



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101206329 B

(45) 授权公告日 2010.06.02

(21) 申请号 200710160142.4

(22) 申请日 2007.12.24

(30) 优先权数据

345897/06 2006.12.22 JP

(73) 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 熊泽和也 田豪

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 彭久云

(51) Int. Cl.

G02F 1/1333(2006.01)

G02F 1/1337(2006.01)

G02F 1/133(2006.01)

G02F 1/139(2006.01)

(56) 对比文件

JP 2002357830 A, 2002.12.13, 全文.

US 2002135725 A1, 2002.09.26, 说明书第 0040-0119 节、附图 1-17.

CN 1178919 A, 1998.04.15, 说明书第 2 页第 18 行到第 3 页第 24 行、附图 2-4.

CN 1332386 A, 2002.01.23, 说明书第 6 页第 15 行到第 7 页第 29 行、附图 2-4.

审查员 刘燕梅

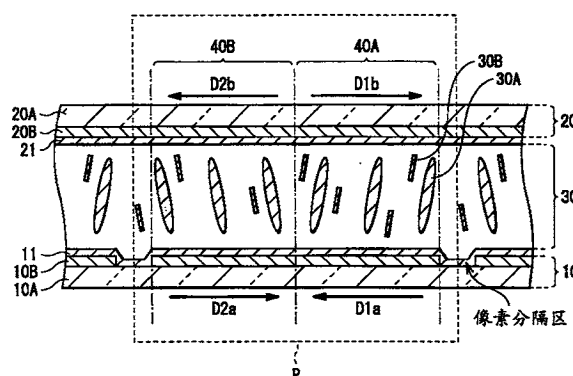
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

制造液晶显示器的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种制造液晶显示器的方法, 其中在采用具有负介电常数各向异性液晶的显示模式中, 改善了面板的开口率, 而且保持针对电压的良好响应特性。制造液晶显示器的方法包括下面的步骤: 分别在两个彼此面对的基板的面对表面上形成垂直取向膜; 至少在基板平面内的一个方向上对垂直取向膜进行摩擦工艺; 在两个形成有垂直取向膜的基板之间密封具有负介电常数各向异性并且包含固化材料的液晶层; 以及在两个基板之间施加电压的情形下固化液晶层的固化材料。



1. 一种制造液晶显示器的方法,其步骤包括:

分别在彼此面对的两个基板的面对表面上形成垂直取向膜;

至少沿着该基板的平面内的一个方向对该垂直取向膜进行摩擦工艺;

在形成有该垂直取向膜的该两个基板之间密封具有负介电常数各向异性并且包含固化材料的液晶层;以及

在该两个基板之间施加电压的情形下,固化该液晶层的该固化材料,

所述方法还包括,在该两个基板之间施加电压之前,在相对于该基板的法线形成预定角度的方向上,对密封在该两个基板之间的该液晶层施加磁场的步骤。

2. 根据权利要求1所述的制造液晶显示器的方法,其中每个像素分成多个区域,并且在多个区域之间沿着相互不同的方向进行该摩擦工艺。

3. 根据权利要求2所述的制造液晶显示器的方法,包括下面的步骤,

在一个方向上进行摩擦工艺,

在每个像素中的至少部分该多个区域覆盖有掩模的情况下,进行另一个方向上的摩擦工艺,然后

去除该掩模。

制造液晶显示器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及提供有负介电常数各向异性的液晶层的垂直取向型液晶显示器。

背景技术

[0002] 近来,液晶显示器已经常用作液晶电视、笔记本电脑和汽车导航等的显示监视器。液晶显示器可以根据液晶显示器的面板基板之间的分子取向分成不同的模式。例如,周知的 TN(扭转向列, twisted nematic) 模式,由不施加电压下液晶分子扭曲取向构造。在 TN 模式中,液晶分子具有正介电常数各向异性,即分子长轴方向上的介电常数大于分子短轴方向上的介电常数的性质。在 TN 模式的结构中,液晶分子在垂直于基板平面的方向上取向,同时在平行于基板的平面内依次旋转液晶分子的取向方向。

[0003] 另一方面,再来关注 VA(垂直取向, vertical alignment) 模式,其中液晶分子在其上没有施加电压时垂直于基板的平面取向。在 VA 模式中,液晶分子具有负介电常数各向异性,即分子长轴方向上的介电常数小于分子短轴方向上的介电常数的性质。这实现了比 TN 模式更宽的视角。

[0004] VA 模式的液晶显示器构造为通过这样的现象传输光,其中垂直于基板取向的液晶分子由于负介电常数各向异性响应所施加的电压在平行于基板的方向上倒伏(升起)。然而,垂直于基板取向的液晶分子将在任意方向上倒伏,从而液晶分子的取向方向是不确定的。这造成针对电压的响应特性变坏。

[0005] 考虑到前述情况,日本未审查专利申请公开 2002-357830 和 2002-23199 号揭示了制造液晶显示器的方法,其中具有光固化特性的单体用来稳定液晶分子的取向方向。就这些方法而言,通过曝光液晶层来固化单体从而处于密封在一对基板之间的液晶层中的液晶分子在一定方向上取向的状态,液晶分子可以保持在其略倾斜(预倾斜)的状态。这改善了针对电压的响应速度。

