

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/1343 (2006.01)

G02F 1/136 (2006.01)

G02F 1/133 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410095114.5

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1327281C

[22] 申请日 2004.9.13

[21] 申请号 200410095114.5

[30] 优先权

[32] 2003.9.11 [33] JP [31] 319402/03

[73] 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 桥本俊一

[56] 参考文献

CN1410807 2002.4.16

US5699136 1997.12.16

CN1346996 2002.5.1

审查员 焦丽宁

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 邸万奎 黄小临

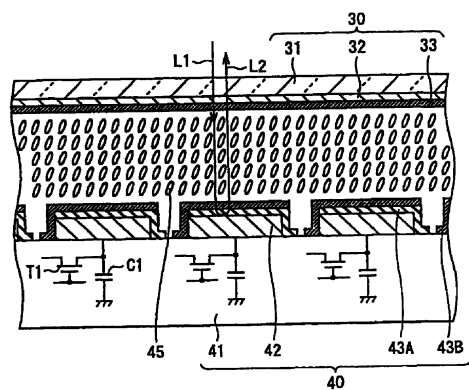
权利要求书 4 页 说明书 24 页 附图 14 页

[54] 发明名称

反射式液晶显示装置及其制造方法以及液晶显示单元

[57] 摘要

在按照本发明的一种反射式液晶显示装置中，能够避免由于像素间凹槽侧面的不对称结构而导致的长期驱动中的击穿现象，并且能够获得长期驱动的可靠性。在厚度方向上，在像素电极基片截面上的像素间凹槽的第一侧面上，通过蒸镀形成第一倾斜蒸镀取向膜，在面向第一侧面的第二侧面上，通过蒸镀形成第二倾斜蒸镀取向膜。由此，截面上像素间凹槽的这两个侧面的膜结构变成对称的，于是能够避免由于像素间凹槽侧面的不对称结构而导致的长期驱动中的击穿现象。



1. 一种反射式液晶显示装置，包括彼此面对的像素电极基片和透明电极基片，垂直取向的液晶介于这两个基片之间，

其中所述像素电极基片包括：

多个反射像素电极；

第一倾斜蒸镀取向膜，其是在形成所述像素电极之后，从相对于所述像素电极基片的基片表面的第一倾斜蒸镀方向通过蒸镀而形成的；以及

第二倾斜蒸镀取向膜，其是在形成所述第一倾斜蒸镀取向膜之后，从相对于所述像素电极基片的基片表面的第二倾斜蒸镀方向通过蒸镀而形成的，以及

在厚度方向上，在所述像素电极的整个顶面以及所述像素电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分的第一侧面上，通过蒸镀形成所述第一倾斜蒸镀取向膜，

在所述厚度方向上，在所述像素电极的整个顶面以及所述像素电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分中与所述第一侧面面对的第二侧面上，通过蒸镀形成所述第二倾斜蒸镀取向膜，其中所述第一倾斜蒸镀取向膜介于所述像素电极的整个顶面与所述第二倾斜蒸镀取向膜之间。

2. 根据权利要求1所述的反射式液晶显示装置，其中，

所述第一倾斜蒸镀取向膜和所述第二倾斜蒸镀取向膜是二氧化硅蒸镀膜。

3. 根据权利要求1所述的反射式液晶显示装置，其中，

从所述基片表面上彼此相差 180° 的方向，通过蒸镀形成所述第一倾斜蒸镀取向膜和所述第二倾斜蒸镀取向膜。

4. 根据权利要求1所述的反射式液晶显示装置，其中，

所述第一倾斜蒸镀方向或所述第二倾斜蒸镀方向相对于所述像素电极基片在所述基片表面内被倾斜，并且与所述垂直取向液晶的取向方向平行。

5. 根据权利要求4所述的反射式液晶显示装置，其中，

每个所述像素电极是方形的，所述第一倾斜蒸镀方向和所述第二倾斜蒸镀方向是所述像素电极的对角线方向。

6. 根据权利要求1所述的反射式液晶显示装置，其中，

所述像素电极基片还包括:

从相对于所述像素电极基片的基片表面的垂直方向、通过蒸镀形成在所述像素电极的整个顶面以及相邻像素电极之间的凹槽部分的整个底面上的垂直蒸镀膜, 以及

在形成所述垂直蒸镀膜之后, 将所述第一倾斜蒸镀取向膜和所述第二倾斜蒸镀取向膜层压在所述垂直蒸镀膜上。

7. 根据权利要求1所述的反射式液晶显示装置, 其中,

在所述像素电极的整个顶面以及相邻像素电极之间的整个凹槽部分上, 形成氧化物或氮化物膜或它们的层压膜, 所述第一倾斜蒸镀取向膜和所述第二倾斜蒸镀取向膜层压在所述膜或层压膜上。

8. 一种液晶显示单元, 包括:

反射式液晶显示装置,

其中所述液晶显示单元通过利用由所述反射式液晶显示装置调制的光线来显示图像,

所述反射式液晶显示装置包括:

像素电极基片;

面向所述像素电极基片的透明电极基片; 以及

注入在所述像素电极基片与所述透明电极基片之间的垂直取向液晶,

其中所述像素电极基片包括:

多个反射像素电极;

第一倾斜蒸镀取向膜, 其是在形成所述像素电极之后, 从相对于所述像素电极基片的表面的第一倾斜蒸镀方向通过蒸镀而形成的; 以及

第二倾斜蒸镀取向膜, 其是在形成所述第一倾斜蒸镀取向膜之后, 从相对于所述像素电极基片的基片表面的第二倾斜蒸镀方向通过蒸镀而形成的, 以及

在厚度方向上, 在所述像素电极的整个顶面以及所述像素电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分的第一侧面上, 通过蒸镀形成所述第一倾斜蒸镀取向膜,

在所述厚度方向上, 在所述像素电极的整个顶面以及所述像素电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分中与所述第一侧面面对的第二侧面上, 通过蒸镀形成所述第二倾斜蒸镀取向膜, 其中所述第一倾斜蒸镀取向膜

介于所述像素电极的整个顶面与所述第二倾斜蒸镀取向膜之间。

9. 根据权利要求 8 所述的液晶显示单元, 进一步包括:

光源; 以及

将从所述光源发射并由所述反射式液晶显示装置调制的光投影到屏幕上的投影装置,

其中所述液晶显示单元用作反射型液晶投影仪。

10. 一种反射式液晶显示装置的制造方法, 所述反射式液晶显示装置包括: 具有多个反射像素电极的像素电极基片和包括透明电极的透明电极基片, 所述像素电极基片与所述透明电极基片彼此面对, 并在这二者之间注入垂直取向的液晶, 所述制造方法包括以下步骤:

