

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780043297.8

[51] Int. Cl.

G02F 1/141 (2006.01)

G02F 1/1337 (2006.01)

G02F 1/133 (2006.01)

G09G 3/36 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 9 月 23 日

[11] 公开号 CN 101542373A

[22] 申请日 2007.11.19

[21] 申请号 200780043297.8

[30] 优先权

[32] 2006.11.24 [33] JP [31] 317394/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2007/072353 2007.11.19

[87] 国际公布 WO2008/062744 日 2008.5.29

[85] 进入国家阶段日期 2009.5.21

[71] 申请人 大日本印刷株式会社

地址 日本国东京都

[72] 发明人 猿渡直子 冈部将人

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 李贵亮

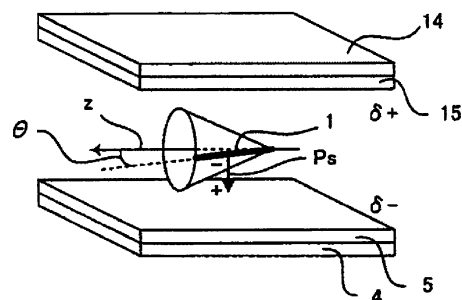
权利要求书 1 页 说明书 43 页 附图 8 页

[54] 发明名称

液晶显示元件

[57] 摘要

本发明的主要目的在于提供采用显示单稳定性的强介电性液晶、能控制强介电性液晶的自发极化的朝向的液晶显示元件。本发明通过提供具有如下特征的液晶显示元件来实现上述目的，该液晶显示元件具备：具有摩擦膜即第一取向膜的第一取向处理基板和具有采用光二聚化型材料的光取向膜即第二取向膜的第二取向处理基板以及形成于第一取向处理基板和第二取向处理基板间的含有强介电性液晶的液晶层，上述强介电性液晶显示单稳定性，并且当施加电压使上述第二取向膜处理基板的第二电极层成为负极时，分子方向相对于基板面平行地变化倾斜角的约 2 倍。



1. 一种液晶显示元件，其特征在于，

将具有第一基材、形成于所述第一基材上的第一电极层和第一取向膜的第一取向处理基板，以及具有第二基材、形成于所述第二基材上的第二电极层和第二取向膜的第二取向处理基板以所述第一取向膜与所述第二取向膜对置的方式设置，并且，在所述第一取向膜与所述第二取向膜之间夹持有强介电性液晶，所述第一取向膜是形成于所述第一电极层上的摩擦膜，所述第二取向膜是形成于所述第二电极层上的、使用通过发生光二聚化反应对取向膜赋予各向异性的光二聚化型材料的光取向膜，

所述强介电性液晶显示单稳定性，并且当施加电压使所述第二电极层成为负极时，所述强介电性液晶的分子方向相对于所述第一取向处理基板面平行地变化约所述强介电性液晶的倾斜角的2倍。

2. 根据权利要求1所述的液晶显示元件，其特征在于，
所述摩擦膜含有聚酰亚胺。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的液晶显示元件，其特征在于，
所述第一取向处理基板是具有形成于所述第一基材上的薄膜晶体管（TFT）的TFT基板，所述第二取向处理基板是所述第二电极层为共用电极的共用电极基板。

4. 根据权利要求1～权利要求3中任一项所述的液晶显示元件，其特征在于，

所述液晶显示元件采用使用了薄膜晶体管的有源矩阵方式进行驱动。

5. 根据权利要求1～权利要求4中任一项所述的液晶显示元件，其特征在于，

所述液晶显示元件采用场序彩色方式进行驱动。

液晶显示元件

技术领域

本发明涉及使用了具有自发极化的单稳定性型强介电性液晶的液晶显示元件。

背景技术

由于液晶显示元件具有薄且耗电低等特点，因此从大型显示器到携带信息终端其用途广泛，并且其开发也很活跃。到目前为止，作为液晶显示元件，TN方式、STN的多路传输驱动、在TN上使用薄层晶体管（TFT）的有源矩阵驱动等已被开发并实用化，但由于它们采用向列型液晶，因此液晶材料的响应速度慢，为数ms~数十ms，不能充分适应动画显示。

强介电性液晶（FLC）的响应速度极短，为 μs 级，是适于高速器件的液晶。众所周知，强介电性液晶为由克拉克和赖格沃（ラガーウォル）提出的在无施加电压时具有2种稳定状态的双稳态液晶（图14的上段），但其仅限于明、暗两种状态的转换，虽然具有存储性，但存在不能进行灰度显示的问题。

近年来，在无施加电压时的液晶层的状态为单一状态且稳定（以下称其为“单稳定”）的强介电性液晶，作为通过利用电压变化使液晶的导向偶极子（分子轴的倾斜）连续发生变化且模拟调制透光度而能进行灰度显示的液晶而备受关注（参照非专利文献1，图14下段）。作为显示单稳定性的液晶，通常使用在降温过程中以胆甾相（Ch）-手性近晶C(SmC^{*})相进行相变化、不经由近晶A(SmA)相的强介电性液晶（图13上段）。

另一方面，作为强介电性液晶，有在降温过程中以胆甾相（Ch）-近晶A(SmA)相-手性近晶C(SmC^{*})相进行相变、经由SmA相而呈现SmC^{*}的材料（图13下段）。现在，已报告的强介电性液晶材料中，比起前者的不经由SmA相的材料，后者的具有经由SmA相的相序列的材料占大半。已知后者的具有经由SmA相的相序列的强介电性液晶，通常相对于1层

法线具有二个稳定状态，显示双稳态。

另外，近几年彩色液晶显示元件的开发正在盛行。作为实现彩色显示的方法，通常有滤色片方式和场序彩色（field sequential color）方式。滤色片方式是采用白色光源作为背光灯，并使 R·G·B 的微型滤色片附随各像素而实现彩色显示的方式。相对于此，场序彩色方式是使背光灯在时间上转换为 R·G·B·R·G·B…，与此同步开闭强介电性液晶的白黑快门，通过网膜的余像效果将颜色进行时间性地混合，从而实现彩色显示的方式。该场序彩色方式由于用一个像素即可进行彩色显示，且无需使用透射率低的滤色片，因而能进行明亮且高精细的彩色显示，能实现低电耗和低成本，非常有用。

由于场序彩色方式是将 1 个像素进行时间分割的方式，因此为了得到良好的动画显示特性，需要作为白黑快门的液晶具有高速响应性。使用强介电性液晶能解决该问题。作为这时使用的强介电性液晶，为了如上所述那样能通过模拟调制来进行灰度显示，并实现高精细的彩色显示，特别优选显示单稳定性的强介电性液晶。在显示单稳定性的强介电性液晶中，有对正负双极性的电压进行响应的液晶（图 14 下段右）和仅对正负任一极性的电压进行响应的液晶（图 14 下段左）。其中，当使用薄膜晶体管（TFT）元件驱动强介电性液晶时，对正负任一极性的电压进行响应的液晶由于自发极化引起的反向电流的影响小，因而特别优选。

这里，利用使用了 TFT 元件的场序彩色方式的液晶显示元件的驱动顺序的一个例子如图 15 所示。在图 15 中，将向液晶显示元件的施加电压作为 $0 \sim \pm V$ （V），以正极性的电压进行数据写入扫描，以负极性的电压进行清除扫描。因而，使用显示单稳定性、仅对正负任一极性的电压进行响应的强介电性液晶。

作为显示单稳态且仅对正负任一极性的电压进行响应的强介电性液晶的响应，如图 12 所例示，有以正极性的电压进行响应而成为明状态的情况（图 12（a））和以负极性的电压进行响应而成为明状态的情况（图 12（b））。因此，如图 15 所示，在使用显示图 12（a）的响应（液晶响应 1）的强介电性液晶的情况下，当施加正极性的电压时为明状态，在使用显示图 12（b）的响应（液晶响应 2）的强介电性液晶的情况下，当施加

负极性的电压时成为明状态。

关于采用 TFT 元件的强介电性液晶的驱动，通过向与 TFT 基板相对置的共用电极基板的共用电极施加一定的电压、向 TFT 基板的各像素的像素电极施加电压的方式进行。这里，将像素电极的电压高于共用电极的情况作为施加正极性的电压，将像素电极的电压低于共用电极的情况作为施加负极性的电压。

当采用仅对正极性的电压进行响应的液晶作为强介电性液晶时，为了取得电荷的平衡，交替施加正极性的电压（写入）和负极性的电压（清除）。当采用 TFT 元件时，由于无法对所有像素同时施加电压，因此对每一行进行扫描。因此，第一行的写入和第 L 行的写入在时间上错开。对于清除也同样，在图 15 所示的例子中，当所有行的写入结束后，从第一行开始清除。

此外，在场序彩色方式中，与背光灯的开闭同步进行写入和清除。在图 15 中，+ (R) 表示与 R（红色）的背光灯同步进行写入扫描（施加正极性的电压），- (R) 表示与 R 的背光灯同步进行清除扫描（施加负极性的电压）。同样，对于+ (G)、- (G)、+ (B)、- (B) 而言，也分别表示与 G（绿色）、B（蓝色）的背光灯同步进行扫描。

这样在场序彩色方式中，同步进行背光灯的 R · G · B…的时间切换，进行写入扫描和清除扫描，使强介电性液晶响应，因此当与 R 的背光灯同步进行扫描时，在使用显示液晶响应 1 的强介电性液晶的情况下，第一行的写入扫描（+ (R)）和第 L 行的写入扫描（+ (R)）的任一种均在 R 的背光灯的点亮中成为明状态。

另一方面，在使用显示液晶响应 2 的强介电性液晶的情况下，由于在第一行和第 L 行上的写入扫描（+ (R)）和清除扫描（- (R)）在时间上错开，因此通过与 R 的背光灯同步进行的第 L 行的清除扫描（- (R)）而使在 G 的背光灯点亮时成为明状态（图 15 的粗框）。另外，当与 G 的背光灯同步进行扫描时，通过与 G 的背光灯同步进行的第 L 行的清除扫描（- (G)），在 B 的背光灯点亮时成为明状态（图 15 的粗框）。

另外，在图 15 中，明 (R) 表示通过与 R（红色）的背光灯同步进行扫描而成为明状态，暗表示通过与 R（红色）· G（绿色）· B（蓝色）的各

背光灯同步进行扫描而成为暗状态。同样地，对于明（G）、明（B）而言，也分别表示通过与 G（绿色）、B（蓝色）的背光灯同步进行扫描而成为明状态。

在普通的液晶显示装置中，由于在正极性的电压和负极性的电压中均已规定进行写入扫描或进行清除扫描，不容易变更，因此为了避免上述不良情况，必须使显示单稳定性的强介电性液晶的响应电压的极性符合施加电压的极性。该强介电性液晶的响应性由强介电性液晶的自发极化的朝向来决定，因此，只要能控制自发极化的朝向，即可控制强介电性液晶的响应电压的极性。

强介电性液晶与向列型液晶相比分子的有序性高，因此很难取向。尤其在不经由 SmA 相的强介电性液晶中发生层法线方向不同的两个区域（以下，称其为“双域（ダブルドメイン）”）（图 13 上段）。这样的双域在驱动时成为白黑颠倒的显示，成为较大的问题。为此，正在研究各种取向处理方法。

例如，作为改善双域的方法，已知有施加电场缓慢冷却法，即：将液晶单元加热至胆甾相以上的温度，保持施加直流电压的状态下进行缓慢冷却（参照非专利文献 2）。当采用该施加电场缓慢冷却法时，可以利用施加的电场的朝向来控制自发极化的朝向。但在该方法中，若再次使温度上升至相转变点以上，则导致发生取向紊乱，而且，还存在制造工序变复杂、在像素电极间的未施加电场的部分会发生取向紊乱等问题。

作为使强介电性液晶单稳定化的方法，提出了如下方法：采用光取向膜作为上下取向膜并在这些光取向膜中使用不同组成的材料（参照专利文献 1、专利文献 2 和专利文献 3）。在该方法中，上下光取向膜采用不同组成的材料即能得到良好取向状态的原因尚不明确，认为是由上下的光取向膜与强介电性液晶的相互作用的不同引起。但是，用该方法得到的液晶显示元件只有实际驱动才能知道强介电性液晶的自发极化的朝向。

另外，作为使强介电性液晶单稳定化的其他方法，已提出了在上下取向膜的任一方涂布反应性液晶使其取向、固定化，从而形成固定化液晶层（反应性液晶层），将该固定化液晶层用作取向膜（参照专利文献 4）的方法。在该方法中，由于反应性液晶的结构与强介电性液晶比较相似，因此

与强介电性液晶的相互作用增强，与仅使用取向膜的情况相比，能有效地控制取向，通过在上下的取向膜的一方形形成固定化液晶层，能在不产生双域等取向缺陷的前提下使强介电性液晶取向。但是，在用该方法得到的液晶显示元件中，只有实际驱动才能得知强介电性液晶的自发极化的朝向。

专利文献 1：日本专利特开 2005-208353 号公报

专利文献 2：日本专利特开 2005-234549 号公报

专利文献 3：日本专利特开 2005-234550 号公报

专利文献 4：日本专利特开 2005-258428 号公报

非专利文献 1：NONAKA, T., LI, J., OGAWA, A., HORNING, B., SCHMIDT, W., WINGEN, R., and DUBAL, H., 1999, *Liq. Cryst.*, 26, 1599.

非专利文献 2：PATEL, J., and GOODBY, J.W., 1986, *J. Appl. Phys.*, 59, 2355.

发明内容

本发明是鉴于上述问题而完成的发明，其主要目的在于提供采用显示单稳定性的强介电性液晶的液晶显示元件，该液晶显示元件能控制强介电性液晶的自发极化的朝向。

为了实现上述目的，本发明提供一种液晶显示元件，其特征在于，将具有第一基材、形成于上述第一基材上的第一电极层和第一取向膜的第一取向处理基板，以及具有第二基材、形成于上述第二基材上的第二电极层和第二取向膜的第二取向处理基板以所述第一取向膜与所述第二取向膜对置的方式设置，并且，在所述第一取向膜与所述第二取向膜之间夹持有强介电性液晶，所述第一取向膜是形成于所述第一电极层上的摩擦膜，所述第二取向膜是形成于所述第二电极层上的、使用通过发生光二聚化反应对取向膜赋予各向异性的光二聚化型材料的光取向膜，所述强介电性液晶显示单稳定性，并且当施加电压使所述第二电极层成为负极时，所述强介电性液晶的分子方向相对于所述第一取向处理基板面平行地变化约所述强介电性液晶的倾斜角的 2 倍。

根据本发明，作为摩擦膜的第一取向膜和作为采用光二聚化型材料的

光取向膜的第二取向膜，利用强介电性液晶的自发极化有朝向作为摩擦膜的第一取向膜侧的倾向的现象，来控制强介电性液晶的自发极化的朝向，能使强介电性液晶的取向单稳化。因此，能避免在上述背景技术中所述的不良现象。

上述发明中，优选上述摩擦膜含有聚酰亚胺。

另外，在本发明中，优选上述第一取向处理基板是具有形成于上述第一基材上的薄膜晶体管（TFT）的 TFT 基板，上述第二取向处理基板是上述第二电极层为共用电极的共用电极基板。这种结构能防止当 TFT 元件的开关断开时在栅电极附近发生漏光。

本发明的液晶显示元件优选为采用使用薄膜晶体管的有源矩阵方式进行驱动的液晶显示元件。通过采用使用了 TFT 元件的有源矩阵方式，由于能可靠地进行目标像素的点灯、关灯，因而能得到高品质显示器。

另外，本发明的液晶显示元件优选为采用场序彩色方式进行驱动的液晶显示元件。上述强介电性液晶由于显示单稳定性，因此能进行灰度显示，通过采用场序彩色方式进行驱动，能在低电耗和低成本下实现广视角的明亮且高精细的彩色动画显示。

本发明由于采用摩擦膜作为第一取向膜，并采用使用了光二聚化型材料的光取向膜作为第二取向膜，因而能利用强介电性液晶的自发极化有朝向作为摩擦膜的第一取向膜侧的现象，来控制强介电性液晶的自发极化的朝向。

