第二基板,其与上述第一基板平行地相对配置,具有第二电极,在第二方向上被进行了取向处理;和

液晶层,其配置在上述第一基板和上述第二基板之间,包含手性材料,进行扭曲取向,

上述第二方向是从上述第一基板侧的法线方向看,相对于上述第一方向在第一回转方向上成 $70^\circ \sim 110^\circ$ 的方向,上述第一回转方向是在夹持上述液晶层的上述第一基板和上述第二基板上施加的取向处理的方向的组合所限制的液晶分子的回转方向,

上述液晶层的液晶分子沿上述第一回转方向扭转排列,

从上述第一基板侧的法线方向看,上述手性材料沿着从上述第一基板朝向上述第二基板的方向对上述液晶层的液晶分子给予朝与上述第一回转方向相反的第二回转方向的回转性,

上述第一基板和上述第二基板被取向处理成显现大于 0° 且小于等于 5° 的预倾角 θ ,

当设上述液晶层的厚度为 d 、上述手性材料的手性间距为 p 时,上述 θ 、上述 d 以及上述 p 满足下式 (1) 以及 (2),

$$2 \leq \frac{p}{d} < 4 \quad \cdots (1)$$

$$\left| \frac{\theta}{p/d} \right| \leq 2^\circ \quad \cdots (2)。$$

2. 根据权利要求 1 所述的液晶显示元件,其中,

当设构成上述液晶层的液晶材料的延展弹性常数为 K_{11} 、扭转弹性常数为 K_{22} 时,上述 K_{11} 和上述 K_{22} 满足下式 (3),

$$\frac{K_{11}}{K_{22}} \geq 2 \quad \cdots (3)。$$

3. 根据权利要求 1 所述的液晶显示元件,其中,

上述第二方向是从上述第一基板侧的法线方向看,相对于上述第一方向在上述第一回转方向上成 90° 的方向。

4. 根据权利要求 1 所述的液晶显示元件,其中,

上述第一基板和上述第二基板被取向处理成显现 1° 以上 5° 以下的预倾角 θ 。

5. 根据权利要求 1 所述的液晶显示元件,其中,

上述第二电极是公共电极,上述公共电极的电极数在 100 根以上。

6. 根据权利要求 1 所述的液晶显示元件,其中,

上述液晶显示元件还包含:

配置在上述第一基板的上述液晶层的相反侧的第一偏振片,和

配置在上述第二基板的上述液晶层的相反侧的第二偏振片,

上述液晶层通过在上述第一电极和上述第二电极之间施加的电压,可转换地生成在上述第一回转方向上扭转的均匀扭曲结构、和在上述第二回转方向上扭转的喷溅扭曲结构,

在上述均匀扭曲结构中,在上述第一电极和上述第二电极之间施加电压时,从上述第一偏振片、上述第二偏振片中的一方侧入射的光通过到另一方侧的量开始发生变化的电压值是电压值 V_{th} 的 1.3 倍以上,上述电压值 V_{th} 是在设构成上述液晶层的液晶材料的弯曲弹性系数为 K_{33} 、介电常数各向异性为 $\Delta \epsilon$ 、真空的介电常数为 ϵ_0 时用下式 (4) 以及 (5) 求得的,

$$V_{th} = \pi \sqrt{\frac{K}{\epsilon_0 |\Delta \epsilon|}} \quad \cdots (4)$$

$$K = K_{11} + \frac{1}{4}(K_{33} - 2K_{22}) \quad \cdots (5)。$$

7. 根据权利要求 1 所述的液晶显示元件,其中,

把简单矩阵驱动的驱动条件设为比 1/120 占空比高的占空比来进行驱动。

液晶显示元件

技术领域

[0001] 本发明涉及液晶显示元件。

背景技术

[0002] 已公开有具有良好的显示对比度和宽广的有效视角范围的扭曲向列 (twisted nematic; TN) 型液晶显示元件的发明 (例如参照专利文献 1)。专利文献 1 中记载的液晶显示元件具有这样的特征:在与被在夹持液晶层的一对透明电极基板上施加的取向处理的方向的组合所限制的液晶分子的回转方向 (第一回转方向) 相反的方向 (第二回转方向) 上使液晶分子扭转排列, 以及进行一对透明电极基板的取向处理, 使与各透明电极基板连接的液晶分子的预倾角相互不同

[0003] 在专利文献 1 记载的液晶显示元件中, 实现了电气光学特性的提高, 即使在把关于第一回转方向的回转 (扭曲) 设定为 $91 \sim 100^\circ$ 的范围的情况下, 通过逆扭转排列的效果, 也能够得到与通过 90° 摩擦法的 TN 型液晶显示元件同样的电气光学特性。另外, 因为使与基板连接的液晶分子的预倾角相互不同, 所以能够防止由于各液晶分子的取向不完备引起的向错的发生, 能够得到良好的显示等级。

[0004] 在添加了手性 (chiral) 材料的向列液晶层中, 公开了通过取向膜诱发的 90° 以下的扭转方向和液晶材料的扭转方向成为相反方向的液晶装置的发明 (例如参照专利文献 2)。该结构的液晶装置能够降低驱动电压。

[0005] 公知有能够大幅降低驱动电压的液晶元件的发明 (例如参照专利文献 3)。作为本申请的发明人们的研究成果之一的专利文献 3 中记载的液晶元件, 以使由一组取向膜的取向处理方向和预倾角的组合所决定的液晶材料的扭转方向、和通过手性材料诱发的液晶材料的扭转方向成为相反方向的方式制作。由取向处理方向和预倾角的组合所规定的液晶分子的排列状态称为逆扭曲 (均匀扭曲) 结构, 由于手性材料的影响力而产生的液晶分子的排列状态称为喷溅扭曲 (spray twist) 结构。

[0006] 喷溅扭曲结构仅在未施加电压的状态下稳定, 而在施加电压的状态下逆扭曲结构稳定。因此, 通过施加电压能够使从喷溅扭曲结构转移到逆扭曲结构。一旦转移到逆扭曲结构后, 在停止施加电压后数分钟到数十分钟的期间, 也能够稳定地维持逆扭曲结构。液晶分子能够在逆扭曲结构的状态下使用, 用低电压驱动。

[0007] 但是, 专利文献 3 记载的液晶分子, 清晰度 (sharpness) (对于施加电压的透光率的变化急剧性) 与通常的 TN 型液晶显示元件相同或者略优, 在应用于简单矩阵驱动的情况下存在难于使显示容量变大的问题。

[0008] 已知有关于把液晶分子的扭转角做成比 TN 型液晶显示元件中的扭转角大, 改善清晰度, 是简单矩阵驱动但同时能够实现大容量显示的超扭曲向列 (super twisted nematic; STN) 型液晶显示元件的发明 (例如参照专利文献 4)。在专利文献 4 记载的发明中, 为应对通过双重折射引起的着色的问题, 公开了将补偿着色的液晶单元层叠, 实现黑白显示的方法。

[0009] 但是如果使用补偿单元,则液晶单元的制造成本以及液晶显示元件的厚度和重量都将成为约两倍。

[0010] 虽然能够代替补偿单元而使用光学补偿膜,但是光学补偿膜不便宜。再有,在液晶显示元件的显示环境温度变化了的情况下,因为即使驱动单元内的液晶层的延迟伴随此而变化,光学补偿膜的延迟也几乎不变化,所以不能进行最优的补偿,存在发生着色或显示对比度降低这样的问题。

[0011] 另外在专利文献 4 记载的发明中,也存在 STN 型液晶显示元件中共同的问题。STN 型的液晶显示元件的显示性能对于液晶单元的间隙或者预倾角的变化依存性高,容易由于微小的单元厚度不均或者预倾角的不同而发生显示的不均匀。因此,制造过程的管理严格(制造余量小),成品率低。在 STN 型液晶显示元件中,需要 $5 \sim 9^\circ$ 左右的高的预倾角,获得均匀的预倾角也困难,尤其摩擦工序的管理是重要的。

[0012] 再有,STN 型液晶显示元件中显示的视角依存性大,微小地改变视角方向就会使显示变化,特别是存在在上下方向上改变视角时显示反转这样的问题。此外,STN 型液晶显示元件与 TN 型液晶显示元件相比,需要响应时间。例如室温下的 TN 型液晶显示元件的响应时间是 30msec 左右,而 STN 型液晶显示元件的响应时间是 200msec 左右。

[0013] 专利文献 1:日本特许 2510150 号公报

[0014] 专利文献 2:日本特开 2000-199903 号公报

[0015] 专利文献 3:日本特开 2007-293278 号公报

[0016] 专利文献 4:日本特开平 03-111812 号公报

发明内容

[0017] 本发明的目的是提供具有优良的清晰度的液晶显示元件。

[0018] 根据本发明的第一观点,提供一种液晶显示元件,其具有第一基板,其具有第一电极,在第一方向上被进行了取向处理;第二基板,其与上述第一基板平行地相对配置,具有第二电极,在第二方向上被进行了取向处理;和液晶层,其配置在上述第一基板和上述第二基板之间,包含手性材料,进行扭曲取向,上述第二方向是从上述第一基板侧的法线方向看,相对于上述第一方向在第一回转方向上成 $70^\circ \sim 110^\circ$ 的方向,上述液晶层的液晶分子沿上述第一回转方向扭转排列,从上述第一基板侧的法线方向看,上述手性材料沿着从上述第一基板朝向上述第二基板的方向对上述液晶层的液晶分子给予朝与上述第一回转方向相反的第二回转方向的回转性,上述第一基板和上述第二基板被取向处理成显现大于 0° 且小于等于 5° 的预倾角 θ ,当设上述液晶层的厚度为 d 、上述手性材料的手性间距为 p 时,上述 θ 、上述 d 以及上述 p 满足下式 (1) 以及 (2),

$$[0019] \quad 2 \leq \frac{p}{d} < 4 \quad \cdots (1)$$

[0020]

$$\left| \frac{\theta}{p/d} \right| \leq 2^\circ \quad \cdots (2)。$$

[0021] 根据本发明,能够提供具有优良的清晰度的液晶显示元件。

附图说明

- [0022] 图 1 是表示第一实施例的液晶显示元件的制造方法的流程图。
- [0023] 图 2 是表示第一实施例的液晶显示元件的概略的剖面图。
- [0024] 图 3 是表示第一实施例的液晶显示元件的喷溅扭曲结构状态和逆扭曲结构状态的照片。
- [0025] 图 4(A) 以及 (B) 是表示第一实施例的液晶显示元件的电气光学特性的图表。
- [0026] 图 5 是表示第二实施例的液晶显示元件的逆扭曲排列状态下的电气光学特性的图表。
- [0027] 图 6 是表示第三实施例的液晶显示元件的逆扭曲排列状态下的电气光学特性的图表。
- [0028] 图 7 是表示预倾角取 21° 的液晶显示元件的逆扭曲排列状态下的电气光学特性的图表。
- [0029] 图 8 是表示两种聚酰亚胺材料的混合比与显现的预倾角的关系的图表。
- [0030] 图 9 是表示第四实施例的液晶显示元件的逆扭曲排列状态下的施加电压与透光率的关系的图表。
- [0031] 图 10(A) 到 (C) 分别是表示第一～第三比较例的液晶显示元件的逆扭曲排列状态下的施加电压与透光率的关系的图表。
- [0032] 图 11 是汇总表示第一～第四实施例的液晶显示元件的边界电压、以及在各液晶显示元件中使用的液晶材料的物性值的表。
- [0033] 图 12 是表示通过电源 20 在上侧 ITO 电极 12a、下侧 ITO 电极 12b 之间施加的驱动电压的波形的一例的图。
- [0034] 图 13(A) 以及 (B) 是表示在逆 TN 型液晶显示元件中显现优良的清晰度的预倾角 θ 和 p/d 的范围的例子的图表。
- [0035] 标号说明
- [0036] 10a 上侧基板
- [0037] 10b 下侧基板
- [0038] 11a 上侧玻璃基板
- [0039] 11b 下侧玻璃基板
- [0040] 12a 上侧 ITO 电极
- [0041] 12b 下侧 ITO 电极
- [0042] 13a 上侧取向膜
- [0043] 13b 下侧取向膜
- [0044] 14 液晶层
- [0045] 14a 液晶分子
- [0046] 15a 上侧偏振片
- [0047] 15b 下侧偏振片
- [0048] 20 电源