在形成所述像素电极之后, 从相对于所述像素电极基片的基片表面的第一倾斜蒸镀方向, 通过蒸镀形成第一倾斜蒸镀取向膜; 以及

在形成所述第一倾斜蒸镀取向膜之后, 从相对于所述像素电极基片的基片表面的第二倾斜蒸镀方向, 通过蒸镀形成第二倾斜蒸镀取向膜,

其中在形成所述第一倾斜蒸镀取向膜的步骤中, 在厚度方向上, 在所述像素电极的整个顶面以及所述像素电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分的第一侧面上, 通过蒸镀形成所述第一倾斜蒸镀取向膜, 以及

在形成所述第二倾斜蒸镀取向膜的步骤中, 在所述厚度方向上, 在所述像素电极的整个顶面以及所述像素电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分中与所述第一侧面面对的第二侧面上, 通过蒸镀形成所述第二倾斜蒸镀取向膜, 其中所述第一倾斜蒸镀取向膜介于所述像素电极的整个顶面与所述第二倾斜蒸镀取向膜之间。

11. 根据权利要求 10 所述的反射式液晶显示装置的制造方法, 其中,

从基片表面彼此相差 180° 的方向, 通过蒸镀形成所述第一倾斜蒸镀取向膜和所述第二倾斜蒸镀取向膜。

12. 根据权利要求 10 所述的反射式液晶显示装置的制造方法, 其中,

所述第一倾斜蒸镀取向膜和所述第二倾斜蒸镀取向膜是二氧化硅蒸镀膜。

13. 根据权利要求 10 所述的反射式液晶显示装置的制造方法, 进一步包括以下步骤:

从相对于所述像素电极基片的基片表面的垂直方向, 通过蒸镀, 在所述

像素电极的整个顶面和相邻像素电极之间的凹槽部分的整个底面上形成垂直蒸镀膜，

其中在形成所述垂直蒸镀膜之后，将所述第一倾斜蒸镀取向膜和所述第二倾斜蒸镀取向膜层压在所述垂直蒸镀膜上。

14. 根据权利要求 13 所述的反射式液晶显示装置的制造方法，其中，

将所述像素电极基片的基片表面的法线方向和蒸镀材料从蒸镀源的入射方向调整到彼此一致，并在真空下形成垂直蒸镀膜，此后，在保持真空的状态中，使像素电极基片倾斜，以便所述基片表面的法线方向相对于所述蒸镀材料的入射方向形成对应于所述第一倾斜蒸镀方向和所述第二倾斜蒸镀方向的角度，由此从相对于所述基片表面的倾斜方向，通过蒸镀形成所述第一倾斜蒸镀取向膜和所述第二倾斜蒸镀取向膜。

15. 根据权利要求 10 所述的反射式液晶显示装置的制造方法，进一步包括以下步骤：

在所述像素电极的整个顶面以及面向所述透明电极基片的所述像素电极基片表面上的相邻像素电极之间的整个凹槽部分上，形成氧化物或氮化物膜或它们的层压膜，

其中所述第一倾斜蒸镀取向膜和所述第二倾斜蒸镀取向膜层压在所述膜或层压膜上。

反射式液晶显示装置及其制造方法 以及液晶显示单元

技术领域

本发明涉及一种包括反射像素电极的反射式液晶显示装置、一种反射式液晶显示装置的制造方法、以及一种液晶显示单元，例如通过利用反射式液晶显示装置显示图像的反射型液晶投影仪。

背景技术

近年来，随着投影显示器在清晰度、小型化和亮度方面的改进，能够减小整机尺寸并以高清晰度进行显示、以及预期具有较高光使用效率的反射式装置，作为投影显示的显示装置业已成为关注的焦点，并且已经得到实际应用。公知的反射型装置是有源型反射式液晶装置，在该装置中，将液晶注入彼此面对的一对基片之间。在此情形中，作为这对基片，可采用通过将透明电极层压在玻璃基片上而形成的透明电极基片，以及采用包括诸如 CMOS（互补金属氧化物半导体）型半导体电路的硅（Si）基片的驱动基片。在驱动基片上，设置有用于反射光线并给液晶施加电压的反射金属像素电极，从而形成像素电极基片。所述反射像素电极是由通常用于 LSI（大规模集成）过程中、包括铝作为主要成分金属材料制成的。

在这样的反射式液晶显示装置中，当给设置在透明电极基片上的透明电极和设置在驱动基片上的反射像素电极施加电压时，电压就被施加到液晶上。此时，液晶的光学特性根据这些电极之间的电位差发生改变，借此液晶可调制入射光。反射式液晶显示装置通过调制光线显示灰度等级图像。

在这样的反射式液晶显示装置中，具体地说，注入有垂直取向(aligned)液晶的有源型反射式液晶显示装置，近年来作为投影装置业已成为关注的焦点，因为这种有源型反射式液晶显示装置具有高对比度和高响应速度。在此处，“垂直取向的液晶材料”是指，具有负介电各向异性（平行于液晶分子长轴的介电常数 $\epsilon(\parallel)$ 与垂直于液晶分子长轴的介电常数 $\epsilon(\perp)$ 之间的差 $\Delta\epsilon$ ($=\epsilon(\parallel)-\epsilon(\perp)$) 为负)的液晶材料，并且在垂直取向的液晶材料中，当施

加的电压为零时，液晶分子以相对于基片表面基本上垂直的方向取向，借此有源型反射式液晶显示装置以正常黑色模式来工作。

在垂直取向的液晶中，当施加的电压为零时，液晶分子的长轴以相对于每个基片表面基本上垂直的方向取向，并且当施加电压时，该长轴在平面内方向取向，借此改变垂直取向液晶的透射率。此方向是像素电极的对角线方向（即， 45° 方向）。如果液晶分子在驱动过程中没有在同一方向上取向，那么对比度就变得不均匀，因此，为了避免这种现象，需要预先在预定方向上使液晶分子以非常小的预倾角取向，然后使它们垂直取向。当预倾角太大时，垂直取向就退化了，并且使黑色电平增大，因此对比度下降了。因此，通常将预倾角控制在相对于基片表面的法线方向、在像素电极的对角线方向上的 $1^\circ - 5^\circ$ 的范围内。

