



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110476113 A

(43)申请公布日 2019. 11. 19

(21)申请号 201880021679.9

(74)专利代理机构 北京市隆安律师事务所
11323

(22)申请日 2018.03.23

代理人 权鲜枝 刘宁军

(30)优先权数据

2017-068206 2017.03.30 JP

(51)Int.Cl.

G02F 1/1337(2006.01)

G02F 1/13(2006.01)

G02F 1/1333(2006.01)

G02F 1/1343(2006.01)

G02F 1/1368(2006.01)

H01Q 3/34(2006.01)

H01Q 3/44(2006.01)

H01Q 13/22(2006.01)

H01Q 21/06(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.09.26

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/011639 2018.03.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/180964 JA 2018.10.04

(71)申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 三宅敢

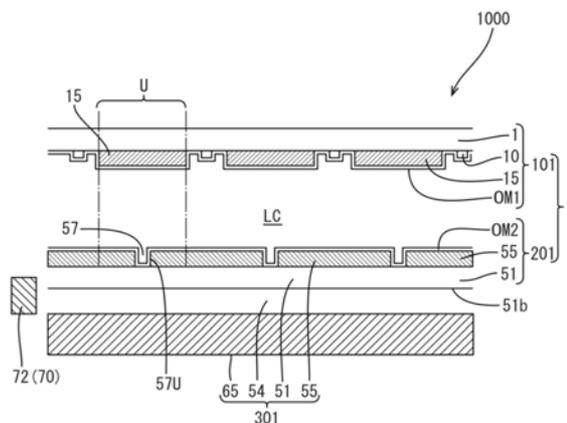
权利要求书2页 说明书23页 附图10页

(54)发明名称

液晶单元和扫描天线

(57)摘要

本发明的液晶单元(C)是排列有多个天线单位(U)的液晶单元,液晶单元(C)具备:TFT基板(101),其具有第1电介质基板(1)、多个TFT(10)、以及电连接到TFT(10)的多个贴片电极(15);缝隙基板(201),其具有第2电介质基板(51)和包含多个缝隙(57)的缝隙电极(55);以及液晶层(LC),其夹在以贴片电极(15)和缝隙电极(55)相互面对的方式配置的TFT基板(101)与缝隙基板(201)之间,在未对贴片电极(15)与缝隙电极(55)之间施加电压的状态下,构成液晶层(LC)的液晶分子在所有方位角方向上取向。



1. 一种液晶单元,是排列有多个天线单位的液晶单元,其特征在于,具备:
TFT基板,其具有第1电介质基板、支撑于上述第1电介质基板的多个TFT、以及电连接到上述TFT的多个贴片电极;
缝隙基板,其具有第2电介质基板和支撑于上述第2电介质基板的包含多个缝隙的缝隙电极;以及
液晶层,其夹在以上述贴片电极和上述缝隙电极相互面对的方式配置的上述TFT基板与上述缝隙基板之间,
在未对上述贴片电极与上述缝隙电极之间施加电压的状态下,构成上述液晶层的液晶分子在所有方位角方向上取向。
2. 根据权利要求1所述的液晶单元,
上述液晶分子为水平取向型。
3. 根据权利要求1或权利要求2所述的液晶单元,
上述TFT基板在与上述液晶层接触的面具有第1取向膜,
上述缝隙基板在与上述液晶层接触的面具有第2取向膜。
4. 根据权利要求3所述的液晶单元,
上述第1取向膜和上述第2取向膜未被实施取向处理。
5. 根据权利要求3所述的液晶单元,
上述第1取向膜和上述第2取向膜包括聚酰亚胺系树脂。
6. 根据权利要求1所述的液晶单元,
上述TFT基板具有与上述液晶层接触的面被进行亲水化处理而成的第1亲水面,
上述缝隙基板具有与上述液晶层接触的面被进行亲水化处理而成的第2亲水面。
7. 根据权利要求6所述的液晶单元,
上述第1亲水面和上述第2亲水面通过使与上述液晶层接触的上述面分别与碱稀释溶液接触而形成。
8. 根据权利要求1至权利要求7中的任意一项所述的液晶单元,
构成上述液晶层的上述液晶分子进行流动取向。
9. 根据权利要求1至权利要求8中的任意一项所述的液晶单元,
构成上述液晶层的上述液晶分子的预倾角是 $1^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。
10. 根据权利要求1至权利要求9中的任意一项所述的液晶单元,
构成上述液晶层的上述液晶层的取向度A在 $1\sim 10$ 的范围内。
11. 根据权利要求1至权利要求10中的任意一项所述的液晶单元,
在对上述缝隙电极与上述贴片电极之间施加了电压的状态下,在上述缝隙电极与上述贴片电极之间形成相对于基板面的电场矢量的角度为不到 90° 的倾斜电场。
12. 根据权利要求1至权利要求11中的任意一项所述的液晶单元,
上述缝隙电极的多个上述缝隙为了构成上述天线单位而以分别与多个上述贴片电极对应的形式配置。
13. 根据权利要求1至权利要求12中的任意一项所述的液晶单元,
上述液晶层包含介电常数各向异性($\Delta\epsilon$)为10(1kHz、 20°C)以上的液晶材料作为上述

液晶分子。

14. 根据权利要求13所述的液晶单元，
上述液晶分子在末端具有异硫氰酸酯基。

15. 一种扫描天线，其特征在于，具备：

权利要求1至权利要求14中的任意一项所述的液晶单元；以及
反射导电板，其以隔着电介质层与上述液晶单元的第2电介质基板的外侧的主面相对的形式配置。

液晶单元和扫描天线

技术领域

[0001] 本发明涉及液晶单元和扫描天线。

背景技术

[0002] 移动通信、卫星广播等所利用的天线需要能改变波束方向的波束扫描功能。作为具有这种功能的天线,已提出利用了液晶材料(包含向列液晶、高分子分散液晶)的大的介电各向异性(双折射率)的扫描天线(例如专利文献1)。

[0003] 这种扫描天线具备液晶单元,液晶单元具备多个天线单位。液晶单元具备一对带电极的基板以及配置在两基板之间的液晶层,由各基板所具有的电极和它们之间的液晶层构成了各天线单位。

[0004] 扫描天线通过控制施加到各天线单位的液晶层的电压,使各天线单位的液晶层的有效介电常数变化,从而调节各天线单位的静电电容。并且,由扫描天线发送接收的电磁波被给予与各天线单位的静电电容相应的相位差。

[0005] 此外,在上述液晶单元的上述基板的液晶层侧设置有用于控制液晶分子的取向方向的取向膜。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:国际公开第2015/126550号

发明内容

[0009] 发明要解决的问题

[0010] (发明要解决的问题)

[0011] 以往,在扫描天线用的液晶单元中,天线特性与由取向膜所致的液晶分子的取向方向的关系完全没有得到验证。

[0012] 例如,若是使用如现有的液晶显示用途的取向膜那样通过摩擦或光照射实施了取向处理的取向膜的话,则液晶分子在未被施加电压的状态下,会成为受到取向膜的作用(取向限制力)而在基板面内沿着一个方向排列的状态。图15是示出在现有的液晶单元中液晶分子由于取向膜的作用而相对于基板面101P沿着一个方向排列的状态的说明图。

[0013] 在像这样排成一列的液晶分子之中,存在液晶分子1c1(以下称为第1液晶分子1c1)和液晶分子1c2(以下称为第2液晶分子1c2),第1液晶分子1c1从基板面101P向极角方向以规定角度(例如 $2\sim 3^\circ$)立起,并且在规定的方位角方向(例如方位角为 0° 的方向)上取向,第2液晶分子1c2在与该第1液晶分子1c1反向地相差 180° 的状态(例如方位角为 180° 的方向)下,以向极角方向立起规定角度的状态进行取向。

[0014] 尽管每个液晶分子是独立的,但已知它们在向列相中表现为整体上连续(连续体)。因此,由于在如上所述的、处于方位角方向相互反向的关系的第1液晶分子1c1与第2液晶分子1c2之间要求向列相的液晶取向的连续性,因此,必然会存在与基板面101P平行的状

态的液晶分子1c3(以下称为第3液晶分子1c3)。这样的第3液晶分子1c3的极角(预倾角)为 0° ，因此，会导致液晶分子整体的预倾角变小。

[0015] 当在构成液晶层的液晶分子之中存在预倾角为 0° 的状态的液晶分子(第3液晶分子1c3)时，液晶单元的电容变化的响应速度会变慢而成为问题。

[0016] 本发明的目的在于提供电容变化的响应速度快的扫描天线用的液晶单元和具备上述液晶单元的扫描天线。

[0017] 用于解决问题的方案

[0018] 本发明的液晶单元是排列有多个天线单位的液晶单元，其特征在于，具备：TFT基板，其具有第1电介质基板、支撑于上述第1电介质基板的多个TFT、以及电连接到上述TFT的多个贴片电极；缝隙基板，其具有第2电介质基板和支撑于上述第2电介质基板的包含多个缝隙的缝隙电极；以及液晶层，其夹在以上述贴片电极和上述缝隙电极相互面对的方式配置的上述TFT基板与上述缝隙基板之间，在未对上述贴片电极与上述缝隙电极之间施加电压的状态下，构成上述液晶层的液晶分子整体上在所有方位角方向上取向。

[0019] 优选在上述液晶单元中，上述液晶分子为水平取向型。此外，在本说明书中，水平取向型的液晶分子是指，在未被施加电压的状态下，液晶分子的长轴方向配置为与基板面大致平行。

[0020] 也可以是，在上述液晶单元中，上述TFT基板在与上述液晶层接触的面具有第1取向膜，上述缝隙基板在与上述液晶层接触的面具有第2取向膜。

[0021] 优选在上述液晶单元中，上述第1取向膜和上述第2取向膜未被实施取向处理。

[0022] 也可以是，在上述液晶单元中，上述第1取向膜和上述第2取向膜包括聚酰亚胺系树脂。

[0023] 也可以是，在上述液晶单元中，上述TFT基板具有与上述液晶层接触的面被进行亲水化处理而成的第1亲水面，上述缝隙基板具有与上述液晶层接触的面被进行亲水化处理而成的第2亲水面。

[0024] 也可以是，在上述液晶单元中，上述第1亲水面和上述第2亲水面通过使与上述液晶层接触的上述面分别与碱稀释溶液接触而形成。

[0025] 也可以是，在上述液晶单元中，构成上述液晶层的上述液晶分子进行流动取向。

[0026] 在上述液晶单元中，从响应速度的观点来看，优选构成上述液晶层的上述液晶分子的预倾角是 $1^\circ \sim 20^\circ$ 。在此基础上，为了增大电容调制，特别优选是 $1 \sim 10^\circ$ 。

[0027] 优选在上述液晶单元中，构成上述液晶层的上述液晶层的取向度A在 $1 \sim 10$ 的范围内。

[0028] 优选在上述液晶单元中，在对上述缝隙电极与上述贴片电极之间施加了电压的状态下，在上述缝隙电极与上述贴片电极之间形成相对于基板面的电场矢量的角度为不到 90° 的倾斜电场。

[0029] 优选在上述液晶单元中，上述缝隙电极的多个上述缝隙为了构成上述天线单位而以分别与多个上述贴片电极对应的形式配置。

[0030] 优选在上述液晶单元中，上述液晶层包含介电常数各向异性($\Delta \epsilon$)为10(1kHz、 20°C)以上的液晶材料作为上述液晶分子。

[0031] 优选在上述液晶单元中，上述液晶分子在末端具有异硫氰酸酯基。

[0032] 另外,本发明的扫描天线具备:上述任意一项所述的液晶单元;以及反射导电板,其以隔着电介质层与上述液晶单元的第2电介质基板的外侧的主面相对的形式配置。

[0033] 发明效果

[0034] 根据本发明,会提供电容变化的响应速度快的扫描天线用的液晶单元和具备上述液晶单元的扫描天线。

附图说明

[0035] 图1是示意性地表示出实施方式1的扫描天线的一部分的截面图。

[0036] 图2是示意性地表示出扫描天线所具备的TFT基板的俯视图。

[0037] 图3是示意性地表示出扫描天线所具备的缝隙基板的俯视图。

[0038] 图4是示意性地表示出TFT基板的天线单位区域的截面图。

[0039] 图5是示意性地表示出TFT基板的天线单位区域的俯视图。

[0040] 图6是示意性地表示出缝隙基板的天线单位区域的截面图。

[0041] 图7是示意性地表示出构成扫描天线的天线单位的TFT基板、液晶层以及缝隙基板的截面图。

[0042] 图8是示意性地表示出液晶单元的构成的截面图。

[0043] 图9是示出受到取向膜的作用而以规定的极角进行取向的液晶分子的取向矢量的说明图。

[0044] 图10是示出受到取向膜的作用的液晶分子的取向状态的说明图。

[0045] 图11是示意性地表示出在对TFT基板与缝隙基板之间施加了电压时的电场矢量的方向的说明图。

[0046] 图12是示意性地表示出实施方式2的扫描天线的一部分的截面图。

[0047] 图13是示意性地表示出实施方式3的扫描天线的一部分的截面图。

[0048] 图14是示意性地表示出通过真空注入法向空单元内注入液晶材料的样子的说明图。

[0049] 图15是示出在现有的液晶单元中液晶分子由于取向膜的作用而相对于基板面沿着一个方向排列的状态的说明图。

具体实施方式

[0050] (实施方式1)

[0051] (扫描天线的基本结构)

[0052] 扫描天线具备能变更波束方向的波束扫描功能,并具有如下结构:具备利用了液晶材料的大的介电常数 $m(\epsilon_m)$ 的各向异性(双折射率)的多个天线单位。扫描天线通过控制施加到各天线单位的液晶层的电压,使各天线单位的液晶层的有效的介电常数 $m(\epsilon_m)$ 变化,从而以静电电容不同的多个天线单位形成二维图案。此外,由于液晶材料的介电常数具有频率分散性,因此,在本说明书中,将微波的频带中的介电常数特别记为“介电常数 $m(\epsilon_m)$ ”。

[0053] 从扫描天线出射的或者由扫描天线接收的电磁波(例如微波)会被给予与各天线单位的静电电容相应的相位差,与由静电电容不同的多个天线单位形成的二维图案相应地对特定方向具有强指向性(波束扫描)。例如,从扫描天线出射的电磁波通过如下方式得到:

对作为输入电磁波入射到各天线单元并被各天线单元散射的结果而得到的球面波,将由各天线单元给予的相位差考虑在内来进行积分。

[0054] 在此,参照图1等来说明实施方式1的扫描天线的基本结构。图1是示意性地表示出实施方式1的扫描天线1000的一部分的截面图。本实施方式的扫描天线1000是将缝隙57排列成同心圆状的径向线缝隙天线。在图1中示意性地示出了从设置在排列成同心圆状的缝隙的中心附近的供电引脚72起沿着径向的截面的一部分。此外,在其它实施方式中,缝隙的排列也可以是公知的各种排列(例如螺旋状、矩阵状)。

[0055] 扫描天线1000主要具备:TFT基板101、缝隙基板201、配置在它们之间的液晶层LC、以及反射导电板65。扫描天线1000是从TFT基板101侧发送接收微波的结构。TFT基板101和缝隙基板201以隔着液晶层LC彼此相对的形式配置。

[0056] TFT基板101具备:玻璃基板等电介质基板(第1电介质基板)1、形成在电介质基板1的液晶层LC侧的多个贴片电极15和多个TFT(Thin Film Transistor;薄膜晶体管)10、以及形成在液晶层LC侧的最表面的取向膜OM1(第1取向膜)。在各TFT10连接有在图1中未图示的栅极总线和源极总线。

[0057] 缝隙基板201具备:玻璃基板等电介质基板(第2电介质基板)51、形成在电介质基板51的液晶层LC侧的缝隙电极55、以及形成在液晶层LC侧的最表面的取向膜OM2(第2取向膜)。缝隙电极55具备多个缝隙57。