发明内容

[0006] 然而,在上述两个公开的所述方法中,作为用于在一定方向上取向液晶分子的取向调节手段,在固化单体之前,绝缘凸起或者电极缺口(无电极部分)形成在像素内,至少在基板的面对表面之一上。就该构造而言,例如,在常黑状态,对应于凸起或者缺口的部分在施加电压时变为暗的视野。由于这样的问题,面板的开口率降低,导致亮度下降。

[0007] 希望在采用具有负介电常数各向异性液晶的显示模式中提供一种制造液晶显示器的方法,其不但能改善面板的开口率,而且保持针对电压的良好响应特性。

[0008] 根据本发明的实施例,提供一种制造液晶显示器的方法,其步骤包括:在彼此面对的两个基板的面对表面上分别形成垂直取向膜;至少在基板平面内的一个方向上对垂直取向膜进行摩擦工艺;在两个形成有垂直取向膜的基板之间密封具有负介电常数各向异性并且包含固化材料的液晶层;以及在两个基板之间施加电压的情形下固化该液晶层的固化材料。

[0009] 在根据本发明实施例的制造液晶显示器的方法中,通过在具有垂直取向膜的一对基板之间密封液晶层,该取向膜至少在基板平面内的一个方向上进行了摩擦工艺,该液晶分子可以在摩擦方向上在液晶层垂直取向膜的界面附近以略微倾斜的位置取向。此后,通过在基板之间施加电压的情形下来曝光液晶层,根据由摩擦工艺调节的取向特性,液晶分子可以保持在其预定的倾斜状态。

[0010] 制造液晶显示器的方法可以包括下述步骤:分别在彼此面对的两个基板的面对表面上形成垂直取向膜;至少沿着基板平面内的一个方向对垂直取向膜进行摩擦工艺;在形成有垂直取向膜的两个基板之间密封具有负介电常数各向异性并且包含固化材料的液晶层;以及在两个基板之间施加电压下固化液晶层的固化材料。因此,液晶分子可以保持在其预倾斜状态,而在基板或者电极中不形成任何凸起、缺口等。这使得所制造的液晶显示器不但能改善面板的开口率,而且保持针对电压的良好响应特性。

[0011] 通过下面的全面描述,本发明的其它和进一步的目标、特征和优点将更加明显易懂。

附图说明

[0012] 图 1 是用于说明根据本发明优选实施例的制造液晶面板方法的示意性截面图;

[0013] 图 2 是用于说明图 1 后续步骤的示意性截面图;

[0014] 图 3 是用于说明图 2 后续步骤的示意性截面图;

[0015] 图 4 是通过图 1 至 3 中的步骤制造液晶面板的示意性截面图;

[0016] 图 5 是展示优选实施例的液晶面板驱动时液晶分子的取向状态的示意性截面图;

[0017] 图 6 是用于说明根据本发明修改的制造液晶面板方法的示意性截面图;

[0018] 图 7 是用于说明相关技术制造液晶面板方法的示意图;

[0019] 图 8 是用图 7 所示的方法制造液晶面板的示意性截面图;和

[0020] 图 9 是展示相关技术的液晶面板驱动时液晶分子取向状态的示意性截面图。

具体实施方式

[0021] 现在将参照附图详细描述本发明的优选实施例。

[0022] 图 1 至 4 是示意性地展示根据本发明优选实施例制造液晶面板的方法步骤的截面图。具体地讲,这是一种制造具有负介电常数各向异性的垂直取向型液晶显示器的方法,其包括这样的步骤:在 TFT 基板 10 和 CF 基板 20 之间密封液晶层 30,它们之间具有垂直取向膜 11 和 21;以及在基板 10 和 20 之间施加电压时曝光该液晶层。特别是,垂直取向膜 11 和 21 至少在像素内的一个方向上进行了摩擦工艺。该方法涉及在基板 10 和 20 之间形成具有多个像素的液晶面板的制造方法。为了简便起见,图 3 和 4 仅展示图 2 中的一个像素 P。在图 1 至 4 和图 5 至 9 中,省略了 TFT 基板 10 和 CF 基板 20 中的具体构造。

[0023] 首先,如图 1 所示,液晶层 30 密封在 TFT 基板 10 和 CF 基板 20 之间,在它们之间具有进行了预定摩擦工艺的垂直取向膜 11 和 21。

[0024] TFT 基板 10 通过这样的设置来形成,在玻璃基板 10A 的表面上分别设置:多个像素电极 10B,例如呈矩阵形式;多个 TFT 开关元件,每个具有栅极、源极和漏极,用于驱动这些像素电极 10B;以及多条信号线和扫描线等,连接到这些 TFT 开关元件。另一方面,CF 基

板 20 通过这样的设置形成,在玻璃基板 20A 上,滤色器(未示出),例如红(R)、绿(G)和蓝(B)色的滤色器设置成条型,并且几乎在有效显示区域的整个表面上设置相对电极 20B。像素电极 10B 和相对电极 20B 由 ITO(铟锡氧化物)等形成的透明的电极制造。

[0025] 垂直取向膜 11 和 21 分别形成在 TFT 基板 10 的像素电极 10B 和 CF 基板 20 的相对电极 20B 的表面上。垂直取向膜 11 和 21 用于相对于基板垂直取向稍后描述的液晶分子 30A,它们可以在基板上通过涂敷垂直取向材料或者作为选择通过印刷垂直取向层,然后进行烘烤来形成。其后,对形成在基板 10 和 20 上的垂直取向膜 11 和 21 进行摩擦工艺。图 2 示意性地展示了涂敷在 TFT 基板 10 上的垂直取向膜 11 的摩擦工艺。