有两种校准垂直取向液晶材料的方法，即，通过利用以聚酰亚胺为代表的有机取向膜并摩擦该膜来控制取向的方法，以及通过利用以二氧化硅为代表的无机取向膜的倾斜蒸镀来控制取向的方法。目前，为了获得更高亮度的投影仪，有一种倾向是：增加灯的功率，以使用具有非常高强度的光线来照射显示板。因此，出现的问题是，由于光而导致前一方法中的有机取向膜降解。

另一方面，后一方法中的二氧化硅倾斜蒸镀膜是无机材料，因此与聚酰亚胺不同，此膜不会发生由于光而导致的材料降解，并且能够获得更高的可靠性。因此，倾斜蒸镀膜变成关注的焦点。在取向膜是二氧化硅倾斜蒸镀膜的情形中，在倾斜蒸镀过程中改变蒸镀粒子到达基片的入射角度，以便控制预倾角。通常，实际入射角度在相对于基片法线方向的约 $45^\circ - 65^\circ$ 的范围内。

通过倾斜蒸镀形成取向膜的相关技术在诸如日本未审查的专利申请公开号为 2001-5003 中有所描述。

然而，通常，难以控制垂直排列液晶材料的取向。在由反射像素电极或像素电极之间的凹槽导致驱动基片上出现不均匀结构的情形中，由于该不均匀结构而导致围绕像素电极出现取向瑕疵。该取向瑕疵导致，显示表面的均匀特性下降、黑色电平增大（即这样一种现象：图像的黑色部分显示的不是黑色，而是灰色）、图像质量由于旋转位移（disclination）而下降。尤其是，在采用硅驱动装置的反射式液晶显示装置中，像素间距通常为 $10\mu\text{m}$ 或更小，因此与具有几十微米或更大尺寸像素间距的大型直观型液晶装置相比，像素

周围的瑕疵区域容易对图像质量产生影响,并且与透射型液晶显示装置不同,瑕疵区域不能用黑色矩阵来覆盖,因此对反射式液晶显示装置的基本实际要求是,必须将未对准区域减到最小或完全消除。

以下将描述由于像素电极结构而导致的相关技术的反射式液晶显示装置的具体问题。如图 1A 和 1B 所示,将反射像素电极 111 以矩阵的方式置于硅驱动基片 110 上。每个反射像素电极 111 的大小和形状为,诸如边长为 $8.4\mu\text{m}$ 的正方形。为了避免相邻像素之间发生电短路,设置反射像素电极 111,以便具有预定距离的像素间的间隔 $W1$ 。当像素间的间隔 $W1$ 为诸如 $0.6\mu\text{m}$ 时,像素间距 $W2$ 就为 $9\mu\text{m}$ 。通常,像素间距 $W2$ 在约 $7\mu\text{m} - 15\mu\text{m}$ 的范围内,而像素间的间隔 $W1$ 在约 $0.3\mu\text{m} - 0.7\mu\text{m}$ 的范围内。而且,像素电极的厚度在约 $150\text{nm} - 250\text{nm}$ 的范围内。

当每个反射像素电极 111 具有这样的形状时,就总是在相邻像素电极之间形成具有凹槽形的部分(此后称作像素间凹槽)。像素间凹槽具有诸如图 1B 中所示截面中的 600nm 宽、 150nm 高的纵横比。

图 2 和 3 示意性表示出,在图 1A 和 1B 所示的像素结构上通过倾斜蒸镀形成二氧化硅取向膜 112 的状态,以及利用取向膜 112 校准垂直取向液晶 113 的状态。在图 2 和 3 中,箭头 130 表示蒸镀方向。例如从反射像素电极 111 (参见图 3) 的对角线方向,以相对于基片表面法线方向 55° 的入射角 θ (参见图 2) 在基片上倾斜蒸镀取向膜 112。

在实施这样的倾斜蒸镀时,如图 2 所示,用反射像素电极 111 来屏蔽与入射方向相对的反射像素电极 111 侧面周围的区域(围绕图 2 中的区域 121),因此在该区域不蒸镀和形成取向膜 112。另一方面,围绕另一侧上的侧面,形成字母 L 形的取向膜 112,如图 2 所示。于是,无取向膜 112 形成的区域 121 存在于像素间凹槽的底面和反射像素电极 111 的侧面上。

预倾斜的取向方向是像素的对角线方向,图 3 是形成有取向膜 112 的区域和没有取向膜 112 形成的区域 121 的示意平面图。当增大反射像素电极 111 的厚度并减小像素间的间隔 $W1$ 时,在像素间凹槽的底面上没有膜被蒸镀,并且只在像素间凹槽的一个侧面上形成该膜。在形成取向膜的一个典型方法中,不可避免的是,像素间凹槽的这两个侧面的膜结构变得不对称。

于是,当存在像素间凹槽的底面上没有取向膜 112 具体形成的区域时,在该区域就不能控制液晶 113 的取向,因此液晶 113 未取向,并且出现诸如

图像质量下降（例如不均匀取向和可靠性下降）之类的问题。换言之，如图2所示，在反射像素电极111的表面上形成取向膜112，因此通常液晶分子长轴以较佳的状态在预倾斜方向上均匀取向。另一方面，因为在像素间凹槽的一部分底面上具体产生无取向膜112形成的区域121，所以使液晶分子垂直取向的力不起作用，从而产生不均匀的取向区域120。不均匀的取向区域120对围绕像素电极的区域产生影响，由此导致这样一种状态的产生：即，像素电极表面上的液晶分子垂直取向，但在从围绕像素电极的区域至像素间凹槽的区域中的液晶分子取向不均匀。因此，在从围绕像素电极的区域至像素间凹槽的区域中出现不均匀取向，由此导致图像质量下降。通常在与基片法线方向成 45° - 65° 的范围内选择蒸镀角度；然而，像素间凹槽越深，在像素间凹槽的底面没有形成取向膜112的区域就变得越大，于是蒸镀角度具有较大的影响。以上现象具体发生在无机材料（例如二氧化硅）的倾斜蒸镀膜被用作取向膜112的情形中。

另一方面，在有机取向膜例如聚酰亚胺中，不会出现因为无取向膜112形成而导致的上述问题。这是因为，有机取向膜是通过利用旋涂之类的技术，用溶剂形式的材料涂覆像素基片的整个表面形成的，所以平均起来，所述材料涂覆了像素间凹槽。