[0058] 作为TFT基板101和缝隙基板201所使用的电介质基板1、51,优选相对于微波的介电损耗小,除了玻璃基板以外能够使用塑料基板。电介质基板1、51的厚度没有特别限制,但例如优选为400 μm 以下,更优选为300 μm 以下。此外,电介质基板1、51的厚度的下限没有特别限制,只要具备在制造工艺等中能承受的强度即可。

[0059] 反射导电板65以与缝隙基板201隔着空气层54相对的形式配置。此外,在其它实施方式中,也可以代替空气层54而使用由相对于微波的介电常数 m 小的电介质(例如PTFE等氟树脂)形成的层。在本实施方式的扫描天线1000中,缝隙电极55、反射导电板65、以及它们之间的电介质基板51和空气层54作为波导301发挥功能。

[0060] 贴片电极15、包含缝隙57的缝隙电极55的部分(以下有时称为“缝隙电极单位57U”)、以及它们之间的液晶层LC构成天线单位U。在每个天线单位U中,1个岛状的贴片电极15与1个孔状的缝隙57(缝隙电极单位57U)以相对的方式隔着液晶层LC相对,分别构成液晶电容。在本实施方式的扫描天线1000中,多个天线单位U排列成同心圆状。此外,天线单位U具备与液晶电容电并联连接的辅助电容。

[0061] 缝隙电极55在各缝隙电极单元57U中构成天线单元U,并且也作为波导301的壁发挥功能。因此,缝隙电极55需要抑制微波的透射的功能,由比较厚的金属层构成。作为这种金属层,例如可举出Cu层、Al层等。例如,为了将10GHz的微波减少至1/150,Cu层的厚度设定为3.3 μm 以上,Al层的厚度设定为4.0 μm 以上。另外,为了将30GHz的微波减少至1/150,Cu层的厚度设定为1.9 μm 以上,Al层的厚度设定为2.3 μm 以上。对于构成缝隙电极55的金属层的厚度的上限没有特别限制,但若是如后所述考虑到取向膜OM2的形成,那么可以说越薄越好。此外,如果使用Cu层作为金属层,则具有能够比Al层更薄的优点。作为缝隙电极55的形成方法,也可以使用现有的液晶显示装置的技术中使用的薄膜沉积法、将金属箔(例如Cu箔、Al箔)贴附在基板上等其它方法。金属层的厚度例如设定为2 μm 以上30 μm 以下。另外,在

使用薄膜沉积法形成金属层的情况下,金属层的厚度例如设定为 $5\mu\text{m}$ 以下。反射导电板65例如能够使用厚度为几mm的铝板、铜板等。

[0062] 贴片电极15不像缝隙电极55那样要构成波导301,因此,由厚度比缝隙电极55小的金属层构成。此外,为了避免在缝隙电极55的缝隙57附近的自由电子的振动诱发贴片电极15内的自由电子的振动时转化为热的损耗,优选电阻低。从量产性等观点来看,与Cu层相比,优选使用Al层,优选Al层的厚度例如为 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下。

[0063] 如果设微波的波长为 λ ,则天线单元U的排列间距例如设定为 $\lambda/4$ 以下和/或 $\lambda/5$ 以下。波长 λ 例如为 25mm ,该情况下的排列间距例如设定为 6.25mm 以下和/或 5mm 以下。

[0064] 扫描天线1000通过使天线单元U所具有的液晶电容的静电电容值变化,从而使从各贴片电极15激振(再辐射)的微波的相位变化。因此,作为液晶层LC,优选相对于微波的介电常数 $m(\epsilon_m)$ 的各向异性($\Delta\epsilon_m$)大,并且优选 $\tan\delta_m$ (相对于微波的介电损耗角正切)小。

[0065] 液晶材料的介电常数虽然通常具有频率分散性,但是相对于微波的介电各向异性 $\Delta\epsilon_m$ 与相对于可见光的折射率各向异性 Δn 存在正相关关系。因此可以说,相对于微波的天线单位用的液晶材料优选相对于可见光的折射率各向异性 Δn 大的材料。在此,如果将相对于 550nm 的光的 Δn (双折射率)用作指标,则将 Δn 为 0.3 以上、优选为 0.4 以上的向列液晶用于相对于微波的天线单位。 Δn 的上限没有特别限制。液晶层LC的厚度例如设定为 $1\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下。

[0066] 此外,构成液晶层LC的液晶材料(液晶化合物)的详细情况后述。

[0067] 图2是示意性地表示出扫描天线1000所具备的TFT基板101的俯视图,图3是示意性地表示出扫描天线1000所具备的缝隙基板201的俯视图。此外,为了便于说明,将与天线单位U对应的TFT基板101的区域以及缝隙基板201的区域均称为“天线单位区域”,将与天线单位相同的附图标记作为它们的附图标记。另外,如图2和图3所示,在TFT基板101和缝隙基板201中,将由二维排列的多个天线单位区域U划定的区域称为“发送接收区域R1”,将发送接收区域R1以外的区域称为“非发送接收区域R2”。在非发送接收区域R2配设有端子部、驱动电路等。

[0068] 发送接收区域R1在俯视时呈圆环状。非发送接收区域R2包含位于发送接收区域R1的中心部的第1非发送接收区域R2a和配置在发送接收区域R1的周缘的第2非发送接收区域R2b。发送接收区域R1的外径例如为 200mm 以上 1500mm 以下,根据通信量等适当设定。

[0069] 在TFT基板101的发送接收区域R1设置有支撑于电介质基板1的多个栅极总线GL和多个源极总线SL,利用这些配线来控制各天线单位区域U的驱动。每个天线单位区域U包含TFT10和电连接到TFT10的贴片电极15。TFT10的源极电极电连接到源极总线SL,栅极电极电连接到栅极总线GL。另外,TFT10的漏极电极与贴片电极15电连接。

[0070] 在非发送接收区域R2(第1非发送接收区域R2a、第2非发送接收区域R2b)配设有以包围发送接收区域R1的方式形成有密封材料(未图示)的密封区域 R_s 。密封材料具有使TFT基板101和缝隙基板201相互粘接并且在这些基板101、201之间密封液晶材料(液晶层LC)的功能等。

[0071] 在非发送接收区域R2中的密封区域R2的外侧配设有栅极端子部GT、栅极驱动器GD、源极端子部ST以及源极驱动器SD。每个栅极总线GL经由栅极端子部GT连接到栅极驱动器GD,另外,每个源极总线SL经由源极端子部ST连接到源极驱动器SD。此外,在本实施方式

中,是源极驱动器SD和栅极驱动器GD双方形成在TFT基板101的电介质基板1上,但也可以是这些驱动器中的一方或双方形成在缝隙基板201的电介质基板51上。

[0072] 另外,在非发送接收区域R2设置有多个传输端子部PT。传输端子部PT与缝隙基板201的缝隙电极55电连接。在本实施方式中,在第1非发送接收区域R2a和第2非发送接收区域R2b这两个区域配设有传输端子部PT。在其它实施方式中,也可以是仅在其中任意一个区域配设传输端子部PT的构成。另外,在本实施方式的情况下,传输端子部PT配设在密封区域Rs内。因此,作为密封材料,使用含有导电性颗粒(导电性珠)的导电性树脂。

[0073] 如图3所示,在缝隙基板201中,缝隙电极55在电介质基板51上是跨发送接收区域R1和非发送接收区域R2而形成的。此外,在图3中示出了从液晶层LC侧观看的缝隙基板201的表面,为了便于说明,除去了形成在最表面的取向膜OM2。

[0074] 在缝隙基板201的发送接收区域R1中,在缝隙电极55配设有多个缝隙57。这些缝隙57分别对TFT基板101的天线单位区域U各分配有1个。在本实施方式的情况下,多个缝隙57为了构成径向线缝隙天线,而使在相互大致正交的方向上延伸的一对缝隙57配置为同心圆状。由于具有这样的一对缝隙57,因而扫描天线1000能够发送接收圆偏振波。

[0075] 在缝隙基板201中的非发送接收区域R2,缝隙电极55的端子部IT设置有多个。端子部IT与TFT基板101的传输端子部PT电连接。在本实施方式的情况下,端子部IT配设在密封区域Rs内,如上所述,通过由包含导电性颗粒(导电性珠)的导电性树脂形成的密封材料而与对应的传输端子部PT电连接。

[0076] 另外,在第1非发送接收区域R2a,以配置在缝隙57所成的同心圆的中心的形式设置有供电引脚72。通过该供电引脚72对由缝隙电极55、反射导电板65以及电介质基板51构成的波导301供应微波。此外,供电引脚72连接到供电装置70。此外,作为供电方式,可以是直接连结供电方式和电磁耦合方式中的任一种,能够采用公知的供电结构。

[0077] 以下,详细说明TFT基板101、缝隙基板201以及波导301。

[0078] (TFT基板101的结构)

[0079] 图4是示意性地表示出TFT基板101的天线单位区域U的截面图,图5是示意性地表示出TFT基板101的天线单位区域U的俯视图。在图4和图5中分别示出了发送接收区域R1的一部分截面构成。

[0080] TFT基板101的各天线单位区域U分别具备:电介质基板(第1电介质基板)1;TFT10,其支撑于电介质基板1;第1绝缘层11,其覆盖TFT10;贴片电极15,其形成在第1绝缘层11上,电连接到TFT10;第2绝缘层17,其覆盖贴片电极15;以及取向膜OM1,其覆盖第2绝缘层17。

[0081] TFT10具备:栅极电极3、岛状的半导体层5、配置在栅极电极3与半导体层5之间的栅极绝缘层4、源极电极7S以及漏极电极7D。本实施方式的TFT10是具有底栅结构的沟道蚀刻型。此外,在其它实施方式中,也可以是其它结构的TFT。

[0082] 栅极电极3电连接到栅极总线GL,从栅极总线GL被供应扫描信号。源极电极7S电连接到源极总线SL,从源极总线SL被供应数据信号。栅极电极3和栅极总线GL可以由相同导电膜(栅极用导电膜)形成。另外,源极电极7S、漏极电极7D以及源极总线SL也可以由相同导电膜(源极用导电膜)形成。栅极用导电膜和源极用导电膜例如包括金属膜。此外,有时将使用栅极用导电膜形成的层称为“栅极金属层”,将使用源极用导电膜形成的层称为“源极金属层”。

[0083] 半导体层5配置为与栅极电极3隔着栅极绝缘层4重叠。如图5所示,在半导体层5上形成有源极接触层6S和漏极接触层6D。源极接触层6S和漏极接触层6D以对置的形式分别配置在半导体层5中的形成沟道的区域(沟道区域)的两侧。在本实施方式的情况下,半导体层5包括本征非晶硅(i-a-Si)层,源极接触层6S和漏极接触层6D包括 n^+ 型非晶硅(n^+ -a-Si)层。此外,在其它实施方式中,也可以由多晶硅层、氧化物半导体层等构成半导体层5。

[0084] 源极电极7S设置为与源极接触层6S接触,经由源极接触层6S连接到半导体层5。漏极电极7D设置为与漏极接触层6D接触,经由漏极接触层6D连接到半导体层5。

[0085] 第1绝缘层11具备到达TFT10的漏极电极7D的接触孔CH1。

[0086] 贴片电极15设置在第1绝缘层11上和接触孔CH1内,在接触孔CH1内与漏极电极7D接触。贴片电极15主要由金属层构成。此外,贴片电极15也可以是仅由金属层形成的金属电极。贴片电极15的材料也可以与源极电极7S和漏极电极7D相同。贴片电极15中的金属层的厚度(贴片电极15是金属电极的情况下为贴片电极15的厚度)也可以与源极电极7S和漏极电极7D的厚度相同,但优选比它们的厚度大。当贴片电极15的厚度大时,电磁波的透射率被抑制为较低,贴片电极的片电阻降低,贴片电极内的自由电子的振动转化为热的损耗降低。

[0087] 另外,也可以使用与栅极总线GL相同的导电膜来设置CS总线CL。也可以是,CS总线CL配置为隔着栅极绝缘层4与漏极电极7D(或漏极电极7D的延长部分)重叠,构成将栅极绝缘层4作为电介质层的辅助电容CS。

[0088] 在本实施方式中,在与源极金属层不同的层内形成有贴片电极15。因此,是能够对源极金属层的厚度与贴片电极15的厚度相互独立地进行控制的构成。

[0089] 贴片电极15也可以包含Cu层或Al层作为主层。扫描天线的性能与贴片电极15的电阻具有相关性,主层的厚度设定为能得到期望的电阻。优选贴片电极15是不阻碍电子的振动的程度的低电阻。贴片电极15中的金属层的厚度在由Al层形成的情况下例如设定为0.5 μ m以上。

[0090] 取向膜OM1例如包括聚酰亚胺系树脂。取向膜OM1的详细情况后述。

[0091] TFT基板101例如是通过以下所示的方法制造的。首先,准备电介质基板1。作为电介质基板1,例如能够使用玻璃基板、具有耐热性的塑料基板等。在这种电介质基板1上形成包含栅极电极3和栅极总线GL的栅极金属层。

[0092] 栅极电极3能与栅极总线GL一体地形成。在此,在电介质基板1上通过溅射法等形成栅极用导电膜(厚度:例如50nm以上500nm以下)。接着,通过对栅极用导电膜进行图案化,从而形成栅极电极3和栅极总线GL。栅极用导电膜的材料没有特别限定,例如能够适当使用包含铝(Al)、钨(W)、钼(Mo)、钽(Ta)、铬(Cr)、钛(Ti)、铜(Cu)等金属或其合金、或是其金属氮化物的膜。在此,作为栅极用导电膜,形成按顺序层叠有MoN(厚度:例如50nm)、Al(厚度:例如200nm)以及MoN(厚度:例如50nm)的层叠膜。

[0093] 接着,以覆盖栅极金属层的方式形成栅极绝缘层4。栅极绝缘层4能通过CVD法等形式形成。作为栅极绝缘层4,能够适当使用氧化硅(SiO_2)层、氮化硅(SiN_x)层、氧氮化硅(SiO_xN_y ; $x > y$)层、氮氧化硅(SiN_xO_y ; $x > y$)层等。栅极绝缘层4也可以具有层叠结构。在此,作为栅极绝缘层4,形成 SiN_x 层(厚度:例如410nm)。

[0094] 接着,在栅极绝缘层4上形成半导体层5和接触层。在此,按顺序形成本征非晶硅膜(厚度:例如125nm)和 n^+ 型非晶硅膜(厚度:例如65nm)并进行图案化,从而得到岛状的半导

体层5和接触层。此外,用于半导体层5的半导体膜不限于非晶硅膜。例如,也可以形成氧化物半导体层作为半导体层5。在这种情况下,也可以不在半导体层5与源极/漏极电极之间设置接触层。

[0095] 接着,通过在栅极绝缘层4上和接触层上形成源极用导电膜(厚度:例如50nm以上500nm以下)并对其进行图案化,从而形成包含源极电极7S、漏极电极7D以及源极总线SL的源极金属层。此时,接触层也被蚀刻,形成相互分离的源极接触层6S和漏极接触层6D。

[0096] 源极用导电膜的材料没有特别限定,例如能够适当使用包含铝(Al)、钨(W)、钼(Mo)、钽(Ta)、铬(Cr)、钛(Ti)、铜(Cu)等金属或其合金、或是其金属氮化物的膜。在此,作为源极用导电膜,形成按顺序层叠有MoN(厚度:例如30nm)、Al(厚度:例如200nm)以及MoN(厚度:例如50nm)的层叠膜。

[0097] 在此,例如用溅射法形成源极用导电膜,通过湿式蚀刻来进行源极用导电膜的图案化(源极/漏极分离)。之后,例如通过干式蚀刻来除去接触层中的位于成为半导体层5的沟道区域的区域上的部分而形成间隙部,分离为源极接触层6S和漏极接触层6D。此时,在间隙部中,半导体层5的表面附近也被蚀刻(过蚀刻)。

[0098] 接下来,以覆盖TFT10的方式形成第1绝缘层11。在该例中,第1绝缘层11配置为与半导体层5的沟道区域接触。另外,通过公知的光刻技术,在第1绝缘层11形成到达漏极电极7D的接触孔CH1。