附图说明

图 1 是表示液晶分子行为的示意图。

图 2 是表示本发明的液晶显示元件的一个例子的概略剖面图。

图 3 是表示强介电性液晶的取向状态的一个例子的示意图。

图 4 是表示强介电性液晶的取向状态的另一例子的示意图。

图 5 是表示强介电性液晶的自发极化的示意图。

图 6 是表示强介电性液晶的取向状态的其他例子的示意图。

图 7 是表示本发明的液晶显示元件的其他例子的概略剖面图。

图 8 是表示采用场序彩色方式的液晶显示元件的驱动顺序的图。

图 9 是表示本发明的液晶显示元件的其他例子的概略立体图。

图 10 是表示强介电性液晶的取向状态的其他例子的示意图。

图 11 是表示强介电性液晶的取向状态的其他例子的示意图。

图 12 是表示强介电性液晶相对于施加电压的透射率的变化图表。

图 13 是表示由强介电性液晶所具有的相序列不同引起的取向差异的图。

图 14 是表示强介电性液晶相对于施加电压的透射率的变化图表。

图 15 是表示采用场序彩色方式的液晶显示元件的驱动顺序的图。

符号说明

1...液晶分子

2...液晶显示元件

3...第一基材

4...第一电极层

5...第一取向膜

6...第一取向处理基板

10...液晶层

13...第二基材

14...第二电极层

15...第二取向膜

16...第二取向处理基板

z...层法线

Ps...自发极化

θ ...倾斜角

具体实施方式

本发明人等为了分析强介电性液晶的自发极化的朝向，进行了如下实验。

首先，制作在摩擦膜与使用了光二聚化型材料的光取向膜之间夹持强介电性液晶的液晶显示元件。

在形成了 ITO 电极的玻璃基板上印刷聚酰亚胺（日产化学工业公司

制, 商品名: SE-5291), 并通过摩擦处理形成取向膜。另外, 在形成了 ITO 电极的玻璃基板上, 旋转涂布光二聚化型材料 (Rolic technologies 公司制, 商品名: ROP103) 的 2 质量%的环戊酮溶液, 在 130℃下干燥 15 分钟后, 照射约 100mJ/cm² 的直线偏振紫外线, 进行取向处理。

在 1 块基板上撒布 1.5μm 的珠间隔物, 用密封材料分配器在另 1 块基板上涂布密封剂。然后, 以各自的取向处理方向平行的方式将两块基板对置, 进行热压接, 制作空的液晶单元。

接着, 采用强介电性液晶 (商品名: R2301, A Z Electronic Materials 公司制), 在注入口上部附着强介电性液晶, 使用烘箱, 以比 N 相-各相同性相转移温度高 10℃~20℃的温度进行注入, 缓慢回复到常温。

若施加电压使第二取向处理基板的电极为负极, 则强介电性液晶的分子方向变化约倾斜角的 2 倍。分子方向变化约倾斜角的 2 倍的强介电性液晶是总体的约 83%。

另外, 改变聚酰亚胺以及光二聚化型材料的种类或组合, 与上述同样地制作在摩擦膜与使用了光二聚化型材料的光取向膜之间夹持强介电性液晶的液晶显示元件, 得到与上述同样的结果。

然后, 制作在一对使用了光二聚化型材料的光取向膜间夹持强介电性液晶的液晶显示元件。

在形成了 ITO 电极的 2 块玻璃基板上, 分别旋转涂布光二聚化型材料 (Rolic technologies 公司制, 商品名: ROP103) 的 2 质量%的环戊酮溶液, 在 130℃下干燥 15 分钟后, 照射约 100mJ/cm² 的直线偏振紫外线, 进行取向处理。

在 1 块基板上撒布 1.5μm 的珠间隔物, 用密封材料分配器在另 1 块基板上涂布密封剂。然后, 以各自的取向处理方向平行的方式使 2 块基板对置, 进行热压接, 制作空液晶单元。

然后, 使用强介电性液晶 (商品名: R2031, AZ Electronic Materials 公司制), 注入口上部附着强介电性液晶, 使用烘箱, 以比 N 相-各向同性相转移温度高 10℃~20℃的温度进行注入, 缓慢回复到常温。

若施加电压使 1 块基板的电极为负极, 则虽然一部分强介电性液晶的分子方向变化约倾斜角的 2 倍, 但一部分强介电性液晶的分子方向未发生

变化。分子方向变化约倾斜角的 2 倍的强介电性液晶是总体的约 50%。

与上述同样，制作在一对摩擦膜间夹持强介电性液晶的液晶显示元件，得到与上述同样的结果。

从上述实验结果可知，本发明人等发现若一方的取向膜采用摩擦膜、另一方的取向膜采用使用了光二聚化型材料的光取向膜，则强介电性液晶的自发极化有朝向摩擦膜侧的倾向。

以下，对本发明的液晶显示元件进行详细说明。

本发明的液晶显示元件的特征在于，其将具有第一基材、形成于上述第一基材上的第一电极层和第一取向膜的第一取向处理基板，以及具有第二基材、形成于上述第二基材上的第二电极层和第二取向膜的第二取向处理基板以所述第一取向膜与所述第二取向膜对置的方式设置，并且，在上述第一取向膜与上述第二取向膜之间夹持有强介电性液晶，上述第一取向膜是形成于上述第一电极层上的摩擦膜，上述第二取向膜是形成于上述第二电极层上的、使用通过发生光二聚化反应对取向膜赋予各向异性的光二聚化型材料的光取向膜，所述强介电性液晶显示单稳定性，并且当施加电压使所述第二电极层成为负极时，所述强介电性液晶的分子方向相对于所述第一取向处理基板面平行地变化约所述强介电性液晶的倾斜角的 2 倍。

本发明使用的强介电性液晶如上所示，显示单稳定性，并且当施加电压使第二电极层为负极时，强介电性液晶的分子方向相对于上述第一取向处理基板面平行地变化约上述强介电性液晶的倾斜角的 2 倍。

强介电性液晶如图 1 所例示，液晶分子 1 从层法线 z 倾斜，沿着具有垂直于层法线 z 的底面的圆锥的棱线进行旋转。在这样的圆锥（cone）中，液晶分子 1 相对于层法线 z 的斜角称为倾斜角 θ 。

需要说明的是，“显示单稳定性”是指在不施加电压时强介电性液晶的状态以一种状态稳定的状态。具体而言，如图 1 所示，是指液晶分子 1 可以在圆锥上、在相对层法线 z 仅倾斜倾斜角 $\pm\theta$ 的两种状态间进行工作，不过在不施加电压时液晶分子 1 以上述圆锥上的任一种状态稳定的状态。

参照附图，说明本发明的液晶显示元件。

图 2 是表示本发明的液晶显示元件的一个例子的概略剖面图。在图 2 所例示的液晶显示元件 2 中，在第一基材 3 上依次形成了第一电极层 4 和

第一取向膜 5 的第一取向处理基板 6、与在第二基材 13 上依次形成了第二电极层 14 以及第二取向膜 15 的第二取向处理基板 16 对置，在第一取向处理基板 6 的第一取向膜 5 与第二取向处理基板 16 的第二取向膜 15 之间夹持强介电性液晶，构成液晶层 10。另外，第一取向膜 5 是摩擦膜，第二取向膜 15 是使用了光二聚化型材料的光取向膜。此外，第一取向膜 5 和第二取向膜 15 以各自的取向处理方向平行的方式来配置。

由上述实验结果可知，若第一取向膜采用摩擦膜、第二取向膜采用使用了光二聚化型材料的光取向膜，则强介电性液晶的自发极化有朝向作为摩擦膜的第一取向膜侧的倾向。认为这是因强介电性液晶与第一取向膜表面以及第二取向膜表面的相互作用即极性表面相互作用的影响。

本发明使用的强介电性液晶的取向状态的一个例子如图 3 所示。由上述实验结果可知，在摩擦膜即第一取向膜和使用了光二聚化型材料的光取向膜即第二取向膜中，相对而言第二取向膜具有正极性强的倾向，因此在无施加电压状态下，如图 3 所例示，在极性表面相互作用下，液晶分子 1 的自发极化 P_s 具有朝向第一取向膜 5 侧的倾向。需要说明的是，图 3 中，第一基材和第二基材被省略，关于强介电性液晶，显示液晶分子。

如图 4 所例示，当施加电压使第一电极层 4 为正极 (+)、第二电极层 14 为负极 (-) 时，受施加电压的极性的影响，液晶分子 1 的自发极化 P_s 朝向第二取向膜 15 侧。需要说明的是，在图 4 中，第一基材和第二基材被省略。

此外，当施加电压使第一电极层为负极 (-)、第二电极层为正极 (+) 时，受施加电压的极性的影响，如图 3 所例示，液晶分子 1 的自发极化 P_s 朝向第一取向膜 5 侧。此时，自发极化的朝向与无施加电压状态相同。

自发极化的朝向之所以为上述方向是因为自发极化的朝向是强介电性液晶的极化与取向膜的极化或电压的极性达电平衡的方向，因此液晶分子处于电稳定状态。

从无施加电压状态或向第二电极层施加正极性电压状态（图 3）转变成向第二电极层施加负极性电压状态（图 4）时，由于该施加电压的负极性与液晶分子的自发极化的负极性之间的排斥，如图 5 所例示那样，液晶分子 1 旋转角度约 2θ 。即，当施加电压使第二电极层为负极时，强介电性

液晶的分子方向相对于第一取向处理基板面平行地变化约强介电性液晶的倾斜角 θ 的 2 倍。

如上所述,在本发明中,利用强介电性液晶的自发极化有朝向第一取向膜侧的倾向,能控制液晶分子的自发极化的朝向。

通常,在采用强介电性液晶的液晶显示元件中,对置的 2 个取向膜以各自的取向处理方向平行的方式配置。例如,在图 2 所示的液晶显示元件中,在无施加电压状态下,如图 6 (a) 所例示那样,液晶分子 1 沿第一取向膜以及第二取向膜的取向处理方向 d 取向,为同样的取向状态。另外,当施加电压使第一电极层为正极 (+)、第二电极层为负极 (-) 时,如图 6 (b) 所例示那样,在施加电压的极性的影响下,自发极化 P_s 的朝向颠倒。此时,液晶分子 1 也为同样的取向状态。当施加电压使第一电极层为负极 (-)、第二电极层为正极 (+) 时,如图 6 (a) 所例示那样在施加电压的极性的影响下自发极化 P_s 的朝向颠倒。此时,液晶分子 1 为与无施加电压状态相同的取向状态。

需要说明的是,图 6 (a) 是表示从图 3 的上面所见的液晶分子的取向状态的示意图,自发极化 P_s 从纸前面朝向纸背面(图 6 (a) 中的×符号)。图 6 (b) 是表示从图 4 的上面所见的液晶分子的取向状态的示意图,自发极化 P_s 从纸背面向纸前面(图 6 (b) 中的●符号)。

在本发明中,如上所述,由于能控制自发极化的朝向,因而不会产生取向缺陷,能使强介电性液晶的取向单稳化。即,强介电性液晶显示单稳定性。另外,无需采用施加电场缓慢冷却法即可使强介电性液晶取向,因此具有如下优点:即使升温至相转移温度以上也能维持其取向,能抑制取向缺陷的产生。

当施加电压使第二电极层为负极时,优选 70%以上的强介电性液晶的分子方向变化约倾斜角的 2 倍,进一步优选为 80%以上,更优选为 90%以上,最优选为 95%以上。这是因为在上述范围内时能得到良好的对比度。

另外,上述比率可以如下来测定。

例如,如图 7 所示,液晶显示元件在于第一基材 3 上层叠了第一电极层 4 和第一取向膜 5 的第一取向处理基板 6 和于第二基材 13 上层叠了第二电极层 14 和第二取向膜 15 的第二取向处理基板 16 之间,形成含有强

介电性液晶的液晶层 10，在第一取向处理基板 6 和第二取向处理基板 16 的外侧分别设置偏振片 17a 和 17b，光从偏振片 17a 侧入射，从偏振片 17b 侧射出。2 块偏振片 17a 和 17b 以各偏振光轴近似垂直且偏振片 17a 的偏振光轴与第一取向膜 5 的取向处理方向（液晶分子的取向方向）近乎平行的方式来配置。

在无施加电压状态下，透过偏振片 17a 的直线偏振光与液晶分子的取向方向一致，因此不能发现液晶分子的折射率各向异性，透过偏振片 17a 的直线偏振光直接通过液晶分子，被偏振片 17b 遮断，成为暗状态。另一方面，在施加电压状态下，液晶分子在圆锥上移动，透过偏振片 17a 的直线偏振光与液晶分子的取向方向成规定的角度，因此透过偏振片 17a 的直线偏振光根据液晶分子的双折射而成为椭圆偏振光。该椭圆偏振光中，只有与偏振片 17b 的偏振光轴一致的直线偏振光透过偏振片 17b，成为明状态。

因此，当施加电压使第二电极层成为负极时，若强介电性液晶的分子方向变化为倾斜角的约 2 倍，则可以得到明状态。另一方面，当施加电压使第二电极层成为负极时，例如部分存在分子方向不变的强介电性液晶的情况下，可以得到部分暗状态。因此，由施加电压时可得到的白黑（明暗）显示的白·黑的面积比，即可算出施加电压使第一电极层成为负极时分子方向变化约倾斜角的 2 倍的强介电性液晶的比率。

在上述设置有偏振板的液晶显示元件中，无施加电压状态及向第一电极层施加负极性的电压的状态时成为暗状态，向第一电极层施加正极性的电压的状态时为明状态。因此，当采用场序彩色方式来驱动液晶显示元件时，如图 8 所例示，例如在点亮 G（绿色）的背光灯时同步扫描 R（红色）的背光灯，即可避免成为明状态。

另外，图 8 中的符号等与图 15 所示的符号等相同。

这里，通常具有经由 SmA 相的相序列的强介电性液晶在相变化过程中，近晶层的层间距缩小，为了补偿其体积变化，近晶层具有弯曲的人字纹结构，形成根据该弯曲的方向液晶分子的长轴方向不同的区域，在其界面容易产生被称为锯齿形缺陷或发卡形缺陷的取向缺陷。扩大预倾斜角，能有效地防止该锯齿形缺陷或发卡形缺陷的发生。

通常，摩擦膜与光取向膜相比，能够实现高预倾斜角。因此，采用摩擦膜，能抑制锯齿形缺陷或发卡形缺陷的发生。

另外，光取向膜是经光取向处理得到的膜，光取向处理是非接触取向处理，因而不会产生静电或粉尘，能够实现定量的取向处理控制，从此观点出发非常有用。此外，光二聚化型材料与光取向膜中使用的其他材料相比，例如与感光异构变化型材料相比，具有曝光灵敏度高的优点。

在本发明中，第一取向膜采用摩擦膜，第二取向膜采用使用了光二聚化型材料的光取向膜，因此易于赋予第二取向膜各向异性，能得到无锯齿形缺陷或发卡形缺陷等取向缺陷的液晶显示元件。

本发明的液晶显示元件可以采用使用了薄膜晶体管（TFT）的有源矩阵方式来驱动。此时，优选第一取向处理基板是具有形成于第一基材上的 TFT 的 TFT 基板，第二取向处理基板是第二电极层为共用电极的共用电极基板。图 9 所示为使用 TFT 的有源矩阵方式的液晶显示元件的一个例子的概略立体图。

图 9 中例示的液晶显示元件 2 具有 TFT 元件 25 以矩阵状配置在第一基材 3 上的 TFT 基板（第一取向处理基板）6 和在第二基材 13 上形成共用电极（第二电极层）的共用电极基板（第二取向处理基板）16。在 TFT 基板（第一取向处理基板）6 上形成有栅电极 24x、源电极 24y 和像素电极（第一电极层）4。栅电极 24x 和源电极 24y 分别纵横排列，通过向栅电极 24x 和源电极 24y 施加信号来使 TFT 元件 25 工作，从而可以驱动强介电性液晶。栅电极 24x 和源电极 24y 交叉的部分，虽未图示，但被绝缘层绝缘，栅电极 24x 的信号和源电极 24y 的信号可以独立地工作。被栅电极 24x 和源电极 24y 包围的部分是驱动本发明的液晶显示元件的最小单元即像素，各像素中形成有至少 1 个以上的 TFT 元件 25 和像素电极（第一电极层）4。通过向栅电极和源电极依次施加信号，可以使各像素的 TFT 元件工作。另外，图 9 中，省略了液晶层和第一取向膜。

在上述液晶显示元件中，例如若将栅电极定为 30V 左右的高电位，则 TFT 元件的开关为接通状态，通过源电极向强介电性液晶施加信号，若将栅电极定为-10V 左右的低电位，则 TFT 元件的开关为断开状态。在开关断开状态下，如图 10 所例示，在共用电极（第二电极层）14 和栅电极 24x

间施加电压使共用电极（第二电极层）14 侧为正。在该开关断开状态下，强介电性液晶不工作，因此其像素成为暗状态。

在本发明中，如上所述，在无施加电压状态下，在极性表面相互作用下，液晶分子的自发极化有朝向第一取向处理基板侧的倾向。即，当开关为断开状态时，如图 10 所例示，液晶分子 1 的自发极化 P_s 朝向 TFT 基板（第一取向处理基板）6 侧。因此，自发极化的朝向不受施加于共用电极（第二电极层）14 和栅电极 24x 间的电压的影响。

另一方面，例如，当在无施加电压状态下自发极化朝向共用电极基板（第二取向处理基板）侧时，由于受开关断开状态下施加于共用电极和栅电极间的电压的影响，导致在设有栅电极的区域附近自发极化的朝向颠倒。如果这样，则在设有栅电极的区域附近，尽管开关断开，也会因强介电性液晶工作而发生漏光。