在日本未审查的专利申请公开号为2001-5003中提出的技术是，首先，沿像素电极的一个侧面，以从法线到基片表面 70° 的角度实施倾斜蒸镀，从而沿像素电极的该侧面在像素间凹槽的底面部分上形成第一取向膜，然后，在平面内将基片旋转 90° ，并通过相同的倾斜蒸镀沿像素电极的另一侧面在像素间凹槽的底面部分上形成第二取向膜。

按照日本未审查的专利申请公开号为2001-5003中的技术，取向膜肯定形成在像素间凹槽的底面部分上。然而，如上所述，在该技术中，不能在整个像素间凹槽上精确形成取向膜，除非沿像素电极的一个侧面实施蒸镀，并在平面内将基片旋转 90° ，以便再次实施蒸镀。然而，即使从在平面内成 90° 的不同方向形成第一取向膜和第二取向膜，无膜形成的区域也存在于像素间凹槽的一个侧面上，因此不能解决像素间凹槽的侧面上的不对称性。因此，由于离子而出现上述的击穿(burn-in)现象。

而且，通常，在反射式液晶显示装置中，利用PBS(偏振光束分离器)作为偏振分离装置。当利用PBS在交叉Nicol(偏光镜)结构中分离偏振时，能够获

得最高透射率的垂直液晶的取向方向是像素的对角线方向，即， 45° 的方向。因此，在日本未审查的专利申请公开号为 2001 - 5003 中，在沿像素一侧的取向中，利用 PBS 的偏振分离光学系统不能用于反射式液晶显示装置中，并且该反射式液晶显示装置具体作为投影显示单元几乎没有实用性。为了避免这个问题，当在像素的对角线方向上形成第二取向膜时，理论上，即使从任何方向形成第一取向膜，在像素间凹槽中也存在不能完全被覆盖的区域，因此日本未审查的专利申请公开号为 2001 - 5003 中的技术不发挥作用。因此，该技术距离实际有效性还相差很远。

发明内容

鉴于上述原因，本发明的一个目的是，提供一种反射式液晶显示装置，及其制造方法，以及一种液晶显示单元，能够避免长期驱动中由于像素间凹槽的侧面部分结构不对称所导致的击穿现象，以获得长期驱动的可靠性。

按照本发明的反射式液晶显示装置包括彼此面对的像素电极基片和透明电极基片，在这两个基片之间具有垂直取向的液晶，其中像素电极基片包括：多个反射像素电极；在形成像素电极之后，从相对于像素电极基片的基片表面的第一倾斜蒸镀方向，通过蒸镀形成的第一倾斜蒸镀取向膜；以及在形成第一倾斜蒸镀取向膜之后，从相对于像素电极基片的基片表面的第二倾斜蒸镀方向，通过蒸镀形成的第二倾斜蒸镀取向膜。通过蒸镀，在厚度方向上，在像素电极的整个顶面以及像素电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分的第一侧面上，形成第一倾斜蒸镀取向膜，并且通过蒸镀，在该厚度方向上，在像素电极的整个顶面以及像素电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分中与第一侧面面对的第二侧面上，形成第二倾斜蒸镀取向膜，其中第一倾斜蒸镀取向膜介于像素电极的整个顶面与第二倾斜蒸镀取向膜之间。

按照本发明的液晶显示单元，通过利用由按照本发明的反射式液晶显示装置调制的光线来显示图像。

在按照本发明的反射式液晶显示装置的制造方法中，反射式液晶显示装置包括：含有多个反射像素电极的像素电极基片，和含有透明电极的透明电极基片，其中这两个基片彼此面对，在其之间有垂直取向的液晶，所述方法包括以下步骤：在形成像素电极之后，从相对于像素电极基片的基片表面的

第一倾斜蒸镀方向，通过蒸镀形成第一倾斜蒸镀取向膜；以及在形成第一倾斜蒸镀取向膜之后，从相对于像素电极基片的基片表面的第二倾斜蒸镀方向，通过蒸镀形成第二倾斜蒸镀取向膜。在形成第一倾斜蒸镀取向膜的步骤中，通过蒸镀，在厚度方向上，在像素电极的整个顶面以及像素电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分的第一侧面上，形成第一倾斜蒸镀取向膜，并且在形成第二倾斜蒸镀取向膜的步骤中，通过蒸镀，在该厚度方向上，在像素电极的整个顶面以及像素电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分中与第一侧面面对的第二侧面上，形成第二倾斜蒸镀取向膜，其中第一倾斜蒸镀取向膜介于像素电极的整个顶面与第二倾斜蒸镀取向膜之间。

在按照本发明的反射式液晶显示装置及其制造方法以及液晶显示单元中，例如，二氧化硅的蒸镀膜形成作为第一倾斜蒸镀取向膜和第二倾斜蒸镀取向膜。

在按照本发明的反射式液晶显示装置及其制造方法以及液晶显示单元中，通过蒸镀，在厚度方向上，在像素电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分（像素间凹槽）的第一侧面上，形成第一倾斜蒸镀取向膜，并通过蒸镀，在面向第一侧面的第二侧面上，形成第二倾斜蒸镀取向膜。由此，截面上的像素间凹槽的这两个侧面的膜结构变成对称的，因此能够避免由于不对称结构而导致的长期驱动中的击穿现象。

在按照本发明的反射式液晶显示装置及其制造方法以及液晶显示单元中，从相对于像素电极基片的基片表面的垂直方向，通过蒸镀，可以在像素电极的整个顶面以及相邻像素电极之间的凹槽部分的整个底面上形成垂直蒸镀膜。在这种情形中，在形成垂直蒸镀膜之后，将第一倾斜蒸镀取向膜和第二倾斜蒸镀取向膜层压在该垂直蒸镀膜上。

当仅通过倾斜蒸镀形成膜时，可能在像素间凹槽的底面上存在没有蒸镀膜具体形成的区域。然而，通过垂直蒸镀，在像素间凹槽的整个底面上形成膜。在像素间凹槽中没有倾斜蒸镀取向膜形成的区域中，液晶没有被垂直取向和对准，因此该区域对像素电极上的垂直取向液晶的取向具有副作用。另一方面，在垂直蒸镀膜形成作为基膜的情形中，在该区域中，利用此垂直蒸镀膜在垂直方向上排列液晶，因此该区域对像素电极上的液晶的垂直取向几乎没有副作用。通过倾斜蒸镀取向膜的液晶取向与通过垂直蒸镀膜的液晶取向稍稍不同，这是因为通过倾斜蒸镀取向膜的取向有预倾角。然而，通常，