具体实施方式

- [0049] 下面把在专利文献 3 中记载的液晶显示元件称为逆 TN 型液晶显示元件,其具有一

种液晶层,该液晶层制作成使由一组取向膜的取向处理方向和预倾角的组合所决定的液晶材料的扭转方向、和通过光学活性物质(手性材料)诱起的液晶材料的扭转方向成为相反方向的方式,通过向液晶层施加电压(电场处理),能够可转换地实现逆扭曲(均匀扭曲)结构和喷溅扭曲结构。

[0050] 逆 TN 型液晶显示元件因为能够降低驱动电压的阈值,所以具有能够实现低功耗驱动的特征。本申请的发明人以降低驱动电压的阈值为目的,对于在各种条件下制作的逆 TN 型液晶显示元件进行研究,其成果在专利文献 3 中公开。本申请的发明人们的研究的结果发现,预倾角越高则逆扭曲结构状态越稳定,以及手性材料的手性间距越短则驱动电压的阈值越低,但是逆扭曲结构状态越不稳定。

[0051] 在专利文献 3 中,记载了以逆扭曲结构状态是稳定的、高预倾角条件为中心进行的研究的成果。虽然关于低预倾角条件也实施了实验,但是因为逆扭曲结构状态原本是不稳定的排列状态,所以对于使逆扭曲结构状态更加不稳定的短间距条件(手性间距不到 20 μm)进行了研究。

[0052] 本申请的发明是关于低预倾角而且短间距条件这样的通常研究对象外的、非常不稳定状态下的逆扭曲结构状态的研究成果。在该特异的条件下本申请的发明人们发现了液晶显示元件的清晰度变得极为急剧的未预期到的现象。这样的现象为何会发生,现时尚不明了。此外,即使通过模拟,那样的现象的发生也不可预测。

[0053] 下面根据实施例说明本申请的发明。

[0054] 图 1 是表示第一实施例的液晶显示元件的制造方法的流程图。

[0055] 准备两张形成有透明导电膜例如 ITO(indium tin oxide)膜的透明基板。透明基板例如用厚度为 0.7mm 的苏打石灰玻璃形成。ITO 膜的厚度例如为 1500Å。把这些透明基板清洗、干燥(步骤 S101),使用光刻工序进行 ITO 膜的图形化,在透明基板(玻璃基板)上形成透明电极(ITO 电极)(步骤 S102)。ITO 电极图形的蚀刻例如以使用把三氯化铁作为主成分的蚀刻液的湿蚀刻来进行。

[0056] 在玻璃基板上涂布取向膜材料以覆盖 ITO 电极(步骤 S103)。取向膜材料的涂布例如使用柔版(flexo)印刷来进行。也可以使用喷墨印刷。作为取向膜材料,例如使用(股份)日产化学制的 SE-130。SE-130 是显现低预倾角的 TN 型液晶显示元件用的水平取向膜材料。取向膜材料不限于此。

[0057] 把涂布了取向膜材料的玻璃基板放在热板上,在 100℃ 下进行 3 分钟的假烧结(预烘)(步骤 S104)。其后,在清洁炉内在 200℃ 下进行 1 小时的真烧结(步骤 S105)。这样形成覆盖 ITO 电极的取向膜(步骤 S103 ~ S105)。

[0058] 接着进行摩擦处理(取向处理)(步骤 S106)。摩擦处理是使卷有布的圆筒状的辊高速旋转而在取向膜上摩擦的工序,由此能够使与基板接触的液晶分子在一个方向上排列(取向)。

[0059] 为保持液晶单元的厚度(基板间距离)恒定,使用干式散布法在一个玻璃基板面上散布间隙控制材料(步骤 S107)。间隙控制材料使用粒径 5 μm 的硅系材料((股份)宇部日东化成制 ハイプレシカ UF)。也可以使用塑料球。

[0060] 在另一个玻璃基板面上印刷密封材料,形成主密封图形(步骤 S108)。例如用丝网印刷法印刷作为热硬化性的密封材料的(股份)三井化学制的 ES-7500。ES-7500 包含百

分之几的粒径 $5\ \mu\text{m}$ 的玻璃纤维。此外也可以使用分配器涂布密封材料。另外,也可以使用不是热硬化性而是光硬化性的材料或者光·热并用硬化型的密封材料。

[0061] 在形成了主密封图形的基板面上,在规定的位置印刷包含有施行了金电镀的塑料球(Au 球)等的导通材料,形成导通材料图形。例如,把在 ES-7500 中包含百分之几的粒径 $6\ \mu\text{m}$ 左右的 Au 球的材料作为导通材料进行丝网印刷。导通材料图形的印刷也可以在与印刷有主密封图形的基板不同的基板上进行。

[0062] 粘合玻璃基板(步骤 S109)。把两张玻璃基板在规定的位置重合做成一个单元,在加压的状态下施行热处理使密封材料硬化。这里在使两张玻璃基板重合时的液晶分子的排列,从上侧基板法线方向看,使向右方向扭转 90° 那样组合。例如使用热压法,在 150°C 下烧结,进行密封材料的热硬化。其后,使用划线装置在玻璃基板上形成伤痕,沿形成伤痕的一部分断开,形成长方形。

[0063] 把分割后的长方形的空单元作为单位,例如用真空注入法在空单元中注入向列液晶(步骤 S110)。在液晶材料中,例如使用(股份)DIC 制的 RDP-84910。在液晶中添加手性材料。调整添加量,使手性间距沿从上侧基板朝向下侧基板的方向在左扭转方向上成为 $15\ \mu\text{m}$ 。

[0064] 例如用紫外线(UV)硬化类型的端密封材料密封液晶口(步骤 S111),为整理液晶分子的取向,把单元加热到液晶的相转移温度以上(步骤 S112)。例如通过炉在 120°C 下进行 30 分钟的热处理。其后,沿使用划线装置在玻璃基板上形成伤痕的剩余部分断开,切割成小的个别的单元。

[0065] 对于切割成小的单元实施倒角(步骤 S113)和清洗(步骤 S114)。在清洗工序中,通过清洗剂、有机溶剂等清洗单元,洗掉在单元上附着的液晶和倒角时的粉。

[0066] 最后,在与两张玻璃基板的液晶侧相反侧的面上粘贴切割成规定大小的偏振片(步骤 S115)。两张偏振片配置成交叉尼科尔,实现标准白的 TN 型液晶显示元件,在两基板的 ITO 电极间连接电源。

[0067] 图 2 是表示第一实施例的液晶显示元件的概略的剖面图。

[0068] 第一实施例的液晶显示元件包含相互平行地相对配置的上侧基板 10a、下侧基板 10b、以及在两基板 10a、10b 间夹持的扭曲向列液晶层 14 而构成。

[0069] 上侧基板 10a 包含上侧玻璃基板 11a、在上侧玻璃基板 11a 上形成的上侧 ITO 电极 12a、以及在上侧 ITO 电极 12a 上形成的上侧取向膜 13a。同样,下侧基板 10b 包含下侧玻璃基板 11b、在下侧玻璃基板 11b 上形成的下侧 ITO 电极 12b、以及在下侧 ITO 电极 12b 上形成的下侧取向膜 13b。

[0070] 液晶层 14 在上侧基板 10a 的上侧取向膜 13a、和下侧基板 10b 的下侧取向膜 13b 之间配置。液晶层 14 的厚度例如是 $5\ \mu\text{m}$ 。

[0071] 在上侧及下侧取向膜 13a、13b 上施行通过摩擦的取向处理。上侧取向膜 13a 和下侧取向膜 13b 的取向处理方向相互正交。当假定上侧取向膜 13a 的摩擦方向为第一方向、下侧取向膜 13b 的摩擦方向为第二方向时,第二方向从上侧基板 10a 的法线方向看,为以第一方向为基准的成 90° 的方向。在液晶材料形成不包含喷溅结构的均匀扭曲的情况下,更具体说,例如在相应取向膜间配置不包含手性材料的液晶材料的情况下,将在由上侧基板上的摩擦处理的方向决定的、形成预倾角的方向(液晶分子对基板立起的方向)与下侧基

板的预倾角的方向的组合作为成为在右方向上扭转 90° 的均匀扭曲结构的组合。此外,给上侧及下侧取向膜 13a、13b 赋予的预倾角为 1° 。

[0072] 在液晶层 14 中添加手性材料。添加量被调整成使手性间距成为 $15\ \mu\text{m}$ 。从上侧基板 10a 的法线方向看,由于手性材料的影响力而产生的液晶分子 14a 的排列为沿从上侧基板 10a 朝向下侧基板 10b 的方向在左扭转方向上扭转的喷溅扭曲结构。

[0073] 液晶单元完成状态下的液晶分子 14a 的扭转方向是与通过手性材料引起的扭转方向相同的左扭转(喷溅扭曲结构)。

[0074] 在上侧 ITO 电极 12a、下侧 ITO 电极 12b 间连接电源 20。通过电源 20 在两电极 12a、12b 之间施加阈值电压以上的交流电压,由此能够使液晶分子 14a 的排列从喷溅扭曲结构变化(转移)到均匀扭曲(逆扭曲)结构。另外,能够使用电源 20 驱动液晶显示元件。

[0075] 在上侧基板 10a、下侧基板 10b 的与液晶层 14 相反侧的面上,分别设置上侧偏振片 15a、下侧偏振片 15b。两偏振片 15a、15b 以成为交叉尼科尔而且透光轴与上侧以及下侧基板 10a、10b 的摩擦方向平行的方式配置。因此该实施例的液晶显示元件成为标准白类型的液晶显示元件。

[0076] 图 3 是表示第一实施例的液晶显示元件的喷溅扭曲结构状态和逆扭曲结构状态的照片。照片从第一实施例的液晶显示元件的上侧基板 10a 的法线方向拍摄。

[0077] 如上述,第一实施例的液晶显示元件通过在上侧 ITO 电极 12a、下侧 ITO 电极 12b 之间施加阈值电压以上的交流电压,能够使液晶分子 14a 的排列状态从喷溅扭曲结构转移到逆扭曲结构。施加的电压的频率越高该转移发生越快。

[0078] 使转移发生的阈值电压值依存于液晶材料的种类和手性材料的添加量等,但是在第一实施例的液晶显示元件中,通过把 7V 以上的电压施加 3 秒左右,电极 12a、12b 上的一部分液晶分子 14a 的排列状态转移到逆扭曲结构。另外,把 10V、200Hz 的电压施加 3 分钟,结果电极 12a、12b 上的所有的液晶分子 14a 的结构转移到逆扭曲结构。此外,后述的实验是使结构完全转移到逆扭曲结构后进行的实验。

[0079] 如图 3 所示,在喷溅扭曲排列状态和逆扭曲排列状态之间用肉眼看上去没有大的差异。另外,在任何一种排列状态下都能够进行同样良好的白显示。虽然两排列状态的液晶分子的扭转方向不同,但是都是扭曲向列取向,在从基板法线方向观察单元的情况下几乎没有区别。例如从斜的方向观察液晶单元,在施加比使发生转移的阈值电压稍高的电压的情况下,能够容易地区别两排列状态。这是液晶单元的厚度方向的中央附近的液晶分子立起的方向(最佳视看方向)相互差 90° 的缘故。