[0099] 第1绝缘层11例如可以是氧化硅(SiO_2)膜、氮化硅(SiN_x)膜、氧氮化硅(SiO_xN_y ; $x > y$)膜、氮氧化硅(SiN_xO_y ; $x > y$)膜等无机绝缘层。在此,作为第1绝缘层11,例如通过CVD法形成厚度例如为330nm的 SiN_x 层。

[0100] 接着,在第1绝缘层11上和接触孔CH1内形成贴片用导电膜,并对其进行图案化。从而,在发送接收区域R1形成贴片电极15。此外,在非发送接收区域R2形成包括与贴片电极15相同的导电膜(贴片用导电膜)的贴片连接部。贴片电极15在接触孔CH1内与漏极电极7D接触。

[0101] 作为贴片用导电膜的材料,能使用与栅极用导电膜或源极用导电膜同样的材料。但是,优选贴片用导电膜设定为比栅极用导电膜和源极用导电膜厚。贴片用导电膜的优选厚度例如是 $1\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下。如果比这薄,则有可能会产生电磁波的透射率变为30%的程度、片电阻变为 $0.03\Omega/\text{sq}$ 以上、损耗变大的问题,如果比这厚,则有可能会产生缝隙57的图案化性恶化的问题。

[0102] 在此,作为贴片用导电膜,形成按顺序层叠有MoN(厚度:例如50nm)、Al(厚度:例如1000nm)以及MoN(厚度:例如50nm)的层叠膜(MoN/Al/MoN)。

[0103] 接着,在贴片电极15和第1绝缘层11上形成第2绝缘层17(厚度:例如100nm以上300nm以下)。作为第2绝缘层17,没有特别限定,例如能够适当使用氧化硅(SiO_2)膜、氮化硅(SiN_x)膜、氧氮化硅(SiO_xN_y ; $x > y$)膜、氮氧化硅(SiN_xO_y ; $x > y$)膜等。在此,作为第2绝缘层17,例如形成厚度为200nm的 SiN_x 层。

[0104] 之后,例如通过使用氟系气体的干式蚀刻,对无机绝缘膜(第2绝缘层17、第1绝缘层11以及栅极绝缘层4)一并进行蚀刻。在蚀刻中,贴片电极15、源极总线SL以及栅极总线GL作为蚀刻阻挡物发挥功能。从而,在第2绝缘层17、第1绝缘层11以及栅极绝缘层4形成到达栅极总线GL的第2接触孔,在第2绝缘层17和第1绝缘层11形成到达源极总线SL的第3接触

孔。另外,在第2绝缘层17形成到达上述的贴片连接部的第4接触孔。

[0105] 接下来,在第2绝缘层17上,例如通过溅射法在第2接触孔、第3接触孔、第4接触孔内形成导电膜(厚度:50nm以上200nm以下)。作为导电膜,例如能够使用ITO(氧化铟锡)膜、IZO膜、ZnO膜(氧化锌膜)等透明导电膜。在此,作为导电膜,使用厚度例如为100nm的ITO膜。

[0106] 接着,通过对上述透明导电膜进行图案化,从而形成栅极端子用上部连接部、源极端子用上部连接部以及传输端子用上部连接部。栅极端子用上部连接部、源极端子用上部连接部以及传输端子用上部连接部用于保护在各端子部露出的电极或配线。这样一来,得到栅极端子部GT、源极端子部ST以及传输端子部PT。

[0107] 接着,以覆盖第2绝缘膜17等的形式,使用后述的取向剂形成涂膜,然后,通过加热涂膜来进行溶剂的除去等,从而形成取向膜OM1。这样一来,能够制造出TFT基板101。此外,在本说明书中,有时将形成取向膜OM1之前的状态的基板称为“预TFT基板”。

[0108] 此外,如后所述,取向膜OM1不被实施摩擦处理或光取向处理等取向处理。取向膜OM1的详细形成方法后述。

[0109] (缝隙基板201的结构)

[0110] 接着,更具体地说明缝隙基板201的结构。图6是示意性地表示出缝隙基板201的天线单位区域U的截面图。

[0111] 缝隙基板201主要具备:电介质基板(第2电介质基板)51;缝隙电极55,其形成在电介质基板51的一个板面(朝向液晶层侧的板面、朝向TFT基板101侧的板面)51a上;第3绝缘层58,其覆盖缝隙电极55;以及取向膜OM2,其覆盖第3绝缘层58。

[0112] 在缝隙基板201的发送接收区域R1中,在缝隙电极55形成有多个缝隙57(参照图3)。缝隙57是贯通缝隙电极55的开口(槽部)。在该例中,对每个天线单位区域U分配有1个缝隙57。

[0113] 缝隙电极55包含Cu层、Al层等主层55M。缝隙电极55也可以具有层叠结构,该层叠结构包含主层55M及以夹着它的方式配置的上层55U和下层55L。主层55M的厚度是根据材料并考虑到表皮效应而设定的,例如可以是 $2\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下。典型来说,主层55M的厚度设定为比上层55U和下层55L的厚度大。

[0114] 在该例中,主层55M包括Cu层,上层55U和下层55L包括Ti层。通过在主层55M与电介质基板51之间配置下层55L,从而能够提高缝隙电极55与电介质基板51的紧贴性。另外,通过设置上层55U,能够抑制主层55M(例如Cu层)的腐蚀。

[0115] 第3绝缘层58形成在缝隙电极55上和缝隙57内。作为第3绝缘层52的材料,没有特别限定,例如能适当使用氧化硅(SiO_2)膜、氮化硅(SiN_x)膜、氧氮化硅(SiO_xN_y ; $x>y$)膜、氮氧化硅(SiN_xO_y ; $x>y$)膜等。

[0116] 取向膜OM2与TFT基板101的取向膜OM1同样地包括聚酰亚胺系树脂。取向膜OM2的详细情况后述。

[0117] 此外,在缝隙基板201的非发送接收区域R2设置有端子部IT(参照图3)。端子部IT具备:缝隙电极55的一部分、将缝隙电极55的一部分覆盖的第3绝缘层58、以及上部连接部。第3绝缘层58具有到达缝隙电极55的一部分的开口(接触孔)。上部连接部在上述开口内与缝隙电极55的一部分接触。在本实施方式中,端子部IT包括ITO膜、IZO膜等导电层,配置在密封区域Rs内,通过含有导电性颗粒(例如Au珠等导电性珠)的密封树脂而与TFT基板101中

的传输端子部PT连接。

[0118] 缝隙基板201例如是通过以下所示的方法制造的。首先,准备电介质基板51。作为电介质基板51,能够使用玻璃基板、树脂基板等相对于电磁波的透射率高的(介电常数和介电损耗小的)基板。为了抑制电磁波的衰减,优选电介质基板51的厚度薄。例如可以是,在玻璃基板的表面上通过后述的工艺形成缝隙电极55等构成要素之后,从背面侧将玻璃基板薄板化。从而,能够将玻璃基板的厚度例如设定为500 μm 以下。此外,一般来说,与玻璃相比,树脂的介电常数和介电损耗小。在电介质基板51包括树脂基板的情况下,其厚度例如是3 μm 以上300 μm 以下。作为树脂基材的材料,使用聚酰亚胺等。

[0119] 通过在电介质基板51上形成金属膜,并对其进行图案化,从而得到具有多个缝隙57的缝隙电极55。作为金属膜,也可以使用厚度为2 μm 以上5 μm 以下的Cu膜(或Al膜)。在此,使用按顺序层叠有Ti膜、Cu膜以及Ti膜的层叠膜。

[0120] 接着,在缝隙电极55上和缝隙57内形成第3绝缘层58(厚度:例如100nm以上200nm以下)。此处的第3绝缘层52包括氧化硅(SiO_2)膜。

[0121] 然后,在非发送接收区域R2中,在第3绝缘层58形成到达缝隙电极55的一部分的开口(接触孔)。

[0122] 接着,通过在第3绝缘层58上以及第3绝缘层58的上述开口内形成透明导电膜并对其进行图案化,从而,形成在开口内与缝隙电极55的一部分接触的上部连接部,得到用于与TFT基板101的传输端子部PT连接的端子部IT。

[0123] 然后,以覆盖第3绝缘层58的方式使用后述的取向剂形成涂膜,接着,加热涂膜来进行溶剂的除去等,从而形成取向膜OM2。这样一来,能够制造出缝隙基板201。此外,在本说明书中,有时将形成取向膜OM2之前的状态的基板称为“预缝隙基板”。

[0124] 此外,如后所述,与上述取向膜OM1同样地,取向膜OM2不被实施摩擦处理或光取向处理等取向处理。取向膜OM2的详细形成方法后述。

[0125] (波导301的构成)

[0126] 波导301以反射导电板65隔着电介质基板51与缝隙电极55相对的形式构成。反射导电板65配设为与电介质基板51的背面(外侧的主面)以隔着空气层54的形式相对。反射导电板65构成波导301的壁,因此,优选具有表皮深度的3倍以上的厚度,更优选具有表皮深度的5倍以上的厚度。反射导电板65例如能够使用通过切削而制作的厚度为几mm的铝板、铜板等。

[0127] 例如,在扫描天线1000发射信号时,波导301引导由配置在排列成同心圆状的多个天线单位U的中心的供电引脚72供应的微波朝向外侧以放射状扩展。微波在波导301中移动时被各天线单元U的各缝隙57切断,从而,根据所谓缝隙天线的原理而产生电场,由于该电场的作用,在缝隙电极55中感应出电荷(也就是说,微波被转换为缝隙电极55内的自由电子的振动)。在各天线单位U中,通过液晶的取向控制而使液晶电容的静电电容值变化,从而,控制贴片电极15中诱发的自由电子的振动的相位。当在贴片电极15中感应出电荷时会产生电场(也就是说,缝隙电极55内的自由电子的振动转移为贴片电极15内的自由电子的振动),微波(电波)从各天线单位U的贴片电极15朝向TFT基板101的外侧振荡。通过将各天线单位U振荡的相位不同的微波(电波)相加,波束的方位角得到控制。

[0128] 此外,在其它实施方式中,也可以将波导设为分成上层和下层的双层结构。在这种

情况下,由供电引脚供应的微波首先在下层内以从中心朝向外侧按放射状扩展的方式进行移动,然后,在下层的外壁部分升至上层而在上层以从外侧向中心集中的方式移动。通过设为这种双层结构,易于使微波均匀地遍及各天线单元U。

[0129] 图7是示意性地表示出构成扫描天线1000的天线单位U的TFT基板101、液晶层LC以及缝隙基板201的截面图。如图7所示,在天线单位U中,TFT基板101的岛状的贴片电极15与缝隙基板201的缝隙电极55所具备的孔状(槽状)的缝隙57(缝隙电极单位57U)以隔着液晶层LC的形式相对。这种扫描天线1000具备液晶单元C,该液晶单元C具有液晶层LC、以及夹着该液晶层LC并且在各自的液晶层LC侧的表面包含取向膜OM1、OM2的一对TFT基板101和缝隙基板201。此外,在本说明书中,天线单位U包括如下构成:包含1个贴片电极15以及配置有与该贴片电极15对应的至少1个缝隙57的缝隙电极55(缝隙电极单位57U)。

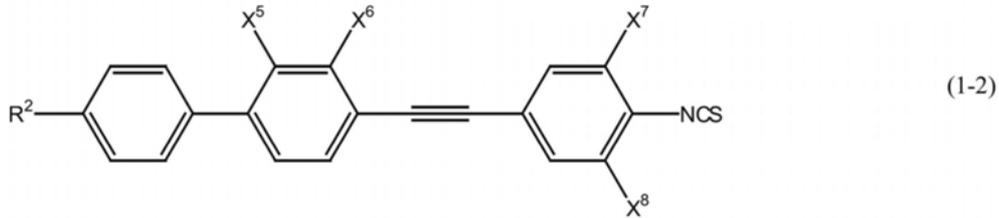
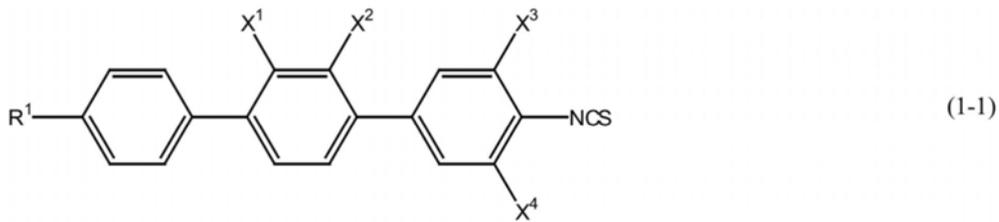
[0130] 图8是示意性地表示出液晶单元C的构成的截面图。在作为构成液晶单元C的一对基板的TFT基板101与缝隙基板201之间,以包围液晶层LC的周围的形式配置有密封材料S。密封材料S具备分别粘接到TFT基板101和缝隙基板201,将TFT基板101与缝隙基板201相互贴合的功能。此外,TFT基板101和缝隙基板201构成夹着液晶层LC并且相互面对的一对基板。

[0131] 密封材料S包括含有固化性树脂的密封材料组合物的固化物。密封材料组合物基本上使用无溶剂系的组合物。作为固化性树脂,使用具备通过光(例如紫外线、可见光等)而固化的光固化性和/或通过热而固化的热固性的树脂。密封材料S的种类可根据液晶材料的注入方法适当选择。例如,在通过滴下注入法(ODF法)将液晶材料注入到液晶单元C内的情况下,作为固化性树脂,根据易于将固化分成预固化和正式固化这2个阶段来控制等理由,使用具备光固化性(例如可见光固化性)和热固化性的固化性树脂。作为这种固化性树脂,例如可举出包括环氧系树脂与丙烯酸系树脂的混合物的树脂(商品名“UVAC1561”(大赛璐UCB公司制造))等。另外,在通过真空注入法将液晶材料注入到液晶单元C内的情况下,作为固化性树脂,使用光固化性树脂或热固化性树脂。

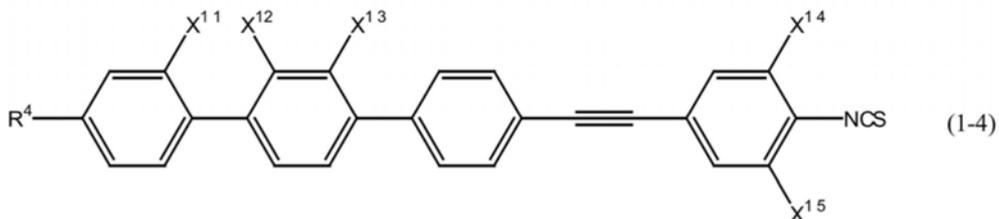
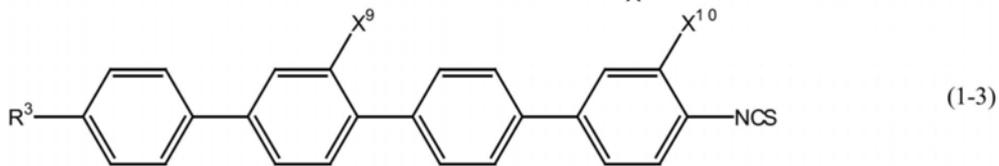
[0132] (液晶层LC(液晶化合物))

[0133] 作为构成液晶层LC的液晶材料(液晶化合物),使用具有大的介电常数各向异性($\Delta\epsilon$)的液晶化合物。例如,使用介电常数各向异性($\Delta\epsilon$)为10以上的液晶化合物。作为能用于扫描天线用的液晶单元C的、极性高的具体的液晶化合物,例如可举出在末端具有NCS基(异硫氰酸酯基)的由下述化学式(1-1)~化学式(1-4)所示的液晶化合物。

[0134] [化1]



[0135]