相对于此，如上所述，在本发明中，自发极化的朝向不受施加于共用电极和栅电极间的电压的影响，因此不会发生漏光。因此在本发明中，通过控制自发极化的朝向，使第二取向处理基板成为共用电极基板，能防止栅电极附近的漏光。

以下，对本发明的液晶显示元件的各结构进行说明。

1. 强介电性液晶

本发明使用的强介电性液晶显示单稳定性，且当施加电压使第二电极层成为负极时，强介电性液晶的分子方向相对于第一取向处理基板面平行地变化强介电性液晶的倾斜角的约 2 倍。

需要说明的是，“当施加电压使第二电极层成为负极时，强介电性液晶的分子方向相对于第一取向处理基板面变化约强介电性液晶的倾斜角 θ 的 2 倍”是指，在无施加电压时液晶分子以圆锥上的一种状态稳定，当施加电压使第二电极层成为负极时，液晶分子从单稳态向圆锥上的一方侧倾斜，当施加电压使第二电极层成为正极时，液晶分子维持单稳态，或当施加电压使第二电极层成为负极时从单稳态向相反侧倾斜，施加电压使第二电极层成为负极时的自液晶分子的单稳态的倾斜角大于施加电压使第二电极层成为正极时的自液晶分子的单稳态的倾斜角。

图 11 是表示显示单稳定性的强介电性液晶的取向状态的一个例子的

示意图。图 11 (a) 表示无施加电压的情况，图 11 (b) 表示施加电压使第二电极层成为负极时的情况，图 11 (c) 表示施加电压使第二电极层成为正极时的情况。在无施加电压的情况下，液晶分子 1 以圆锥上的 1 种状态稳定（图 11 (a)）。当施加电压使第二电极层成为负极时，液晶分子 1 从稳定状态（虚线）向一方侧倾斜（图 11 (b)）。另外，当施加电压使第二电极层成为正极时，液晶分子 1 从稳定状态（虚线）向与当施加电压使第二电极层成为负极时相反的一侧倾斜（图 11 (c)）。这时，施加电压使第二电极层成为负极时的倾斜角 δ 比施加电压使第二电极层成为正极时的倾斜角 ω 更大。需要说明的是，在图 11 中， d 表示取向处理方向， z 表示层法线。

当施加电压使第二电极层成为负极时，液晶分子以与施加电压的大小相应的角度从单稳态向圆锥上的一方侧倾斜。在强介电性液晶中，如图 11 (a) 所例示，位置 A（液晶分子 1 的方向）、位置 B（取向处理方向 d ）、和位置 C 并非完全一致。因此，如图 11 (b) 所例示，当施加电压使第二电极层成为负极时的最大倾斜角 δ 为倾斜角 θ 的约 2 倍（角度 2θ ）。

例如，如图 5 所示，液晶分子 1 的方向相对于第一取向处理基板面平行地变化倾斜角 θ 的约 2 倍（角度 2θ ），这里，变化倾斜角 θ 的约 2 倍是指变化 $2\theta \sim 2\theta - 5^\circ$ 的情况。

另外，如下操作，可以测定强介电性液晶的分子方向相对于第一取向处理基板面平行地变化的角度。首先，将在正交尼科尔棱镜上配置偏振板的偏振光显微镜及液晶显示元件以一方的偏振片的偏振光轴与液晶层的液晶分子的取向方向平行的方式配置，并将该位置作为基准。若施加电压，则液晶分子与偏振光轴具有规定的角度，因此透过一方的偏振片的偏振光透过另一方的偏振片而成为明状态。在该施加电压的状态下，使液晶显示元件旋转而成为暗状态。接着，测定这时的使液晶显示元件旋转的角度。使液晶显示元件旋转的角度是强介电性液晶的分子方向相对于第一取向处理基板面平行变化的角度。

如上所述，当施加电压使第二电极层成为负极时，液晶分子以与施加电压的大小对应的角度从单稳态向圆锥上一方侧倾斜，因此当实际驱动液晶显示元件时，当施加电压使第二电极层成为负极时，液晶分子的方向并

非变化倾斜角的约 2 倍。

作为上述强介电性液晶，具体而言，可以使用例如如图 12 所示的仅在施加正负任一电压时液晶分子工作的显示 half-V shaped switching（以下称 HV 字型开断）特性的强介电性液晶。若使用这样的显示 HV 字型开断特性的强介电性液晶，则能充分延长作为白黑快门的开口时间，因而能更明亮地显示时间性切换的各种颜色，能实现明亮的彩色显示的液晶显示元件。

需要说明的是，“HV 字型开断特性”是指相对施加电压的透光率非对称的电光学特性。

就强介电性液晶的相序列而言，只要是具有手性近晶 C 相（SmC*）的相序列即可，没有特殊限制。例如，可以列举以向列相（N）-胆甾相（Ch）-手性近晶 C 相（SmC*）进行相变化的相序列、以向列相（N）-手性近晶 C 相（SmC*）进行相变化的相序列、以向列相（N）-近晶 A 相（SmA）-手性近晶 C 相（SmC*）进行相变化的相序列、以向列相（N）-胆甾相（Ch）-近晶 A 相（SmA）-手性近晶 C 相（SmC*）进行相变化的相序列等。

通常，图 13 下段所例示的具有经由 SmA 相的相序列的强介电性液晶在相变化过程中，近晶层的层间距缩小，为了补偿其体积变化，近晶层具有弯曲的人字纹结构，形成根据该弯曲的方向液晶分子的长轴方向不同的区域，在其边界面容易产生被称为锯齿形缺陷或发卡形缺陷的取向缺陷。通常，如图 13 上段所例示的具有不经由 SmA 相的相序列的强介电性液晶，容易产生层法线方向不同的 2 个区域（双域）。在本发明中，能在不产生上述取向缺陷的前提下，使强介电性液晶的取向单稳化。

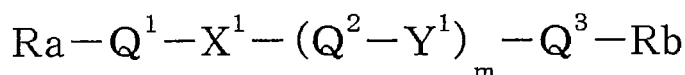
作为这样的强介电性液晶，可以从通常已知的液晶材料中根据所需特性进行多种选择。

特别是从 Ch 相不经由 SmA 相的显现 SmC* 相的液晶材料，适宜作为显示 HV 字型开断特性的液晶材料。具体可以举出 AZ Electronic Materials 公司制“R2301”。

另外，作为经由 SmA 相的液晶材料，由于材料选择的范围大，优选从 Ch 相经由 SmA 相而显现 SmC* 相的液晶材料。这时，也可以使用显现 SmC* 相的单一的液晶材料，但由于利用向在低粘度下容易显现 SmC* 相的

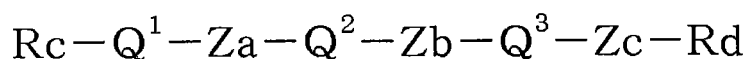
无手性液晶（以下，有时作为主（ホスト）液晶。）中少量添加其自身不显现 SmC* 相但能引起大的自发极化和适当的螺距的光学活性物质，显现上述相序列的液晶材料粘度低且能实现更快的响应性，因此优选。

作为上述主液晶，优选在宽的温度范围内显现 SmC 相的材料，只要是通常作为强介电性液晶的主液晶所已知的材料即可使用，没有特殊限制。例如，可以使用下述通式表示的化合物：



（式中，Ra 和 Rb 分别是直链状或支链状烷基、烷氧基、烷氧羰基、链烷酰氧基或烷氧碳酰氧基，Q¹、Q² 和 Q³ 分别是 1, 4-亚苯基、1, 4-环亚己基、吡啶-2, 5-二基、吡嗪-2, 5-二基、哒嗪-3, 6-二基、1, 3-二噁烷-2, 5-二基，这些基团可以具有卤原子、羟基、氰基等取代基，X¹ 和 Y¹ 分别是 -COO-、-OCO-、-CH₂O-、-OCH₂-、-CH₂CH₂-、-C≡C- 或单键，m 是 0 或 1）。作为主液晶，可以单独使用 1 种上述化合物或 2 种以上组合使用。

作为向上述主液晶添加的光学活性物质，只要是自发极化大并具有引发适当的螺距的能力的材料即可，没有特殊限制，可以使用通常作为在显现 SmC* 相的液晶组合物中添加的材料。特别优选以少量添加量即可诱发较大的自发极化的材料。作为这样的光学活性物质，例如，可以使用下述通式表示的化合物：



（式中，Q¹、Q² 和 Q³ 表示与上述通式相同的含义，Za、Zb 和 Zc 是 -COO-、-OCO-、-CH₂O-、-OCH₂-、-CH₂CH₂-、-C≡C-、-CH=N-、-N=N-、-N(→O)=N-、-C(=O)S- 或单键，Rc 是可以具有不对称碳原子的直链状或支链状的烷基、烷氧基、烷氧羰基、链烷酰氧基或烷氧碳酰氧基，Rd 是具有不对称碳原子的直链状或支链状的烷基、烷氧基、烷氧羰基、链烷酰氧基或烷氧碳酰氧基，Rc 和 Rd 还可以被卤原子、氰基、羟基取代）。作为光学活性物质，可以单独使用 1 种上述化合物或 2 种以上组合使用。

作为经由 SmA 相的强介电性液晶，具体可以举出 AZ Electronic Materials 公司制“FELIXM4851-100”等。

在使用了显示单稳定性的强介电性液晶的液晶显示元件中，透射率取

决于施加电压时的液晶分子的倾斜角。由于当施加正负任一电压时，液晶分子在圆锥上倾斜，因此，例如如图 12 所示，液晶分子的倾斜角根据施加电压的大小发生变化而透射率发生变化。这时，当从液晶分子的单稳定性的倾斜角为 45° 时，透射率最大。

因此，为了实现高透射率，优选使用在实际驱动时施加电压使第二电极层成为负极的情况下从液晶分子的单稳态的倾斜角可以为 45° 的强介电性液晶。

例如，在使用图 11 所示的来自液晶分子的单稳态的最大倾斜角 δ 大于 45° 的强介电性液晶的情况下，当实际驱动液晶显示元件时，施加电压使第二电极层成为负极的情况下，可以使来自液晶分子的单稳态的倾斜角成为 45° 。如上所述，这是因为在实际驱动时施加电压使第二电极层成为负层时，液晶分子的方向并非变化倾斜角的约 2 倍。

本发明中，在第一取向膜与第二取向膜之间夹持上述强介电性液晶，构成液晶层。

在液晶层中，除上述强介电性液晶外，还可以根据液晶显示元件所需的功能而含有具备任意功能的化合物。作为这种化合物，可以列举聚合性单体的聚合物。通过在液晶层中含有这种聚合性单体的聚合物，上述液晶材料的排列被所谓的“高分子稳定化”，能得到取向稳态优异的液晶显示元件。

作为在聚合性单体的聚合物中使用的聚合性单体，只要是通过聚合反应产生聚合物的化合物即可，没有特殊限制，可以列举通过加热处理而发生聚合反应的热固性树脂单体、以及通过照射活性放射线而发生聚合反应的活性放射线固化性树脂单体。其中，优选采用活性放射线固化性树脂单体。这是因为，当采用热固性树脂单体时，为了发生聚合反应，必须进行加温处理，因此这样的加温处理有可能会损害强介电性液晶的规则排列，诱发相转移；另一方面，当采用活性放射线固化性树脂单体时，没有这样的担心，聚合反应的发生对强介电性液晶的序列损害小。

作为活性放射线固化性树脂单体，可以列举能通过照射电子束而发生聚合反应的电子束固化性树脂单体、以及能通过光照射而发生聚合反应的光固性树脂单体。其中，优选采用光固性树脂单体。通过采用光固性树脂

单体，能简化制造工序。

作为光固性树脂单体，只要是能通过照射波长为 150nm~500nm 的范围内的光而发生聚合反应的单体即可，没有特殊限制。其中，优选采用能通过照射波长为 250nm~450nm 的范围内、特别是 300nm~400nm 的范围内的光而发生聚合反应的紫外线固化性树脂单体。这是因为其对照射装置的容易性等方面有利。

紫外线固化性树脂单体所具有的聚合性官能团只要是能通过照射上述波长区域的紫外线而发生聚合反应的聚合性官能团即可，没有特殊限制。特别优选采用具有丙烯酸酯基的紫外线固化型树脂单体。

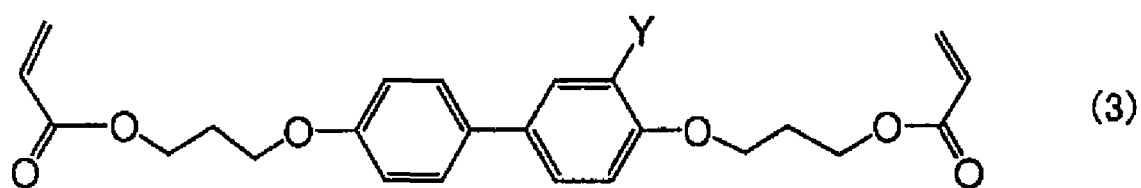
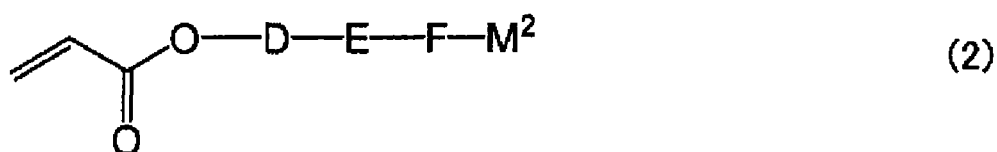
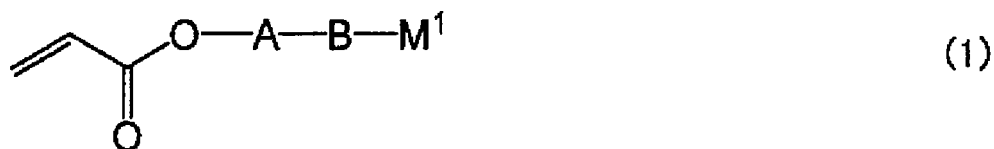
紫外线固化性树脂单体可以是一分子中具有一个聚合性官能团的单官能性单体，也可以是一分子中具有 2 个以上聚合性官能团的多官能性单体。其中，优选采用多官能性单体。通过采用多官能性单体，能形成更强的聚合物网络，因而能强化分子间作用力以及取向膜界面的聚合物网络。由此，能抑制温度变化引起的强介电性液晶的取向紊乱。

多官能性单体中，优选采用在分子两末端具有聚合性官能团的 2 官能性单体。这是因为，通过在分子的两端具有聚合性官能团，能形成聚合物之间的间距大的聚合物网络，能防止由含有聚合性单体的聚合物导致的强介电性液晶的驱动电压的下降。

紫外线固化性树脂单体中，优选采用显现液晶性的紫外线固化性液晶单体。优选这种紫外线固化性液晶单体的原因如下。即：由于紫外线固化性液晶单体具有液晶性，因而能在取向膜的取向控制力的作用下规则地排列。因此，能将紫外线固化性液晶单体通过在规则排列后发生聚合反应而在维持规则排列的状态下固定。具有这种规则的排列状态的聚合物的存在：能提高强介电性液晶的取向稳定性，能得到优异的耐热性和耐冲击性。