[0080] 在第一实施例的液晶显示元件的两电极 12a、12b 之间施加饱和电压程度的电压时,在喷溅扭曲排列状态和逆扭曲排列状态两个状态下,液晶分子 14a 在与基板 10a、10b 垂直的方向上立起,能够得到良好的黑显示。另外,在两种结构的每一种结构中,在改变视角观察白显示和黑显示时,两者都几乎没有显示反转,具有比较宽的视角特性,这点可以确认。此外,当与喷溅扭曲结构比较时,逆扭曲结构的视角稍稍窄一点,但是看不出大的差别。

[0081] 根据上述,可知第一实施例的液晶显示元件在喷溅扭曲结构和逆扭曲结构的任何一种状态下,都不要进行特别的光学补偿,能够得到良好的白黑显示。此外,这点不限于第一实施例,关于其他的实施例也同样。

[0082] 把转移到逆扭曲排列状态的第一实施例的液晶显示元件在不施加电压的状态下

放置,观察到慢慢从逆扭曲排列返回到喷溅扭曲排列的情况。由此可知第一实施例的液晶显示元件在不施加电压的状态下,与逆扭曲排列状态相比喷溅扭曲排列状态稳定。此外,在第一实施例的液晶显示元件中,当不施加电压的状态持续 2 分钟左右时,发生从逆扭曲排列向喷溅扭曲排列的再转移。但是在保持施加某程度电压的状态下的情况下,能够长时间维持逆扭曲排列状态。

[0083] 本申请的发明人们测定了第一实施例的液晶显示元件的电气光学特性。图 4(A)、(B) 表示其结果。图 4(A) 表示喷溅扭曲排列状态下的施加电压和透光率的关系,图 4(B) 表示逆扭曲排列状态下的施加电压和透光率的关系。两图中图表的横轴以单位“V”表示在电极 12a、12b 之间施加的电压,纵轴以单位“%”表示液晶显示元件的透光率。所谓透光,指从偏振片 15a、15b 的一方侧入射的光通过到另一侧。

[0084] 在喷溅扭曲排列状态和逆扭曲排列状态下清晰度(相对于施加电压的透光率的变化急剧性)明显不同,如图 4(B) 所示,可知在逆扭曲排列状态下相对于施加电压的透光率的变化急剧性大(清晰度优)。

[0085] 在喷溅扭曲排列状态和逆扭曲排列状态的每一个状态下,作为清晰度值,计算了 V_{10}/V_{90} 以及 V_5/V_{90} 。这里, V_5 、 V_{10} 、 V_{90} 分别是在把最明亮的透光率作为 100% 时,能够得到 5% 的透光率、10% 的透光率、90% 的透光率的电压值。计算的结果,求得在喷溅扭曲排列状态下, $V_{10}/V_{90} = 1.746$ 、 $V_5/V_{90} = 1.987$;在逆扭曲排列状态下, $V_{10}/V_{90} = 1.037$ 、 $V_5/V_{90} = 1.041$ 这样的清晰度值。

[0086] 为以 1/480 的占空比驱动液晶显示元件所需要的清晰度值为 1.0465 以下。第一实施例的液晶显示元件在逆扭曲排列状态下 V_{10}/V_{90} 、 V_5/V_{90} 都能实现该需要值。亦即第一实施例的液晶显示元件能够使用逆扭曲排列状态进行 1/480 的占空比驱动这样的高占空比驱动。

[0087] 另一方面,为以 1/8 的占空比驱动液晶显示元件所需要的清晰度值为 1.447 以下。第一实施例的液晶显示元件在喷溅扭曲排列状态下 V_{10}/V_{90} 、 V_5/V_{90} 都不能实现该需要值。亦即可知使用喷溅扭曲排列状态即使在进行 1/8 的占空比驱动的情况下也不能进行明亮的显示

[0088] 此外,在占空比驱动(简单矩阵驱动)中,设扫描线数为 N 、导通电压为 V_{on} 、关断电压为 V_{off} 时,它们的关系用下式 (1) 表示。

$$[0089] \quad V_{on} = \sqrt{\frac{\sqrt{N}+1}{\sqrt{N}-1}} V_{off} \quad \dots (1)$$

[0090] 说明第二实施例的液晶显示元件。第二实施例使用的液晶材料与第一实施例不同。在第二实施例中,作为向列液晶材料使用(股份)DIC 制的 RDR-83107 构成液晶层。液晶中添加的手性材料的种类以及添加量与第一实施例的情况相等。亦即手性间距沿从上侧基板朝向下侧基板的方向在左扭转方向上是 15 μm 。

[0091] 图 5 是表示第二实施例的液晶显示元件的逆扭曲排列状态下的电气光学特性的图表。图表的横轴以单位“V”表示电极间施加的电压,纵轴以单位“%”表示液晶显示元件的透光率。制作两个第二实施例的液晶显示元件,针对两者研究施加电压和透光率的关系。

[0092] 可知第二实施例的液晶显示元件也和图 4(B) 表示的第一实施例的情况同样,清晰度优良。另外可知,施加电压—透光率特性的个体差小,对于单元条件的余量较宽。

[0093] 说明第三实施例的液晶显示元件。第三实施例使用的液晶材料与第一以及第二实施例不同。在第三实施例中,作为向列液晶材料使用(股份)DIC制的RDR-83108构成液晶层。液晶中添加的手性材料的种类以及添加量与第一以及第二实施例的情况相等。手性间距沿从上侧基板朝向下侧基板的方向在左扭转方向上是15 μm。

[0094] 图6是表示第三实施例的液晶显示元件的逆扭曲排列状态下的电气光学特性的图表。图表的横轴以单位“V”表示电极间施加的电压,纵轴以单位“%”表示液晶显示元件的透光率。本申请的发明人们制作了四个第三实施例的液晶显示元件,针对各个元件研究施加电压和透光率的关系。

[0095] 可知第三实施例的液晶显示元件也和图4(B)表示的第一实施例、图5表示的第二实施例的情况同样,清晰度优良。另外可知,在第三实施例中施加电压—透光率特性的个体差也小,对于单元条件的余量较宽。

[0096] 在第一~第三实施例的液晶显示元件中,设液晶层14的厚度(单元厚度)d为5 μm,手性间距p为15 μm。d/p的值为1/3。单元厚度d不限于5 μm。优选用在液晶中添加的手性材料的量调整d/p的值。

[0097] 另外,在TN型液晶显示元件的情况下,为得到明亮的显示,在表示TN型液晶单元的标准黑时的透光率 T_{NB} 的Gucci-Terry(グッチ・テリー)式中,需要满足第一最小或者第二最小条件。Gucci-Terry式用下式(2)表示。

$$[0098] \quad T_{NB} = \frac{\sin^2 \left\{ (\pi/2) \sqrt{1+u^2} \right\}}{1+u^2} \quad \dots (2)$$

[0099] 式中,u是用下式(3)计算的值。

$$[0100] \quad u = \frac{2\Delta n d}{\lambda} \quad \dots (3)$$

[0101] 式(3)中, Δn 是液晶的折射率各向异性, λ 是入射到液晶单元的光的波长,另外d如上述表示单元厚度。

[0102] 为满足Gucci-Terry式的第一最小或者第二最小条件,优选根据单元厚度d选择液晶材料(液晶的折射率各向异性 Δn)。例如在要使单元厚度d减小时,增大折射率各向异性 Δn 的值,反之,在要使单元厚度d增大时,减小折射率各向异性 Δn 的值,按这样的方式选择液晶材料。

[0103] 此外,因为认为单元厚度d越小,液晶分子的排列状态越由取向处理方向和预倾角的组合强烈地规定,所以推测单元厚度d小的液晶显示元件能够稳定地保持逆扭曲排列状态。

[0104] 如实施例所示,优选使d/p的值为1/3或其附近的值。但是认为即使其值有多少变化,也能够起同样的效果。随着d/p的值增大,手性材料的影响强烈地显现,喷溅扭曲排列状态容易稳定地存在。其结果,产生为使从喷溅扭曲排列状态转移到逆扭曲排列状态所需要的阈值电压升高,同时稳定保持在逆扭曲排列状态的时间变短的倾向。因此,优选d/p的值大体在1/2以下。另一方面认为,随着d/p的值变小,产生由手性材料给予的液晶层内的畸变也变小,清晰度变差的倾向。手性材料的添加量多,即手性间距p小是理想的。优选d/p的值大体比1/2大。

[0105] 在第一~第三实施例的液晶显示元件中,使用使低预倾角显现的取向膜材料,形

成取向膜。本申请的发明人们为比较起见,制作了一种液晶显示元件,其与第一实施例相比仅使用的取向膜材料以及赋予取向膜的预倾角不同。在取向膜材料中使用表现出较高预倾角的材料,给形成的取向膜赋予 21° 的预倾角。

[0106] 图 7 是表示预倾角取 21° 的液晶显示元件的逆扭曲排列状态下的电气光学特性的图表。图表的横轴以单位“V”表示电极间施加的电压,纵轴以单位“%”表示液晶显示元件的透光率。制作了四个赋予了 21° 预倾角的液晶显示元件,针对各个元件研究施加电压和透光率的关系。

[0107] 预倾角 21° 的四个液晶显示元件有个体差,但是所有的驱动电压的阈值都低。但是看不到如图 4(B) 所示那样的优良的清晰度。从图 7 表示的结果认为,为实现优良的清晰度,优选使用显现低预倾角的取向膜材料形成取向膜,对于形成的取向膜施行赋予低预倾角的取向处理。

[0108] 本申请的发明人关于逆 TN 型液晶显示元件的清晰度和预倾角的关系进行了研究。首先说明预倾角的控制性。本申请的发明人们确认,用在表现出高预倾角的聚酰亚胺材料((股份)チッソ石油化学制 PIA-768-01X) 中添加了表现出低预倾角的聚酰亚胺材料((股份)チッソ石油化学制 PIA-359-01X) 而得到的两种混合聚酰亚胺材料形成的取向膜能够连续地显现预倾角。

[0109] 图 8 是表示两种聚酰亚胺材料的混合比与显现的预倾角的关系的图表。图表的横轴以单位“%”表示混合聚酰亚胺材料中的 PIA-768-01X 的含有比(浓度),纵轴以单位“ $^{\circ}$ ”表示显现的预倾角的大小。在测定预倾角时,使用(股份)メルク制的液晶材料 ZLI4792。从本图中可知,预倾角与聚酰亚胺材料 PIA-768-01X 的含有比率成正比地增加。因此,通过调整聚酰亚胺材料 PIA-768-01X 和 PIA-359-01X 的混合比,能够实现显现的预倾角的连续的控制。

[0110] 下面说明第四实施例以及第一~第三比较例的液晶显示元件。第四实施例是用聚酰亚胺取向膜材料 PIA-768-01X 和 PIA-359-01X 的混合比取 20 : 80 的混合聚酰亚胺材料形成了取向膜的液晶显示元件,第一~第三比较例依次是具有混合比取 45 : 55、40 : 60、30 : 70 而形成的取向膜的液晶显示元件。

[0111] 第四实施例的液晶显示元件用与参照图 1 说明的制造方法同样的方法制造。不同点以及附加的细节如下。

[0112] 在一对边长为 2cm 的正方形的玻璃基板(厚度 1.1mm)上,形成边长为 1cm 的正方形的 ITO 电极以及用于使其与外部导通的周边电极。在形成取向膜时,在玻璃基板上涂布厚度约 $0.1 \mu\text{m}$ 的取向膜用聚酰亚胺材料,该取向膜用聚酰亚胺材料是以 20% 的(股份)チッソ石油化学制 PIA-768-01X 和 80% 的 PIA-359-01X 比例混合而成的。在摩擦处理中使用木棉制的立绒布。在粘贴一对玻璃基板时,摩擦方向取相互正交的方向。具体说,在把上侧取向膜的摩擦方向作为第一方向、把下侧取向膜的摩擦方向作为第二方向时,第二方向是把第一方向作为基准,从上侧基板的法线方向看成 90° 的方向。在液晶材料不包含喷溅结构,更具体说,例如在该取向膜之间配置了不包含手性材料的液晶材料的情况下,将由上侧基板的摩擦处理的方向所决定的、预倾角形成的方向(液晶分子相对于基板立起的方向)与下侧基板的预倾角的朝向的组合作为成为在右方向上扭转 90° 的均匀结构的组合。