该预倾角为 $1^{\circ} - 5^{\circ}$ 的小角度，所以这两个取向在显示图像质量方面没有可辨识的差别。因此，在垂直蒸镀膜形成作为基膜的情形中，围绕像素间凹槽不会出现未对准(未排列)，所以在整个显示区域能够获得稳定的垂直取向。借此，能够获得优异的图像质量。

因此，在按照本发明的反射式液晶显示装置中，层压多个蒸镀膜。在制造步骤中，优选的是连续形成这些蒸镀膜。此处的“连续”一词的意思是，没有中断真空而顺序形成这些膜。可采用利用不同装置形成每个蒸镀膜的方法，或者在形成一个蒸镀膜之后，使真空中断，然后形成另一个蒸镀膜的方法，借此能够获得一定程度的效果。然而，在该情形中，需要使蒸镀膜之间的界面保持极其干净。更具体地说，例如，二氧化硅易受吸收水分或粘附杂质的影响，因此每个蒸镀膜表面的化学稳定性是重要的。如果该化学稳定性不够，那么膜之间的粘合强度就低，于是这些膜可能被分离，或者这些膜结构可能不连续地连接，因此在界面内捕捉离子等，因此可能出现新的击穿现象。

因此，例如，采用一种蒸镀装置的方法是最有效的，并且极其需要将该方法作为有效的制造方法，其中所述蒸镀装置包括一种系统，在该系统内，能够改变蒸镀粒子在基片表面的入射角度或者蒸镀粒子相对于基片法线方向的入射角度，从而无需中断真空就能够连续形成蒸镀膜。

在按照本发明的反射式液晶显示装置和液晶显示单元中，通过蒸镀，在厚度方向上，在像素电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分的第一侧面上形成第一倾斜蒸镀取向膜，并通过蒸镀，在面向第一侧面的第二侧面上形成第二倾斜蒸镀取向膜，于是截面上的像素间凹槽的这两个侧面的膜结构变成对称的，因此能够避免由于不对称结构而导致的长期驱动中的击穿现象，并且能够获得长期驱动的可靠性。

具体地说，在按照本发明的液晶显示单元中，利用本发明的反射式液晶显示装置来显示图像，于是能够显示具有优良图像质量的图像。

按照本发明的反射式液晶显示装置的制造方法包括以下步骤：在形成像素电极之后，从相对于像素电极基片的基片表面的第一倾斜蒸镀方向，通过蒸镀形成第一倾斜蒸镀取向膜；以及在形成第一倾斜蒸镀取向膜之后，从相对于像素电极基片的基片表面的第二倾斜蒸镀方向，通过蒸镀形成第二倾斜蒸镀取向膜，并且通过蒸镀，在厚度方向上，在像素电极的整个顶面和像素

电极基片截面上的相邻像素电极之间的凹槽部分的第一侧面上形成第一倾斜蒸镀取向膜，而在面向第一侧面的第二侧面上形成第二倾斜蒸镀取向膜，于是截面上的像素间凹槽的这两个侧面的膜结构是对称的。借此，可制造能够避免长期驱动中的击穿现象并获得长期驱动的可靠性的反射式液晶显示装置，所述击穿现象是由于像素间凹槽的这两个侧面的不对称结构所导致的。

具体地说，在从相对于像素电极基片的基片表面的垂直方向形成垂直蒸镀膜，并在形成垂直蒸镀膜之后，将第一倾斜蒸镀取向膜和第二倾斜蒸镀取向膜层压在该垂直蒸镀膜上的情形中，通过蒸镀，使该垂直蒸镀膜形成在像素间凹槽的整个底面上，因此即使像素间凹槽的底面存在没有形成第一倾斜蒸镀取向膜和第二倾斜蒸镀取向膜的区域，在该区域中，也利用垂直蒸镀膜在垂直方向上排列液晶。由此，在利用倾斜蒸镀取向膜控制垂直取向液晶的取向的情形中，能够避免由于像素间凹槽结构而导致的未对准和不均匀取向，并且能够获得优良的图像质量。

通过以下描述，本发明的其它和进一步目的、特性及优点将更加明显可见。

附图说明

通过以下参照附图对优选实施例进行的描述，本发明的这些和其它目的及特性将变得显而易见，其中：

图 1A 和 1B 是在像素电极基片侧面上，相关技术的反射式液晶显示装置的平面图和截面图；

图 2 是用于描述由于相关技术的反射式液晶显示装置中出现的未对准而导致的问题的截面图；

图 3 是用于描述由于相关技术的反射式液晶显示装置中出现的未对准而导致的问题的平面图；

图 4 是用于解决由于反射式液晶显示装置中出现的未对准而导致的问题的膜结构的一个实例的截面图；

图 5A 和 5B 是用于描述由于反射式液晶显示装置的膜结构的不对称性而导致的问题的平面图和截面图；

图 6A 和 6B 表示出用于描述由于反射式液晶显示装置的膜结构的不对称性而导致的问题的驱动波形；

图 7 是按照本发明一个实施例的反射式液晶显示装置的整个结构的截面图；

图 8 表示出按照本发明实施例的反射式液晶显示装置的驱动电路结构；

图 9 是围绕像素间凹槽的图 7 所示反射式液晶显示装置结构的示意性截面图；

图 10A 和 10B 是像素电极基片的其它实施例的截面图；

图 11A-11C 表示出形成倾斜蒸镀取向膜的步骤；

图 12A 和 12B 是表示与蒸镀装置一起来形成倾斜蒸镀取向膜的步骤；

图 13A-13C 是表示与蒸镀装置一起来形成垂直蒸镀膜和倾斜蒸镀取向膜的步骤；

图 14 表示采用图 7 所示反射式液晶显示装置的液晶显示单元的一个实例；以及

图 15 是在按照本发明的反射式液晶显示装置的像素间凹槽中以及在相关技术的反射式液晶显示装置的像素间凹槽中击穿现象的观察结果图表。

具体实施方式

在描述本发明的实施例之前，先描述本发明的申请人通过研究而发现的新问题。

为了避免诸如图 2 所示的、由于取向膜 112 不能在像素间凹槽底面上具体形成而导致的不均匀取向问题，本发明的申请人提出了图 4 所示的膜结构（参照日本专利申请号 2003 - 309875）。