作为紫外线固化性液晶单体显现的液晶相，没有特殊限制，例如可以列举 N 相、SmA 相、SmC 相。

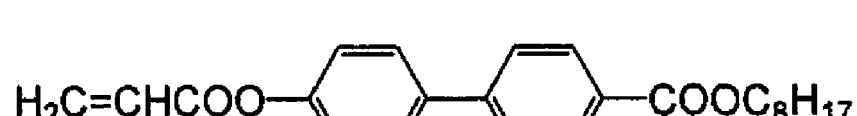
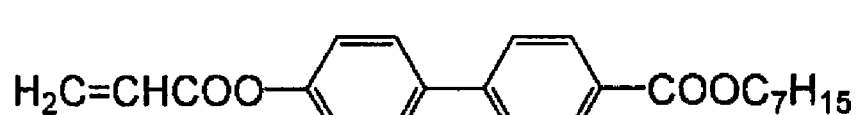
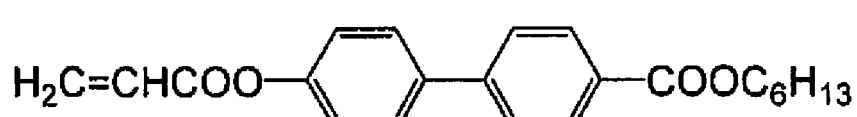
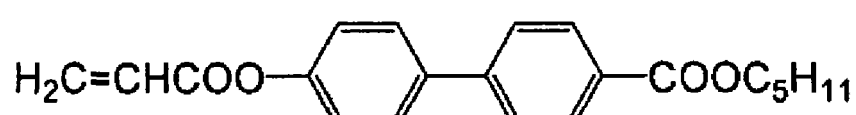
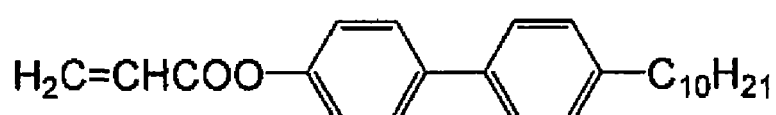
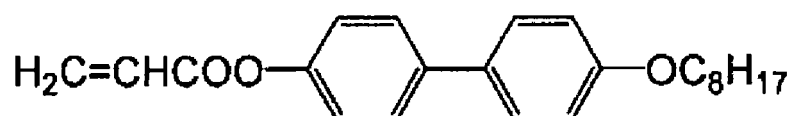
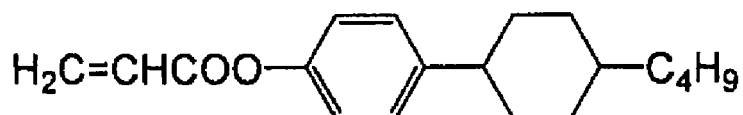
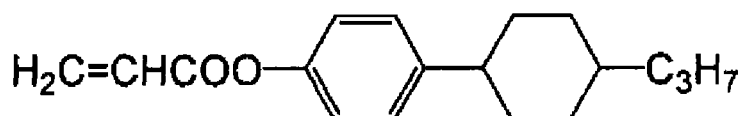
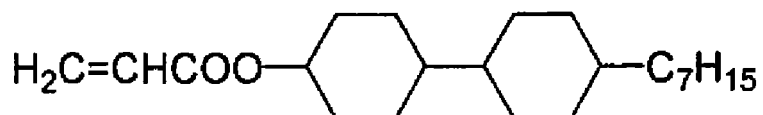
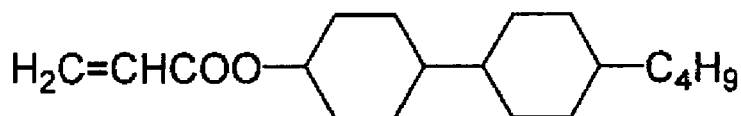
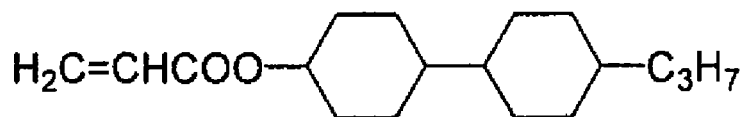
作为本发明中使用的紫外线固化性液晶单体，例如可以列举下式 (1) ~ (3) 所示的化合物。

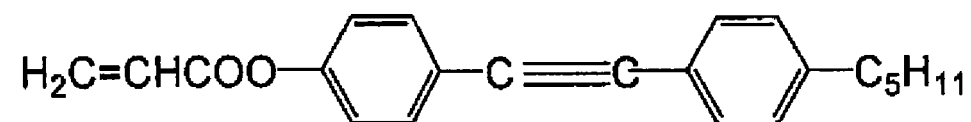
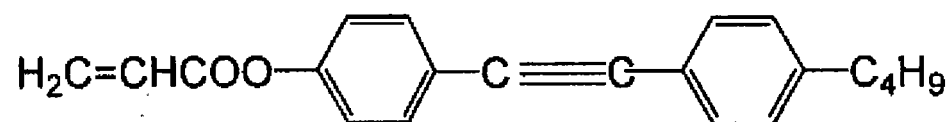
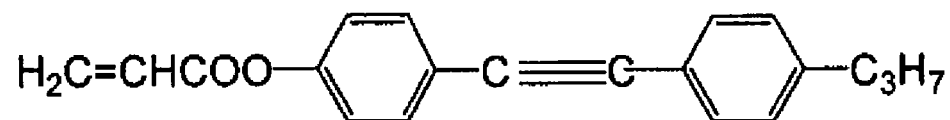
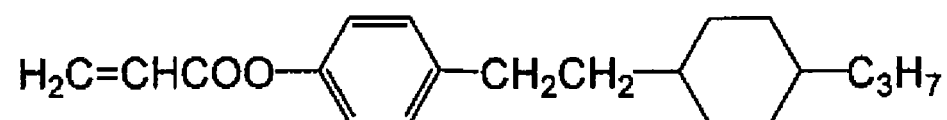
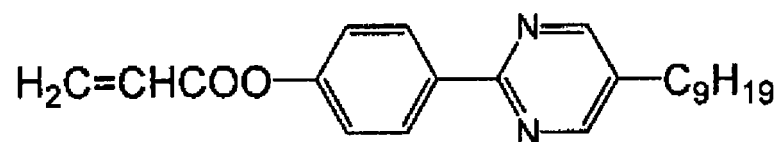
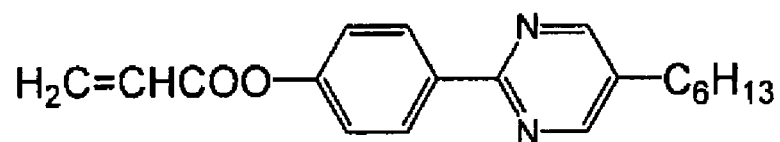
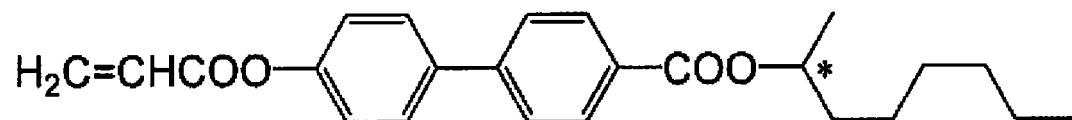
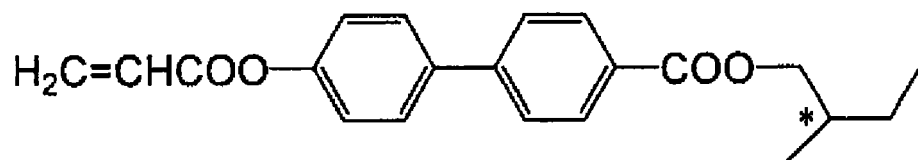


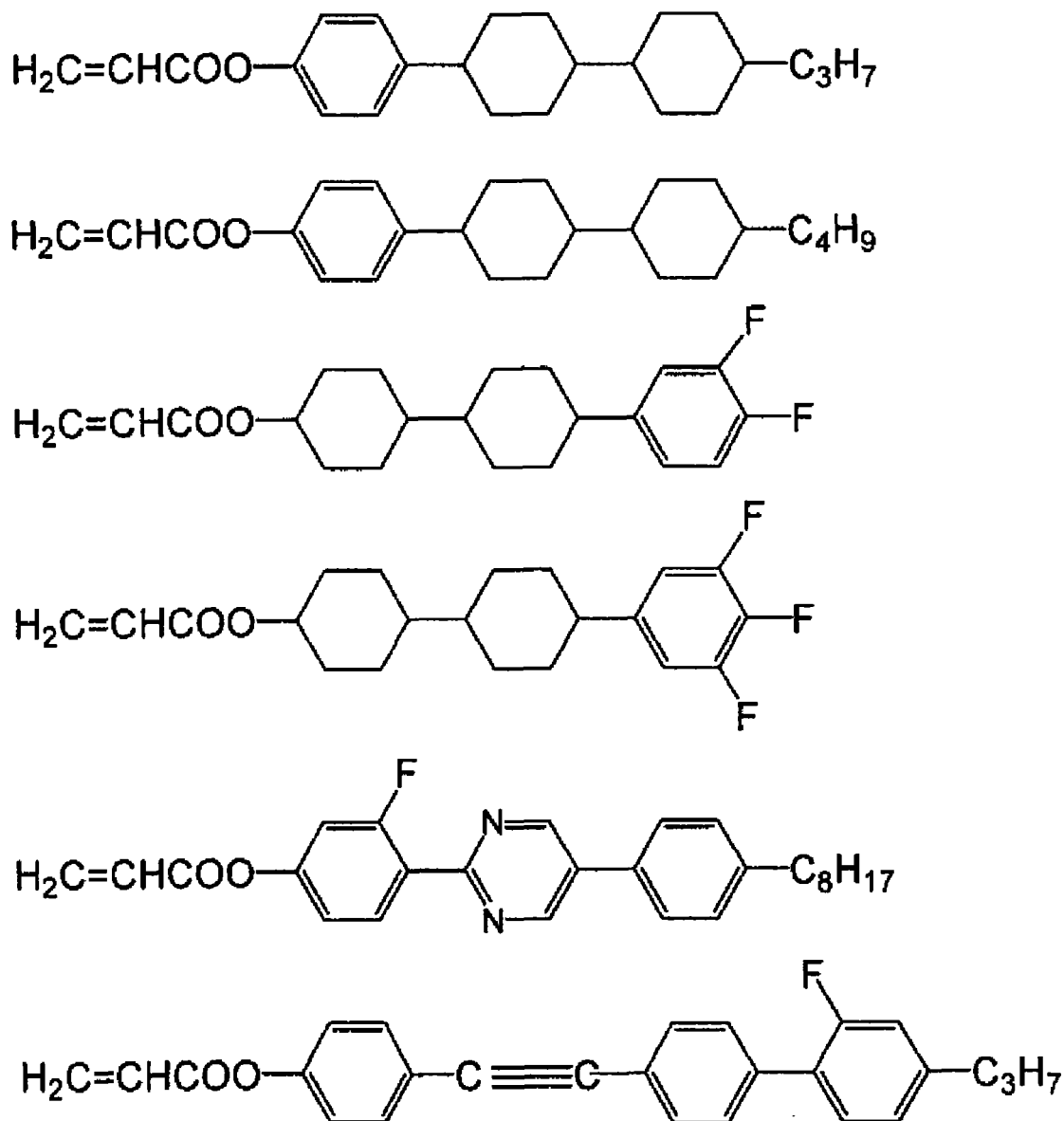
上式(1)、(2)中，A、B、D、E和F表示苯、环己烷或嘧啶，它们可以具有卤素等取代基。另外，A和B、或D和E可以间隔亚乙基、亚甲基、酯基等键合基而键合。M¹和M²可以是氢原子、碳原子数为3~9的烷基、碳原子数为3~9的烷氧基羰基或氰基中的任一种。此外，分子链末端的丙烯酰氧基和A或D可以间隔碳原子数为3~6的亚烷基等键合基键合。

在上式(3)中，Y表示氢、碳原子数为1~20的烷基、碳原子数为1~20的烯基、碳原子数为1~20的烷氧基、碳原子数为1~20的烷氧基羰基、甲酰基、碳原子数为1~20的烷基羰基、碳原子数为1~20的烷基羰基氧基、卤素、氰基或硝基。

上述化合物中，作为优选使用的化合物，可以例示下式的化合物。







上述聚合性单体可以单独使用，也可以2种以上组合使用。当使用2种以上不同的聚合性单体时，例如，可以使用上式所示的紫外线固化性液晶单体和其他紫外线固化性树脂单体。

当采用紫外线固化性液晶单体作为聚合性单体时，作为聚合性单体的聚合物，可以是通过在主链具有显示液晶性的原子团而使主链显示液晶性的主链液晶型聚合物，也可以是通过在侧链具有显示液晶性的原子团而使侧链显示液晶性的侧链液晶型聚合物。其中，聚合性单体的聚合物优选为侧链液晶型聚合物。这是因为，由于在侧链存在显示液晶性的原子团，该原子团的自由度提高，因此显示液晶性的原子团易取向。另外，结果显示

这是由于能提高强介电性液晶的取向稳态的缘故。

液晶层中的聚合性单体的聚合物的存在量，只要在能使强介电性液晶的排列稳定性在所期望的程度的范围内即可，没有特殊限制，通常优选在液晶层中为 0.5 质量%~30 质量%的范围内，进一步优选在 1 质量%~20 质量%的范围内，更优选在 1 质量%~10 质量%的范围内。这是因为，若多于上述范围，则有时会出现驱动电压增加、响应速度下降的现象；若少于上述范围，则强介电性液晶的排列稳态不足，有可能会损害液晶显示元件的耐热性和耐冲击性。

这里，液晶层中的聚合性单体的聚合物的存在量可以用如下方法来算出：用溶剂将液晶层中的单分子液晶流洗后，用电子天平测量残留的聚合性单体的聚合物的重量，用求得的残留量和上述液晶层的总质量来算出。

在本发明中，由于强介电性液晶显示单稳定性，因此可以得到能采用使用了薄膜晶体管（TFT）的有源矩阵方式进行驱动、能通过调制电压进行灰度控制的液晶显示元件。

液晶层的厚度优选在 $1.2\mu\text{m}$ ~ $3.0\mu\text{m}$ 的范围内，进一步优选 $1.3\mu\text{m}$ ~ $2.5\mu\text{m}$ ，更优选在 $1.4\mu\text{m}$ ~ $2.0\mu\text{m}$ 的范围内。这是因为，若液晶层的厚度过薄，则对比度有可能下降，反之，若液晶层的厚度过厚，则存在强介电性液晶难以取向的可能性。上述液晶层的厚度可以利用珠间隔物、柱状间隔物、隔壁等来调节。

作为液晶层的形成方法，可以使用作为液晶单元的制作方法而常用的方法，例如，可以使用真空注入方式、液晶滴加方式等。

在真空注入方式中，例如向预先用第一取向处理基板和第二取向处理基板而制作的液晶单元中，利用毛细管效应注入通过加热而成为各向同性液体的强介电性液晶，用胶粘剂密封，即可形成液晶层。

另外，在液晶滴加方式中，例如在第二取向处理基板的第二取向膜上，滴加加温后的强介电性液晶，在第一取向处理基板的周边部涂布密封剂，在减压下使第一取向处理基板和第二取向处理基板重叠，借助密封剂使之粘接，即可形成液晶层。

2.第一取向处理基板

本发明中使用的第一取向处理基板具有第一基材、形成于该第一基材

上的第一电极层、形成于该第一电极层上的摩擦膜即第一取向膜。以下，对第一取向处理基板中的各结构进行说明。

(1) 第一取向膜

本发明中使用的第一取向膜是形成于第一电极层上的膜，是摩擦膜。

作为摩擦膜中使用的材料，只要是能通过摩擦处理对取向膜赋予各向异性的材料即可，没有特殊限制，例如，可以列举聚酰亚胺、聚酰胺、聚酰胺酰亚胺、聚醚酰亚胺、聚乙烯醇、聚氨酯等。它们可以单独使用，也可以2种以上组合使用。

其中，摩擦膜优选含有聚酰亚胺，特别优选含有使聚酰胺酸脱水闭环（酰亚胺化）而得到的聚酰亚胺。

聚酰胺酸可以通过使二胺化合物和酸二酐反应来合成。

作为合成聚酰胺酸时使用的二胺化合物，可以例示脂环式二胺、碳环式芳香族二胺、杂环式二胺类、脂肪族二胺、芳香族二胺。

作为脂环式二胺，例如可以列举1,4-二氨基环己烷、1,3-二氨基环己烷、4,4'-二氨基二环己基甲烷、4,4'-二氨基-3,3'-二甲基二环己烷、异佛尔酮二胺等。

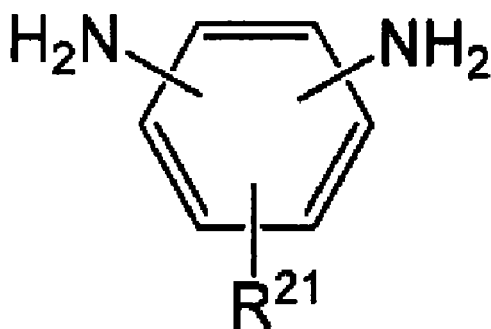
作为碳环式芳香族二胺类，例如可以列举邻苯二胺、间苯二胺、对苯二胺、二氨基甲苯类（具体如2,4-二氨基甲苯）、1,4-二氨基-2-甲氧基苯、二氨基二甲苯类（具体如1,3-二氨基-2,4-二甲基苯）、1,3-二氨基-4-氯苯、1,4-二氨基-2,5-二氯苯、1,4-二氨基-4-异丙基苯、2,2'-双（4-氨基苯基）丙烷、4,4'-二氨基二苯基甲烷、2,2'-二氨基芪、4,4'-二氨基芪、4,4'-二氨基二苯基醚、4,4'-二苯基硫醚、4,4'-二氨基二苯基砒、3,3'-二氨基二苯基砒、4,4'-二氨基苯甲酸苯酯、4,4'-二氨基二苯甲酮、4,4'-二氨基苄基、双（4-氨基苯基）膦氧化物、双（3-氨基苯基）砒、双（4-氨基苯基）苯基膦氧化物、双（4-氨基苯基）环己基膦氧化物、N,N-双（4-氨基苯基）-N-苯基胺、N,N-双（4-氨基苯基）-N-甲基胺、4,4'-二氨基联苯尿素、1,8-二氨基萘、1,5-二氨基萘、1,5-二氨基蒽醌、二氨基苄类（具体如2,6-二氨基苄）、双（4-氨基苯基）二乙基硅烷、双（4-氨基苯基）二甲基硅烷、3,4'-二氨基二苯基醚、联苯胺、2,2'-二甲基联苯胺、2,2-双[4-（4-氨基苯氧基）]丙