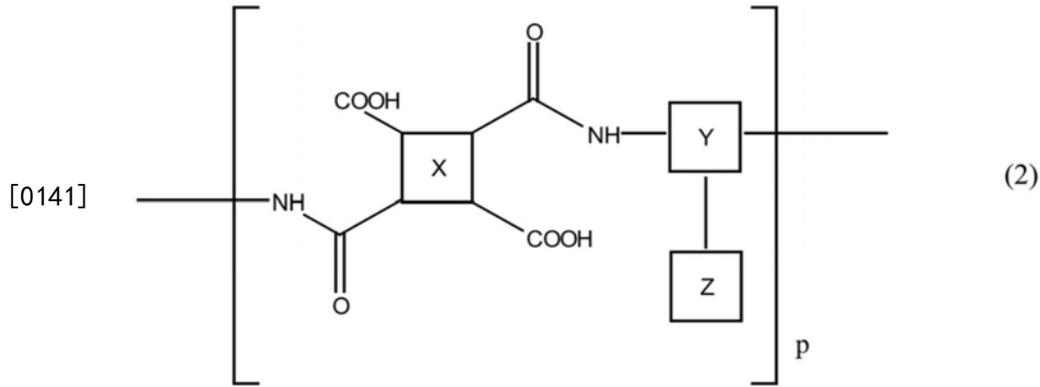
[0136] 在上述化学式(1-1)~化学式(1-4)中, R^1 、 R^2 、 R^3 以及 R^4 均是碳数为2~5的直链状的烷基(例如乙基(C_2H_5)、丙基(C_3H_7)、丁基(C_4H_9)、戊基(C_5H_{11}))。另外,在上述化学式(1-1)~化学式(1-4)中, X^1 、 X^2 、 X^3 、 X^4 、 X^5 、 X^6 、 X^7 、 X^8 、 X^9 、 X^{10} 、 X^{11} 、 X^{12} 、 X^{13} 、 X^{14} 以及 X^{15} 相互独立,它们是H(氢原子)、F(氟原子)、 CH_3 (甲基)以及Cl(氯基)中的任意一者。

[0137] 例如,通过将由上述化学式(1-1)~化学式(1-4)所示的液晶化合物适当组合,能够得到介电常数各向异性($\Delta\epsilon$)为10以上(1kHz、 $20^\circ C$)的液晶组合物。如上所述的极性高的液晶化合物例如适用于后述的扫描天线或液晶透镜。

[0138] (取向膜OM(OM1、OM2))

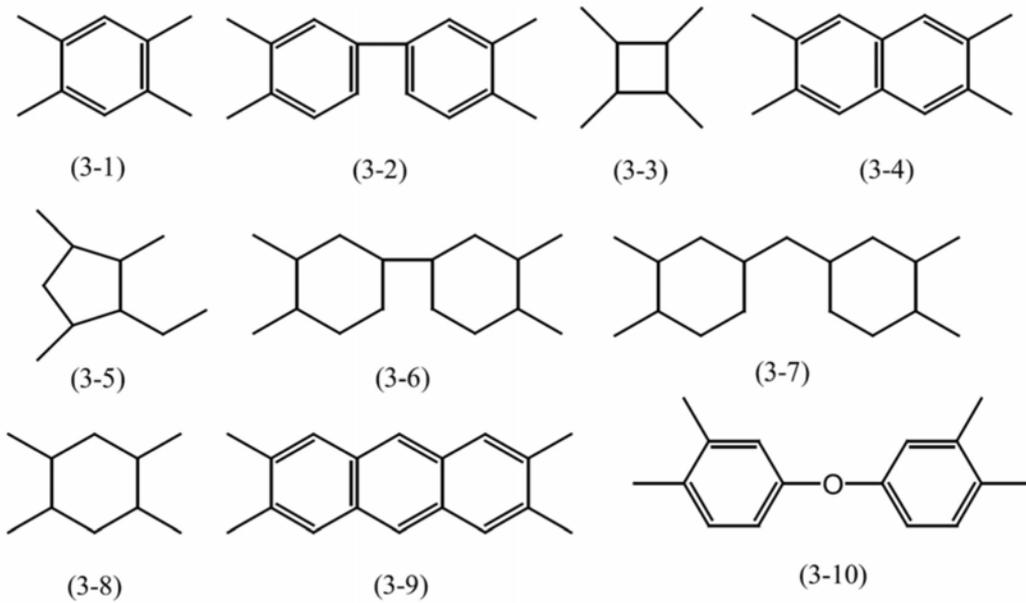
[0139] 作为本实施方式的TFT基板101和缝隙基板201所使用的取向膜OM1、OM2(有时将它们统一记为“取向膜OM”),例如可举出使由下述化学式(2)所示的聚酰胺酸适当地酰亚胺化而成的取向膜。此外,本实施方式的取向膜OM未被实施通过摩擦或光照射而进行的取向处理。

[0140] [化2]

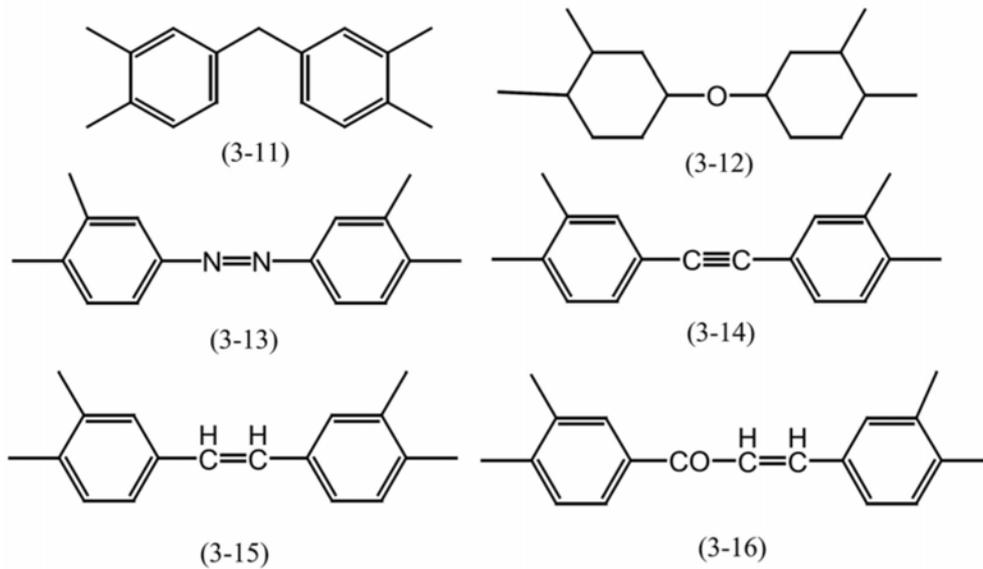


[0142] 在上述化学式 (2) 中, p 为任意的自然数。另外, 在化学式 (2) 中, X 具有由下述化学式 (3-1) ~ 化学式 (3-16) 所表示的结构。

[0143] [化3]

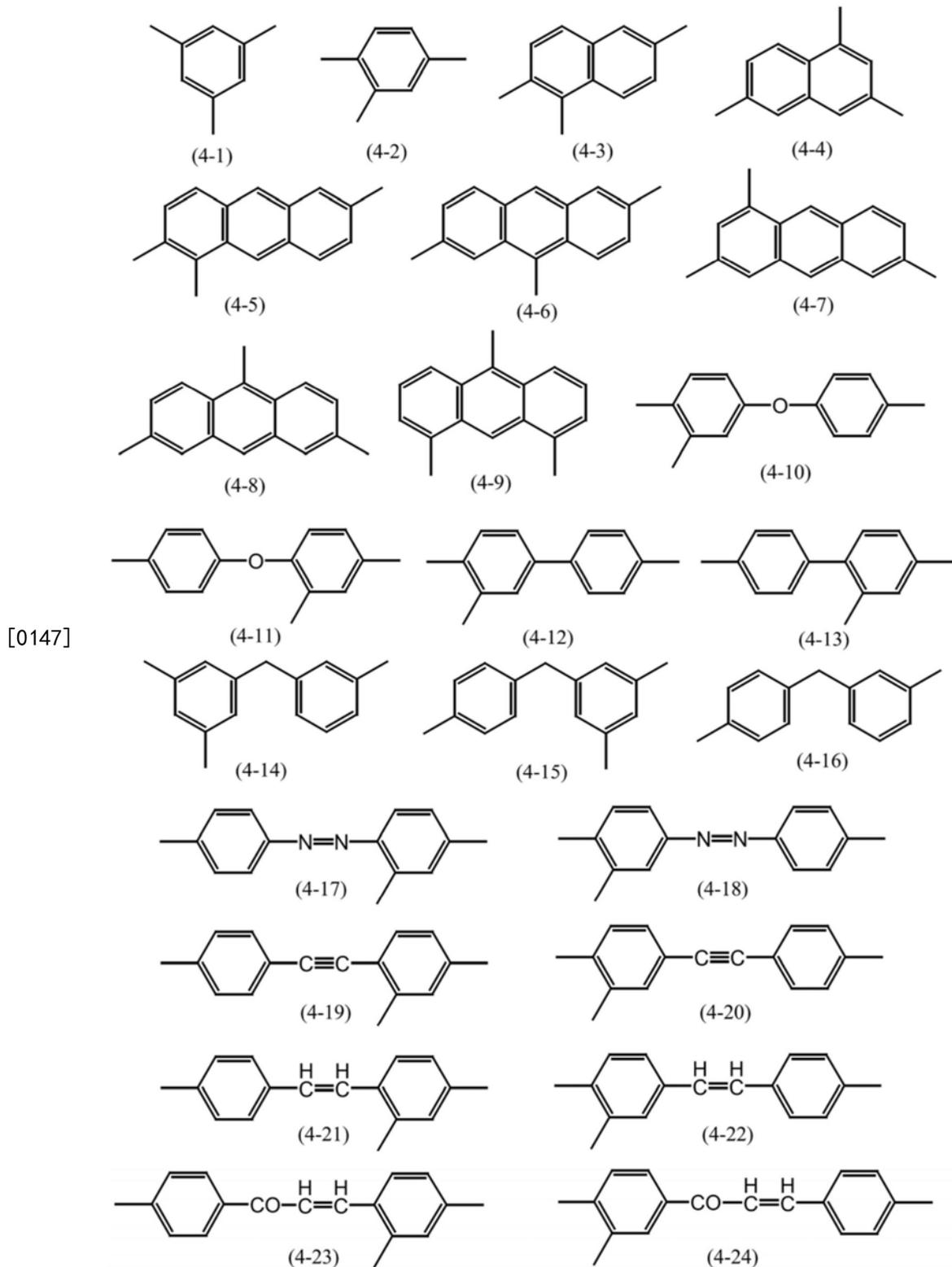


[0144]



[0145] 另外, 在化学式 (2) 中, Y 具有由下述化学式 (4-1) ~ 化学式 (4-24) 所表示的结构。

[0146] [化4]



[0148] 另外,在化学式(2)中,Z表示侧链。Z的结构没有特别限制,只要不损害本发明的目的即可。此外,也可以没有Z。在化学式(2)中,在没有Z的情况下,上述化学式(4-1)~化学式(4-24)的结合基可以是任意两处。

[0149] 上述化学式(2)所示的聚酰胺酸的酰亚胺化例如通过以高温(例如200~250℃)对聚酰胺酸进行加热处理而进行。另外,例如也可以使用将乙酸酐等用作脱水剂、将吡啶等用作催化剂的化学酰亚胺化法。

[0150] 构成取向膜OM的聚酰胺系树脂的酰亚胺化率没有特别限制,只要不损害本发明的目的即可,例如优选是40%以上95%以下。

[0151] 取向膜OM是取向方向相对于基板面大致水平的水平取向型的取向膜。此外,如后所述,液晶分子的预倾角被控制在 1° 以上 10° 以下的范围内。

[0152] 聚酰胺酸的聚合方法没有特别限制,能够使用公知的方法。另外,聚酰胺酸被适当溶解在有机溶剂中,调制成具备流动性的液状或溶胶状的组合物(取向剂)。

[0153] (取向膜的形成方法)

[0154] 在形成取向膜OM时,首先,使用涂布机在预TFT基板和预缝隙基板的面上涂敷含有由上述化学式(2)表示的聚酰胺酸的未固化状态的具备流动性的取向剂。涂布方法没有特别限制,例如使用旋涂机等。

[0155] 首先,对各基板上的包括涂敷物的涂膜以有机溶剂的除去等为目的进行预烧制(例如以 80°C 进行2分钟的加热处理),接着,以聚酰胺酸的酰亚胺化等为目的进行正式烧制(例如以 210°C 进行10分钟的加热处理)。当对上述涂膜实施了这种加热处理时,会得到取向膜OM。预烧制以及正式烧制中的加热时间以及加热温度可分别根据目的而适当设定。

[0156] 取向膜OM的厚度没有特别限制,只要不损害本发明的目的即可,但例如优选是 $10\text{nm}\sim 300\text{nm}$ 。

[0157] 另外,作为构成取向膜OM的材料,也可以使用上述化学式(2)所示的聚酰胺酸以外的聚酰胺酸或丙烯酸系聚合物等其它材料,只要不损害本发明的目的即可。

[0158] (取向膜OM的取向特性)

[0159] 本实施方式的取向膜OM未被实施通过摩擦或光照射而进行的取向处理。在未对两基板101、201之间施加电压的状态下,这种取向膜OM会以使液晶分子从基板面向极角方向立起规定角度(例如 $1\sim 10^{\circ}$)并且在所有方位角方向上取向的方式起作用。

[0160] 图9是示出受到取向膜OM的作用而以规定的极角 θ 进行取向的液晶分子的取向矢量 n 的说明图。此外,图9所示的取向矢量 n 是构成液晶层LC的任意的液晶分子的取向矢量。另外,在图9中,正交坐标轴的X轴和Y轴配置在取向膜OM的面内(基板面),Z轴配置在取向膜OM的竖直上方。

[0161] 取向矢量 n 的极角 θ 是取向矢量 n 与x-y平面所成的角,是指液晶分子的预倾角。另外,取向矢量 n 的方位角 Φ 是射影到x-y面内的取向矢量 n 与x轴所成的角。

[0162] 液晶分子受到取向膜OM的作用而变为以从取向膜OM稍微立起的方式按规定的极角 θ 倾斜的状态。

[0163] 液晶分子的极角 θ (预倾角)主要由液晶分子与取向膜OM之间的相互作用决定的。在本实施方式的情况下,液晶分子的极角 θ (预倾角)设定为 1° 以上 10° 以下的范围。能通过适当地设定液晶分子的结构、取向膜的结构、取向膜的厚度等来调节这种液晶分子的极角 θ 。

[0164] 另外,液晶分子在所有方位角方向上没有束缚。因此,液晶分子的方位角 Φ 处于可以取任何值(角度)的状态,只要其在 0° 至 360° ($0^{\circ}\leq\Phi<360^{\circ}$)的范围内即可。因此,液晶分子整体上会以在极角 θ 的方向上存在规定的预倾角的状态在所有方位角方向上取向。

[0165] 理想的是,液晶分子整体在方位角方向上的取向分布均匀地存在于 0° 至 360° 的范围($0^{\circ}\leq\Phi<360^{\circ}$)。此外,由于基板表面的台阶或电极形状等的影响,一部分液晶分子有时

会意外地在规定的方位角方向上取向,严格来说,液晶分子整体在方位角方向上的取向分布有时在 0° 至 360° 的范围($0^{\circ} \leq \Phi < 360^{\circ}$)可能不是均匀的。但是,如果取向膜OM未被实施取向处理(摩擦处理、光取向处理等),则取向膜OM通常会对液晶分子整体以使其在所有方位角方向上无遗漏地进行取向的方式起作用。

[0166] 这样,本实施方式的取向膜OM具备使在液晶分子以规定的预倾角在所有方位角方向上取向的液晶取向力,与通过摩擦或光照射等取向处理而得到的现有的单轴取向有很大的不同。另外,取向膜OM的液晶取向力与仅具有由光取向实现的特定取向方位的现有的多畴取向也有很大的不同。