[0026] 如图 2 所示,例如,通过以预定的方向旋转带有纤维例如丝绒 101 缠绕在其上的辊 100,在形成在 TFT 基板 10 上的垂直取向膜 11 上进行摩擦工艺。优选地,辊 100 在基板的平面中的旋转方向在像素内的各区域之间不同。例如,如图 2 所示,通过对不同的区域在不同的方向上旋转辊 100,具有摩擦方向 D1 的第一区域和具有摩擦方向 D2 的第二区域可以共存。

[0027] 当形成两个或者多个具有不同摩擦方向的区域时,每个区域采用掩模(未示出)等来进行摩擦工艺。例如,首先在垂直取向膜 11 上的一个方向上完成摩擦工艺以后,涂敷敏感材料例如光致抗蚀剂,并且曝光选择区域,由此硬化该抗蚀剂材料。然后未硬化部分的抗蚀剂材料用显影剂清除。接下来,在不同于上面摩擦方向的方向上进行摩擦工艺。同样,涂敷光致抗蚀剂,并且曝光选择区域。这些步骤被重复多次。最后,硬化的抗蚀剂材料用去除剂去除,从而可以形成相对于 TFT 基板 10 上的垂直取向膜 11 具有不同摩擦方向的多个区域。

[0028] 在以 TFT 基板 10 上的垂直取向膜 11 相同的方式,对形成在 CF 基板 20 的相对电极 20B 上的垂直取向膜 21 进行摩擦工艺。当稍后描述的液晶层 30 密封在基板 10 和 20 之间时,在垂直取向膜 11 和 21 中的摩擦方向要求在液晶层 30 中的各区域之间不同。例如,对于垂直取向型(VA)模式,在垂直取向膜 11 中的摩擦方向(D1a、D2a)和在垂直取向膜 21 中的摩擦方向(D1b、D2b)彼此在一个像素内的第一区域 40A 和第二区域 40B 相反,如图 1 所示。然而,根据液晶面板的显示模式,例如 VA-TN 模式,决定上、下基板之间的摩擦方向,这可以限于或者可以不限于基板之间的相反方向。根据显示模式,上、下基板可以具有相同的摩擦方向。

[0029] 出于调节稍后描述的液晶分子 30A 取向方向的目的,不必在 TFT 基板 10 的表面上和 CF 基板 20 的表面上形成任何凸起的结构,并且也不必在像素电极 10B 和公共电极 20B 中形成任何缺口(无电极区域)。

[0030] 液晶层 30 由具有负介电常数各向异性的液晶分子 30A(负向列型液晶分子)形成。液晶分子 30A 具有在分子长轴方向上的介电常数大于在短轴方向上的介电常数的特性。由于这样的特性,当电压截止时,液晶分子 30A 的长轴垂直于基板取向,并且当电压导通时,液晶分子 30A 的长轴在平行于基板的倾斜位置取向。液晶层 30 通过增加具有光固化特性的单体 30B 组成。该光固化单体 30B 具有这样的特性,在光例如紫外光辐射下,它们聚合成聚合物,由此具有固化特性。例如,单体 30B 由 Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd 制造的“NK ester A-BP-2E(产品名称)”组成。

[0031] 接下来,保证单元间隔的间隔物,例如塑料珠子,设置在形成有垂直取向膜 11 或

者 21 的 TFT 基板 10 或者 CF 基板 20 的表面中。随后,通过丝网印刷方法等用环氧粘合剂等印刷密封件。此后 TFT 基板 10 和 CF 基板 20 用它们之间的间隔物和密封件彼此粘合,从而垂直取向膜 11 和 21 可以彼此相对。接下来加入液晶层 30。然后,密封件通过加热等固化,从而液晶层 30 密封在基板 10 和 20 之间。具体地讲,液晶层 30 用彼此相对的基板 10 和 20 密封起来,从而垂直取向膜 11 和 21 可以对于不同的区域(第一区域 40A 和第二区域 40B) 具有不同的摩擦方向。

[0032] 接下来,如图 3 所示,在之间密封有液晶层 30 的基板 10 和 20 之间施加电压 V 的情形下曝光液晶层 30。电压 V 为 5 至 30V,例如 10V。施加电压 V 保持几分钟后,紫外光 UV 辐射到面板的整个表面,从而液晶层 30 中的单体 30B 可以固化(聚合)来形成聚合物 30C。

[0033] 在前述步骤后,通过未施加电压的情形下对面板的整个表面再一次辐射紫外光 UV(未示出),可以减少保留在液晶层 30 中的单体 30B,以改善面板的可靠性。

[0034] 因此,通过上述步骤完成了如图 4 所示的液晶面板。如图 4 所示,在密封在 TFT 基板 10 和 CF 基板 20 之间的液晶层 30 中,在它们之间具有垂直取向膜 11 和 21,在没有施加电压的情况下,液晶分子 30A 在相对于基板法线的一定方向上取向在它们倾斜的位置(在它们预倾斜状态)。液晶分子 30A 的预倾斜状态由沿着液晶层 30 中与垂直取向膜 11 和 21 的交界面固化的单体 30C 保持。此外,每个像素具有液晶分子 30A 取向方向不同的区域 40A 和 40B。特别是,在液晶面板上既没有设置凸起也没有设置电极缺口用于控制这些取向方向,从而 TFT 基板 10、CF 基板 20、像素电极 10B 和相对电极 20B 相对于液晶层 30 是连续的和平坦的。