烷、双[4-(4-氨基苯氧基)苯基]砒、4,4'-双(4-氨基苯氧基)联苯、2,2-双[4-(4-氨基苯氧基)苯基]六氟丙烷、1,4-双(4-氨基苯氧基)苯、1,3-双(4-氨基苯氧基)苯等。

作为杂环式二胺类,例如可以列举2,6-二氨基吡啶、2,4-二氨基吡啶、2,4-二氨基-s-三嗪、2,5-二氨基二苯并呋喃、2,7-二氨基咪唑、3,6-二氨基咪唑、3,7-二氨基吩噻嗪、2,5-二氨基-1,3,4-噻二唑、2,4-二氨基-6-苯基-s-三嗪等。

作为脂肪族二胺,例如可以列举1,2-二氨基乙烷、1,3-二氨基丙烷、1,4-二氨基丁烷、1,5-二氨基戊烷、1,6-二氨基己烷、1,8-二氨基辛烷、1,10-二氨基癸烷、1,3-二氨基-2,2-二甲基丙烷、1,6-二氨基-2,5-二甲基己烷、1,5-二氨基-2,4-二甲基庚烷、1,7-二氨基-3-甲基庚烷、1,9-二氨基-5-甲基壬烷、2,11-二氨基十二烷、1,12-二氨基十八烷、1,2-双(3-氨基丙氧基)乙烷等。

作为芳香族二胺,例如可以列举下式的结构表示的具有长链烷基或全氟基的化合物等。



这里,上式中 R^{21} 表示含有碳原子数为5以上、优选碳原子数为5~20的长链芳烷基或长链烷基或全氟烷基的1价有机基团。

作为合成聚酰胺酸时用作原料的酸二酐,可以例示芳香族酸二酐、脂环式酸二酐。

作为芳香族酸二酐,例如可以列举均苯四酸二酐、3,3',4,4'-联苯四羧酸二酐、2,2',3,3'-联苯四羧酸二酐、2,3,3',4'-联苯四羧酸二酐、3,3',4,4'-二苯甲酮四羧酸二酐、2,3,3',4'-二苯甲酮四羧酸二酐、双(3,4-二羧基苯基)醚二酐、双(3,4-二羧基苯基)

砒二酐、1, 2, 5, 6-萘四羧酸二酐、2, 3, 6, 7-萘四羧酸二酐等。

作为脂环式酸二酐, 例如可以列举 1, 2, 3, 4-环丁烷四羧酸二酐、1, 2, 3, 4-环戊烷四羧酸二酐、2, 3, 4, 5-四氢呋喃四羧酸二酐、1, 2, 4, 5-环己烷四羧酸二酐、3, 4-二羧基-1-环己基琥珀酸二酐、3, 4-二羧基-1, 2, 3, 4-四氢-1-萘琥珀酸二酐、双环[3, 3, 0]辛烷-2, 4, 6, 8-四羧酸二酐等。

这些酸二酐可以单独使用, 也可以组合 2 种以上来使用。从聚合物的透明性的观点出发, 优选使用脂环式酸二酐。

聚酰胺酸可以用如下方法来合成: 将上述二胺化合物和酸二酐在有机溶剂的存在下, 在 $-20^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 、优选在 $0^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 下反应 30 分钟 $\sim$ 24 小时、优选 1 小时 $\sim$ 10 小时来合成。

作为使用聚酰胺酸来得到聚酰亚胺的膜的方法, 可以列举将聚酰胺酸成膜后利用加热或催化剂使其全部或部分脱水闭环(酰亚胺化)的方法、或利用加热或催化剂使聚酰胺酸全部或部分脱水闭环(酰亚胺化)来制成可溶性聚酰亚胺后将该可溶性聚酰亚胺成膜的方法。其中, 将聚酰胺酸酰亚胺化得到的可溶性聚酰亚胺的保存稳态优异, 因此优选将可溶性聚酰亚胺成膜的方法。

作为进行用于将聚酰胺酸制成可溶性聚酰亚胺的酰亚胺化反应的方法, 可以列举将聚酰胺酸溶液直接加热的热酰亚胺化法、在聚酰胺酸溶液中添加催化剂进行酰亚胺化的化学酰亚胺化法等。其中, 优选在较低温度下进行酰亚胺化反应的化学酰亚胺化法, 因为用该方法得到的可溶性聚酰亚胺的分子量不易下降。

化学酰亚胺化反应优选将聚酰胺酸在有机溶剂中, 在酰胺酸基的 0.5 $\sim$ 30 摩尔倍、优选 1 $\sim$ 20 摩尔倍的碱催化剂和酰胺酸基的 0.5 $\sim$ 50 摩尔倍、优选为 1 $\sim$ 30 摩尔倍的酸酐的存在下, 在 $-20^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$ 、优选在 $0^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 的温度下, 反应 1 小时 $\sim$ 100 小时。若碱催化剂或酸酐的量少, 则反应无法充分进行, 若过多, 则在反应结束后很难完全除去。

作为化学酰亚胺化反应时使用的碱催化剂, 可以例示吡啶、三乙基胺、三甲基胺、三丁基胺、三辛基胺等。其中, 吡啶由于具有使反应顺利进行的适度的碱性而成为优选。

作为酸酐，可以例示乙酸酐、偏苯三酸酐、均苯四酸酐等。其中，若采用乙酸酐，则反应结束后容易精制，因而优选。

作为进行酰亚胺化反应时的有机溶剂，可以使用在聚酰胺酸合成时使用的溶剂。

化学酰亚胺化的酰亚胺化率可以通过调节催化剂量和反应温度来控制。其中，上述酰亚胺化率优选为总聚酰胺酸的摩尔数的0.1%~99%，进一步优选为5%~90%，更优选为30%~70%。这是因为，若酰亚胺化率过低，则保存稳态下降，若过高，则溶解性变差而析出。

作为摩擦膜，优选采用日产化学工业株式会社制的“SE-5291”、“SE-7992”。

作为摩擦处理方法，可以采用如下方法：在第一电极层上涂布上述材料并使其固化，用摩擦布将得到的膜按一定方向擦拭，从而赋予取向膜各向异性。

作为上述材料的涂布方法，例如可以采用辊涂法、棒涂法、缝口模头涂布法、线棒涂布法、喷墨法、柔版印刷法、丝网印刷法等。

摩擦膜的厚度设定在1nm~1000nm左右，优选在50nm~100nm的范围内。

作为摩擦布，例如可以采用由尼龙树脂、乙烯树脂、人造丝、棉等纤维构成的布。例如，使卷有上述摩擦布的辊旋转的同时，与采用上述材料的膜的表面接触，从而在膜表面沿一方向形成微细的槽，赋予取向膜各向异性。

(2) 第一电极层

本发明使用的第一电极层只要是通常作为液晶显示元件的电极使用的电极即可，没有特殊限制，优选第一取向处理基板的第一电极层以及第二取向处理基板的第二电极层中的至少一方由透明导电体形成。作为透明导电体材料，优选列举氧化铟、氧化锡、氧化铟锡（ITO）等。

当利用采用TFT的有源矩阵方式来驱动由本发明得到的液晶显示元件时，在第一取向处理基板和第二取向处理基板中的一基板上，设置由上述透明导电体形成的整面共用电极，在另一基板上以矩阵状排列栅电极和源电极，在被栅电极和源电极包围的部分，设置TFT元件和像素电极。

作为第一电极层的形成方法，可以列举化学蒸镀（CVD）法或、溅射法、离子镀膜法、真空蒸镀法等物理蒸镀（PVD）法等。

（3）第一基材

本发明使用的第一基材，只要是一般作为液晶显示元件的基材使用的基材即可，没有特殊限制，例如可以优选列举玻璃板、塑料板等。

（4）其他结构

本发明的第一取向处理基板可以在第一基材上形成隔壁。当第二取向处理基板在第二基材上形成隔壁时，第一取向处理基板在第一基材上不形成隔壁。即，可在第一取向处理基板上形成隔壁，也可在第二取向处理基板上形成隔壁。

隔壁的材料可以使用一般在液晶显示元件的隔壁中采用的材料。具体而言，作为隔壁的材料，可以列举树脂，其中，优选使用感光性树脂。这是因为感光性树脂容易形成图案。

作为隔壁的形成方法，只要是能在规定的位置形成隔壁的方法即可，没有特殊限制，可以采用普通的图案形成法。例如，可以列举光刻法、喷墨法、丝网印刷法等。

形成多个隔壁，优选在规定的位置上规则地形成多个隔壁，特别优选近似平行地以等间距来形成。当采用液晶滴加方式来制作液晶显示元件时，若多个隔壁的形成位置无序，则有时难以准确地控制强介电性液晶的涂布量。

关于隔壁的配置，没有特殊限制，优选在非像素区域形成隔壁。由于在隔壁附近容易产生强介电性液晶的取向不良，因此优选在不影响图像显示的非像素区域形成隔壁。例如，当第一取向处理基板为 TFT 基板时，可以在以矩阵状形成的栅电极和源电极上配置隔壁。

多个隔壁形成图案，例如隔壁可以形成条状，也可以形成矩阵状，还可以形成框状。当隔壁形成矩阵状时，能提高耐冲击性。另外，当隔壁形成框状，且采用液晶滴加方式来制作液晶显示元件时，通过在第一基材的周边部形成框状隔壁，并在框状隔壁的外周涂布密封剂，能防止强介电性液晶与未固化状态的密封剂接触，能避免因杂质等混入密封剂所致的强介电性液晶的特性下降。

此外,当隔壁形成条状、且采用液晶滴加方式来制作液晶显示元件时,优选按照使条状隔壁的长度方向与第一取向膜的取向处理方向大致垂直的方式形成隔壁。这是因为,通过沿条状的隔壁涂布强介电性液晶,能使强介电性液晶与第一取向膜的取向处理方向大致平行地流动,提高强介电性液晶的取向性,抑制取向缺陷的发生。

需要说明的是,“大致垂直”是指条状隔壁的长度方向与第一取向膜的取向处理方向所成的角度为 $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 的范围,该角度优选为 $90^{\circ} \pm 1^{\circ}$ 的范围。上述角度可以通过采用偏振显微镜观察液晶分子的取向方向(第一取向膜的取向处理方向)和条状隔壁的长度方向来测定。

隔壁的间距为 $100\mu\text{m} \sim 10\text{mm}$ 左右,优选在 $200\mu\text{m} \sim 1.5\text{mm}$ 的范围内,更优选在 $1.0\text{mm} \sim 5.0\text{mm}$ 的范围内。这是因为,若隔壁的间距小于上述范围,则隔壁附近的强介电性液晶的取向不良有可能会显示品质的下降。反之,若隔壁的间距大于上述范围,则根据液晶显示元件的大小而不同,但有可能得不到所希望的耐冲击性,或很难确保单元间隙一定。需要说明的是,隔壁的间距是指从相邻的隔壁的中心部直至中心部的距离。

另外,隔壁的宽度为 $1\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 左右,优选在 $2\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 的范围内,更优选在 $5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 的范围内。当在第一基材的周边部形成框状隔壁时,该框状隔壁的宽度只要是能防止强介电性液晶和未固化状态的密封剂接触的宽度即可,具体而言为 $10\mu\text{m} \sim 3\text{mm}$ 左右,优选在 $10\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ 的范围内,更优选在 $10\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ 的范围内。这是因为,若隔壁的宽度大于上述范围,则在像素区域也设置隔壁,有效像素面积变小,有时得不到良好的图像显示。若隔壁的宽度小于上述范围,则有时很难形成隔壁。

另外,隔壁的高度通常与单元间隙相等。

上述隔壁的间距、宽度和高度可以通过用扫描电子显微镜(SEM)观察隔壁的剖面来测定。

作为隔壁的数量,只要多个即可,没有特殊限制,可以根据液晶显示元件的大小来适当选择。

关于隔壁,若形成在第一基材上,则对其形成位置没有特殊限制,例如,可以在第一基材上形成隔壁,也可以在第一电极层上形成隔壁。

本发明的第一取向处理基板可以在第一基材上形成柱状间隔物。当第

二取向处理基板在第二基材上形成了柱状间隔物时，第一取向处理基板在第一基材上不形成柱状间隔物。即，可以在第一取向处理基板上形成柱状间隔物，也可以在第二取向处理基板上形成柱状间隔物。

柱状间隔物的材料可以使用一般在液晶显示元件的柱状间隔物中采用的材料。具体而言，作为柱状间隔物的材料，可以列举树脂，其中，优选使用感光性树脂。这是因为感光性树脂容易形成图案。

作为柱状间隔物的形成方法，只要是能在规定的位置形成柱状间隔物的方法即可，没有特殊限制，可以采用普通的图案形成法，例如，可以列举光刻法、喷墨法、丝网印刷法等。

形成多个柱状间隔物，优选在规定的位置上规则地形成多个柱状间隔物，特别优选等间距地形成。当采用液晶滴加方式来制作液晶显示元件时，若多个柱状间隔物的形成位置无序，则有时难以准确地控制强介电性液晶的涂布量。

柱状间隔物的间距可以为 $100\mu\text{m}\sim 3\text{mm}$ 左右，优选在 $200\mu\text{m}\sim 1.5\text{mm}$ 的范围内，更优选在 $300\mu\text{m}\sim 1.0\text{mm}$ 的范围内。这是因为，若柱状间隔物的间距小于上述范围，则柱状间隔物附近的强介电性液晶的取向不良有可能导致显示品质的下降。反之，若柱状间隔物的间距大于上述范围，则根据液晶显示元件的大小而不同，但有可能得不到所希望的耐冲击性，或很难确保单元间隙一定。需要说明的是，柱状间隔物的间距是指从相邻的柱状间隔物的中心部直至中心部的距离。

另外，作为柱状间隔物的大小，例如当柱状间隔物为圆柱形时，底面的直径为 $1\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 左右，优选在 $2\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 的范围内，更优选在 $5\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 的范围内。若柱状间隔物的大小大于上述范围，则在像素区域也设置柱状间隔物，有效像素面积变小，有时得不到良好的图像显示，另外，若柱状间隔物的大小小于上述范围，则有时很难形成柱状间隔物。

此外，柱状间隔物的高度通常与单元间隙相等。

另外，上述柱状间隔物的间距、大小和高度可以通过用扫描电子显微镜（SEM）观察隔壁的剖面来测定。

作为柱状间隔物的形状，例如可以列举圆柱形、方柱形、截头锥形等。

关于柱状间隔物的配置，没有特殊限制，优选在非像素区域形成柱状

间隔物。由于在柱状间隔物附近容易产生强介电性液晶的取向不良，因此优选在不影响图像显示的非像素区域形成柱状间隔物。例如，当第一取向处理基板为 TFT 基板时，可以在以矩阵状形成的栅电极和源电极上配置柱状间隔物。

作为柱状间隔物的数量，只要多个即可，没有特殊限制，可以根据液晶显示元件的大小来适当选择。

关于柱状间隔物，若形成在第一基材上，则对其形成位置没有特殊限制，例如，可以在第一基材上形成柱状间隔物，也可以在第一电极层上形成。

本发明的第一取向处理基板可以在第一基材上形成着色层。当第二取向处理基板在第二基材上形成了着色层时，第一取向处理基板在第一基材上不形成着色层。即，可以在第一取向处理基板上形成着色层，也可以在第二取向处理基板上形成着色层。

当形成了着色层时，能得到利用着色层来实现彩色显示的滤色片方式的液晶显示元件。

作为着色层的形成方法，可以使用普通滤色片中的着色层形成方法，例如，可以采用颜料分散法（彩色抗蚀剂法、蚀刻法）、印刷法、喷墨法等。

3.第二取向处理基板

本发明中使用的第二取向处理基板具有第二基材、形成于该第二基材上的第二电极层以及第二取向膜，该第二取向膜是形成于该第二电极层上的、使用了通过发生光二聚化反应对取向膜赋予各向异性的光二聚化型材料的光取向膜。

需要说明的是，关于第二基材、第二电极层及其他结构，与上述第一取向处理基板中的第一基材、第一电极层及其他结构分别相同，因此在此省略说明。以下，对第二取向处理基板中的第二取向膜进行说明。

（1）第二取向膜

本发明使用的第二取向膜是形成于第二电极层上的、使用了通过发生光二聚化反应对取向膜赋予各向异性的光二聚化型材料的光取向膜。

这里，光二聚化反应是指通过光照射使向偏振光方向取向的反应部位

进行自由基聚合而 2 个分子发生聚合的反应，能通过该反应使偏振光方向的取向变稳定，赋予取向膜各向异性。光二聚化型材料具有曝光灵敏高、材料选择幅度宽的优点。另外，光取向处理为非接触取向处理，因此能在不产生静电和灰尘的前提下实现定量的取向处理控制。