[0167] 图10是示出受到取向膜OM的作用的液晶分子1c4、1c5、1c6的取向状态的说明图。图10的各液晶分子1c4、1c5、1c6受到来自取向膜OM的作用而以存在规定的预倾角的状态在相互不同的方位角的方向上进行取向。在图10中,为了便于说明,示出了液晶分子1c4与液晶分子1c5在方位角相互相差 180° 的方向上进行取向。由于液晶分子1c4、1c5、1c6在所有方位角方向上没有束缚,因此,液晶分子1c4与液晶分子1c5之间的液晶分子1c6由于液晶取向的连续性的要求而能取为能量简并的状态。因此,在本实施方式中,会抑制产生预倾角为 0° 的液晶分子(上述第3液晶分子),液晶分子整体的平均预倾角上升,电容调制的响应速度变快。

[0168] (液晶分子的取向分布)

[0169] 在本说明书中,若在天线单位U的 $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ 的范围(正方形的范围)内,液晶分子的取向度A在1~10的范围内,则能够视为液晶单元C中的液晶分子在方位角方向上的取向分布均匀地存在于 0° 至 360° 的范围($0^{\circ} \leq \Phi < 360^{\circ}$)。取向度A用式子“ $A=A1/A2$ ”定义。

[0170] 上述式子中的A1是在带光电倍增管的偏光显微镜的透射模式或反射模式下得到的光强度的最小值(在原理上,为液晶的取向矢量的存在概率最高的方位角处的光强度的值),A2是将得到A1的方位角加上 45° 后的方位角处的光强度的值。

[0171] 在用偏光显微镜测定取向度A时,优选透明部分为透射模式,并且在正交尼克尔的条件下进行测定,优选反射电极部分在反射模式下进行测定。在无法用透射模式或反射模式进行测定的情况下(例如有遮光电极而不发生反射的情况下),以天线单位U以外的未被遮光的部分进行测定来代替。

[0172] 取向度A优选是在1~3的范围内,最优选为1。在取向度A为1的情况下,液晶分子全方位地取向并且随机取向,因此,可以说是最优选的。取向度A为1的状态的液晶材料被称为纹影组织(schlieren texture)。此外,作为参考,一般的液晶显示用的液晶单元中的取向度为500以上。

[0173] (液晶分子与电场矢量的关系)

[0174] 图11是示意性地表示出在对TFT基板101与缝隙基板201之间施加了电压时的电场矢量E的方向的说明图。TFT基板101的贴片电极15与缝隙基板201的缝隙电极51为了构成天线单位U而被图案化为规定形状。当对具备这种电极的TFT基板101与缝隙电极201之间施加电压(交流电压)时,会在两基板101、201之间产生相对于基板面的角度 θ_1 不到 90° 的倾斜电场。在图11中示意性地示出了倾斜电场的矢量(电场矢量)E的方向。也就是说,贴片电极15和/或缝隙电极51被图案化为使得倾斜电场施加到TFT基板101与缝隙基板201之间。这样,当对两基板101、201间施加倾斜电场时,会得到与对液晶分子(正型的液晶分子)给予规定

的预倾角同等的效果。此外,在负型的液晶分子的情况下,液晶分子的配置可适当变更。要想使电场矢量相对于基板倾斜,能够通过电极的图案化、在电极上配置图案化电介质等来实现。

[0175] (扫描天线的制造方法)

[0176] 首先,说明扫描天线的液晶单元C的制造方法。此外,作为向液晶单元C的TFT基板101与缝隙基板201之间注入液晶层LC(液晶材料)的方法,例如可举出滴下注入法(ODF法)、真空注入法。在此,说明使用真空注入法的液晶单元C的制造方法。

[0177] 使用密封版等将真空注入法用的密封材料组合物赋予到预先准备的TFT基板101和缝隙基板201中的任意一方基板(在此设为TFT基板101)上。密封材料组合物例如包括含有热固化型的环氧树脂等的组合物。

[0178] 接着,将上述基板上的密封材料组合物进行加热而使其预固化。然后,以夹着预固化后的密封材料组合物的形式将上述基板(TFT基板101)与另一方基板(缝隙基板201)贴合。然后,将密封材料组合物进行加热而使其正式固化,形成将TFT基板101与缝隙基板201隔着密封材料相互贴合而成的空单元。

[0179] 接着,通过真空中注入法,在减压条件下,从在上述密封材料的一部分设置的注入口向空单元内注入液晶材料。然后,在常压下,赋予热固化性或光固化性的密封材料组合物以堵住上述注入口。然后,通过热或光(紫外线等)而将密封材料组合物固化,密封材料组合物成为密封部。这样,能够使用真空中注入法向液晶单元C内注入液晶材料。

[0180] 在向液晶单元C内注入液晶材料后,以规定的条件(温度、时间)对液晶材料进行加热处理。液晶材料的加热处理的温度可以是向列-各向同性相变温度(T_{ni})以上的温度,也可以是低于向列-各向同性相变温度(T_{ni})的温度。当像这样对液晶材料进行了加热处理时,会得到液晶单元C。

[0181] 在如上所述制造出液晶单元C后,将反射导电板65适当地以隔着电介质(空气层)54与缝隙基板201(第2电介质基板51)的相反面相对的方式组装于上述单元侧。经过这样的工序,制造出本实施方式的扫描天线。

[0182] (实施方式2)

[0183] 接着,参照图12来说明本发明的实施方式2的扫描天线1000A。图12是示意性地表示出实施方式2的扫描天线1000A的一部分的截面图。本实施方式的扫描天线1000A具备液晶单元CA,该液晶单元CA具有:TFT基板101A、缝隙基板201A、以及配置在它们之间的液晶层LC。TFT基板101A和缝隙基板201A均不具备如实施方式1那样的取向膜,而是具备亲水面P1、P2。此外,扫描天线1000A的基本构成(除亲水面P1、P2以外的构成)与实施方式1相同,省略说明。在图12中,对于与实施方式1相同的构成,标注了与实施方式1相同的附图标记。此外,将形成亲水面P1之前的状态的TFT基板101A称为预TFT基板,将形成亲水面P2之前的状态的缝隙基板201A称为预缝隙基板。预TFT基板是从实施方式1的TFT基板101中除去取向膜OM1的基板,预缝隙基板是从实施方式1的缝隙基板201中除去取向膜OM2的基板。

[0184] (亲水面P1、P2的形成方法)

[0185] 亲水面P1、P2包括使碱性的水溶液(碱稀释溶液)与预TFT基板和预缝隙基板的各表面(液晶层LC侧)接触而使得预TFT基板和缝隙基板的表面分别被亲水化而成的构成。作为所使用的碱物质,例如可举出氢氧化钠。碱稀释溶液中的碱浓度没有特别限制,只要不损

害本发明的目的即可,例如设定为0.1~10质量%。作为具体的碱稀释溶液,例如可举出氢氧化钠水溶液(NaOH的浓度:0.1~10质量%)。

[0186] 使用公知的赋予方法将碱稀释水溶液赋予到预TFT基板的表面、预缝隙基板的表面。也可以在将碱稀释水溶液赋予到预TFT基板以及预缝隙基板之后,根据需要而用水(纯水)清洗预TFT基板的表面、预缝隙基板的表面。

[0187] 当在预TFT基板的表面形成了亲水面P1时,会得到TFT基板101A,当在预缝隙基板的表面形成了亲水面P2时,会得到缝隙基板201A。使用缝隙基板101A和TFT基板201A,利用基本上与实施方式1同样的方法,能够制造出液晶单元CA。

[0188] 此外,在本实施方式的液晶单元CA的制造工序中,也是在向液晶单元CA内注入液晶材料后,以规定的条件(温度、时间)对液晶材料进行加热处理。此时的加热处理的温度可以是向列—各向同性相变温度(T_{ni})以上的温度,也可以是低于向列—各向同性相变温度(T_{ni})的温度。

[0189] 当液晶单元CA的TFT基板101A和缝隙基板201A像这样分别具备亲水面P1、P2时,形成于亲水面P1、P2的亲水基会作用于液晶分子所具有的亲水基以及疏水基,受到该作用的液晶分子与实施方式1同样地,在未对两基板101A、201A间施加电压的状态下,会既具备规定的预倾角(例如 $1^{\circ}\sim 10^{\circ}$),又在所有方位角方向上无遗漏地进行取向。

[0190] 另外,与上述实施方式1同样地,若在天线单位U的 $100\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ 的范围(正方形的范围)内,液晶分子的取向度A在1~10的范围内,则能够视为液晶单元CA中的液晶分子在方位角方向上的取向分布均匀地存在于 0° 至 360° 的范围($0^{\circ}\leq \Phi < 360^{\circ}$)。取向度A的测定方法、优选范围等与实施方式1同样。

[0191] 此外,从使液晶分子易于在所有方位角方向上无遗漏地进行取向(易于将取向度A调节为1~10)等的观点来看,优选液晶材料的加热处理温度是低于向列—各向同性相变温度(T_{ni})的温度。

[0192] 在本实施方式的这种液晶单元CA中,也会抑制产生预倾角为 0° 的液晶分子(上述第3液晶分子),液晶分子整体的平均预倾角上升,电容调制的响应速度变快。

[0193] 另外,在如上所述制造出液晶单元CA后,与实施方式1同样地,将反射导电板65适当地以隔着电介质(空气层)54与缝隙基板201A(第2电介质基板51)的相反面相对的方式组装于上述单元侧。经过这样的工序,制造出本实施方式的扫描天线。

[0194] (实施方式3)

[0195] 接着,参照图13来说明本发明的实施方式3的扫描天线B。图13是示意性地表示出实施方式3的扫描天线1000B的一部分的截面图。本实施方式的扫描天线1000B具备液晶单元CB,该液晶单元CB具有:TFT基板101B、缝隙基板201B、以及配置在它们之间的液晶层LCB。构成本实施方式的液晶层LCB的液晶材料包括在制造过程中以低于向列—各向同性相变温度(T_{ni})的温度进行加热处理而成的材料。这种液晶材料在液晶单元CB的制造过程中表现出与注入到液晶单元CB(空单元)内时产生的液晶材料的流动相对应的取向(流动取向)。另外,TFT基板101B的取向膜OM11及缝隙基板201B的取向膜OM12基本上由与上述实施方式1相同的材料构成。此外,在本实施方式的情况下,也可以与实施方式1不同,对各取向膜OM11、OM12实施摩擦处理或光取向处理等取向处理。其它扫描天线1000A的基本构成与实施方式1相同,省略说明。在图13中,对于与实施方式1相同的构成,标注了与实施方式1相同的附图

标记。

[0196] 本实施方式的TFT基板101B和缝隙基板201B除了对取向膜OM11、12实施了取向处理以外,是与上述实施方式1的TFT基板101和缝隙基板201相同的构成。此外,在本实施方式中,不是必须要对取向膜OM11、12实施取向处理,也可以与实施方式1同样地不实施取向处理。作为向这种TFT基板101B与缝隙基板201B之间注入液晶层LCB(液晶材料)的方法,与上述实施方式1同样地,例如可举出滴下注入法(ODF法)、真空注入法。在此,说明使用了真空注入法的液晶单元CB的制造方法。

[0197] 与实施方式1同样地,使用密封版等将真空注入法用的密封材料组合物赋予到预先准备的TFT基板101B和缝隙基板201B中的任意一方基板(在此设为TFT基板101B)上。

[0198] 接着,将上述基板上的密封材料组合物进行加热而使其预固化。然后,以夹着预固化后的密封材料组合物的形式将上述基板(TFT基板101B)与另一方基板(缝隙基板201B)贴合。然后,将密封材料组合物进行加热而使其正式固化,形成将TFT基板101B与缝隙基板201B隔着密封材料相互贴合而成的空单元。

[0199] 图14是示意性地表示出通过真空注入法向空单元300内注入液晶材料(液晶层)LCB的样子的说明图。如图14所示,通过真空中注入法,在减压条件下,从在密封材料S的一部分设置的注入口s1向空单元300内注入液晶材料。此外,为了便于说明,在图14中,省略了空单元300的缝隙基板201B。

[0200] 然后,在常压下,赋予热固化性或光固化性的密封材料组合物以堵住注入口s1。然后,通过热或光(紫外线等)而将密封材料组合物固化,密封材料组合物成为密封部。这样,能够使用真空中注入法向液晶单元C内注入液晶材料。

[0201] 然而,如上所述注入到空单元300内的液晶材料以在TFT基板101B的取向膜OM11与缝隙基板201B的取向膜OM12之间按面状扩展的方式流动,并以最终将它们之间无间隙地填充的方式流动。当液晶材料像这样流动时,在最终得到的液晶单元CB中,液晶分子的流动取向会与上述实施方式1同样,在未对两基板101B、201B之间施加电压的状态下,既具备规定的预倾角(例如 $1^{\circ}\sim 10^{\circ}$),又在所有方位角方向上无遗漏地进行取向。

[0202] 在如上所述向液晶单元CB内注入液晶材料后,在本实施方式中,需要以低于向列一各向同性相变温度(T_{ni})的温度对液晶材料进行加热处理。当以向列一各向同性相变温度(T_{ni})以上的温度对液晶材料进行了加热处理时,液晶材料(液晶分子)的流动取向被消除,受到来自被进行了取向处理后的取向膜OM11、OM12的作用的液晶分子会沿着规定的方位角方向进行取向。

[0203] 此外,在本实施方式中,也是与上述实施方式1同样,若在天线单位U的 $100\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ 的范围(正方形的范围)内,液晶分子的取向度A在1~10的范围内,则能够视为液晶单元CB中的液晶分子在方位角方向上的取向分布均匀地存在于 0° 至 360° 的范围($0^{\circ}\leq\Phi<360^{\circ}$)。取向度A的测定方法、优选范围等与实施方式1同样。

[0204] 在本实施方式的这种液晶单元CB中,也会抑制产生预倾角为 0° 的液晶分子(上述第3液晶分子),液晶分子整体的平均预倾角上升,电容调制的响应速度变快。

[0205] 另外,在如上所述制造出液晶单元CB后,与实施方式1同样地,将反射导电板65适当地隔着电介质(空气层)54与缝隙基板201B(第2电介质基板51)的相反面相对的方式组装于上述单元侧。经过这样的工序,制造出本实施方式的扫描天线。

[0206] 在本实施方式中,是通过真空注入法使液晶材料进行了流动取向,但在其它实施方式中,也可以通过滴下注入法(ODF法)使液晶材料进行流动取向。但是,在考虑到密封固化光对液晶分子的损伤以及与之相伴的电压保持率下降的情况下,优选真空注入法。

[0207] (其它实施方式)

[0208] 除了上述实施方式以外,还能够通过在液晶材料(液晶分子)的相关长度(correlation length)以下对液晶单元的取向膜进行光取向处理,从而与实施方式1同样地,使液晶分子以规定的预倾角(例如 $1^{\circ}\sim 10^{\circ}$)在所有方位角方向上无遗漏地进行取向。在这种液晶单元中,也会抑制产生预倾角为 0° 的液晶分子(上述第3液晶分子),液晶分子整体的平均预倾角上升,电容调制的响应速度变快。

[0209] 实施例

[0210] 以下,基于实施例更详细地说明本发明。此外,本发明完全不限于这些实施例。

[0211] (实施例1)

[0212] (扫描天线用的液晶单元的制作)

[0213] 分别准备基本构成与上述的扫描天线1000的液晶单元C所具备的TFT基板101相同的TFT基板、以及基本构成同样地与液晶单元C所具备的缝隙基板201相同的缝隙基板。TFT基板的取向膜和缝隙基板的取向膜均是使用聚酰亚胺系取向剂形成的。

[0214] 聚酰亚胺系取向剂包括将聚酰胺酸(参照上述化学式(2))与有机溶剂混合而成的液状的组合物。

[0215] 当在TFT基板和缝隙基板上分别形成取向膜时,首先,使用旋涂机将上述取向剂涂敷到各基板上,在各基板上分别形成包括上述取向剂的涂膜。接着,以 70°C 对各基板上的涂膜加热5分钟,接下来再以 200°C 加热10分钟,进行涂膜中的溶剂的除去、聚酰胺酸的酰亚胺化等。这样一来,在TFT基板和缝隙基板的各表面分别形成了包括上述取向剂的取向膜。此外,对各基板上的取向膜未实施现有的取向处理(摩擦处理、光取向处理)。