[0035] 接下来将描述制造具有上述构造的液晶面板的方法的效果。

[0036] 在制造本发明液晶面板的方法中,即制造具有负介电常数各向异性的垂直取向型液晶面板的方法中,液晶分子 30A 的取向特性可以被调节,即通过对分别形成在 TFT 基板 10 和 CF 基板 20 上的垂直取向膜 11 和 21 在预定的方向上进行摩擦工艺,然后在垂直取向膜 11 和 21 之间密封液晶层 30,液晶分子 30A 可以取向在相对于基板的法线略微倾斜的位置。

[0037] 通过给之间密封有液晶层的基板 10 和 20 之间施加预定的电压 V,液晶分子 30A 可以根据由摩擦工艺调节的取向特性倾斜。在液晶分子 30A 在电压 V 下倾斜的情况下,通过对面板的整个表面辐射紫外光 UV,单体 30B 可以沿着倾斜的液晶分子 30A 的取向方向被固化成聚合物 30C,特别是在液晶层 30 中与垂直取向膜 11 和 21 的交界面附近。这能使液晶分子 30A 保持在其预倾斜状态,而不在基板 10 和 20 以及电极 10B 和 20B 上设置任何凸起或者缺口。通过在像素中各区域之间在不同的方向上重复摩擦工艺多次,具有不同取向方向的区域(取向的区域分割)可以易于形成在液晶层 30 中。这允许改善面板的视角特性。

[0038] 图 7 和 8 示意性地展示了当通过在像素电极 100B 的部分设置缺口 400 而非进行上述摩擦工艺来调节液晶分子 300A 的取向特性以制造液晶面板时的液晶分子 300A 的取向状态。首先,当在之间密封有液晶层 300 的基板 100 和 200 之间施加预定电压时,电场倾斜地施加在液晶分子 300A 的长轴上。如图 7 所示,除了直接在缺口 400 上方的部分外,液晶分子 300A 的长轴在一定方向上取向在它们的倾斜位置。在此状态下,紫外光 UV 辐射到面板的整个表面,从而液晶分子 300A 可以由聚合物 300C 保持在它们的倾斜状态,如图 8 所示。当给这样制造的液晶面板施加驱动电压时,如图 9 所示,直接在缺口 400 上方的液晶分子 300A 保持相对于基板 100 和 200 垂直取向。因此,在与缺口 400 相邻的区域中,液晶分

子 300A 难以倾斜。对于常黑色状态,对应于缺口 400 的区域变成暗的视野。

[0039] 但是,在由本发明的方法制造的液晶面板中,响应于所施加的驱动电压,对于每个区域 40A 和 40B 液晶分子 30A 都在一定的方向上倒伏。这时,在像素中的各区域 40A 和 40B 中,液晶分子 30A 倾斜角度的大小均匀,消除了液晶分子 30A 的倾斜角根据区域变化的可能性。因此,由于凸起或者电极缺口等造成的局部暗的视野可以消失,而保持对电压的良好的响应特性。这使得制造的液晶面板能改善其开口率。

[0040] < 修改 >

[0041] 下面将描述根据本实施例制造液晶面板方法的修改。

[0042] 图 6 是示意性地展示根据该修改的制造液晶面板方法部分步骤的截面图。该方法不同于本实施例的方法在于,在之间具有进行了预定摩擦工艺的垂直取向膜 11 和 21 的 TFT 基板 10 和 CF 基板 20 之间密封液晶层 30 的步骤之后,并且在施加电压 V 的情形下曝光液晶层 30 的步骤之前,包括在相对于液晶层 30 的预定方向上施加磁场 H 的步骤。

[0043] 在施加磁场 H 的步骤中,沿着由上述摩擦工艺调节的液晶分子 30A 的取向方向施加磁场 H。例如,当磁场 H 施加到密封在基板 10 和 20 之间的液晶层 30 并且该液晶层 30 夹在分别在相反方向 D1a 和 D1b 上进行了摩擦工艺的垂直取向膜 11 和 21 之间时,面板设置在磁场 H 下,从而磁场 H 施加在相对于基板的法线倾斜的液晶分子 30A 的长轴方向上,如图 6 所示。形成在磁场 H 的施加方向和基板 10 和 20 的法线之间的角 α 不要求与由摩擦工艺调节的液晶分子 30A 的倾斜角相同,并且其范围可以为 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ 。电场 V 可以与所施加的磁场 H 一起施加。作为选择,在施加磁场 H 后,电压 V 可以施加给从磁场 H 临时取出的面板。

[0044] 因此,在 TFT 基板 10 和 CF 基板 20 之间密封液晶层 30 且液晶层 30 夹在进行了预定摩擦工艺的垂直取向膜 11 和 21 之间后,且在施加电压的情形下曝光液晶层 30 之前,在相对于液晶层 30 的预定方向上施加磁场 H。这能局部产生不能仅由摩擦工艺完全调节的取向特性上的略微变化的修改。因此,能够对液晶分子 30A 给予更准确的取向特性。