[0113] 在一个玻璃基板的取向膜上,散布作为直径 $5 \mu\text{m}$ 的硅制间隙控制材料的(股份)

宇部日東化成制 HIPRESICA (ハイプレシカ)UF 后,在玻璃基板的周边部涂布环氧系密封材料,在 150℃ 的温度下加热 1 小时使其硬化。在密封部分制作用于注入液晶材料的注入口和排气口。

[0114] 把这样准备的空单元放置在热板上,利用毛细管现象把液晶组成物从注入口注入到用密封材料围起来的空间内。液晶材料使用(股份)DIC 制的 RDP-83409。在液晶中添加手性材料。调整添加量使手性间距沿从上侧基板朝向下侧基板的方向在右扭转方向上成为 15 μm 。在液晶组成物的注入结束后,在注入口和排气口上配置环氧系粘接剂,放置一日使硬化密封。用偏振光显微镜观察液晶的取向状态,确认得到了整面均匀的取向状态。此外,用(股份)東陽テクニク制的液晶元件预倾角测定装置 PAS-001 测定的结果为,对取向膜赋予的预倾角约为 5°。

[0115] 通过确认该状态的施加电压—透光率特性,观察到比通常的 TN 型液晶显示元件高的驱动电压阈值,判明形成了喷溅扭曲结构的液晶元件。另外,在该液晶元件的电极间施加 10V 的矩形波电压,使液晶分子相对于基板保持大体垂直排列的状态,从而在液晶分子的色调中发现变化。色调的变化局部地产生,色调发生变化的部分慢慢扩大,数分钟期间扩展到整面。在色调发生变化的区域中,认为发生了从喷溅扭曲排列状态向逆扭曲排列状态的转移。逆扭曲排列状态在停止施加电压后数十秒间还存在,但是之后又转移到喷溅扭曲排列状态。

[0116] 图 9 是表示第四实施例的液晶显示元件的逆扭曲排列状态下的施加电压与透光率的关系的图表。图表的横轴以单位“V”表示电极间施加的电压,纵轴以单位“%”表示液晶显示元件的透光率。本申请的发明人们制作了四个第四实施例的液晶显示元件,针对各个元件研究了施加电压和透光率的关系。在测定中使用(股份)大塚電子制的作为液晶元件电气光学特性测定装置的 LCD5200。

[0117] 在制作的 4 个液晶显示元件中的一个中,能够看出图 4(B)、图 5、以及图 6 表示的、与第一～第三实施例同样优良的清晰度,在剩余的 3 个中看不出来。由此认为在逆 TN 型液晶显示元件中,清晰度的优良性不是根据预倾角连续地变化的,而以 5° 这样的预倾角为界,在给予上下基板的预倾角都大于 0° 且小于等于 5° 这样的条件下显现清晰度的优良性。

[0118] 图 10(A) 到 (C) 分别表示第一～第三比较例的液晶显示元件的逆扭曲排列状态下的施加电压与透光率的关系。如上述,第一～第三比较例是用聚酰亚胺取向膜材料 PIA-768-01X 和 PIA-359-01X 的混合比取 45 : 55、40 : 60、30 : 70 的混合聚酰亚胺材料形成了取向膜的液晶显示元件。第一～第三比较例的液晶显示元件除了取向膜材料的混合比不同这点外,用与第四实施例相等的方向制造。另外,关于各个比较例,制作多个液晶单元。图 10(A) ～ (C) 的图表的横轴用单位“V”表示电极间施加的电压,纵轴用单位“%”表示液晶显示元件的透光率。

[0119] 根据图 8 的图表判断,认为图 10(A) 中表示电气光学特性的第一比较例(混合比 45 : 55)的预倾角是 15° 强。另外认为图 10(B)、(C) 中表示电气光学特性的第二比较例(混合比 40 : 60)、第三比较例(混合比 30 : 70)的预倾角分别是 15° 弱和 7～8°。

[0120] 从图 10(A) 到 (C) 表示的结果可知,在第一～第三比较例中看不到逆扭曲排列状态下的清晰度的优良性。另外,也重新确认了清晰度的优良性并不是根据预倾角连续变化

的。

[0121] 如上述,优良的清晰度特性在预倾角大于 0° 且小于等于 5° 这样的条件下显现。另外如已经叙述的那样,优选液晶层的厚度 d 和手性材料的手性间距 p 的比 d/p 大于 $1/4$ 且小于等于 $1/2$ 。

[0122] 本申请的发明人们制作了液晶层的厚度 $d = 5 \mu\text{m}$ 、手性间距 $p = 20 \mu\text{m}$ 、 $d/p = 1/4$ 、预倾角 $\theta = 1^\circ$ 的逆 TN 型液晶显示元件、以及液晶层的厚度 $d = 5 \mu\text{m}$ 、手性间距 $p = 20 \mu\text{m}$ 、 $d/p = 1/4$ 、预倾角 $\theta = 5^\circ$ 的逆 TN 型液晶显示元件,研究逆扭曲排列状态下的电气光学特性。其结果,看不到实施例中看到的那样优良的清晰度。由此认为,在预倾角在 1° 以上 5° 以下时, d/p 大于 $1/4$ 是为了得到优良的清晰度特性所必需的条件。

[0123] 实施例的逆 TN 型液晶显示元件是能够原样保持能够不要光学补偿板而得到白黑显示,能够用低的成本容易地制造,视角较宽,响应高速这样的 TN 型液晶显示元件的优点,且能够实现优良的清晰度的液晶显示元件。因为清晰度优良,所以例如在进行简单矩阵驱动的情况下,能够用大的显示容量进行显示。

[0124] 另外,因为是低预倾角的液晶显示元件,所以能够使用在工业中广泛使用的高可靠性的 TN 型液晶显示元件用取向膜材料制造,因此是具有高可靠性的液晶显示元件。

[0125] 再有,实施例的液晶显示元件可以以 $1/480$ 占空比驱动。在简单矩阵驱动中, $1/480$ 占空比驱动是使用最高占空比数的驱动。因此应用范围广,例如可以在几乎所有的简单矩阵驱动的液晶显示元件中利用。

[0126] 另外,由于优良的清晰度特性公共电极(上侧 ITO 电极 12a、下侧 ITO 电极 12b 的任何一方)的电极数多,例如可以做成 100 根以上,能够用高的显示性能进行显示。

[0127] 图 11 是汇总表示第一~第四实施例的液晶显示元件的边界电压、以及在各液晶显示元件中使用的液晶材料的物性值的表。表中的 V_c 以单位“V”表示液晶显示元件的边界电压的测定值。所谓边界电压,指在慢慢降低处于逆扭曲排列状态下的液晶显示元件的施加电压时,恢复到喷溅扭曲排列状态的电压。 $\Delta \epsilon$ 表示液晶材料的介电常数各向异性。另外, K_{11} 、 K_{22} 、 K_{33} 分别以单位“pN”表示液晶材料的延展弹性常数、扭转弹性常数、弯曲弹性常数。再有, γ_1 以单位“mPa·s”表示液晶材料的旋转粘度。

[0128] 边界电压 V_c 越小的液晶显示元件在逆扭曲排列状态下越稳定。因此,在逆 TN 型液晶显示元件的制作中,优选选择使边界电压 V_c 小的液晶材料或者单元结构。

[0129] 另外,本申请的发明人们的研究的结果,知道在实施例的逆 TN 型液晶显示元件中, K_{11} 的值越大同时 K_{22} 的值越小,逆扭曲排列状态的稳定性越高。从逆扭曲排列状态的稳定性的观点出发,优选使用延展弹性常数 K_{11} 和扭转弹性常数 K_{22} 的比“ K_{11}/K_{22} ”是 2 以上的液晶材料形成液晶层。

[0130] 使用图 11 表示的表中的物性值说明实施例的液晶显示元件的特征。下式 (4) 是计算预倾角为 0 的一般的逆 TN 型液晶显示元件在逆扭曲排列状态下的驱动电压的阈值电压 V_{th} 的公式。

$$[0131] \quad V_{th} = \pi \sqrt{\frac{K}{\epsilon_0 |\Delta \epsilon|}} \quad \cdots (4)$$

[0132] 在式 (4) 中 ϵ_0 表示真空的介电常数 ($8.85418782 \times 10^{-12} \text{F/m}$)。另外 K 是在扭曲角为 90° 的逆 TN 型液晶显示元件的情况下是用以下的式 (5) 计算的值。

$$[0133] \quad K = k_{11} + \frac{1}{4}(K_{33} - 2K_{22}) \quad \cdots (5)$$

[0134] 一般预倾角为 0° 时, 驱动电压的阈值成为最大。亦即预倾角不是 0° 的逆 TN 型液晶显示元件的驱动电压的阈值比用式 (4) 以及式 (5) 求得的电压值 V_{th} 小。因此, 例如第一~第四实施例的液晶显示元件的驱动电压的阈值应该比 V_{th} 小。

[0135] 参照图 11 的表, 把构成第一~第四实施例的液晶显示元件的液晶层的液晶材料的物性值代入 (4) 以及 (5), 如下计算 V_{th} 。

[0136] 在 RDP84910 (第一实施例) 的情况下, $V_{th} \approx 0.62V$ 。

[0137] 在 RDP83107 (第二实施例) 的情况下, $V_{th} \approx 0.89V$ 。

[0138] 在 RDP83108 (第三实施例) 的情况下, $V_{th} \approx 0.89V$ 。

[0139] 在 RDP83409 (第四实施例) 的情况下, $V_{th} \approx 0.98V$ 。

[0140] 但是当参照图 4(B) 时, 第一实施例的液晶显示元件的驱动电压的阈值 (开关电压: 施加电压时透光率开始变化的电压值) 是 $1.2 \sim 1.3V$, 这是 $V_{th} \approx 0.62V$ 的约 2 倍。另外, 当参照图 5 时, 第二实施例的液晶显示元件的驱动电压的阈值是 $1.8V$ 左右, 是 $V_{th} \approx 0.89V$ 的约 2 倍。进而, 当参照图 6 时, 第三实施例的液晶显示元件的驱动电压的阈值是 $1.5 \sim 1.7V$, 这超过 $V_{th} \approx 0.89V$ 的 1.5 倍。另外, 当参照图 9 时, 第四实施例的液晶显示元件的驱动电压的阈值是 $1.3 \sim 1.5V$ 。这是 $V_{th} \approx 0.98V$ 的 1.3 倍以上。这样, 实施例的液晶显示元件具有在用式 (4) 以及式 (5) 求得的阈值电压 V_{th} 的 1.3 倍以上的大的驱动电压的阈值。

[0141] 图 12 表示通过电源 20 在上侧 ITO 电极 12a、下侧 ITO 电极 12b 之间施加的驱动电压的波形的一例。图的横轴表示时间, 纵轴表示电压值。“选择波形 V_s ”表示在选择像素上施加的驱动电压波形, “非选择波形 V_{us} ”表示在非选择像素上施加的驱动电压波形。