[0216] 此外,在形成了取向膜的TFT基板和缝隙基板,分别形成有用于在后述的评价试验中测定这些基板间的电压保持率(VHR)的测定电极。测定电极包括透明导电膜(ITO),分别形成在各基板的液晶层侧的表面(取向膜的下侧)。测定电极的俯视时的面积为 1cm^2 ,以彼此相对的方式设置于各基板。

[0217] 使用密封剂分配器将热固化型密封材料(商品名“HC-1413FP”、三井化学株式会社制造)在TFT基板的表面(液晶层侧、取向膜侧)以框状进行描绘,然后,以夹着上述密封材料的方式使TFT基板与缝隙基板隔着上述密封材料贴合,并以 130°C 加热40分钟,从而制作出没有封入液晶材料的空单元。然后,利用真空注入法,使用在框状的热固化型密封材料的一部分设置的注入口向该空单元内封入液晶材料($\Delta\epsilon=20$ 、 1kHz 、 20°C 、 $T_{ni}=120^{\circ}\text{C}$)。此外,使用密封材料(商品名“TB3026E”、株式会社三键制造)来密封注入口。

[0218] 然后,通过将封入有液晶材料的单元以 110°C (低于液晶材料的 T_{ni} 的温度)加热20分钟来进行液晶分子的加热处理,得到液晶分子相对于基板面以规定的预倾角立起并且液晶分子在基板面内全方位地进行了取向的水平取向型的液晶单元。

[0219] 此外,两基板的电极被图案化,设计成使得两基板间被施加倾斜电场。

[0220] (评价:响应时间的测定)

[0221] 对于实施例1的液晶单元,使用测定电极,用以下所示的方法来测定电容调制的响

应时间。使用产品名“AG1200”（横河电机株式会社制造）作为任意波形发生器，使用产品名“TDS3034”（TEKTRONIX公司制造（株式会社TFF制））作为示波器，使用产品名“high speed power amplifier4055”（NF Electronics Instruments公司制造）作为电压增幅器，来测定实施例1的液晶单元的电电压响应波形。施加电压为10kHz、34Vpp、三角波。施加该三角波的期间的 $V=0$ 时的电流 I 由 $I=dV/dt \cdot C$ 这一式子导出（ dV/dt ：电极间的电位差的时间微分、 C ：电极间的电容）。根据由此求出的电容 C 的时间依赖性曲线图，测定按以下方式定义的电容调制的响应时间。响应时间被定义为施加电压达到16.67ms（毫秒）后的电容 C 的值的95%的时间。

[0222] 测定的结果是，实施例1的液晶单元的响应时间是1.5ms（毫秒），确认了响应速度比后述的比较例1的液晶单元快。此外，实施例1的液晶单元的取向度为1。

[0223] 在实施例1的液晶单元中，液晶分子在所有方位角方向上没有束缚，因此，由于液晶取向的连续性的要求，液晶分子能够以能量简并的状态存在（参照图10的液晶分子1c6）。因此可推测，在实施例1中，抑制了产生预倾角为 0° 的液晶分子（上述第3液晶分子），液晶分子整体的平均预倾角上升，电容调制的响应速度变快了。

[0224] （比较例1）

[0225] 与实施例1同样地，分别准备基本构成与上述液晶单元C所具备的TFT基板101相同的TFT基板、以及基本构成同样地与液晶单元C所具备的缝隙基板201相同的缝隙基板。TFT基板的取向膜和缝隙基板的取向膜均是使用聚酰亚胺系取向剂形成的。

[0226] 聚酰亚胺系取向剂包括将包含偶氮苯结构作为光反应性官能基的聚酰胺酸（参照上述化学式（2））与有机溶剂混合而成的液状的组合物。

[0227] 与实施例1同样地，使用旋涂机将上述取向剂涂敷到各基板上，在各基板上分别形成包括上述取向剂的涂膜。接着，以 70°C 对各基板上的涂膜加热5分钟，接下来再以 220°C 加热40分钟，进行涂膜中的溶剂的除去、聚酰胺酸的酰亚胺化等。然后，在将偏振紫外线（波长： 365nm ）设为 $5\text{J}/\text{cm}^2$ 的条件下，进行从垂直方向向各基板上的涂膜照射偏振紫外线的光取向处理。

[0228] 此外，在比较例1的TFT基板和缝隙基板上也形成有与实施例1同样的测定电极。

[0229] 与实施例1同样地，使用密封剂分配器将热固化型密封材料在TFT基板的表面（液晶层侧、取向膜侧）以框状进行描绘，然后，通过以夹着上述密封材料的方式使TFT基板与缝隙基板隔着上述密封材料贴合，并以 130°C 加热40分钟，从而制作出没有封入液晶材料的空单元。然后，与实施例1同样地，利用真空注入法，使用在框状的热固化型密封材料的一部分设置的注入入口向该空单元内封入与实施例1同样的液晶材料（ $\Delta\epsilon=20$ 、 1kHz 、 20°C 、 $T_{\text{ni}}=120^\circ\text{C}$ ）。此外，使用与实施例1同样的密封材料来密封注入入口。

[0230] 然后，通过将封入有液晶材料的单元以 130°C （高于液晶材料的 T_{ni} 的温度）加热20分钟来进行液晶分子的加热处理，得到沿着规定的方位角方向进行了单轴取向的水平取向型的液晶单元。

[0231] （评价：响应时间的测定）

[0232] 针对比较例1的液晶单元，通过与实施例1同样的方法测定了电容调制的响应时间。其结果是，比较例1的液晶单元的响应时间是1.9ms（毫秒）。此外，比较例1的液晶单元的取向度是1000。

[0233] 在比较例1的液晶单元中,液晶分子受到取向膜的作用而沿着规定的方位角方向进行取向,因此可推测,会产生预倾角为 0° 的液晶分子(参照图15的第3液晶分子1c3),液晶分子整体的预倾角比实施例1小。因此可推测,比较例1的液晶单元的响应速度慢。

[0234] (实施例2)

[0235] 分别准备基本构成与上述的扫描天线1000A的液晶单元CA所具备的不具备取向膜的TFT基板101A相同的TFT基板、以及基本构成同样地与液晶单元CA所具备的不具备取向膜的缝隙基板201A相同的缝隙基板。

[0236] 通过用氢氧化钠稀释水溶液(NaOH的浓度:2wt%)和纯水清洗各基板的表面(液晶层侧)而使其亲水化(形成有亲水面)。在各基板的表面没有形成包括聚酰亚胺系树脂等有机材料的取向膜。

[0237] 此外,在实施例2的TFT基板和缝隙基板也形成有与实施例1同样的测定电极。

[0238] 与实施例1同样地,使用密封剂分配器将热固化型密封材料在TFT基板的表面(液晶层侧)以框状进行描绘,然后,通过以夹着上述密封材料的方式使TFT基板与缝隙基板隔着上述密封材料贴合,并以 130°C 加热40分钟,从而制作出没有封入液晶材料的空单元。然后,与实施例1同样地,利用真空注入法,使用在框状的热固化型密封材料的一部分设置的注入口向该空单元内封入与实施例1同样的液晶材料($\Delta\varepsilon=20$ 、 1kHz 、 20°C 、 $T_{ni}=120^\circ\text{C}$)。此外,使用与实施例1同样的密封材料来密封注入口。

[0239] 然后,通过将封入有液晶材料的单元以 110°C (低于液晶材料的 T_{ni} 的温度)加热20分钟来进行液晶分子的加热处理,得到液晶分子相对于基板面以规定的预倾角立起并且液晶分子在基板面内在所有方位进行了取向的水平取向型的液晶单元。

[0240] (评价:响应时间的测定)

[0241] 针对实施例2的液晶单元,通过与实施例1同样的方法测定了电容调制的响应时间。其结果是,实施例2的液晶单元的响应时间是 1.5ms (毫秒)。从而,确认了实施例2与上述比较例1相比,响应时间短,响应速度快。此外,实施例2的液晶单元的取向度是1。

[0242] 即使如实施例2那样,在液晶单元未形成有取向膜,若是取而代之地在各基板的表面形成有被进行亲水化处理而成的亲水面,则也能够使液晶分子在基板面内在所有方位进行取向。

[0243] (实施例3)

[0244] 与实施例1同样地,分别准备基本构成与上述液晶单元C所具备的TFT基板101相同的TFT基板、以及基本构成同样地与液晶单元C所具备的缝隙基板201相同的缝隙基板。TFT基板的取向膜和缝隙基板的取向膜均是使用在比较例1中使用的包括包含偶氮苯结构作为光反应性官能基的聚酰胺酸的聚酰亚胺系取向剂形成的。

[0245] 与实施例1同样地,使用旋涂机将上述取向剂涂敷到各基板上,在各基板上分别形成包括上述取向剂的涂膜。接着,以 70°C 对各基板上的涂膜加热5分钟,接下来再以 220°C 加热40分钟,进行涂膜中的溶剂的除去、聚酰胺酸的酰亚胺化等。然后,在将偏振紫外线(波长: 365nm)设为 $1\text{J}/\text{cm}^2$ 的条件(弱于比较例1的条件)下,进行从垂直方向向各基板上的涂膜照射偏振紫外线的光取向处理。

[0246] 此外,在实施例3的TFT基板和缝隙基板上也形成有与实施例1同样的测定电极。

[0247] 与实施例1同样地,使用密封剂分配器将热固化型密封材料在TFT基板的表面(液

晶层侧、亲水面侧)以框状进行描绘,然后,通过以夹着上述密封材料的方式使TFT基板与缝隙基板隔着上述密封材料贴合,并以130℃加热40分钟,从而制作出没有封入液晶材料的空单元。然后,与实施例1同样地,利用真空注入法,使用在框状的热固化型密封材料的一部分设置的注入口向该空单元内封入与实施例1同样的液晶材料($\Delta \epsilon = 20$ 、1kHz、20℃、 $T_{ni} = 120^\circ\text{C}$)。此外,使用与实施例1同样的密封材料来密封注入口。

[0248] 然后,通过将封入有液晶材料的单元以110℃(低于液晶材料的 T_{ni} 的温度)加热20分钟来进行液晶分子的加热处理,得到液晶分子相对于基板面以规定的预倾角立起并且液晶分子在基板面内在所有方位进行了取向的水平取向型的液晶单元。

[0249] (评价:响应时间的测定)

[0250] 针对实施例3的液晶单元,通过与实施例1同样的方法测定了电容调制的响应时间。其结果是,实施例3的液晶单元的响应时间是1.6ms(毫秒)。从而,确认了实施例3与上述比较例1相比,响应时间短,响应速度快。此外,实施例3的液晶单元的取向度是10。

[0251] 即使如实施例3那样对取向膜进行了原本无需进行的取向处理,若是由于其处理条件弱或取向膜的厚度薄等理由而取向膜的取向限制力不充分的情况下,则只要不是以向列一各向同性相变温度(T_{ni})以上的温度来加热液晶材料,就也能维持液晶材料的流动取向。液晶材料的流动取向是在将液晶材料注入到空单元中时液晶材料流动性地扩展从而形成的、液晶材料(液晶分子)的取向状态。在像这样进行了流动取向的液晶材料中,成为各液晶分子相对于基板面以规定的预倾角立起、并且各液晶分子在基板面内在所有方位进行了取向的状态。

[0252] 此外,在实施例3中,是进行光取向处理作为取向处理,但即使是通过摩擦对取向膜进行了取向处理,只要取向膜的取向限制力弱,液晶材料能够维持流动取向,则也会成为各液晶分子相对于基板面以规定的预倾角立起、并且各液晶分子在基板面内在所有方位进行取向的状态。

[0253] 附图标记说明

[0254] 1…电介质基板(第1电介质基板),3…栅极电极,4…栅极绝缘层,5…半导体层,6D…漏极接触层,6S…源极接触层,7D…漏极电极,7S…源极电极,10…TFT,11…第1绝缘层,15…贴片电极,17…第2绝缘层,51…电介质基板(第2电介质基板),55…缝隙电极,55L…下层,55M…主层,55U…上层,57…缝隙,57U…缝隙电极单位,58…第3绝缘层,70…供电装置,72…供电引脚,101、101A…TFT基板,201、201A…缝隙基板,1000…扫描天线,U…天线单位(天线单位区域),CH1…接触孔,LC…液晶层,C、CA…液晶单元,GD…栅极驱动器,GL…栅极总线,GT…栅极端子部,SD…源极驱动器,SL…源极总线,ST…源极端子部,PT…传输端子部,R1…发送接收区域,R2…非发送接收区域,R_S…密封区域,S…密封材料,0M、0M1、0M2…取向膜,P1、P2…亲水面。