[0045] 下面描述本实施例的实例。

[0046] < 实例 >

[0047] 作为实例,下面的液晶面板以下面的方式制造。首先,将垂直取向膜涂敷到 TFT 基板和滤色器基板,TFT 基板为阵列基板,具有宽度为 $15\mu\text{m}$ 的栅极线、宽度为 $12\mu\text{m}$ 的数据线、宽度为 $20\mu\text{m}$ 的储能电容器和具有像素电极,滤色器基板具有滤色器、公共电极和 $4\mu\text{m}$ 间隔物凸起。随后,通过采用其上具有丝绒的辊对各基板进行摩擦工艺。然后,抗蚀剂材料(例如,由 TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD 生产的“TFR-970 PM 9CP”)涂敷到进行了摩擦工艺的各基板,并且通过高温处理去除溶剂。然后通过具有预定图案的掩模曝光基板,基板上的未固化部分用显影剂(例如,由 TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD 生产的“NMD-3”)清除。接下来,关于具有预定抗蚀剂材料图案的基板,在与第一摩擦工艺不同的方向上进行摩擦工艺,并且固化的抗蚀剂材料用去除剂(例如,由 TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD 生产的“Remover106”)去除。基板彼此粘合,从而进行了摩擦工艺的垂直取向膜彼此相对。在包含光固化单体的液晶组合物成滴加入后,固化密封剂。通过给所制造的液晶面板施加 10V 的电压,并且在保持几秒钟到几分钟后通过对面板的整个表面曝光,来聚合包含在液晶组合物中的光固化单体。然后,在没有施加电压的情况下,通过对面板的整个表面辐射紫外光来减少剩余的单

体。

[0048] 作为上述实例的液晶面板的比较实例,液晶面板以与上面的实例相同的方式制造,除了像素电极和相对电极具有缺口部分之外,其中每个缺口的宽度为 $10\ \mu\text{m}$ 、相距 $50\ \mu\text{m}$ 。该实例的液晶面板和比较实例的液晶面板就开口率进行了比较。结果是该实例的液晶面板在开口率方面比较实例的液晶面板改善了约 22%。

[0049] 尽管通过前述的实施例和实例已经描述了本发明,但是本发明不限于这些,而是可以进行很多变化和修改。例如,尽管前述实施例和实例已经描述为形成具有不同的摩擦方向的两个区域的情况,但是具有不同摩擦方向的区域的数量可以是三个或者更多。作为选择,在一个像素内,可以只在一个方向进行摩擦工艺。