在该膜结构中，在形成倾斜蒸镀取向膜 112B 之前，从相对于像素电极基片的基片表面的垂直方向提前形成垂直蒸镀膜 112A 的基膜。从相对于基片表面的倾斜方向蒸镀倾斜蒸镀取向膜 112B，于是在反射像素电极 111 的整个顶面和像素间凹槽 150 的一个侧面的区域 152 上形成倾斜蒸镀取向膜 112B，而垂直蒸镀膜 112A 位于。在无倾斜蒸镀取向膜 112B 形成的像素间凹槽 150 另一侧的区域 151 中，垂直蒸镀膜 112A 与液晶接触，于是相比于图 2 所示的结构，能够避免诸如不均匀取向之类的问题。

然而，在这样的膜结构中，无取向膜形成的区域还存在于像素间凹槽 150 的一个侧面（反射像素电极 111 的一个侧面）上，于是不能解决像素间凹槽 150 的膜结构中的结构不对称性。以下描述由于该不对称性所导致的问题。

如图 5A 和 5B 所示, 在相邻像素 A 和 B (具有不同的灰色电平) 作为白色和灰色来显示的情形中, 利用对应于白色和灰色的不同电压来驱动对应于像素 A 和 B 的相邻像素电极 111A 和 111B。

图 6A 和 6B 表示出驱动电压波形的例子。例如, 在像素作为白色来显示的情形中所施加的驱动电压为 $\pm 4V$ (参照图 6A), 而在像素作为灰色来显示的情形中所施加的驱动电压为 $\pm 2V$ (参照图 6B)。在驱动液晶显示装置的情形中, 在反射式液晶显示装置中通常抑制横向电场, 因此采用帧反转形式, 在该形式中, 使驱动频率加倍, 以便使每个帧的电压极性倒转。例如, 如图 6A 和 6B 所示, 在帧 1 中, 像素 A 的驱动电压为 $+4V$ 以及相邻于像素 A 的像素 B 的驱动电压为 $+2V$ 的状态持续诸如 8 兆秒 (msec), 在下一个帧 2 中, 极性被反转, 于是像素 A 的驱动电压为 $-4V$ 以及像素 B 的驱动电压为 $-2V$ 的状态持续 8 兆秒。重复帧 1 和 2 中的这些动作。

在帧 1 中, 像素 A 的驱动电压为 $+4V$ 以及相邻像素 B 的驱动电压为 $+2V$ 的状态持续 8 兆秒, 于是在相邻像素电极 111A 与 111B 之间出现 $2V$ 的电位差, 借此, 在通过像素间凹槽、从像素电极 111A 到像素电极 111B 的横向方向上产生电场。接下来, 在帧 2 中, 像素 A 的驱动电压为 $-4V$, 而相邻像素 B 的驱动电压为 $-2V$, 于是电位差为 $2V$; 然而, 电场方向与帧 1 中的相反, 于是产生从像素电极 111B 到像素电极 111A 的电场。

因此, 在像素 A 和 B 显示为不同的灰色电平的情形中, 将一个正或负的电压即 AC (交流电) 电势施加到像素间凹槽侧面方向的每个帧上。正电压和负电压的幅度相同, 因此基本上外加电压彼此平衡输出, 于是瞬时平均值为零。

然而, 如上所述, 采用二氧化硅的倾斜蒸镀取向膜的装置具有不对称结构, 在该结构中, 蒸镀膜不形成在像素间凹槽的一个侧面上, 因此导致出现下列问题。在每帧 8 兆秒的期间内, 将 DC (直流电) 施加到像素之间; 然而, 在该期间, 于像素间凹槽部分发生电介质极化。该极化依据每个帧而不同, 这是因为像素间凹槽的膜结构是不对称的。因此, 即使所加电压的幅度相同, 电介质极化的量也依据每个帧而稍有不同, 因此在本发明的发明人的实验中, 当长期驱动该装置时, 已经观察到在像素间凹槽两端产生 DC 电势的问题。当 DC 电势存在时, 在长期驱动该装置以便提供不同灰度电平的情形中, 在不同灰度电平的显示像素之间的像素间凹槽中, 在像素间凹槽的一个侧面上

产生 DC 电压。因此，出现这样的问题：即，液晶单元中的离子聚集在产生 DC 电压的部分上，由此导致击穿现象的发生。

这是因为二氧化硅具有相对低的电阻和较小的电容，因此极化甚至发生在相当短的时间内，例如 8 兆秒。极化取决于像素间凹槽的结构。换言之，认为因为在采用相关技术的倾斜蒸镀膜的装置中，像素间凹槽具有不对称结构，所以发生上述现象。具体地说，认为当相邻像素电极侧面的膜结构不对称时，上述现象易于发生。本发明能够解决膜结构的不对称性。

以下参照附图，更详细地描述本发明的优选实施例。

<反射式液晶显示装置的描述>

图 7 表示出按照本发明实施例的反射式液晶显示装置的整个结构。这种反射式液晶显示装置包括：透明电极基片 30 和与之彼此面对的像素电极基片 40，及注入这些基片 30 和 40 之间的垂直取向(排列)的液晶 45。

透明电极基片 30 包括玻璃基片 31，以及在靠近垂直取向液晶 45 的一侧（在面向像素电极基片 40 的表面上）层压在玻璃基片 31 表面上的透明电极 32。在靠近垂直取向液晶 45 的一侧，将倾斜蒸镀取向膜 33 层压在透明电极 32 的整个表面上。作为透明电极 32，可采用具有透光功能的电极材料，通常为 ITO（氧化铟锡），其是氧化锡（ SnO_2 ）和氧化铟（ In_2O_3 ）固体溶解材料。将一个公共电压（例如，地电压）施加到整个像素区域中的透明电极 32 上。

作为倾斜蒸镀取向膜 33，例如，采用以二氧化硅（ SiO_2 ）为代表的二氧化硅倾斜蒸镀膜。在这种情形中，通过在倾斜蒸镀过程中改变蒸镀角度来控制垂直取向液晶 45 的预倾角。通常，相对于基片法线方向的蒸镀角度 θ 为约 $45^\circ - 65^\circ$ 。

像素电极基片 40 包括：例如单晶硅基片 41 和反射像素电极 42，第一倾斜蒸镀取向膜 43A 和第二倾斜蒸镀取向膜 43B，这两个取向膜在靠近垂直取向液晶 45 的一侧（面向透明电极基片 30 的表面）上依次层压在硅基片 41 的表面上。在硅基片 41 中，形成包括晶体管 T1，例如 CMOS 或 NMOS，和电容器（辅助电容器）C1 的有源驱动电路。