作为本发明中使用的光二聚化型材料，只要是可通过光二聚化反应对取向膜赋予各向异性的材料即可，没有特殊限制，优选含有具有自由基聚合型官能团且具有根据偏振光方向使吸收不同的二色性的光二聚化反应性化合物。这是因为，通过使向偏振光方向取向的反应部位进行自由基聚合，可以使光二聚化反应性化合物的取向变稳定，容易对取向膜赋予各向异性。

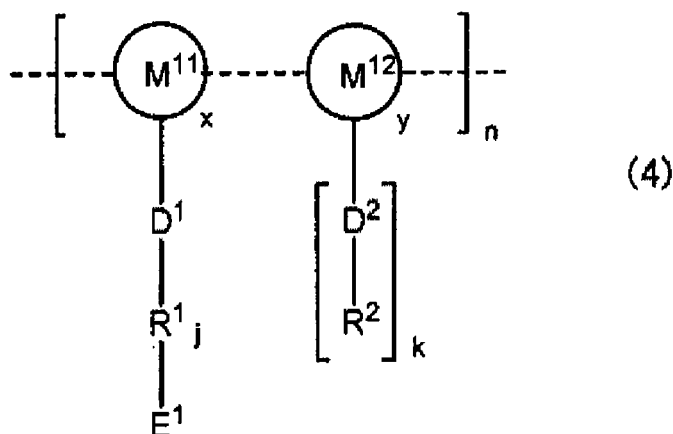
作为具有这种特性的光二聚化反应性化合物，可以列举具有选自肉桂酸酯、香豆素、喹啉、查耳酮基及肉桂酰基中的至少一种反应部位作为侧链的二聚化反应性聚合物。

其中，作为光二聚化反应性化合物，优选含有肉桂酸酯、香豆素或喹啉的任意一种作为侧链的二聚化反应性聚合物。这是因为向偏振光方向取向的 α 、 β 不饱和酮的双键成为反应部位而进行自由基聚合，从而能容易地向取向膜赋予各向异性。

作为上述二聚化反应性聚合物的主链，只要是一般已知的聚合物主链即可，没有特殊限制，优选不具有芳烃基等包含较多妨碍上述侧链的反应部位之间的相互作用的 π 电子的取代基。

上述二聚化反应性聚合物的重均分子量没有特殊限制，优选在 5000~40000 的范围内，更优选在 10000~20000 的范围内。另外，重均分子量可以用凝胶渗透色谱（GPC）法来测定。若上述二聚化反应性聚合物的重均分子量过小，则有时不能对取向膜赋予适宜的各向异性。反之，若过大，则取向膜形成时的涂布液的粘度变高，有时难以形成均匀的涂膜。

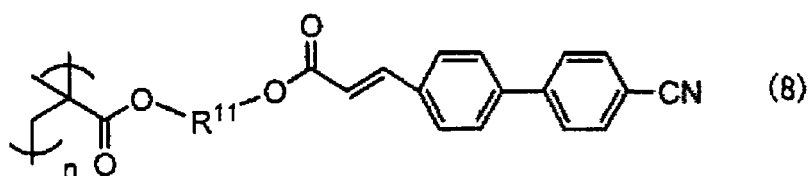
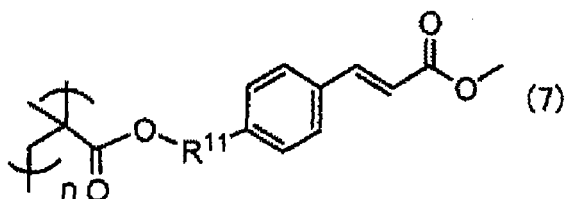
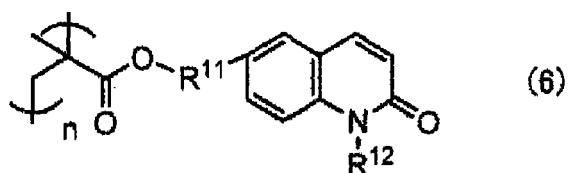
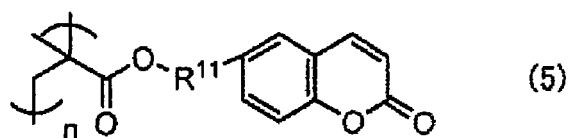
作为二聚化反应性聚合物，可以例示下式（4）表示的化合物。



上式(4)中, M^{11} 和 M^{12} 分别独立地表示均聚物或共聚物的单体单元。例如, 可以列举乙烯、丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、2-氯丙烯酸酯、丙烯酰胺、甲基丙烯酰胺、2-氯丙烯酰胺、苯乙烯衍生物、马来酸衍生物、硅氧烷等。作为 M^{12} , 可以是丙烯腈、甲基丙烯腈、甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸羟基烷基酯或甲基丙烯酸羟基烷基酯。 x 和 y 表示作为共聚物时的各单体单元的摩尔比, 分别为满足 $0 < x \leq 1$, $0 \leq y < 1$ 且 $x+y=1$ 的数。 n 表示 4~30000 的整数。 D^1 和 D^2 表示间隔物单位。

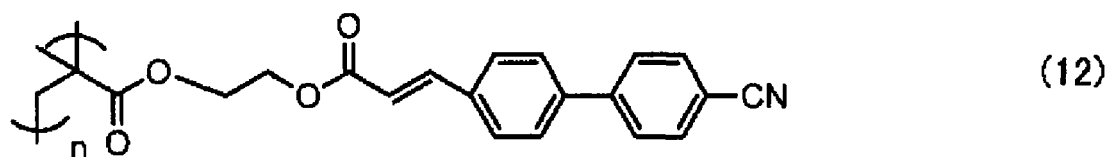
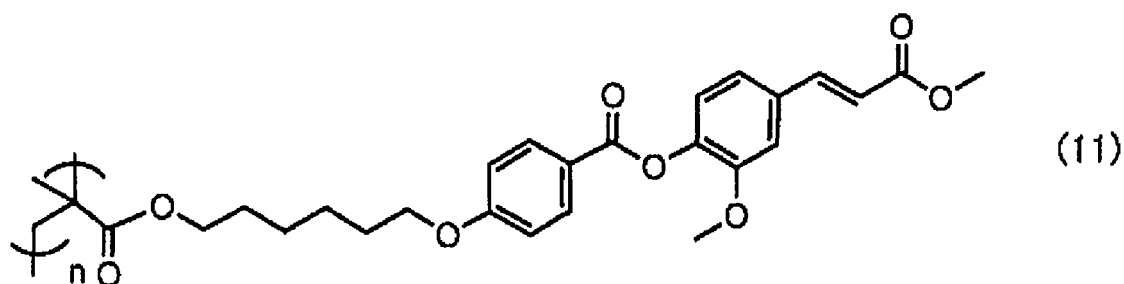
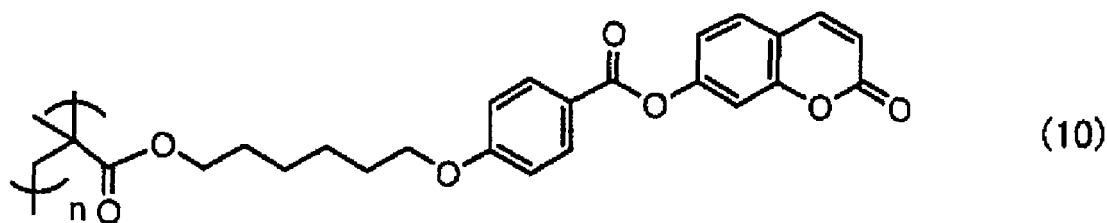
R^1 为 $-A^1-(Z^1-B^1)_z-Z^2-$ 表示的基团, R^2 为 $-A^1-(Z^1-B^1)_z-Z^3-$ 表示的基团。这里, A^1 与 B^1 分别独立地表示共价单键、吡啶-2, 5-二基、嘧啶-2, 5-二基、1, 4-亚环己基、1, 3-二噁烷-2, 5-二基、或可以具有取代基的 1, 4-亚苯基。 Z^1 与 Z^2 分别独立地表示共价单键、 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{CONR}-$ 、 $-\text{RNCO}$ 、 $-\text{COO}-$ 或 $-\text{OOC}-$ 。 R 为氢原子或低级烷基, Z^3 为氢原子、可以具有取代基的碳原子数为 1~12 的烷基或烷氧基、氰基、硝基、卤素。 z 为 0~4 的整数。 E^1 表示光二聚化反应部位, 例如可以列举肉桂酸酯、香豆素、喹啉、查尔酮基、肉桂酰基等。 j 和 k 分别独立地为 0 或 1。

作为上述二聚化反应性聚合物, 具体可以列举下式(5)~(8)表示的化合物。



(式中, R^{11} 为 $-A^{11}(-Z^{11}-B^{11})_t-Z^{12}-$, A^{11} 和 B^{11} 分别独立地表示 1, 4-亚苯基、共价单键、吡啶-2, 5-二基、嘧啶-2, 5-二基、1, 4-亚环己基或 1, 3-二噁烷-2, 5-二基, Z^{11} 和 Z^{12} 分别独立地表示 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OOC}-$ 或共价单键, t 为 0~4 的整数, R^{12} 为低级烷基, n 为 4~30000 的整数。)

作为上述二聚化反应性聚合物, 更具体地可以列举下式 (9) ~ (12) 表示的化合物。



作为光二聚化反应性化合物，可以从上述化合物中根据所需特性选择各种光二聚化反应部位或取代基。另外，光二聚化反应性化合物可以单独使用 1 种或 2 种以上组合使用。

另外，光二聚化型材料除上述光二聚化反应性化合物外，还可以在不妨碍取向膜的光排列性的范围内含有添加剂。作为上述添加剂，可以列举聚合引发剂、阻聚剂等。

聚合引发剂或阻聚剂可以根据光二聚化反应性化合物的种类从一般公知的化合物中适当选择使用。就聚合引发剂或阻聚剂的添加量而言，相对于光二聚化反应性化合物为优选在 0.001 质量%~20 质量%的范围内，更优选在 0.1 质量%~5 质量%的范围内。这是因为若聚合引发剂或阻聚剂的添加量过小，则有时不能引发（抑制）聚合，反之若过大，则有可能会

阻碍反应。

光二聚化型材料发生光二聚化反应的光的波长范围优选在紫外光区域的范围内即 10nm~400nm 的范围内，更优选为 250nm~380nm 的范围内。

接着，对光取向处理方法进行说明。首先，在第二电极层上涂布用有机溶剂稀释上述光二聚化型材料得到的第二取向膜形成用涂布液，并使其干燥。

第二取向膜形成用涂布液中的光二聚化反应性化合物的含量优选在 0.05 质量%~10 质量%的范围内，更优选在 0.2 质量%~2 质量%的范围内。这是因为，若含量比上述范围少，则难以向取向膜赋予适宜的各向异性，反之若含量比上述范围多，则涂布液的粘度变大，因此难以形成均匀的涂膜。

作为第二取向膜形成用涂布液的涂布方法，例如可以使用旋涂法、辊涂法、棒涂法、喷涂法、气刀涂布法、缝口模头涂布法、线棒涂布法、喷墨法、柔版印刷法、丝网印刷法等。

作为涂布上述第二取向膜形成用涂布液得到的膜的厚度，优选在 1nm~1000nm 的范围内，更优选在 3nm~100nm 的范围内。这是因为，若膜的厚度比上述范围薄，则有可能得不到足够的光排列性，反之若膜的厚度比上述范围厚，则有可能不利于成本。

得到的膜通过照射控制了偏振光的光，即可发生光二聚化反应，赋予各向异性。照射的光的波长范围根据使用的取向膜的构成材料适当选择即可，优选在紫外光区域的范围内即 100nm~400nm 的范围内，更优选为 250nm~380nm 的范围内。另外，偏振光方向只要能引发光二聚化反应即可，没有特殊限制。

4.其他结构

本发明的液晶显示元件可以如图 7 所例示那样具有偏振板。

作为本发明中使用的偏振片，只要是仅能使光波动中特定方向的光透过的偏振板即可，没有特殊限制，可以使用一般作为液晶显示元件的偏振板使用的偏振板。

5.液晶显示元件的驱动方法

作为本发明的液晶显示元件的驱动方法，由于可以利用强介电性液晶的高速响应性，因此尤其需要高速响应性以将1个像素进行时间分割来得到良好的动画显示特性的场序彩色方式很适宜。根据本发明，如上所述，能避免利用场序彩色方式驱动时的不良现象。

本发明的液晶显示元件的驱动方法不限于场序彩色方式，也可以是使用着色层进行彩色显示的滤色片方式。

作为本发明的液晶显示元件的驱动方法，优选使用了薄膜晶体管（TFT）的有源矩阵方式。这是因为，采用使用了TFT的有源矩阵方式，能可靠地实现目标像素的点灯、关灯，从而能得到高品质的显示器。

本发明中，第一取向处理基板为TFT基板，第二取向处理基板为共用电极基板，也可以第一取向处理基板为共用电极基板，第二取向处理基板为TFT。其中，优选第一取向处理基板为TFT基板，第二取向处理基板为共用电极基板。

例如，在图9所示的液晶显示元件中，若将栅电极24x定为30V左右的高电位，则TFT元件25的开关为接通状态，通过源电极24y向强介电性液晶施加信号电压，若将栅电极24x定为-10V左右的低电位，则TFT元件25的开关为断开状态。在开关断开状态下，如图10所例示，在共用电极（第二电极层）14和栅电极24x间施加电压使共用电极（第二电极层）14侧为正。在该开关断开状态下，强介电性液晶不工作，因此其像素成为暗状态。

在本发明中，在无施加电压状态下，在极性表面相互作用下，液晶分子的自发极化有朝向第一取向处理基板侧的倾向。即，当开关为断开状态时，如图10所例示，液晶分子1的自发极化Ps朝向TFT基板（第一取向处理基板）6侧。因此，自发极化的朝向不受施加于共用电极（第二电极层）14和栅电极24x间的电压的影响。

另一方面，例如，当在无施加电压状态下自发极化朝向共用电极基板（第二取向处理基板）侧时，由于受开关断开状态下施加于共用电极和栅电极间的电压的影响，导致在设有栅电极的区域附近自发极化的朝向颠倒。如果这样，则在设有栅电极的区域附近，尽管开关断开，也会因强介电性液晶工作而发生漏光。

相对于此,如上所述,在本发明中,自发极化的朝向不受施加于共用电极和栅电极间的电压的影响,因此不会发生漏光。因此在本发明中,通过控制自发极化的朝向,使第一取向处理基板为 TFT 基板,使第二取向处理基板为共用电极基板,能防止栅电极附近的漏光。

本发明使用的强介电性液晶如上所述,当施加电压使第二电极层成为负极时,强介电性液晶的分子方向相对于第一取向处理基板面平行地变化约强介电性液晶的倾斜角的 2 倍。

假设,相对于共用电极,将像素电极的电压相对较高的情况作为施加正极性电压,将像素电极的电压相对较低的情况作为施加负极性的电压。若如此定义,则当第一取向处理基板为共用电极基板、第二取向处理基板为 TFT 基板时,强介电性液晶当像素电极的电压低于共用电压、即施加负极性的电压时,强介电性液晶的分子方向相对于第一取向处理基板面平行地变化约强介电性液晶的倾斜角的 2 倍。另外,当第一取向处理基板为 TFT 基板、第二取向处理基板为共用电极基板时,强介电性液晶当像素电极的电压高于共用电压、即施加正极性电压时,强介电性液晶的分子方向相对于第一取向处理基板面平行地变化约强介电性液晶的倾斜角的 2 倍。

另外,本发明的液晶显示元件的驱动方法也可以是区段方式。

6.液晶显示元件的制造方法

接着,对本发明的液晶显示元件的制造方法进行说明。本发明的液晶显示元件可以用公知的液晶显示元件的制造方法来制造,例如,可以采用真空注入方式、液晶滴加方式等。

以下,作为本发明的液晶显示元件的制造方法的一个例子,对使用了 TFT 元件的有源矩阵方式的液晶显示元件的制造方法进行说明。

在真空注入方式中,首先,在第二基材上通过真空蒸镀法形成透明导电膜。然后,在共用电极上涂布光二聚化型材料,实施光取向处理,形成第二取向膜,作为第二取向处理基板。在第一基材上,通过将导电膜形成矩阵状,来形成栅电极和源电极,通过图案形成透明导电膜,来形成像素电极,设置 TFT 元件。此外,在栅电极、源电极、TFT 元件和像素电极上涂布聚酰亚胺,实施摩擦处理来形成第一取向膜,作为第一取向处理基板。

然后,在第一取向处理基板的第一取向膜上分散珠子作为间隔物,在

周围涂布密封剂。将第一取向处理基板和第二取向处理基板以第一取向膜和第二取向膜的取向处理方向大致平行的方式对置贴合，进行热压接。然后，从注入口利用毛细管效应以各向同性液体的状态注入强介电性液晶，用紫外线固化树脂等将注入口密封。然后，通过缓慢冷却即可使强介电性液晶取向。