[0142] 在驱动实施例的液晶显示元件时, 瞬间不仅在选择像素而且在非选择像素上例如按一定周期施加图示那样的波形的比较高的电压。因此, 在实施例的液晶显示元件中, 首先在两电极 12a、12b 之间施加阈值电压以上的电压, 在使液晶分子 14a 的排列状态从喷溅排列转移到逆扭曲排列后, 如果进行通常的占空比驱动, 则能够长时间不施加转移电压而继续显示。此时, 因为用越高的占空比驱动显示则峰值电压值越高, 所以认为逆扭曲排列状态更稳定。从该观点出发, 优选实施例的液晶显示元件把简单矩阵驱动的驱动条件取为比 $1/120$ 占空比高的占空比进行驱动。

[0143] 最后, 关于在逆 TN 型液晶显示元件的逆扭曲排列状态下显现优良的清晰度的理由, 记述本申请的发明人们的假说的见解。

[0144] 例如关于作为本申请的发明人们的在先申请的专利文献 3 记载的逆 TN 型液晶显示元件, 从模拟或者电压关断时的透光率等知道, 在逆扭曲排列状态下, 即使在电压关断时, 液晶层的厚度方向的中央附近的液晶分子通过内部畸变而成为稍稍立起的状态。如果逆 TN 型液晶显示元件的驱动电压的阈值低是由于该状态, 则可以认为是为使液晶分子在基板上大体垂直立起所需要的电压小即可以的缘故。另外, 在专利文献 3 记载的逆 TN 型液晶显示元件 (标准白类型) 中, 虽然知道在逆扭曲排列状态下电压关断时的透光率比在喷溅扭曲排列状态下电压关断时的透光率低一些, 但是认为这也是因为液晶层的厚度方向的中央附近的液晶分子在电压关断时成为稍稍立起的状态的缘故。

[0145] 但是, 当比较参照例如表示第一实施例的液晶显示元件的电气光学特性的图

4(A)、(B) 时,逆扭曲排列状态下的电压关断时的透光率比喷溅扭曲排列状态下的电压关断时的透光率反而大。另外,即使关于驱动电压的阈值(透光率开始减小时的施加电压),也是逆扭曲排列状态大。

[0146] 从这些事实推测,在实施例的液晶显示元件中,在逆扭曲排列状态下电压关断时,尽管在液晶层内部应该有大的畸变,液晶层厚度方向的中央附近的液晶分子几乎不立起,大体与基板面平行取向。然后在给实施例的液晶显示元件施加电压的情况下,认为因为液晶层厚度方向中央附近的液晶分子几乎不立起,所以当不施加高至某程度的电压时,液晶分子不向电场方向倾斜,但是即使稍微开始倾斜,通过比被抑制的内部畸变大些的电场,急剧发生液晶导向器的方向的变化,通过微小的电压差,液晶层厚度方向中央附近的液晶分子便几乎垂直立起,由此实现优良的清晰度。

[0147] 然而,尽管在液晶层内部应该有大的畸变,液晶层厚度方向中央附近的液晶分子几乎不立起的理由也不明确。认为与通过手性材料的添加引起液晶层内存在大的畸变、赋予取向膜的预倾角小、形成液晶层的液晶材料的弹性常数的值等有关。

[0148] 此外,根据观察,在逆 TN 型液晶显示元件的逆扭曲排列状态下,在预倾角 θ 和 p/d (p :手性间距, d :单元厚度) 的比“ $\theta/(p/d)$ ”比一定值大的情况下,在不施加电压的状态下,显现液晶层的厚度方向中央附近的液晶分子立起的现象。根据本申请的发明人们的研究,在 $\theta/(p/d)$ 比 2° 大时,能够观察到液晶层的厚度方向中央附近的液晶分子的立起。因此,在表示满足该条件的逆 TN 型液晶显示元件的施加电压与透光率的关系的图表中,看不见阈值特性,透光率从 0V 开始变化。

[0149] 另一方面,在 $\theta/(p/d)$ 在 2° 以下时,在不施加电压的状态下,观察不到液晶层的厚度方向中央附近的液晶分子立起的现象,在表示施加电压与透光率的关系的图表中看到急剧的阈值特性。亦即在下式 (6) 的条件下,显现优良的清晰度。

[0150]

$$\left| \frac{\theta}{p/d} \right| \leq 2^\circ \quad \cdots (6)$$

[0151] 式中,

$$[0152] \quad \frac{1}{4} < \frac{d}{p} \leq \frac{1}{2} \Leftrightarrow 2 \leq \frac{p}{d} < 4 \quad \cdots (7)$$

$$[0153] \quad 0^\circ < \theta \leq 5^\circ \quad \cdots (8)$$

[0154] 图 13(A) 以及 (B) 是表示在逆 TN 型液晶显示元件中优良的清晰度出现的预倾角 θ 和 p/d 的范围的例子的图表。在两个图表中,横轴表示 p/d ,纵轴以单位“ $^\circ$ ”表示预倾角 θ 。划有斜线的区域(边界区域包含实线部,不包含虚线部。另外不包含划有白圆圈的点。)满足式 (6) 到 (8)。

[0155] 图 13(A) 的直线 I_A 、图 13(B) 的直线 I_B 都是倾斜度为 2 的直线。亦即,直线 I_A 、 I_B 包含在用下式 (9) 表示的直线组中。

$$[0156] \quad \theta = 2 \left(\frac{p}{d} \right) + \beta \quad \cdots (9)$$

[0157] 在式 (9) 中, β 是依存于液晶材料的常数。在图 13(A) 的直线 I_A 中 $\beta = -1$,在图 13(B) 的直线 I_B 中 $\beta = 1$ 。在图 13(A) 以及 (B) 中示出 $\beta = \pm 1$ 的情况,但是根据在

逆 TN 型液晶显示元件中使用的液晶材料, θ 取这以外的值, 划定在该液晶显示元件中优良清晰度出现的区域 (θ 和 p/d 的组合) 的倾斜度为 2 的直线升降。因此, 实现优良的清晰度的 θ 和 p/d 的组合的范围也根据液晶材料而不同。

[0158] 到此根据实施例说明了本发明, 但是本发明不限于此。

[0159] 例如, 在实施例中, 逆扭曲排列状态下的扭曲角取 90° , 但是也可以在 $\pm 20^\circ$ 左右的范围 ($70^\circ \sim 110^\circ$) 内变化。但是当考虑白显示的明亮度时, 优选取 90° 或其附近的扭曲角。

[0160] 另外, 在实施例中, 上侧偏振片和下侧偏振片的透过轴形成的角度取 90° (交叉尼科尔配置), 但是两偏振片的透过轴形成的角度可以在 $\pm 5^\circ$ 左右的范围内变化。但是从防止光漏过的角度考虑, 优选以 90° 或其附近的角度的角度来配置。此外, 偏振片配置为平行偏振片, 也可以作为标准黑类型的液晶显示元件。在那种场合, 可以使透过轴形成的角度例如取 20° 以下的范围来配置偏振片。

[0161] 另外, 专业人员明白能够进行各种变更、改良、组合等。

[0162] 液晶显示元件一般可在进行音频显示、热控显示等各种显示的车载用液晶显示元件、复印机等 OA 设备用液晶显示元件中利用。另外, 能够在简单矩阵驱动的液晶显示元件, 特别是要求大的显示容量的情况下的液晶显示元件中利用。