[0050] 本领域的技术人员应当理解的是,可以根据设计的要求和其它因素在权利要求或者其等同特征的范围内进行各种修改、组合、子组合和替代。

[0051] 本发明包含于 2006 年 12 月 22 日在日本专利局提交的日本专利申请 JP2006-345897 号的主体,在此将其全部内容引用结合于此。

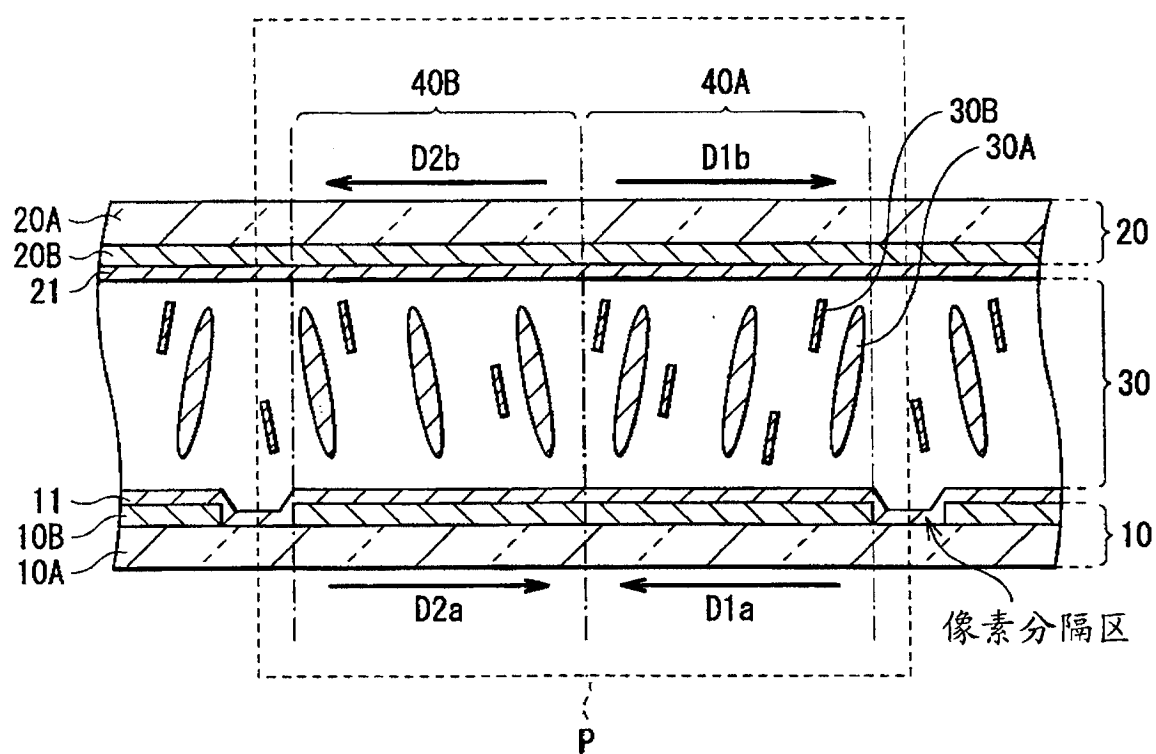


图 1

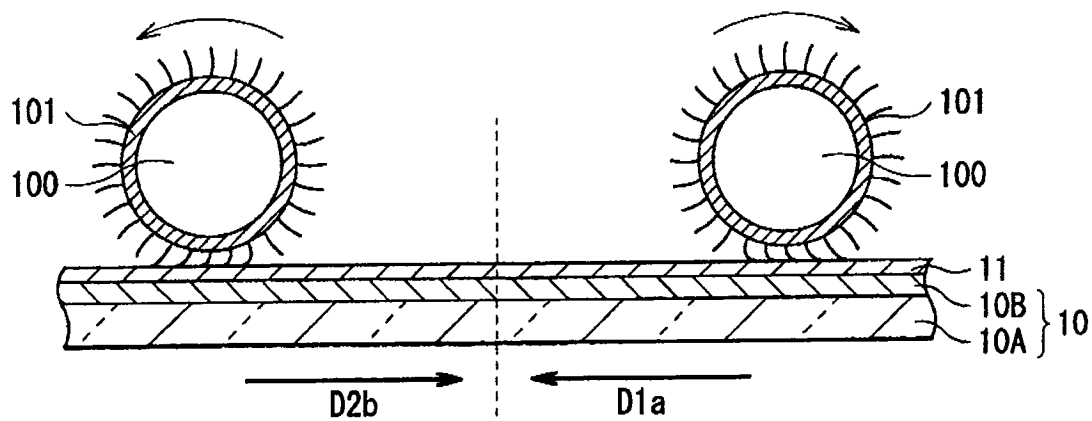


图 2

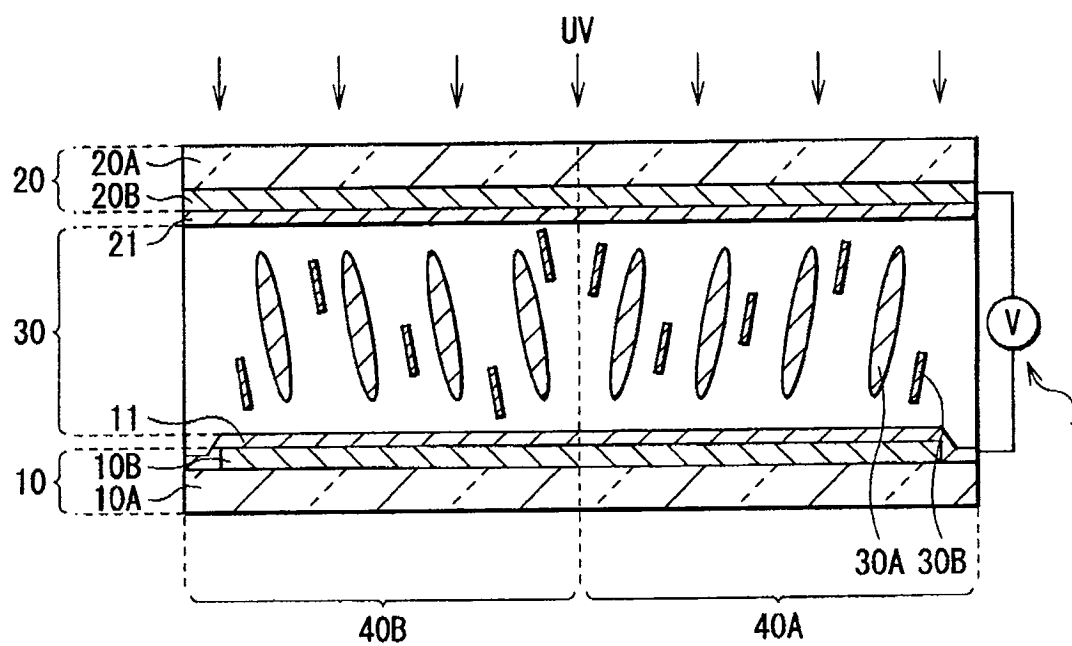


图 3

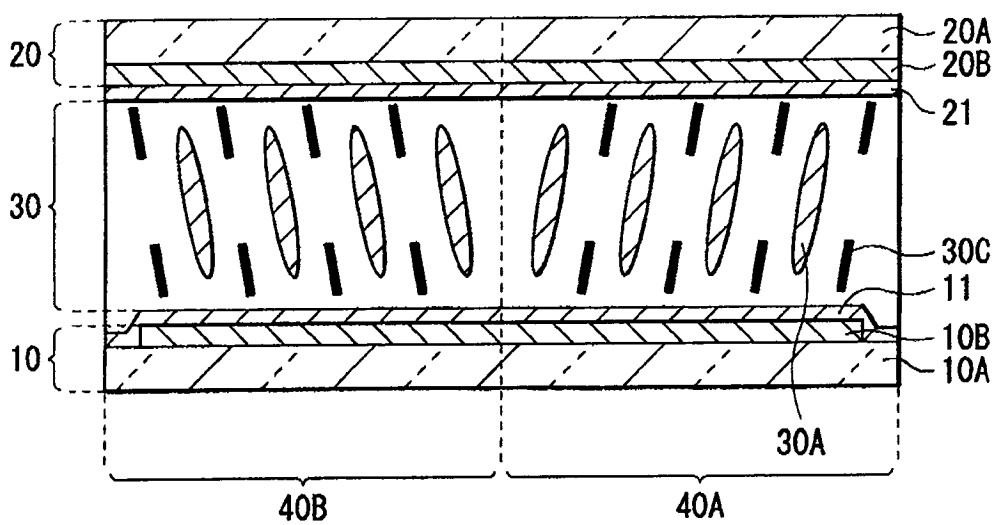


图 4

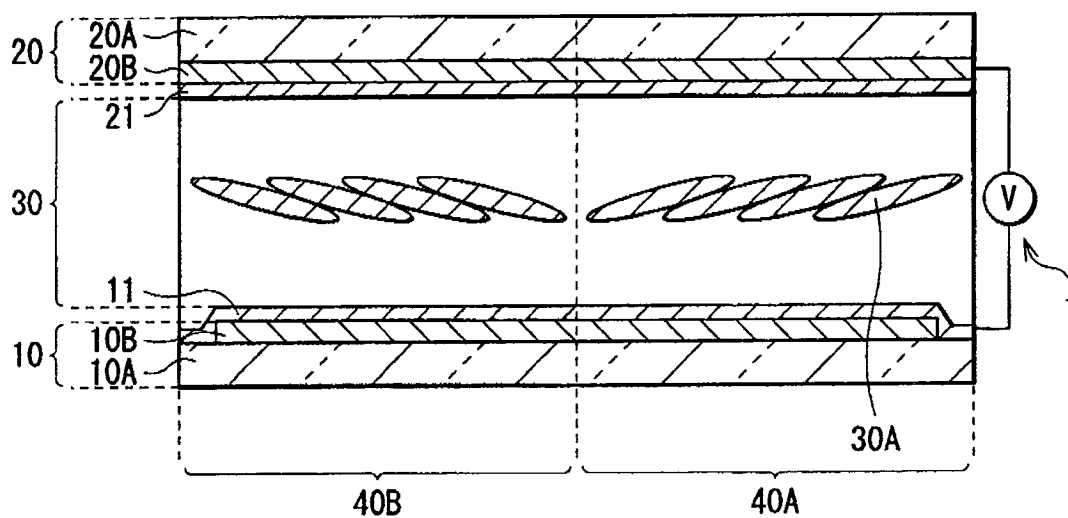


图 5