在液晶滴加方式中，首先，在第二基材上通过真空蒸镀法成膜形成透明导电膜，作为整面共用电极。然后，在共用电极层上通过光刻法将隔壁形成图案状。接着，在共用电极和隔壁上涂布光二聚化型材料，实施光取向处理，形成第二取向膜，作为第二取向处理基板。在第一基材上，通过将导电膜形成矩阵状，来形成栅电极和源电极，通过图案形成透明导电膜，来形成像素电极，设置 TFT 元件。此外，在栅电极、源电极、TFT 元件和像素电极上涂布聚酰亚胺，实施摩擦处理来形成第一取向膜，作为第一取向处理基板。

然后，在第二取向处理基板的第二取向膜上，通过喷墨法以各向同性液体的状态喷出强介电性液晶。在第一取向处理基板的周围涂布密封剂。接着，将第一取向处理基板和第二取向处理基板加热至强介电性液晶显示向列相或各向同性相的温度为止，以第一取向膜和第二取向膜的取向处理方向大致平行的方式对置，在减压下重叠，借助密封剂胶粘。然后，通过将液晶单元缓慢冷却至常温，即可使封入的强介电性液晶取向。

当在使强介电性液晶取向之际向强介电性液晶中添加聚合性单体时，使强介电性液晶取向后，使聚合性单体聚合。作为聚合性单体的聚合方法，可以根据聚合性单体的种类来适当选择，例如当使用紫外线固化性树脂单体作为聚合性单体时，可以通过照射紫外线来使聚合性单体聚合。

另外，在使聚合性单体聚合时，可以对由强介电性液晶构成的液晶层施加电压或不施加电压，其中，优选在不对液晶层施加电压的状态下使聚合性单体聚合。

此外，在上述得到的液晶单元的上下可以粘贴偏振片。

需要说明的是，本发明不限于上述实施方式。上述实施方式只是示例，具有与本发明的权利要求书中记载的技术思想实质上相同的结构且达到同样效果的方式均属于本发明的技术范围。

实施例

以下，列举实施例和比较例，更详细地说明本发明。

[实施例 1]

将形成了 ITO 电极的 2 块玻璃基板充分洗涤，在其中 1 块玻璃基板上，以转速 1500rpm 旋转涂布光二聚化型材料（Rolic technologies 公司制，商品名：ROP103）的 2 质量%环戊酮溶液 15 秒，在 130℃下干燥 15 分钟后，照射约 100mJ/cm² 直线偏振紫外线，进行取向处理。在另一基板上印刷聚酰亚胺（日产化学工业公司制，商品名：SE-5291），通过进行摩擦处理，形成取向膜。

在 1 块基板上撒布 1.5μm 的珠间隔物，在另 1 块基板使用密封材料分配器涂布密封剂。然后，以各自的取向处理方向平行的方式使两块基板对置，进行热压接，制作空液晶单元。

然后，使用强介电性液晶（商品名：R2301，AZ Electronic Materials 公司制），在注入口上部附着强介电性液晶，使用烘箱，在比 N 相-各向同性相转变温度高 10℃～20℃的温度下注入，缓慢返回至常温。

在得到的液晶显示元件中，面板内的双域的存在比率约为 83：17，当施加电压使形成了采用光二聚化型材料的光取向膜的基板的电极成为负极时，约 83%的区域中强介电性液晶的分子方向相对于基板面平行地变化约强介电性液晶的倾斜角的 2 倍。

[实施例 2]

将形成了 ITO 电极的 2 块玻璃基板充分洗涤，在其中 1 块玻璃基板上，以转速 1500rpm 旋转涂布光二聚化型材料（Rolic technologies 公司制，商品名：ROP103）的 2 质量%环戊酮溶液 15 秒，在 130℃下干燥 15 分钟后，照射约 100mJ/cm² 直线偏振紫外线，进行取向处理。在另一基板上印刷聚酰亚胺（日产化学工业公司制，商品名：SE-7992），通过进行摩擦处理，形成取向膜。

在 1 块基板上撒布 1.5μm 的珠间隔物，在另 1 块基板使用密封材料分配器涂布密封剂。然后，以各自的取向处理方向平行的方式使两块基板对置，进行热压接，制作空液晶单元。

然后，使用强介电性液晶（商品名：R2301，AZ Electronic Materials

公司制), 在注入口上部附着强介电性液晶, 使用烘箱, 在比 N 相-各向同性相转变温度高 $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的温度下注入, 缓慢返回至常温。

在得到的液晶显示元件中, 面板内的双域的存在比率约为 92: 8, 当施加电压使形成了采用光二聚化型材料的光取向膜的基板的电极为负极时, 约 92% 的区域中强介电性液晶的分子方向相对于基板面平行地变化约强介电性液晶的倾斜角的 2 倍。

[比较例 1]

将形成了 ITO 电极的 2 块玻璃基板充分洗涤, 在这 2 块玻璃基板上, 分别以转速 1500rpm 旋转涂布光二聚化型材料(Rolic technologies 公司制, 商品名: ROP103) 的 2 质量%环戊酮溶液 15 秒, 在 130°C 下干燥 15 分钟后, 照射约 $100\text{mJ}/\text{cm}^2$ 直线偏振紫外线, 进行取向处理。

在 1 块基板上撒布 $1.5\mu\text{m}$ 的珠间隔物, 在另 1 块基板使用密封材料分配器涂布密封剂。然后, 以各自的取向处理方向平行的方式使两块基板对置, 进行热压接, 制作空液晶单元。

然后, 使用强介电性液晶(商品名: R2301, AZ Electronic Materials 公司制), 在注入口上部附着强介电性液晶, 使用烘箱, 在比 N 相-各向同性相转变温度高 $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的温度下注入, 缓慢返回至常温。

在得到的液晶显示元件中, 面板内的双域的存在比率约为 50: 50, 当施加电压使一方的基板的电极成为负极时, 约 50% 的区域中强介电性液晶的分子方向相对于基板面平行地变化约强介电性液晶的倾斜角的 2 倍。

[比较例 2]

将形成了 ITO 电极的 2 块玻璃基板充分洗涤, 在这 2 块基板上印刷聚酰亚胺(日产化学工业公司制, 商品名: SE-5291), 通过进行摩擦处理, 形成取向膜。

在 1 块基板上撒布 $1.5\mu\text{m}$ 的珠间隔物, 在另 1 块基板上使用密封材料分配器涂布密封剂。然后, 以各自的取向处理方向平行的方式使两块基板对置, 进行热压接, 制作空液晶单元。

然后, 使用强介电性液晶(商品名: R2301, AZ Electronic Materials 公司制), 在注入口上部附着强介电性液晶, 使用烘箱, 在比 N 相-各向同性相转变温度高 $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的温度下注入, 缓慢返回至常温。

在得到的液晶显示元件中，面板内的双域的存在比率约为 50：50，当施加电压使一方的基板的电极为负极时，约 50%的区域中强介电性液晶的分子方向相对于基板面平行地变化约强介电性液晶的倾斜角的 2 倍。

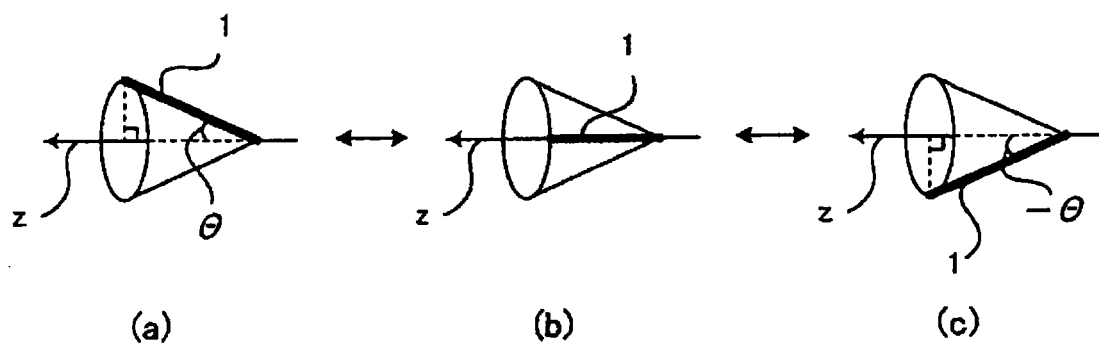


图 1

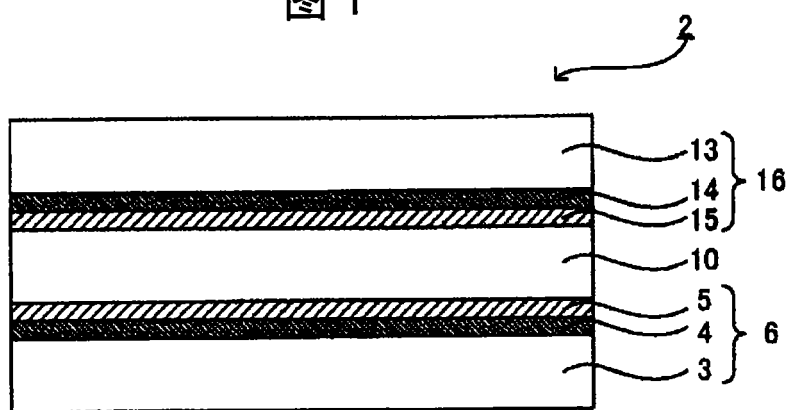


图 2

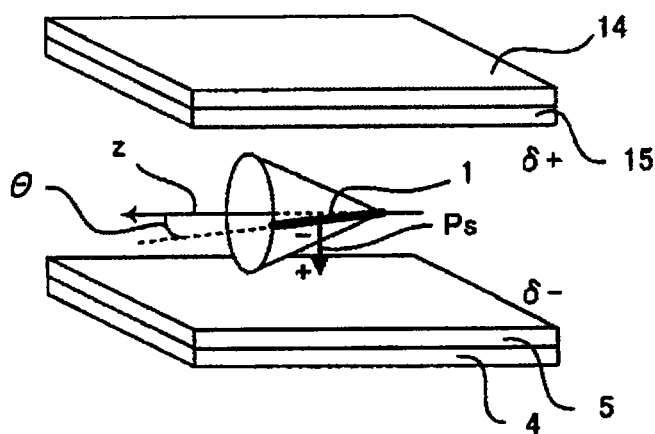


图 3

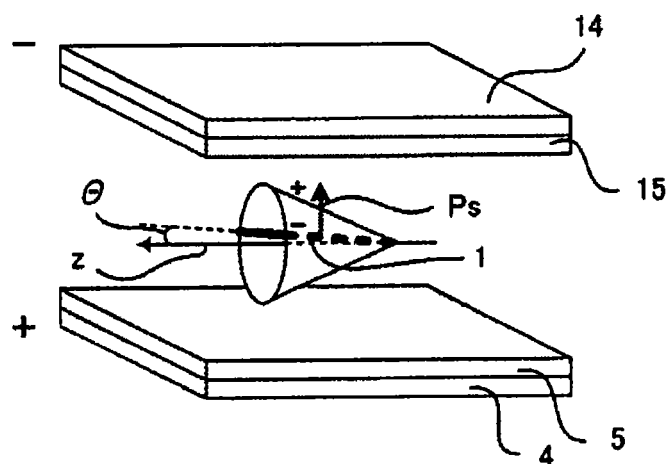


图 4

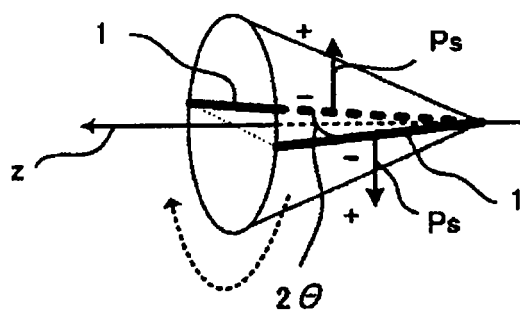
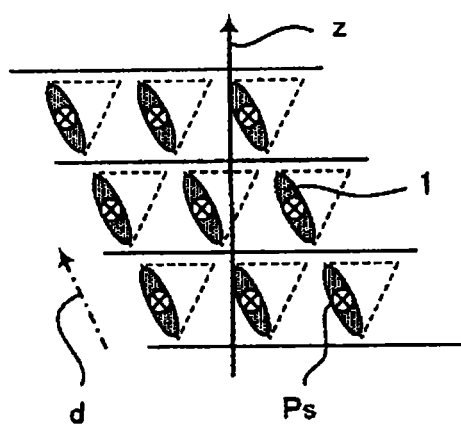


图 5

(a)



(b)