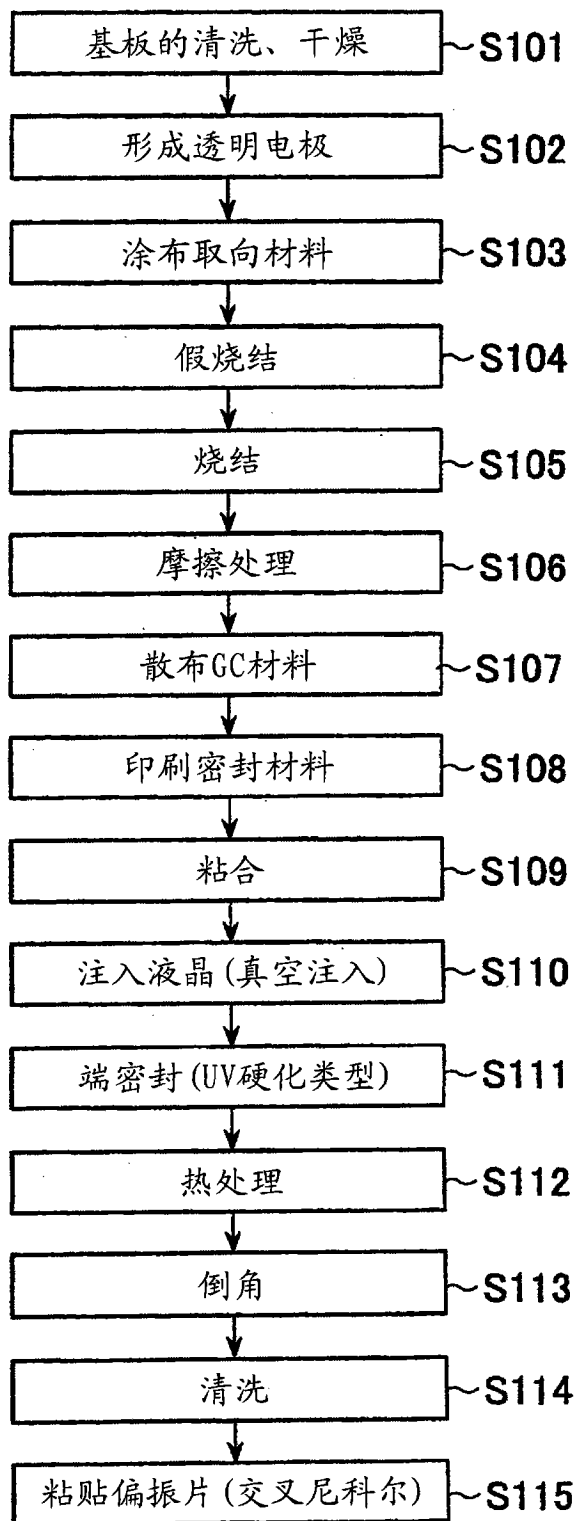


图 1

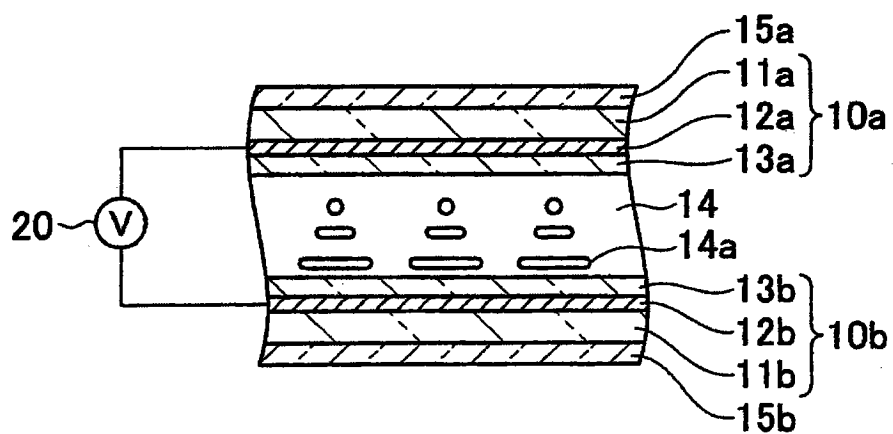


图 2

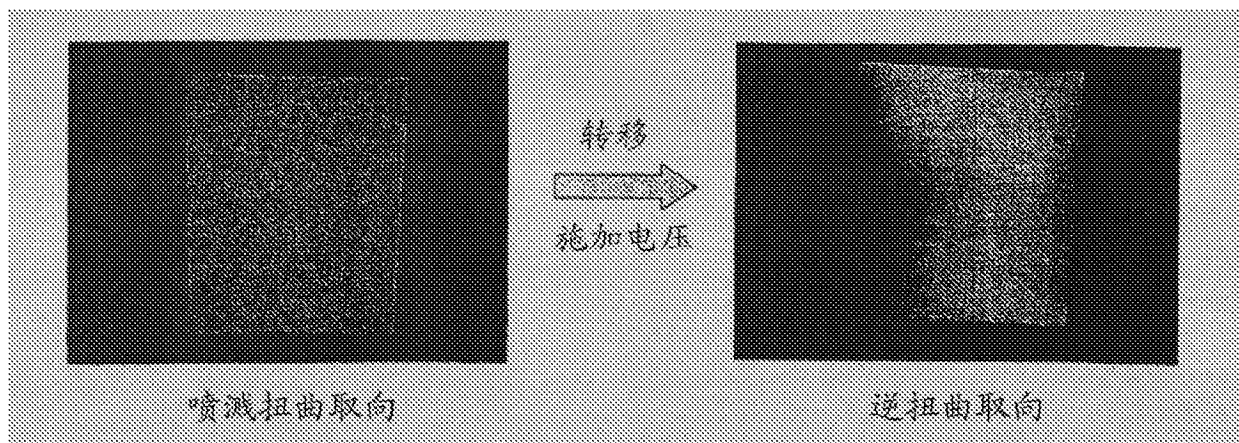


图 3

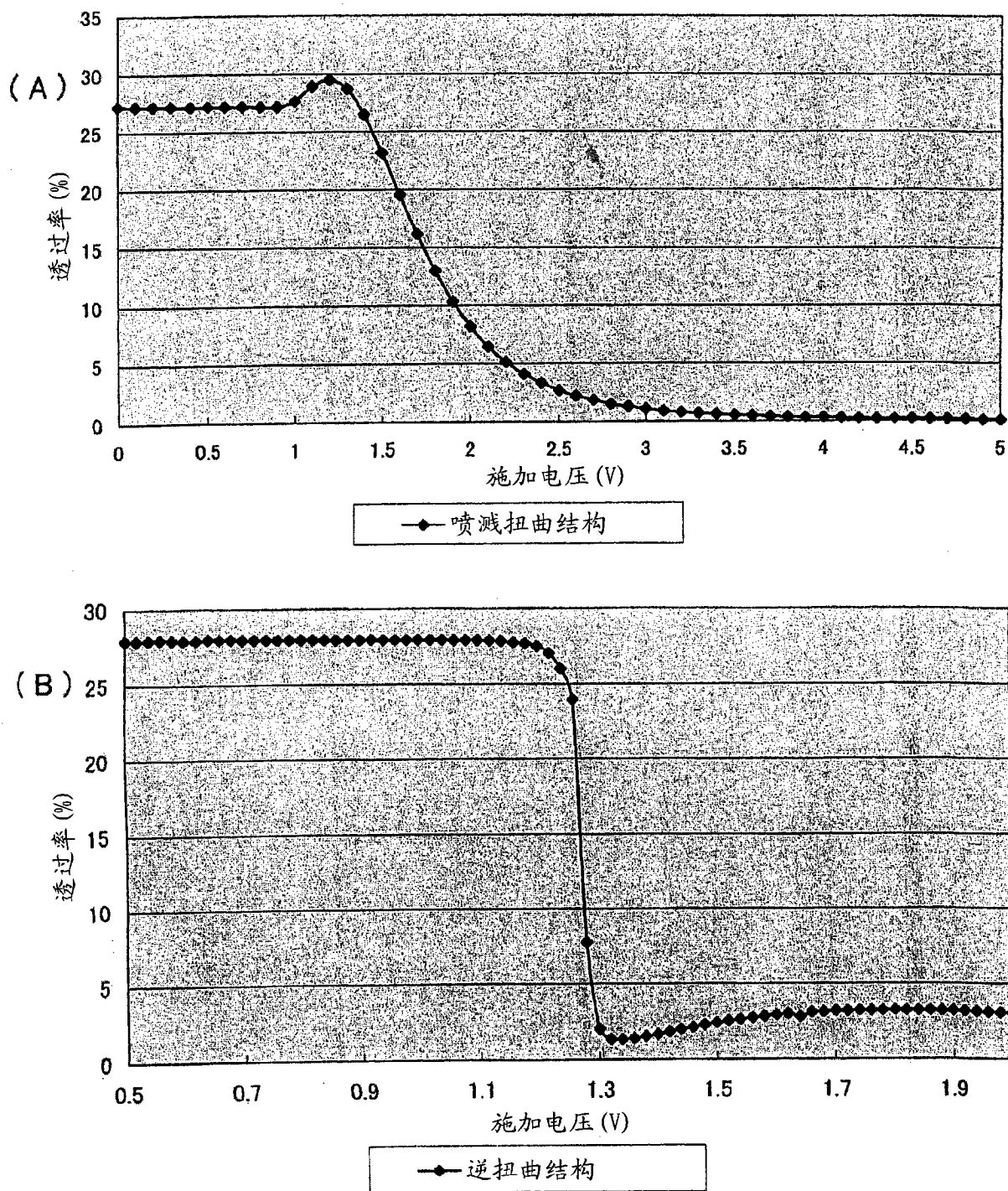


图 4

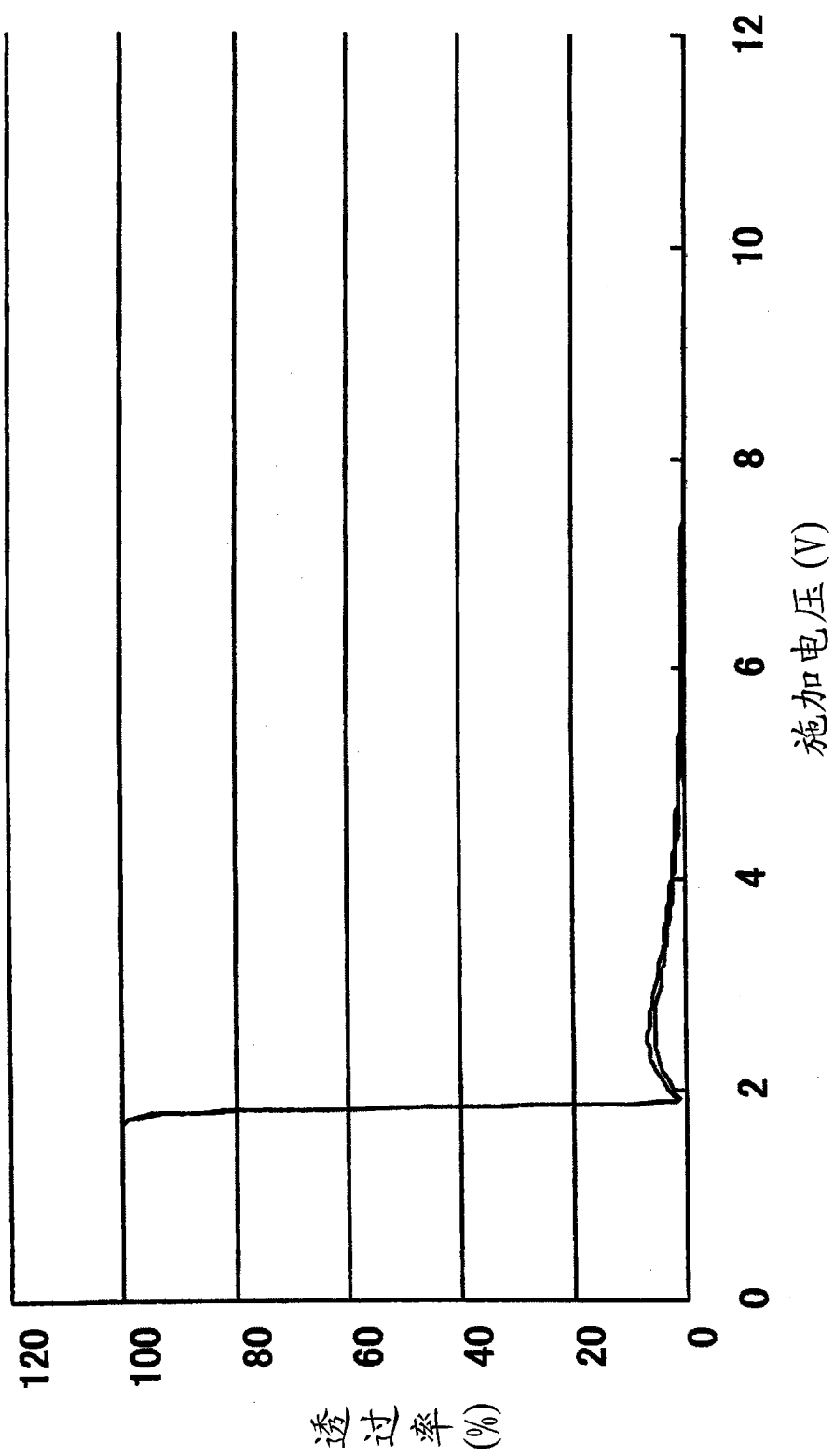


图 5