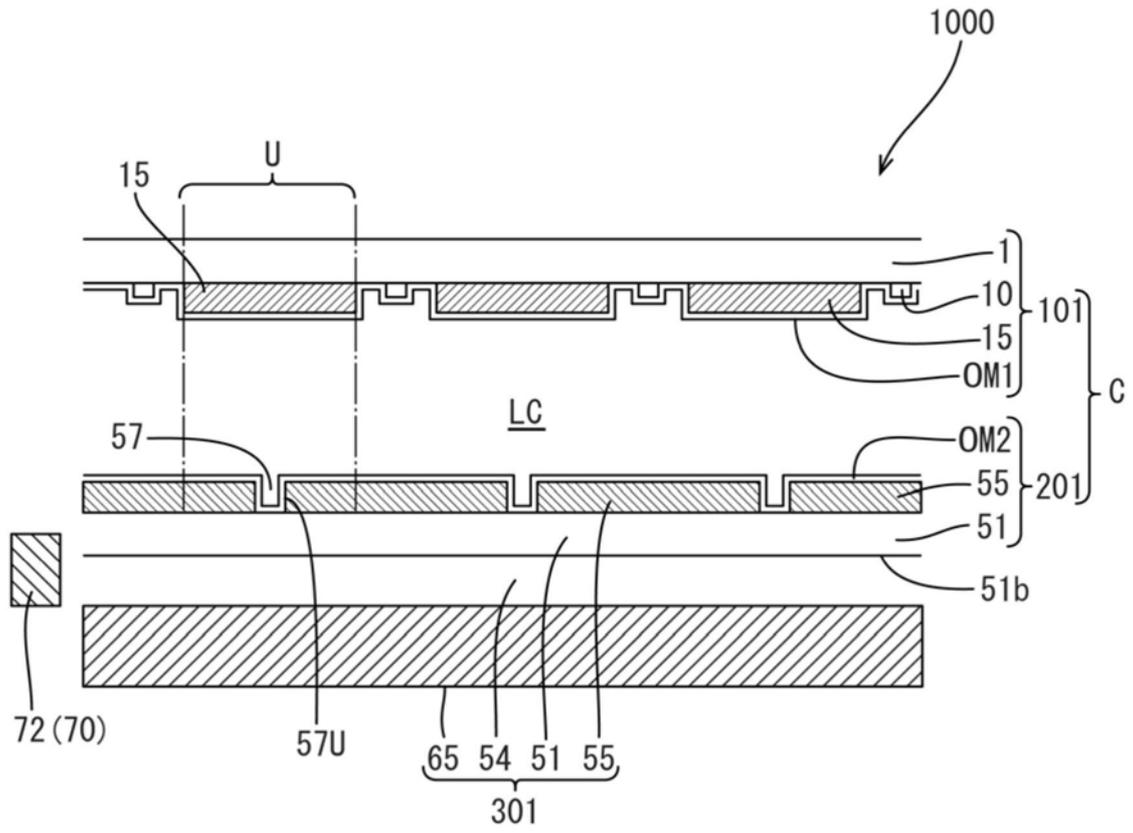


图1

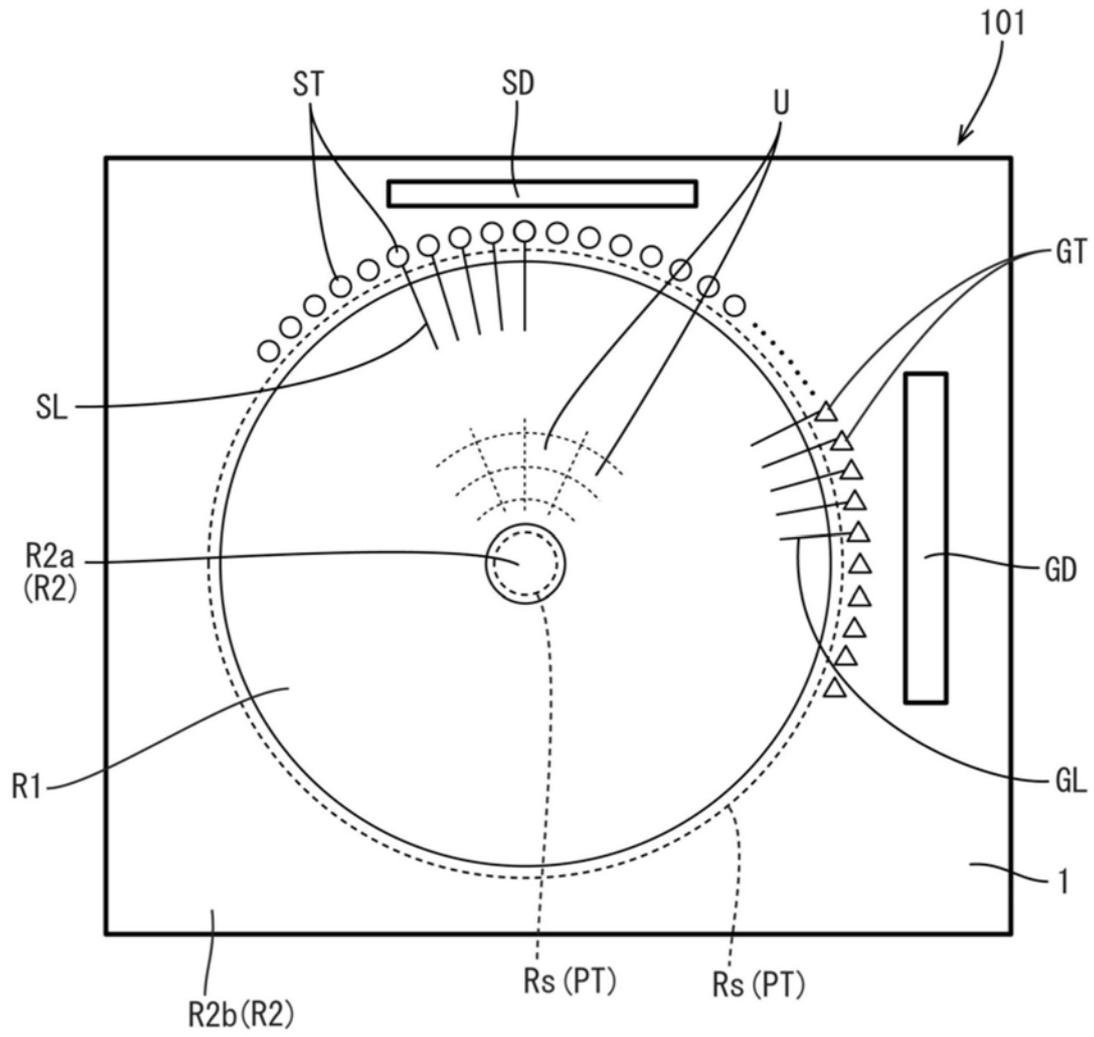


图2

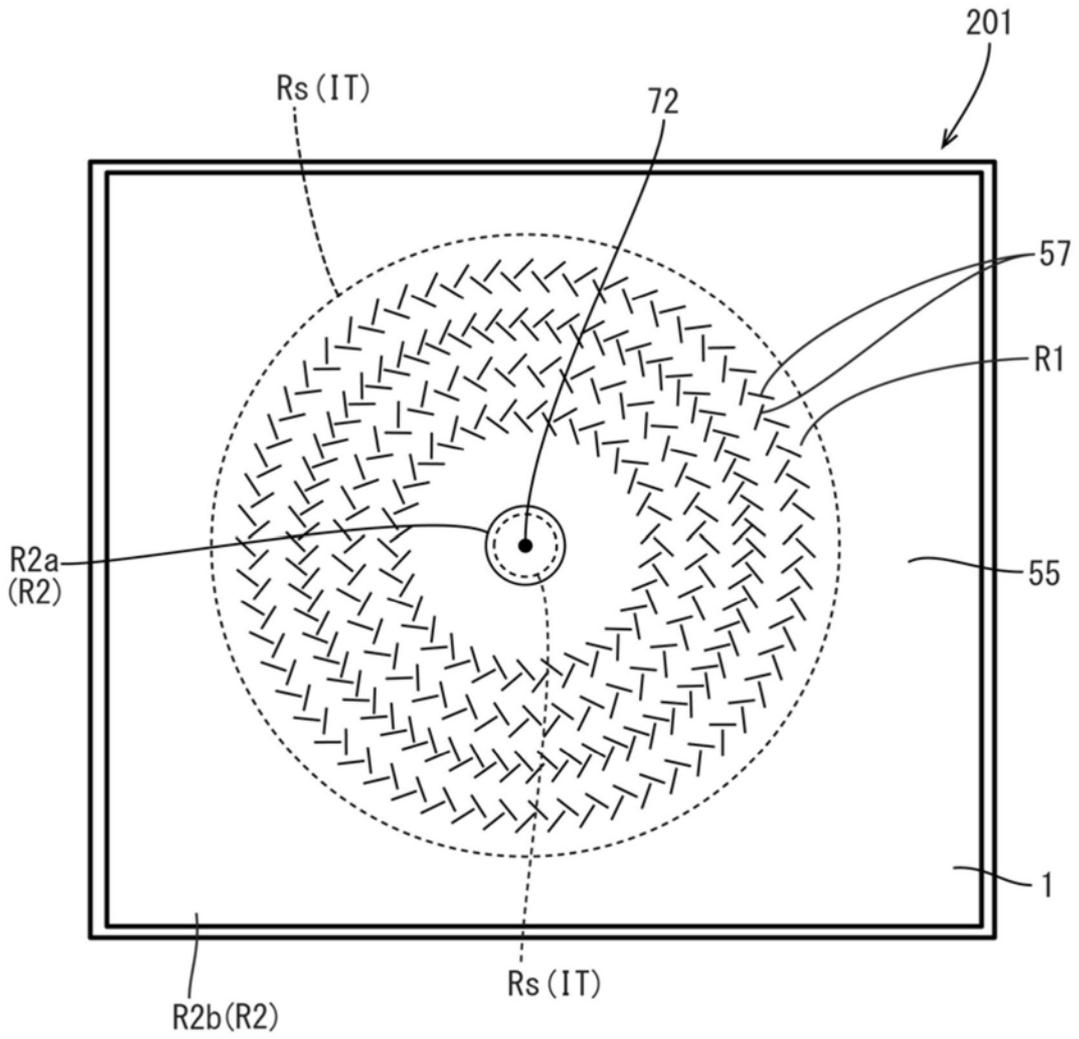


图3

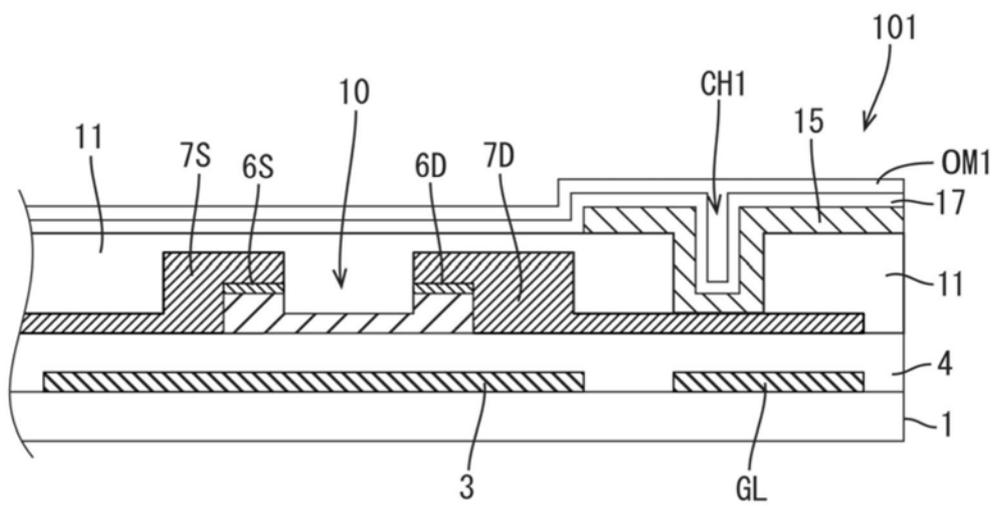


图4

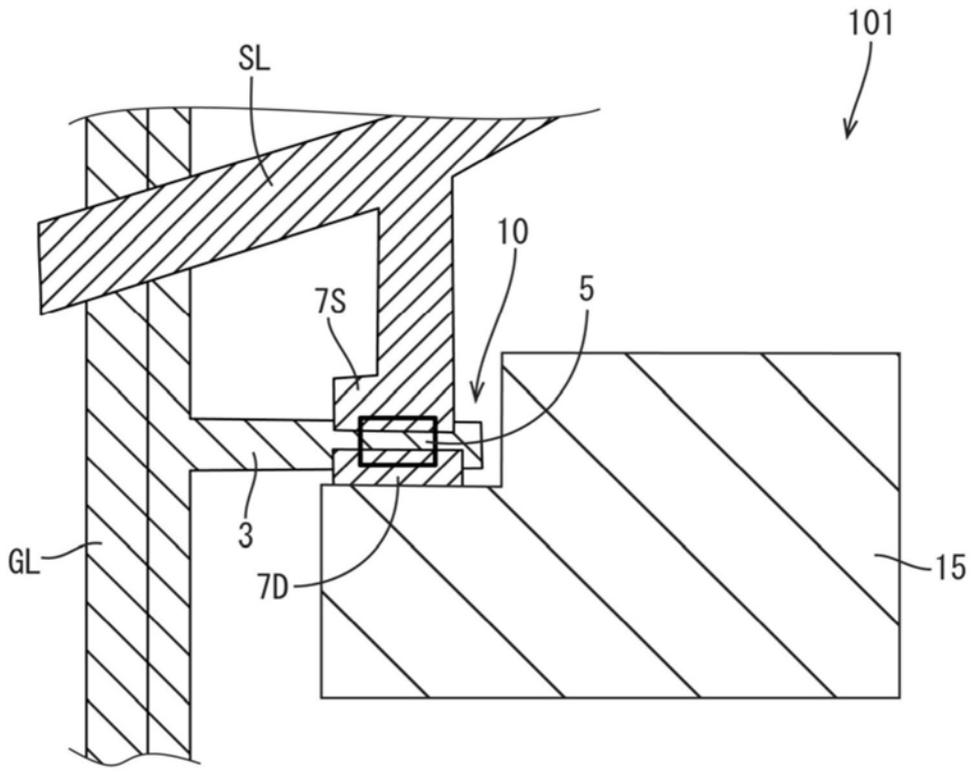


图5

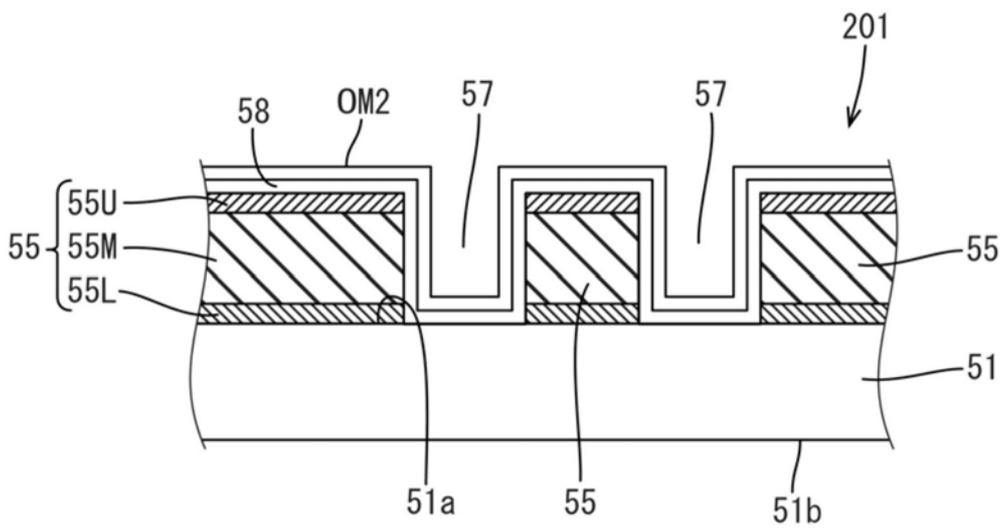


图6

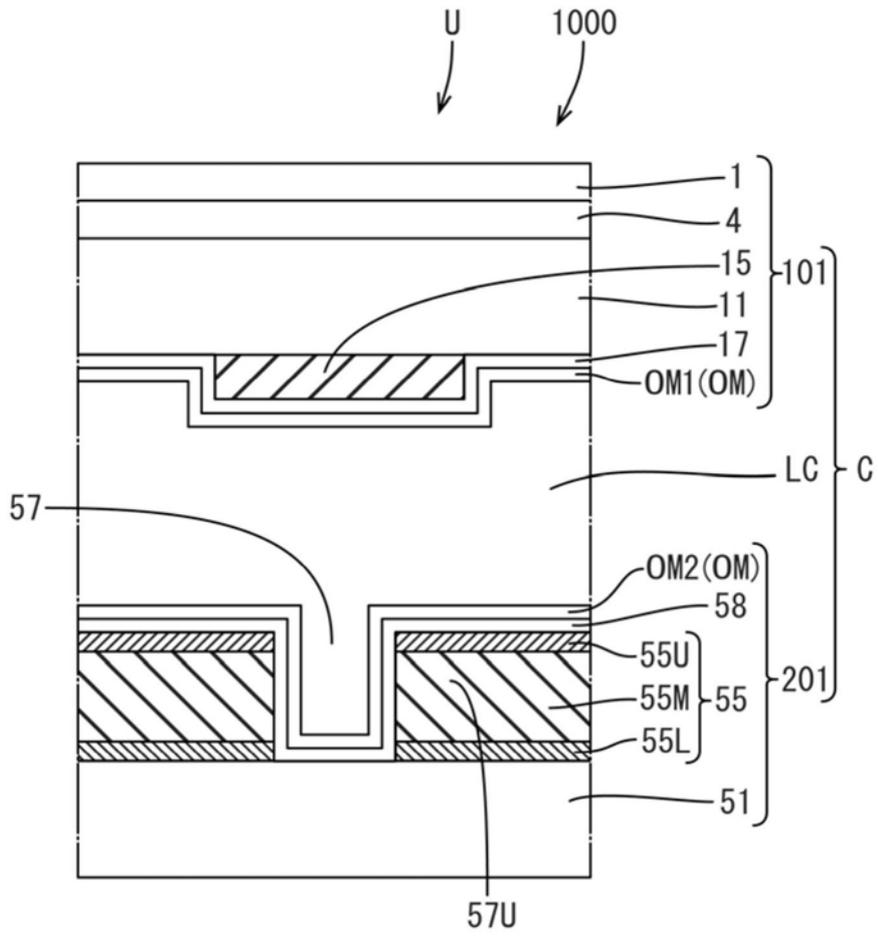


图7

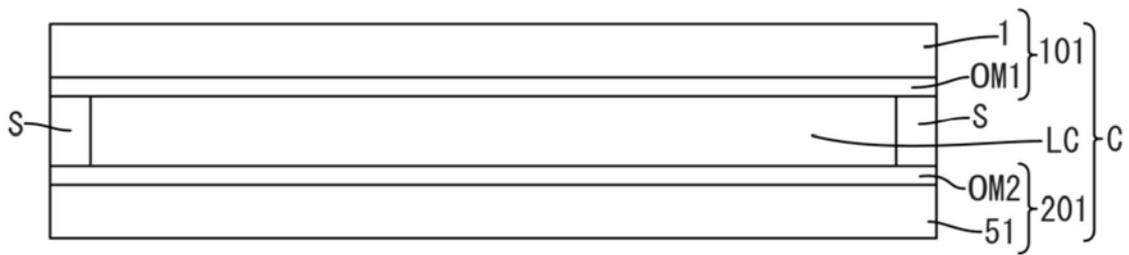