在硅基片 41 上以矩阵的方式形成多个反射像素电极 42。每个反射像素电极 42 是由以铝（Al）或银（Ag）为代表的金属膜制成的。在将诸如铝电极之类的金属电极用作反射像素电极 42 的情形中，反射像素电极 42 具有光反射膜的作用，并用作给液晶施加电压的电极，并且为了进一步增大反射率，

可在铝电极或类似电极上形成多层膜例如电介质反射镜的反射层。而且，可将氧化物或氮化物膜覆盖在铝电极或类似电极上，以便保护铝电极或类似电极的整个表面。

图9示意性表示出围绕像素间凹槽（相邻像素电极之间的凹槽部分）50的像素电极基片40的结构。在图9中，由箭头指示的第一倾斜蒸镀方向85A和第二倾斜蒸镀方向85B表示蒸镀方向，分别在这两个方向蒸镀第一倾斜蒸镀取向膜43A和第二倾斜蒸镀取向膜43B。

从相对于像素电极基片40的基片表面的第一倾斜蒸镀方向85A通过蒸镀形成第一倾斜蒸镀取向膜43A。通过蒸镀在厚度方向上，在反射像素电极42的整个顶面和像素电极基片40（如图9所示）截面上的像素间凹槽50的第一侧面51周围的区域上形成第一倾斜蒸镀取向膜43A。如图9所示，按照蒸镀角度 θ ，第一倾斜蒸镀取向膜43A在靠近第一侧面51的一侧上还形成在像素间凹槽50的底面部分上。

在形成第一倾斜蒸镀取向膜43A之后，形成第二倾斜蒸镀取向膜43B。通过蒸镀在厚度方向上，在反射像素电极42的整个顶面和面向像素电极基片40（如图9所示）截面上的第一侧面51的像素间凹槽50的第二侧面52周围的区域上，形成第二倾斜蒸镀取向膜43B，其中第一倾斜蒸镀取向膜43A介于反射像素电极42的整个顶面与所述第二倾斜蒸镀取向膜43B之间。如图9所示，按照蒸镀角度 θ_2 ，第二倾斜蒸镀取向膜43B在靠近第二侧面52的一侧上形成在像素间凹槽50的底面部分上。

优选的是，通过利用后面将要描述的制造方法，第一倾斜蒸镀取向膜43A的蒸镀方向85A和第二倾斜蒸镀取向膜43B的蒸镀方向85B基本上是对称的。由此，像素间凹槽50中的膜结构基本上是对称的。因此，该实施例最典型的特征是，第一倾斜蒸镀取向膜43A和第二倾斜蒸镀取向膜43B通过从两个不同且对称的蒸镀方向85A和85B倾斜蒸镀，不仅对称地形成在反射像素电极42的顶面上，而且还形成在像素间凹槽50的侧面51和52上。

如图10A所示，在形成第一倾斜蒸镀取向膜43A和第二倾斜蒸镀取向膜43B之前，可从相对于像素电极基片40的基片表面的垂直方向通过蒸镀形成作为基膜的垂直蒸镀膜43C。从垂直方向，通过蒸镀，将垂直蒸镀膜43C层压在反射像素电极42的整个顶面和像素间凹槽50的整个底面上。

作为第一倾斜蒸镀取向膜43A、第二倾斜蒸镀取向膜43B和垂直蒸镀膜

43C, 如同透明电极基片 30 侧面上的倾斜蒸镀取向膜 33 中的情形, 采用诸如以二氧化硅 (SiO_2) 为代表的二氧化硅蒸镀膜。在反射像素电极 42 上, 第二倾斜蒸镀取向膜 43B 与垂直取向液晶 45 接触, 于是当第二倾斜蒸镀取向膜 43B 在倾斜蒸镀过程中的蒸镀角度 θ_2 改变时, 就能够控制反射像素电极 42 上的垂直取向液晶 45 的预倾角。通常, 相对于基片法线方向的蒸镀角度 θ_2 为约 $45^\circ - 65^\circ$ 。

在用于反射式液晶显示装置的垂直取向液晶 45 中, 当施加电压为零时, 在相对于每个基片表面基本上垂直的方向上对准垂直取向液晶 45 的分子长轴, 而当施加电压时, 该长轴在平面内方向上倾斜, 借此改变垂直取向液晶 45 的透射率。如果液晶分子倾斜的方向在驱动过程中不是均匀的, 那么对比度就变得不均匀。为了避免不均匀对比度, 需要在预定方向上 (通常为装置的对角线方向), 以非常小的预倾角提前排列液晶分子, 然后垂直排列这些液晶分子。当预倾角太大时, 垂直对准就退化了, 因此黑电平增大, 且对比度下降。因此, 通常, 利用倾斜蒸镀取向膜 33 和第二倾斜蒸镀取向膜 43B 将预倾角控制在约 $1^\circ - 5^\circ$ 的范围内。

图 8 表示出反射式液晶显示装置的驱动部分的结构。该驱动部分包括: 在每个像素中形成的像素驱动电路 61, 以及围绕显示区 60 设置的诸如数据驱动器 62 和扫描驱动器 63 之类的逻辑部分。通过信号线 64 将来自外部的图像信号 D 输入到数据驱动器 62 内。像素驱动电路 61 形成在每个反射像素电极 42 之下, 并包括开关晶体管 T1, 以及向液晶提供电压的辅助电容 C1。要求晶体管 T1 具有与垂直取向液晶 45 的驱动电压对应的耐压, 于是通常, 利用比逻辑部分更高的耐压处理来形成晶体管 T1。

在像素驱动电路 61 中, 将多个数据线 71 设置在列方向上, 而将多个扫描线 72 设置在行方向上。每个数据线 71 与每个扫描线 72 的交叉部分对应于一个像素。将每个晶体管 T1 的源电极与数据线 71 相连, 并将晶体管 T1 的栅电极与扫描线 72 相连。将每个晶体管 T1 的漏电极与每个反射像素电极 42 及辅助电容 C1 相连。将每个数据线 71 与数据驱动器 62 相连, 并由数据驱动器 62 提供图像信号。将每个扫描线 72 与扫描驱动器 63 相连, 并由扫描驱动器 63 连续提供扫描信号。