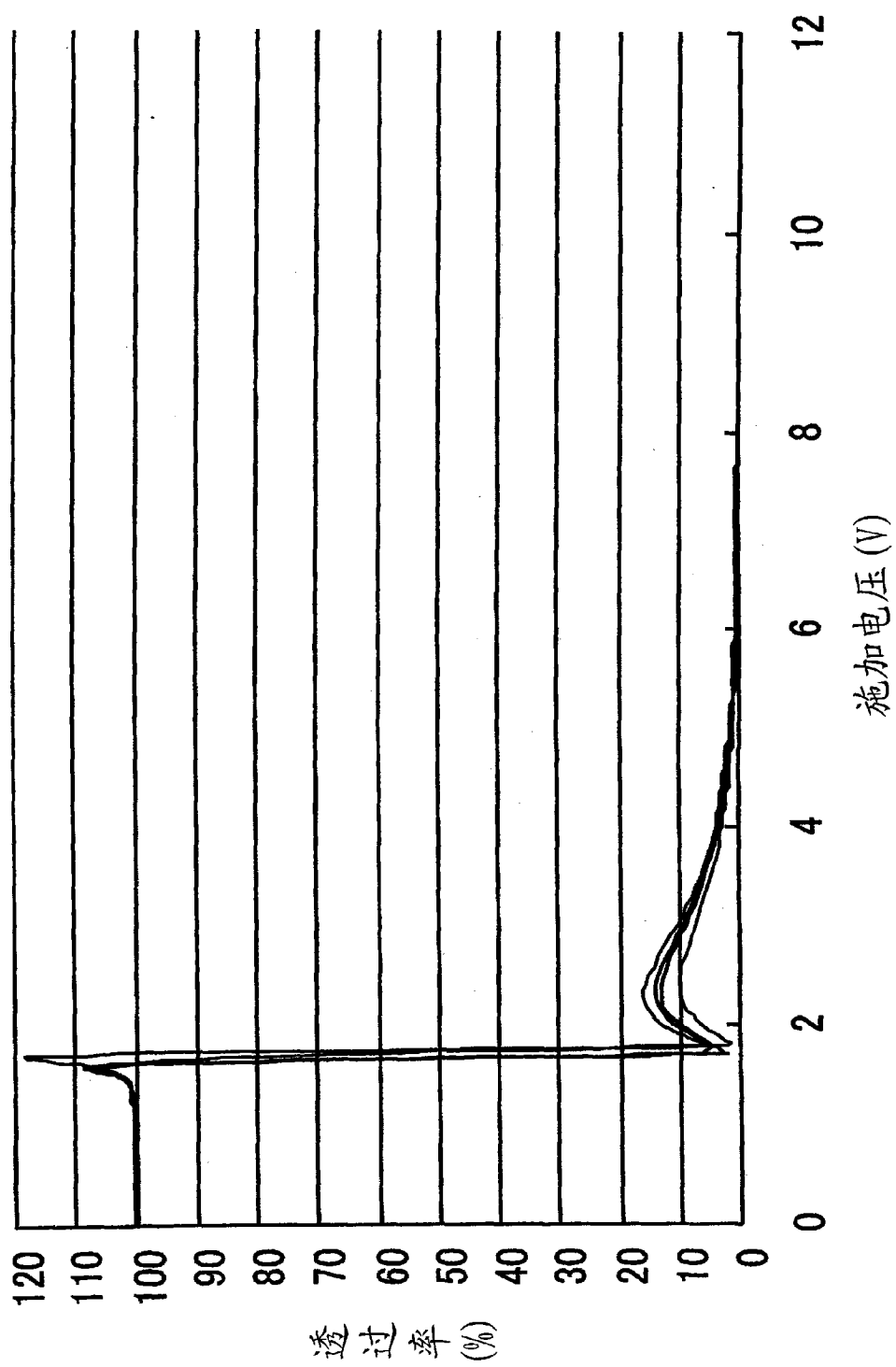


图 6

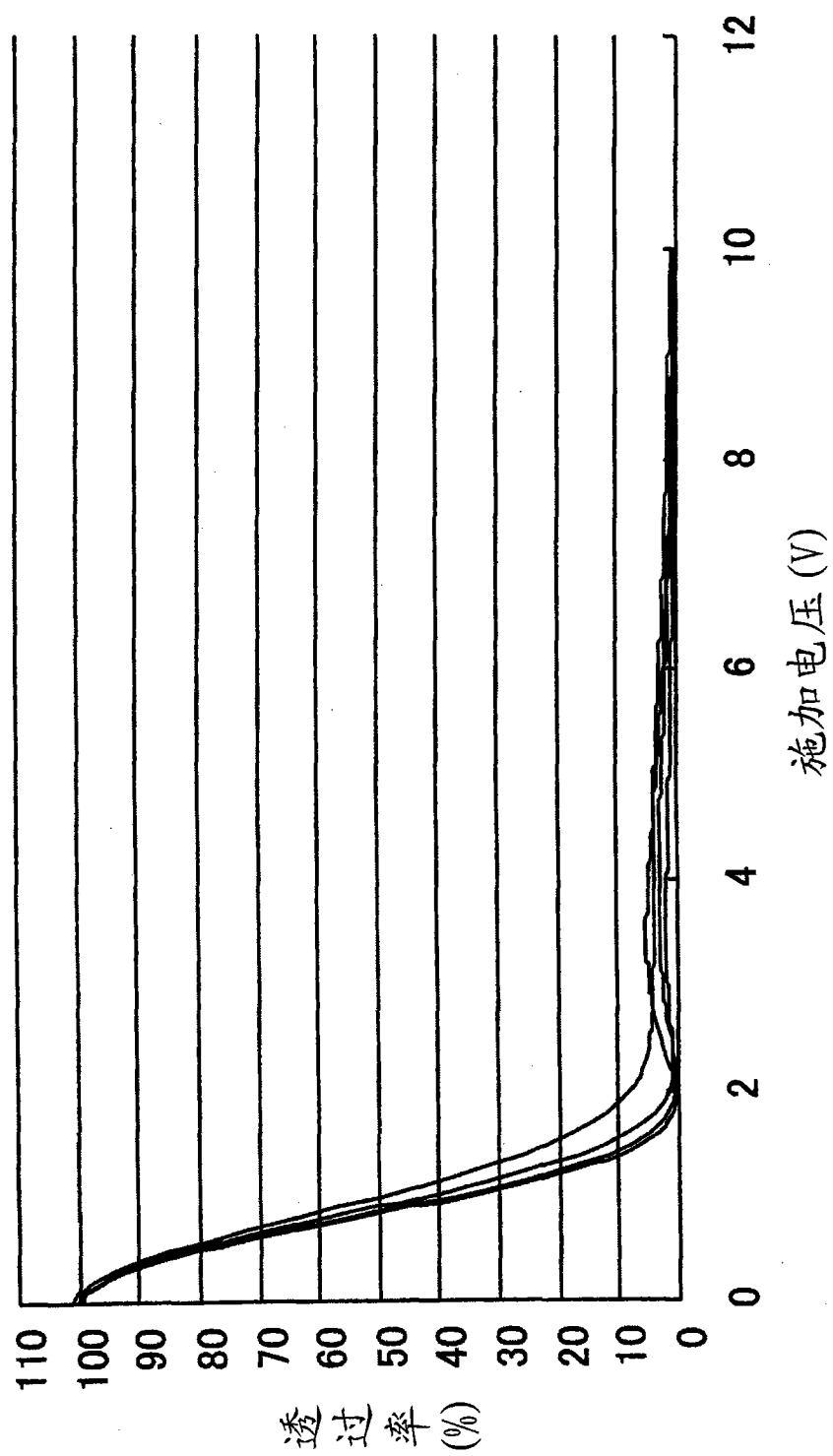


图 7

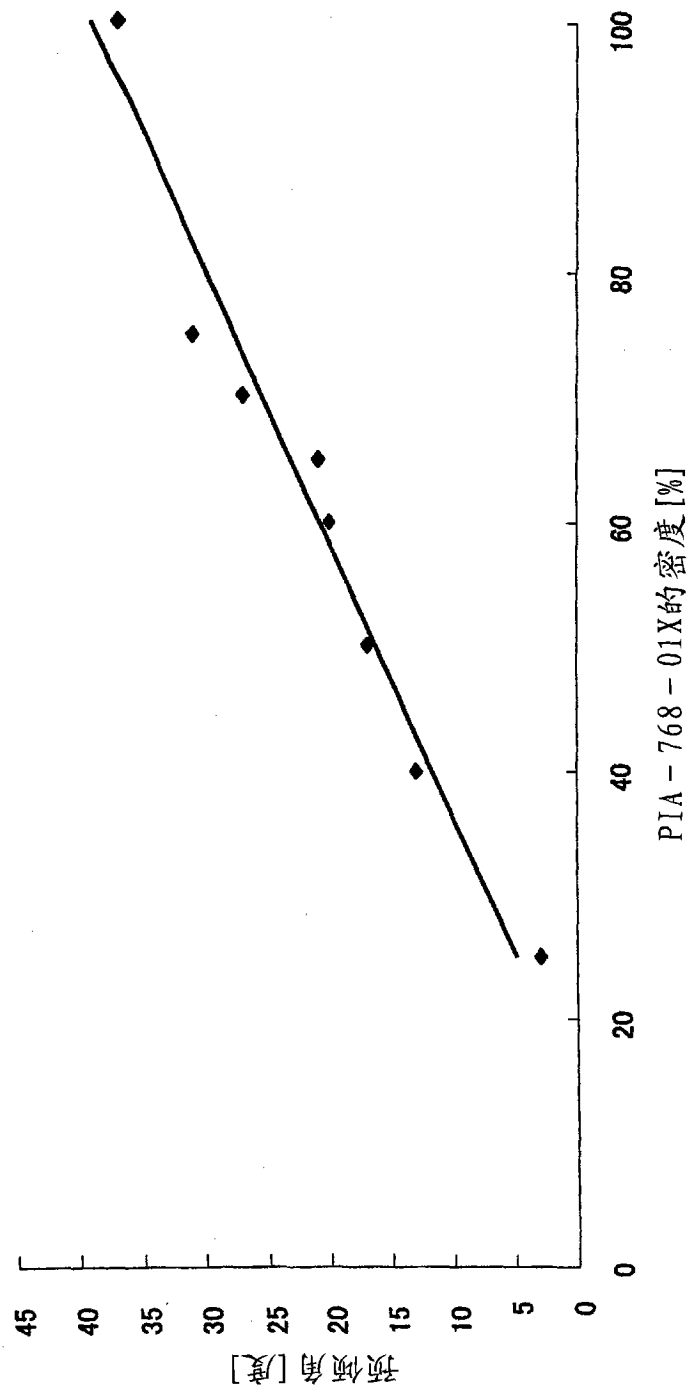


图 8

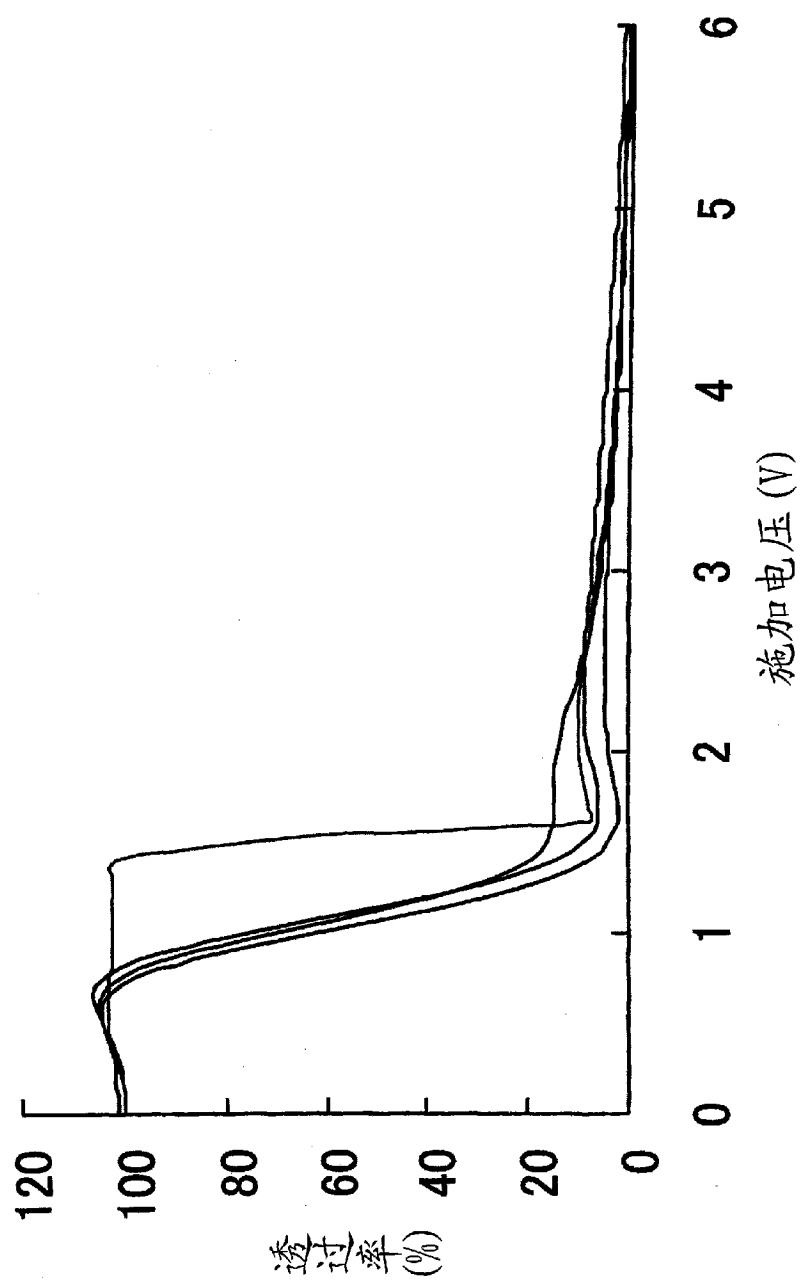
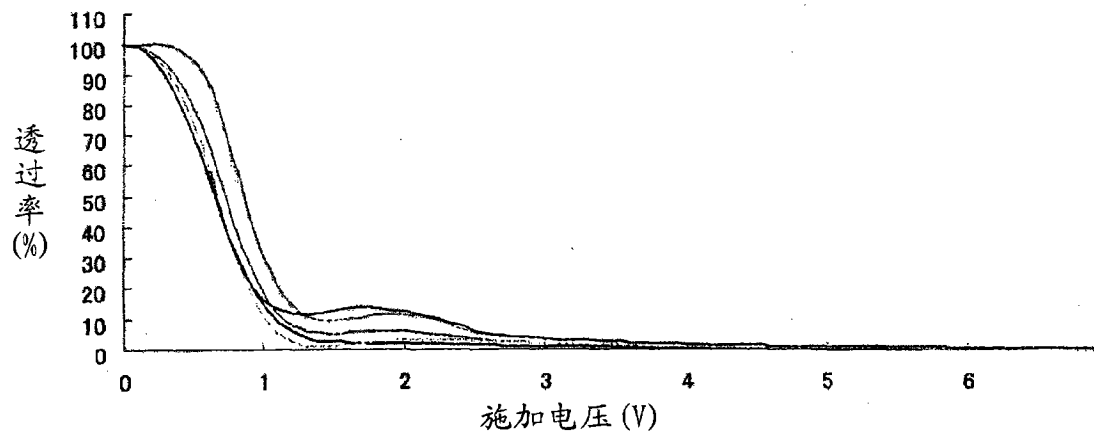
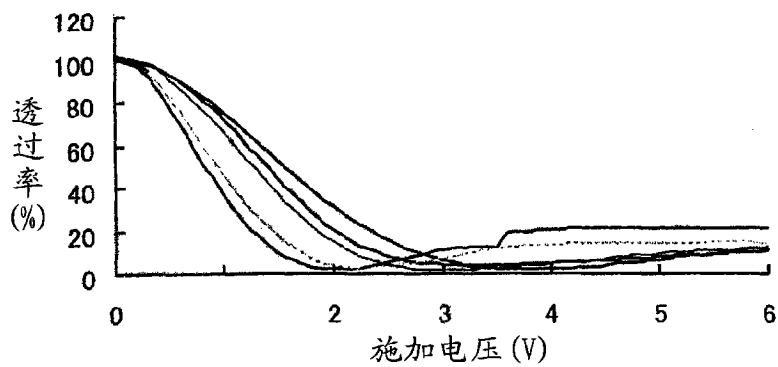