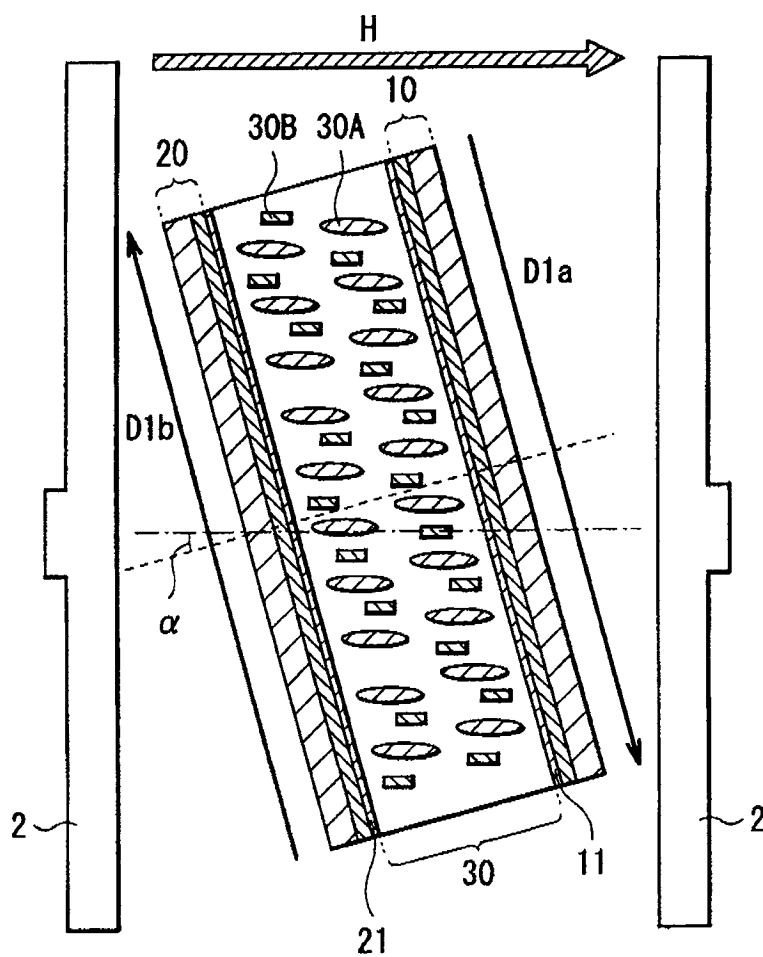


图 6

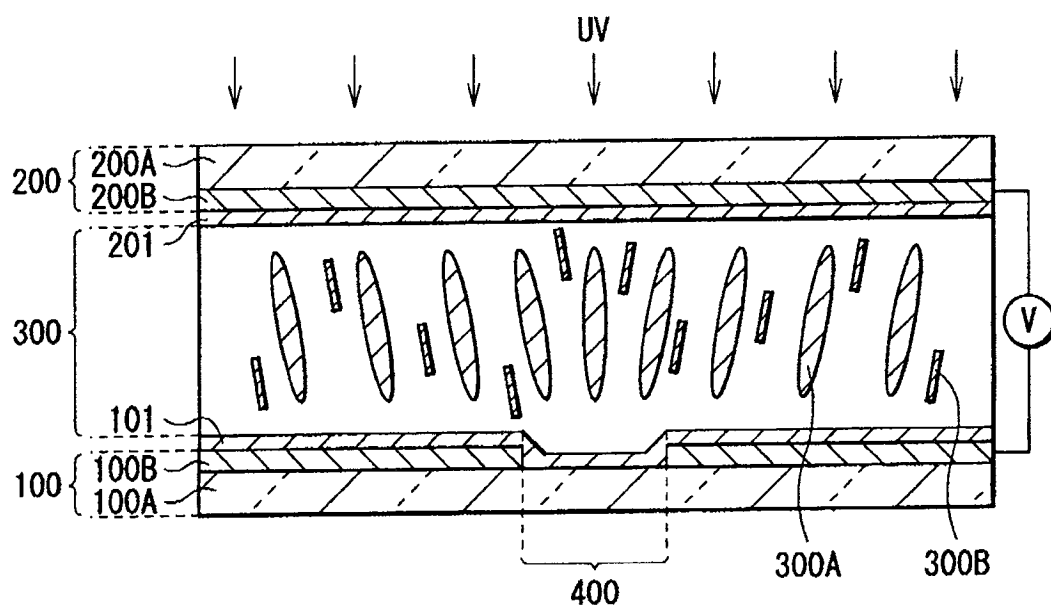


图 7

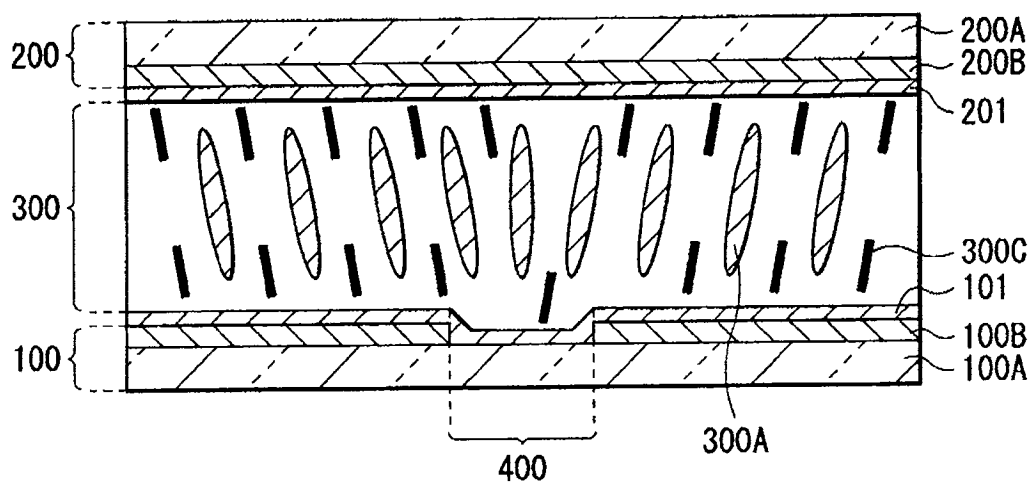


图 8

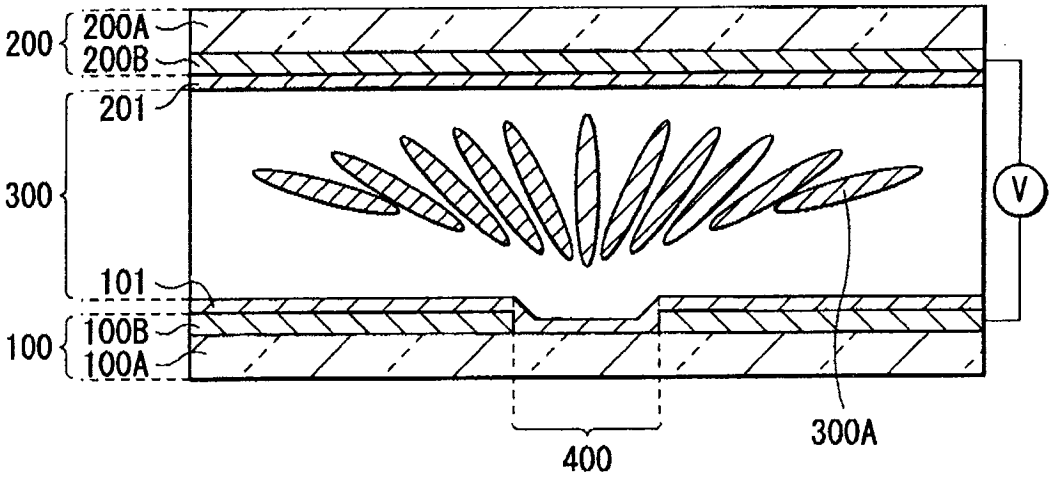


图 9

专利名称(译)	制造液晶显示器的方法		
公开(公告)号	CN101206329B	公开(公告)日	2010-06-02
申请号	CN200710160142.4	申请日	2007-12-24
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	索尼株式会社		
[标]发明人	熊泽和也 田豪		
发明人	熊泽和也 田豪		
IPC分类号	G02F1/1333 G02F1/1337 G02F1/133 G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/1393 G02F2001/13775		
审查员(译)	刘燕梅		
优先权	2006345897 2006-12-22 JP		
其他公开文献	CN101206329A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种制造液晶显示器的方法，其中在采用具有负介电常数各向异性液晶的显示模式中，改善了面板的开口率，而且保持针对电压的良好响应特性。制造液晶显示器的方法包括下面的步骤：分别在两个彼此面对的基板的面对表面上形成垂直取向膜；至少在基板平面内的一个方向上对垂直取向膜进行摩擦工艺；在两个形成有垂直取向膜的基板之间密封具有负介电常数各向异性并且包含固化材料的液晶层；以及在两个基板之间施加电压的情形下固化液晶层的固化材料。