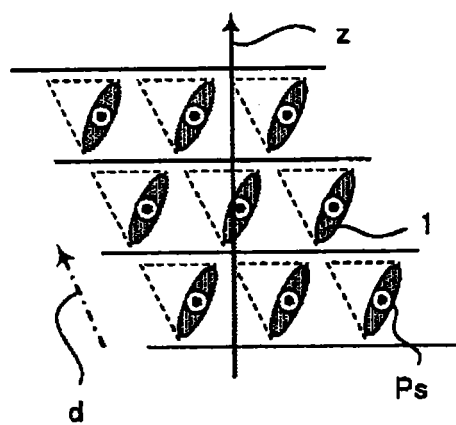


图 6

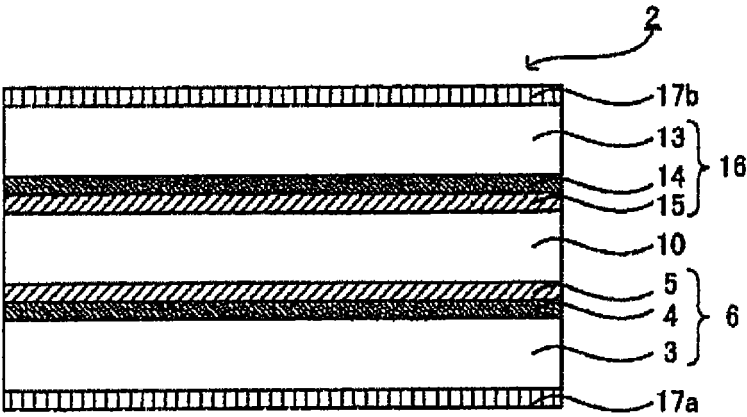


图 7

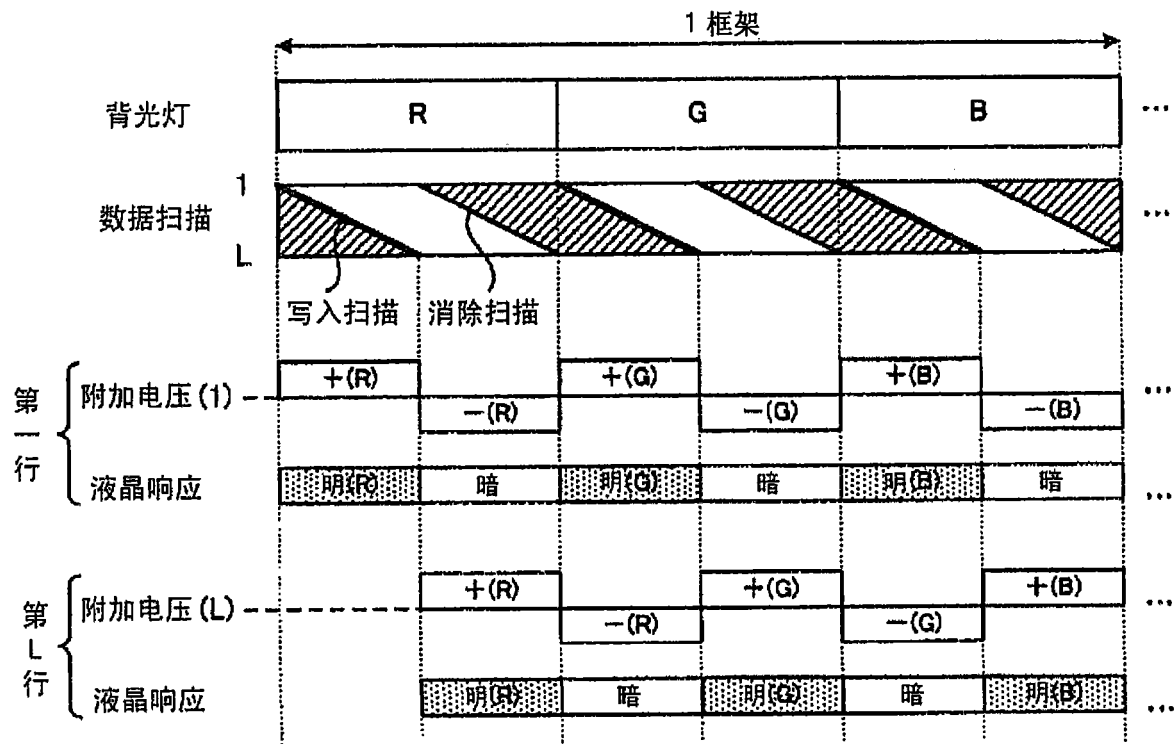


图 8

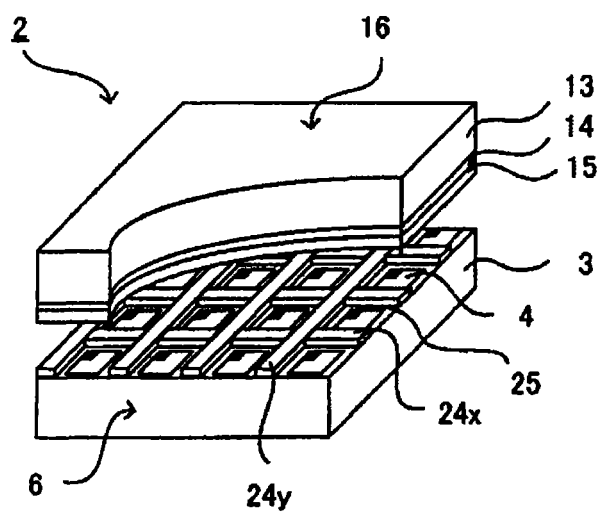


图 9

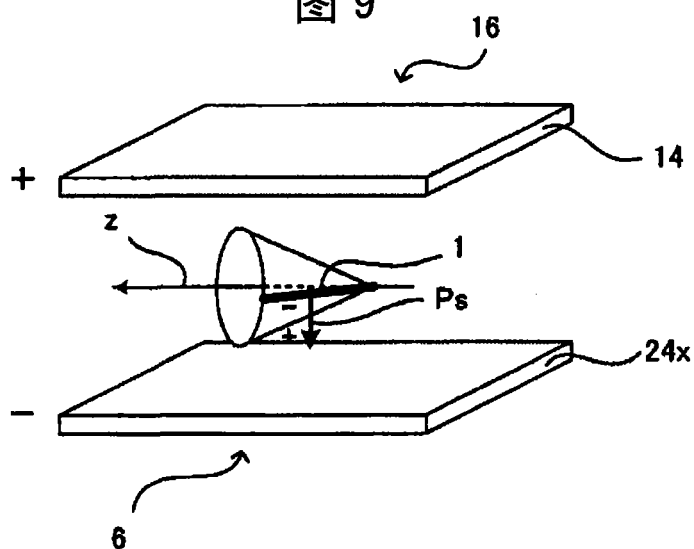


图 10

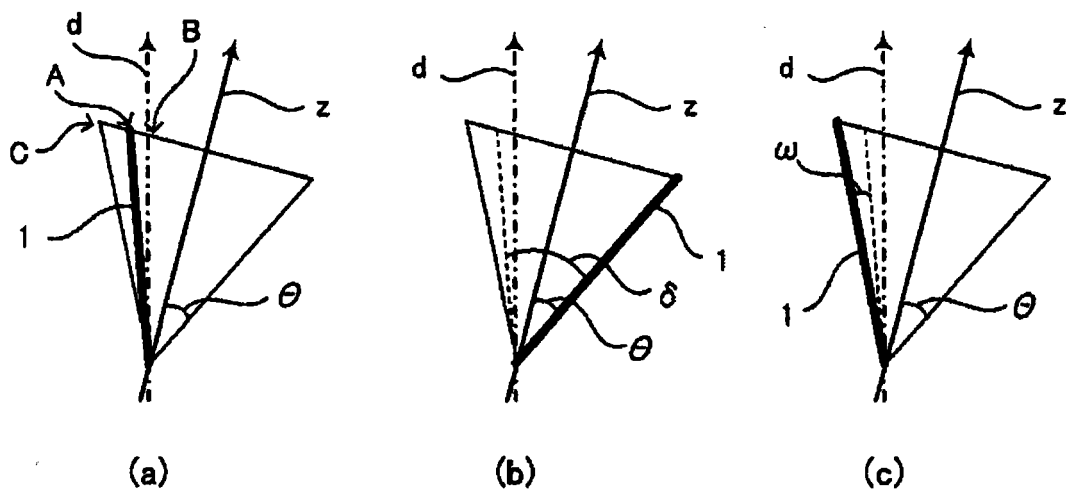


图 11

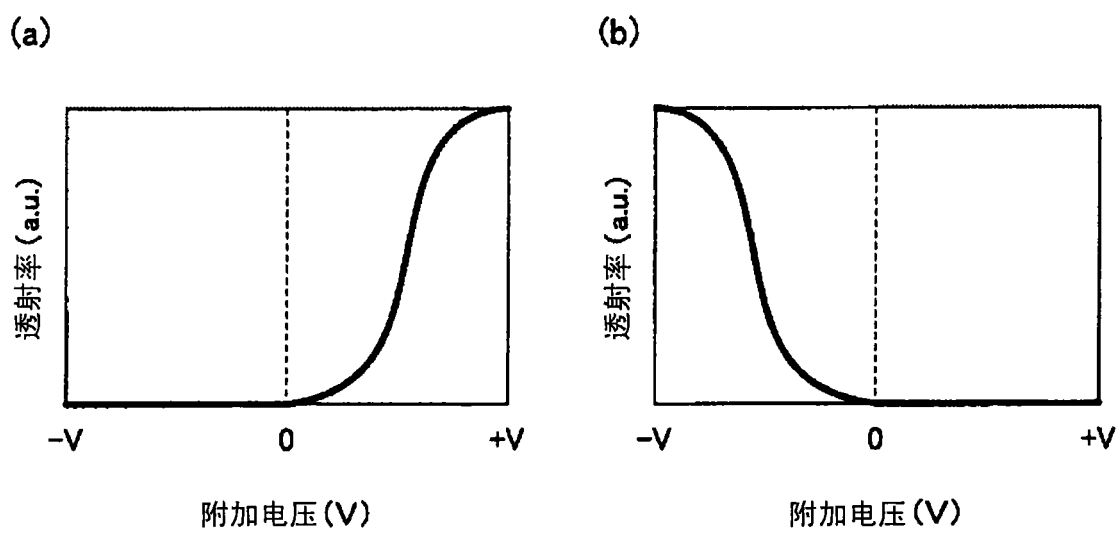


图 12

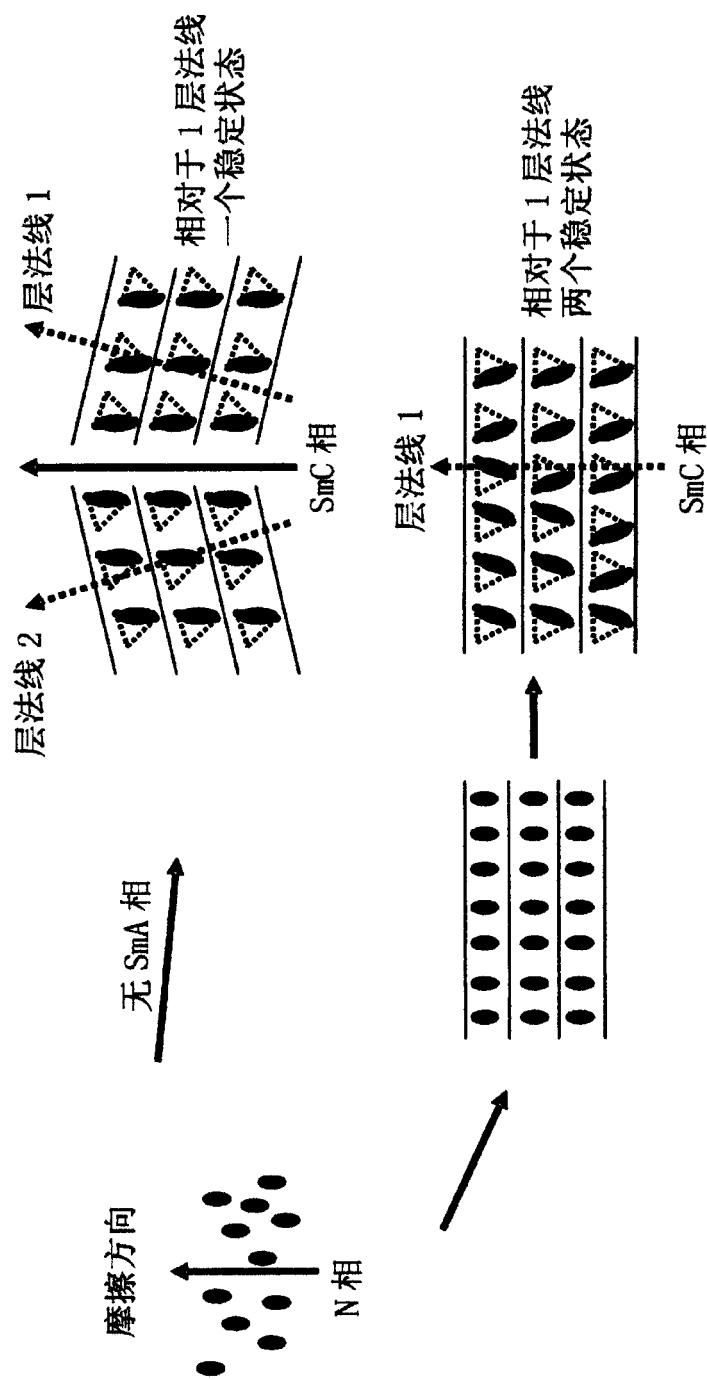


图 13

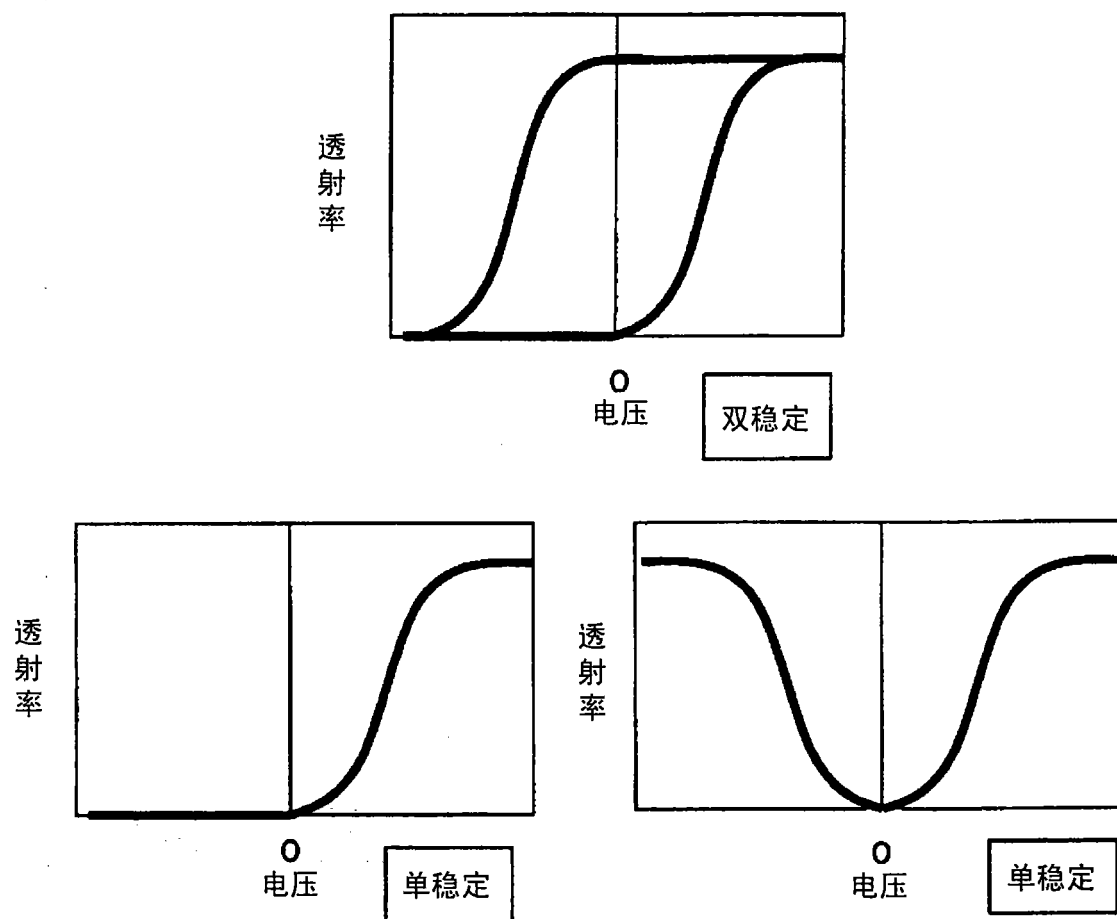


图 14

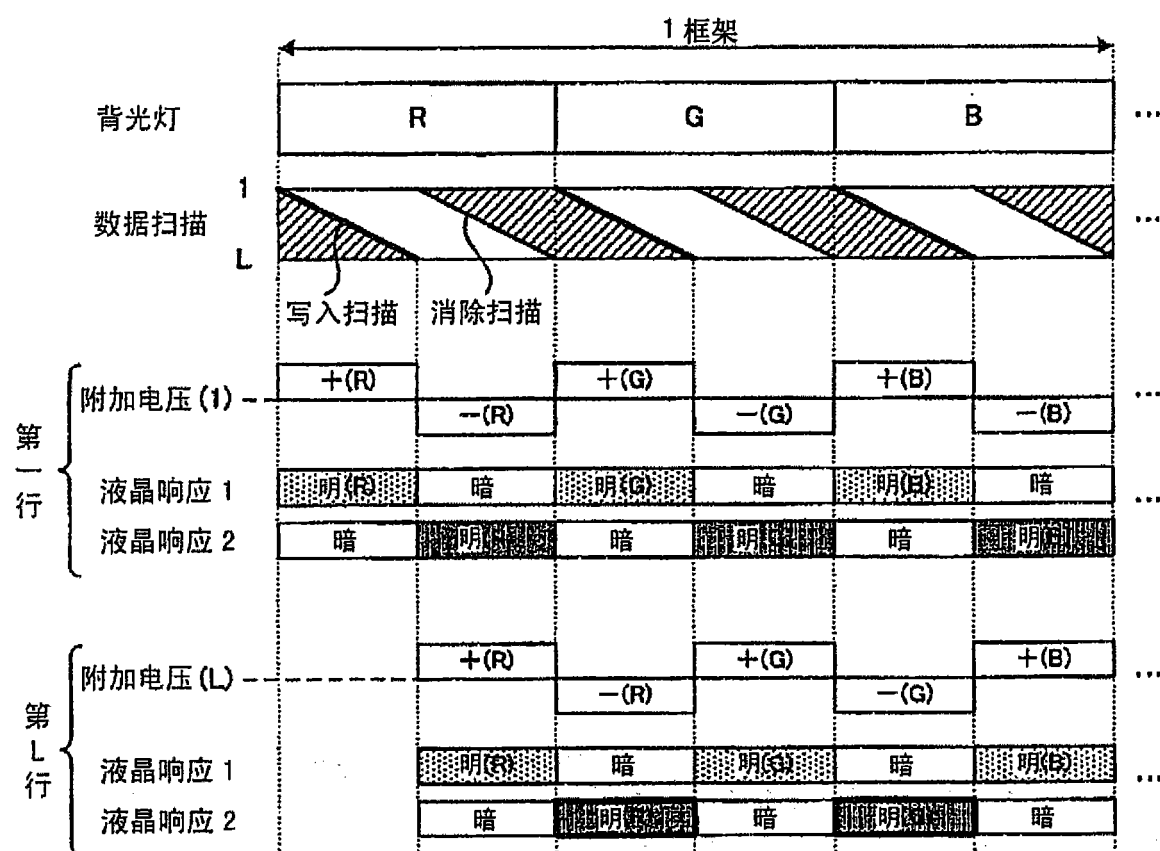


图 15

专利名称(译)	液晶显示元件		
公开(公告)号	CN101542373A	公开(公告)日	2009-09-23
申请号	CN200780043297.8	申请日	2007-11-19
[标]申请(专利权)人(译)	大日本印刷有限公司		
申请(专利权)人(译)	大日本印刷有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	大日本印刷有限公司		
[标]发明人	猿渡直子 冈部将人		
发明人	猿渡直子 冈部将人		
IPC分类号	G02F1/141 G02F1/1337 G02F1/133 G09G3/36		
CPC分类号	G09G2310/0235 G02F2001/133773 G02F1/141 G02F1/133788 G09G3/3651 G02F1/133723 G09G2300/0426		
代理人(译)	李贵亮		
优先权	2006317394 2006-11-24 JP		
其他公开文献	CN101542373B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明的主要目的在于提供采用显示单稳定性的强介电性液晶、能控制强介电性液晶的自发极化的朝向的液晶显示元件。本发明通过提供具有如下特征的液晶显示元件来实现上述目的，该液晶显示元件具备：具有摩擦膜即第一取向膜的第一取向处理基板和具有采用光二聚化型材料的光取向膜即第二取向膜的第二取向处理基板以及形成于第一取向处理基板和第二取向处理基板间的含有强介电性液晶的液晶层，上述强介电性液晶显示单稳定性，并且当施加电压使上述第二取向膜处理基板的第二电极层成为负极时，分子方向相对于基板面平行地变化倾斜角的约2倍。