图 9

(A)



(B)



(C)

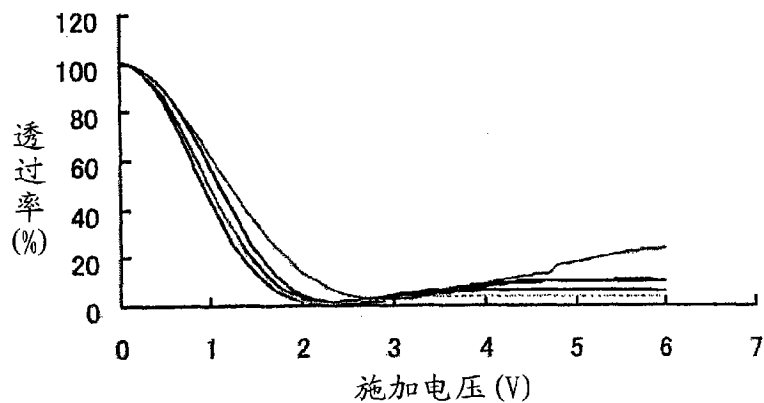


图 10

液晶材料	V _c (V)	Δε	K ₁₁ (pN)	K ₂₂ (pN)	K ₃₃ (pN)	τ ₁ (mPa·s)
RDP84910(第一实施例)	1.89	25.1	7.8	6.4	15.7	148
RDP83107(第二实施例)	2.33	15.4	9.4	7.9	21.7	152
RDP83108(第三实施例)	2.30	15.8	9.6	5.6	18.2	164
RDP83409(第四实施例)	—	14.4	9.5	3.9	18.5	144

图 11

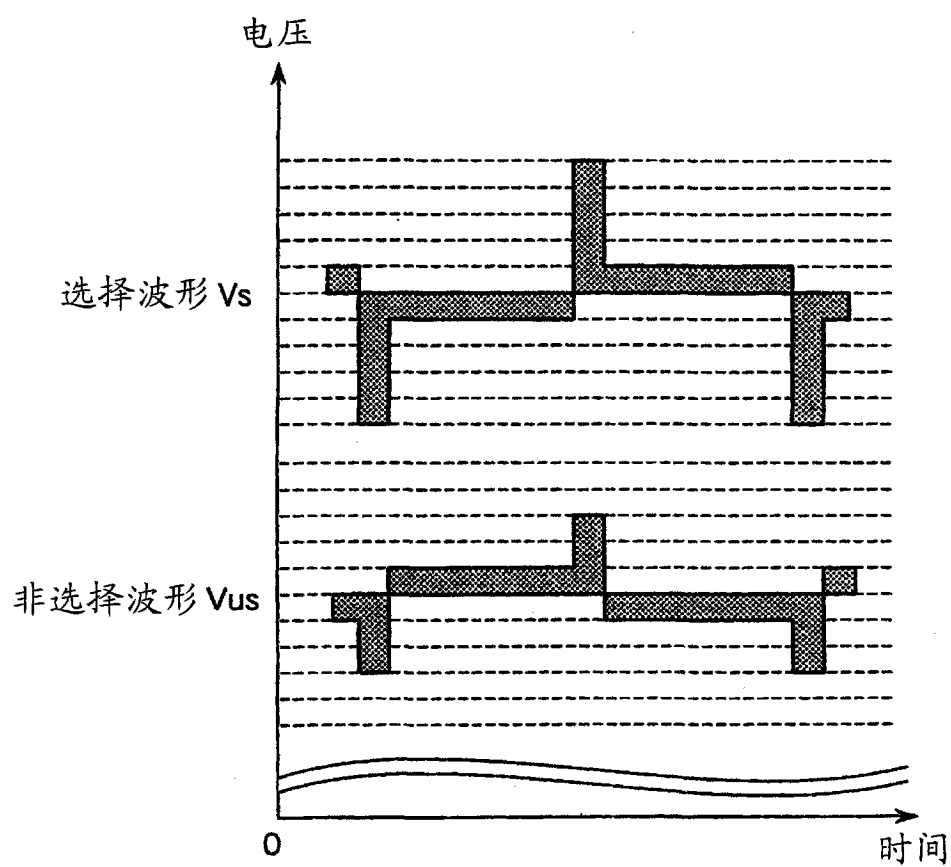
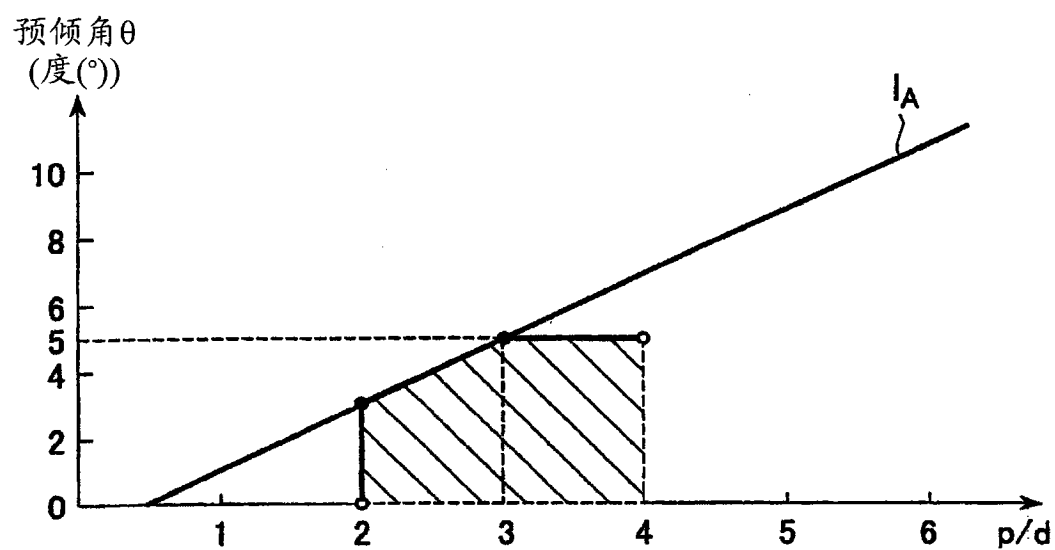


图 12

(A)



(B)

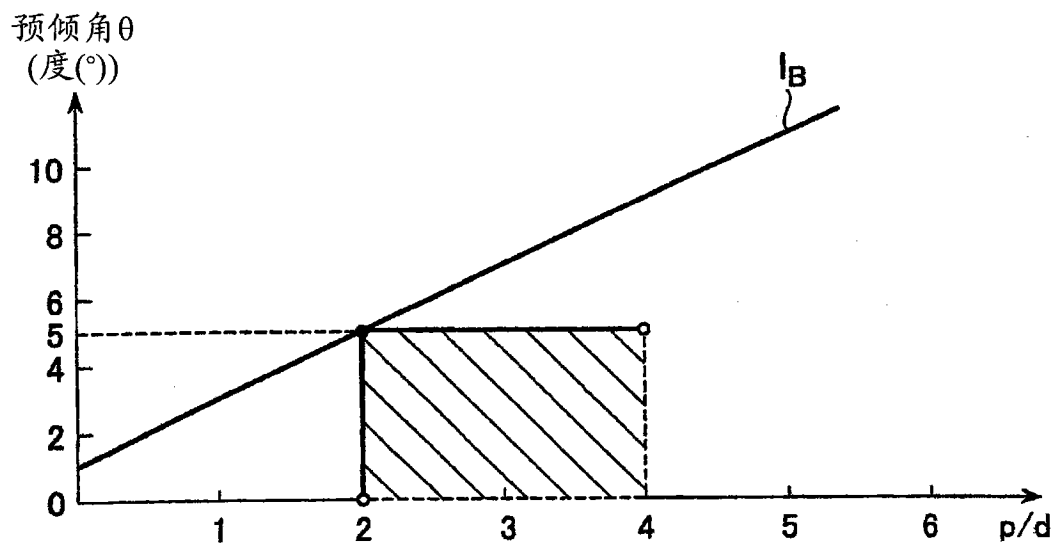


图 13

专利名称(译)	液晶显示元件		
公开(公告)号	CN102147547B	公开(公告)日	2015-11-25
申请号	CN201110063265.2	申请日	2011-02-01
[标]申请(专利权)人(译)	学校法人东京理科大学 斯坦雷电气株式会社		
申请(专利权)人(译)	学校法人东京理科大学 斯坦雷电气株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	斯坦雷电气株式会社		
[标]发明人	高头孝毅 穗本光弘 本石直之 都甲康夫		
发明人	高头孝毅 穗本光弘 本石直之 都甲康夫		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/1333 G02F1/1343 G02F1/133		
代理人(译)	李辉 朱丽娟		
审查员(译)	陈丽丽		
优先权	2010025574 2010-02-08 JP		
其他公开文献	CN102147547A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种液晶显示元件，具有：第一基板，其具有第一电极，在第一方向上被进行了取向处理；第二基板，其与第一基板平行地相对配置，具有第二电极，在第二方向上被进行了取向处理；和液晶层，其配置在第一基板和第二基板之间，包含手性材料，进行扭曲取向，第二方向是从第一基板侧的法线方向看，相对于第一方向在第一回转方向上成 70° ~ 110° 的方向，液晶层的液晶分子沿第一回转方向扭转排列，从第一基板侧的法线方向看，手性材料沿着从第一基板朝向第二基板的方向对液晶层的液晶分子给予朝与第一回转方向相反的第二回转方向的回转性，第一基板和第二基板被取向处理成显现大于 0° 且小于等于 5° 的预倾角 θ ，当设液晶层的厚度为 d 、手性材料的手性间距为 p 时， θ 、 d 以及 p 满足下式(1)以及(2)，