图8

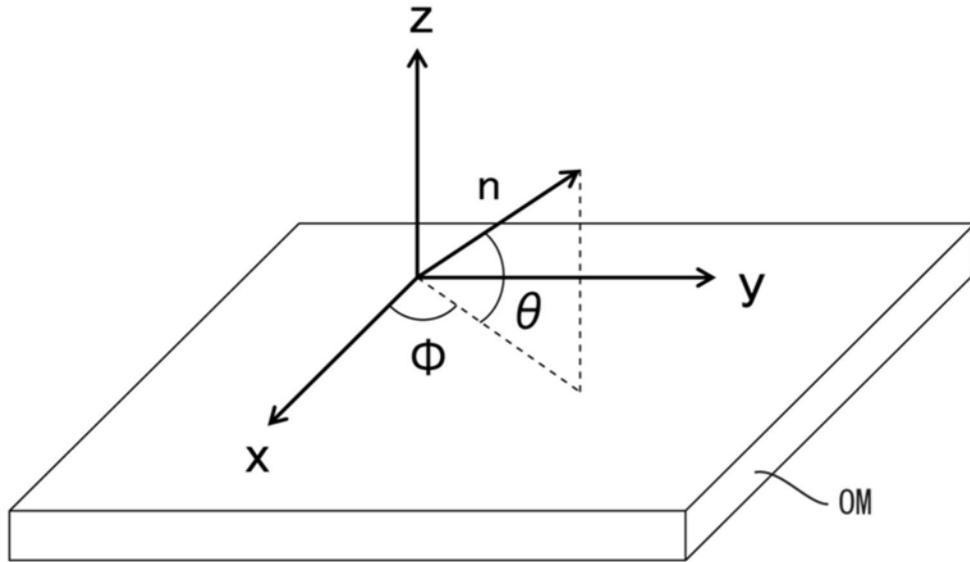


图9

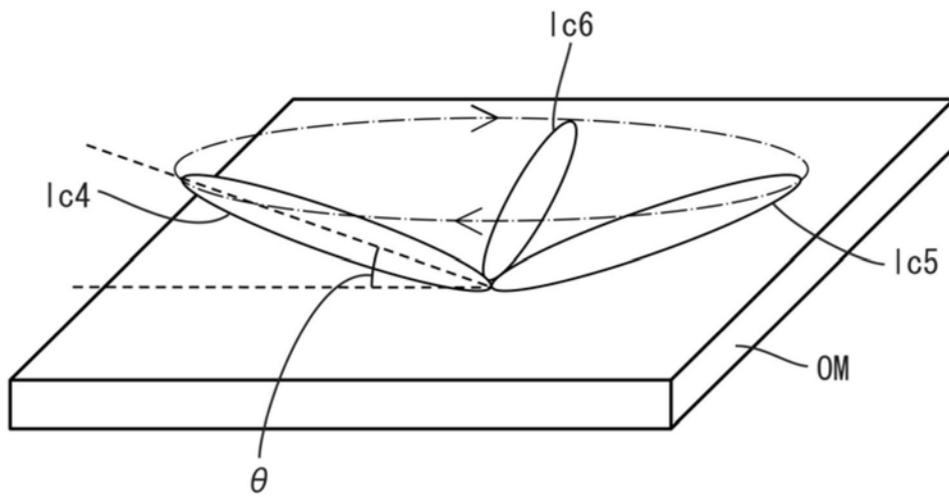


图10

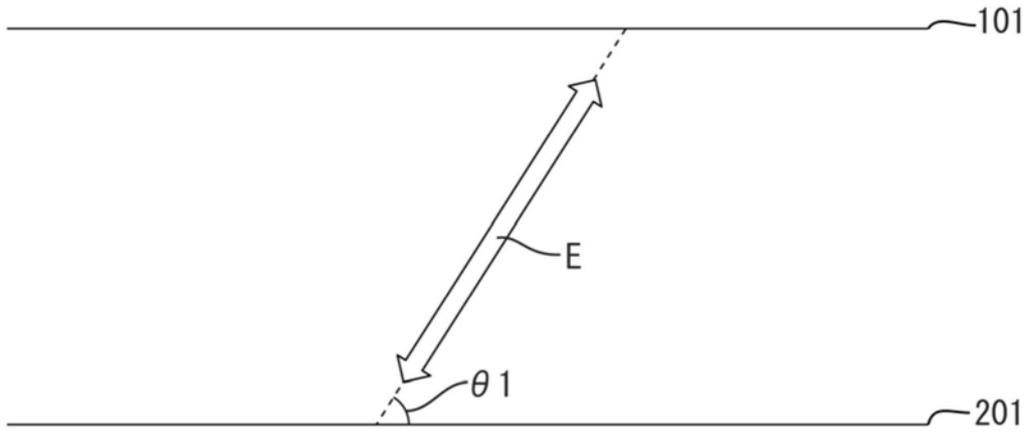


图11

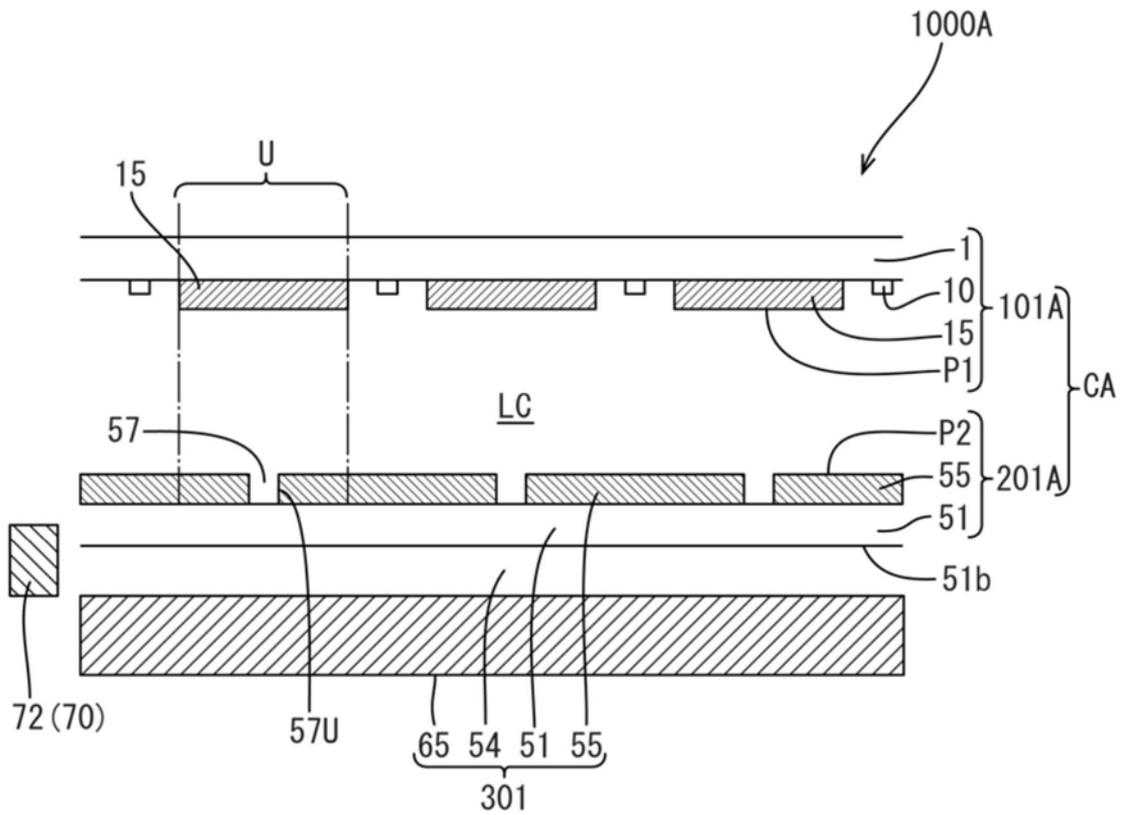


图12

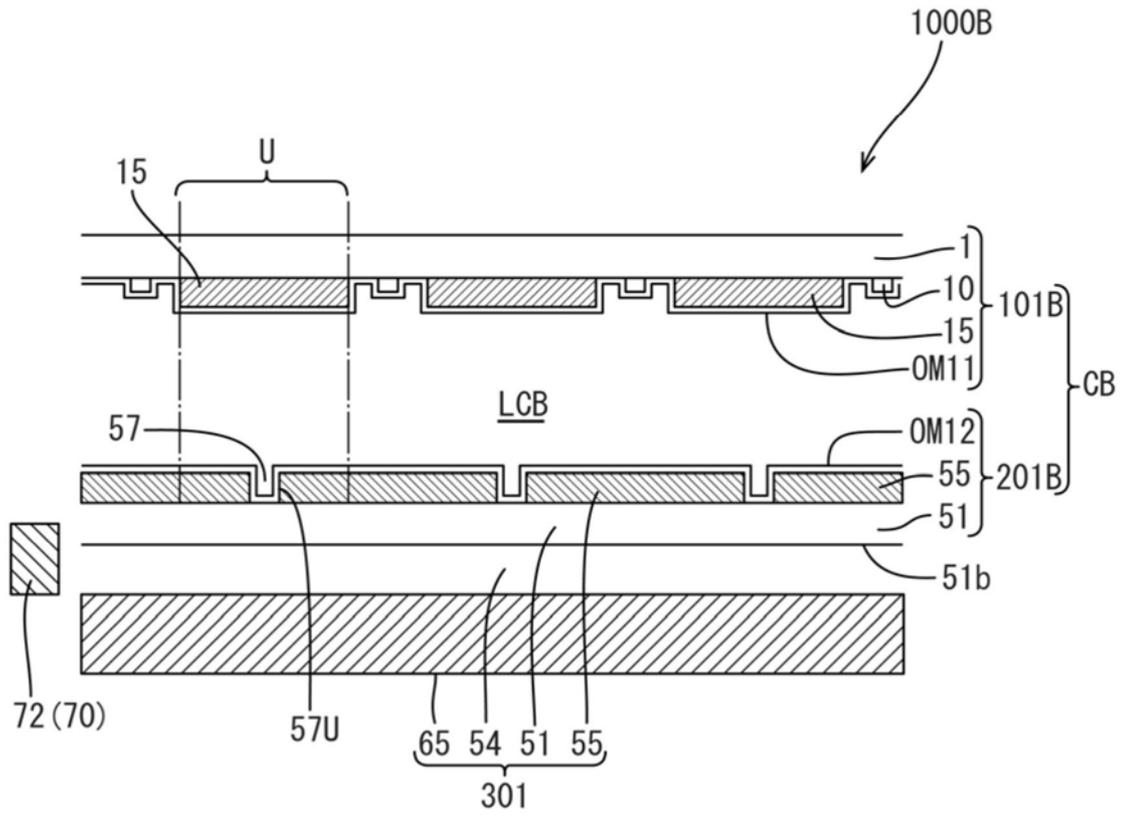


图13

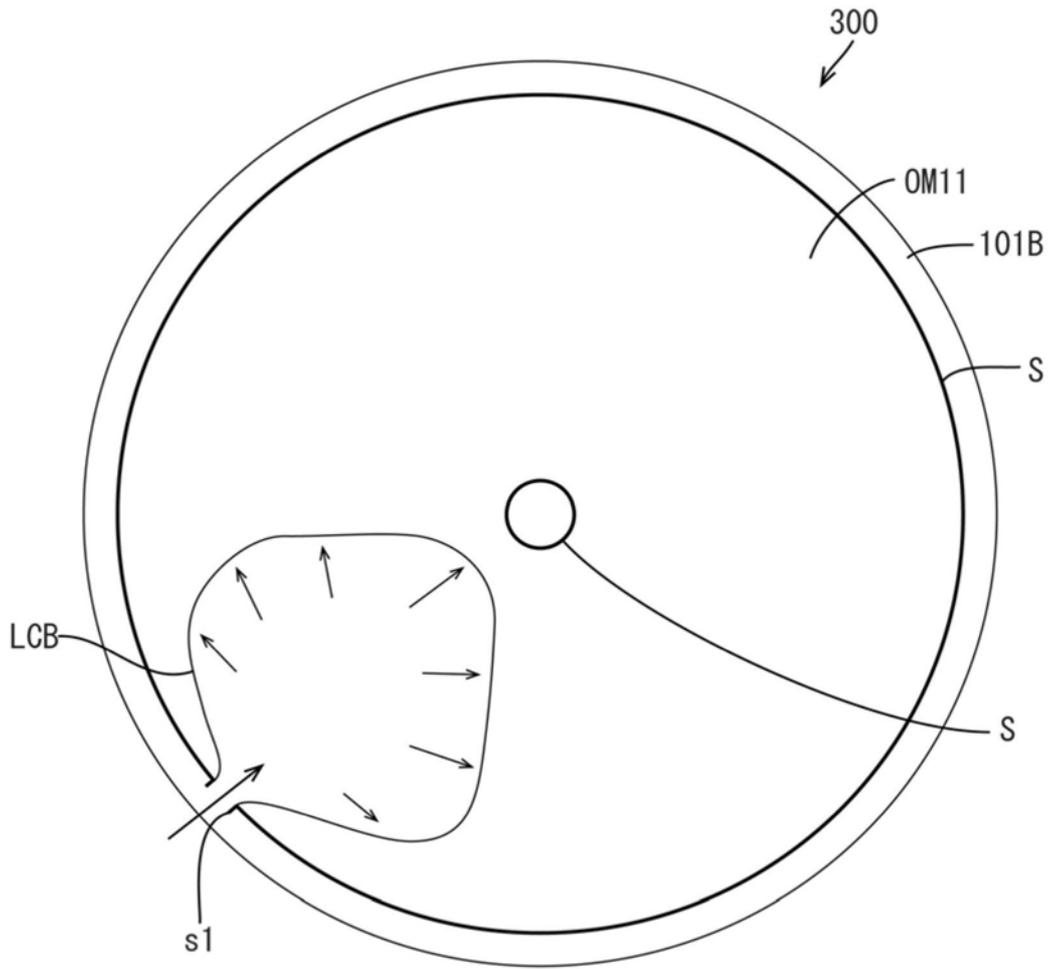


图14

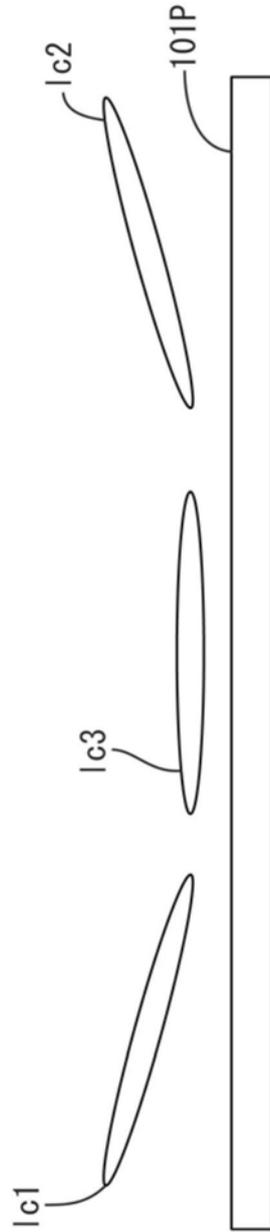


图15