接下来, 以下将描述一种反射式液晶显示装置的制造方法。该反射式液晶显示装置的特征部分是, 像素电极基片 40 中的第一倾斜蒸镀取向膜 43A

和第二倾斜蒸镀取向膜 43B 的结构, 因此具体地说, 以下将详细描述形成这些取向膜的方法。

以下将参照图 11A-11C、12A 和 12B 来详细描述第一倾斜蒸镀取向膜 43A 和第二倾斜蒸镀取向膜 43B 的形成方法。图 12A 和 12B 表示出用于形成这些取向膜的真空蒸镀装置。在每个图中, 为了描述方便起见, 在像素电极基片 40 中配置符号“1”, 以看到像素电极基片 40 在平面内的旋转方向。在将作为像素电极基片 40 的硅基片 41 上形成的反射像素电极 42 清洁干净之后, 将像素电极基片 40 引入真空蒸镀装置 80 内。诸如通过以下步骤形成反射像素电极 42: 在硅基片 41 上形成诸如铝之类的金属膜, 然后, 利用半导体工艺中的光刻(photolithography)技术将硅基片 41 上的金属膜处理成正方形。

作为真空蒸镀装置 80, 采用包括诸如基片旋转系统的真空蒸镀装置, 所述基片旋转系统能够改变蒸镀粒子 83 相对于基片法线方向的入射角度或蒸镀粒子 83 在基片表面上的入射方向。在膜形成过程中, 在真空蒸镀装置 80 内保持真空。

在包括基片旋转系统的真空蒸镀装置 80 内, 首先, 从相对于像素电极基片 40 的基片表面、在平面内倾斜的第一倾斜蒸镀方向 85A, 通过蒸镀形成第一倾斜蒸镀取向膜 43A。在这种情形中, 平面内入射方向与垂直取向液晶 45 (参照图 11A 和 12A) 的最初取向方向相差 180° 。在截面方向上, 将像素电极基片 40 旋转 θ_1 角度, 从而蒸镀粒子 83 相对于基片表面法线方向的入射角度变成预定的 θ_1 角度(参照图 9)。例如, 采用二氧化硅作为蒸镀粒子 83。由此, 首先, 从第一倾斜蒸镀方向 85A, 例如以相对于基片表面法线方向 $45^\circ - 65^\circ$ 的入射角度 θ_1 倾斜蒸镀二氧化硅的第一倾斜蒸镀取向膜 43A, 其中第一倾斜蒸镀方向 85A 与垂直取向液晶 45 的最初排列方向相差 180° 。从相对于基片表面的倾斜方向蒸镀第一倾斜蒸镀取向膜 43A, 于是如图 9 所示, 在反射像素电极 42 的整个顶面以及围绕第一侧面 51 的像素间凹槽 50 的区域上形成第一倾斜蒸镀取向膜 43A。

此后, 在维持真空的状态中, 将像素电极基片 40 在平面内(参照图 11B) 旋转 180° , 并从相对于基片表面在平面内倾斜的第二倾斜蒸镀方向 85B (该实施例中的正方形反射像素电极 42 的对角线方向)、通过蒸镀形成第二倾斜蒸镀取向膜 43B。在这种情形中, 从形成第一倾斜蒸镀取向膜 43A 的状态将像素电极基片 40 在平面内旋转 180° , 于是平面内的入射方向被移向垂直取向

液晶 45 的最初排列方向 (图 11C 和 12B)。在形成第一倾斜蒸镀取向膜 43A 时, 像素电极基片 40 的截面方向上的入射角度 θ_2 与入射角度 θ_1 相同。在形成第一倾斜蒸镀取向膜 43A 时, 已经使像素电极基片 40 以入射角度 θ_1 倾斜, 于是当在将像素电极基片 40 在平面内旋转 180° 的状态中实施蒸镀时, 在像素电极基片 40 的截面方向上, 以入射角度 $\theta_2 (= \theta_1)$ 实施倾斜蒸镀。作为蒸镀源 81, 它与形成第一倾斜蒸镀取向膜 43A 时所用的相同, 作为蒸镀粒子 83, 如同第一倾斜蒸镀取向膜 43A 中的情形, 诸如采用二氧化硅。于是, 例如以相对于基片表面法线方向 $45^\circ - 65^\circ$ 的入射角度 θ_2 倾斜蒸镀第二倾斜蒸镀取向膜 43B。如同相关技术方法中的情形, 将平面内入射角设计为像素的对角线方向, 并且将液晶分子的预倾角设计为约 $1^\circ - 5^\circ$ 。

从一个方向倾斜蒸镀第二倾斜蒸镀取向膜 43B, 该方向与形成第一倾斜蒸镀取向膜 43A 的方向相对于基片表面在平面内相差 180° , 于是在反射像素电极 42 的整个顶面以及围绕面向第一侧面 51 的第二侧面 52 的像素间凹槽 50 的区域上形成第二倾斜蒸镀取向膜 43B, 其中第一倾斜蒸镀取向膜 43A 介于反射像素电极 42 的整个顶面与所述第二倾斜蒸镀取向膜 43B 之间。由此, 截面上的像素间凹槽 50 的两个侧面的膜结构变成对称。

优选的是, 在素电极基片 40 的截面上, 第一倾斜蒸镀取向膜 43A 的蒸镀角度 θ_1 与第二倾斜蒸镀取向膜 43B 的蒸镀角度 θ_2 完全相同, 从而能够保持像素间凹槽 50 的膜结构的对称性。然而, 考虑到像素间凹槽 50 的两个侧面结构之间的不对称性是在长期驱动中发生的像素间凹槽 50 中击穿现象的主要原因, 因此如果第一倾斜蒸镀取向膜 43A 和第二倾斜蒸镀取向膜 43B 的形成是为了至少期望像素间凹槽 50 的两个侧面中的击穿现象减少, 那么蒸镀角度 θ_1 和 θ_2 彼此可稍稍不同。而且, 虽然第一倾斜蒸镀取向膜 43A 和第二倾斜蒸镀取向膜 43B 的厚度优选地是相同的, 但是该厚度在期望击穿现象减少的范围内也可稍稍不同。

其次, 参照图 13A-13C, 以下将描述在垂直蒸镀膜 43C 作为第一倾斜蒸镀取向膜 43A 和第二倾斜蒸镀取向膜 43B (参照图 10A) 的基膜而形成的情形中蒸镀膜的形成方法。图 13B 和 13C 表示从 X1 方向观察图 13A 所示的真空蒸镀装置的状态。

在真空蒸镀装置 80 中, 首先, 如图 13A 所示, 将像素电极基片 40 的基片表面的法线方向和来自蒸镀源 81 的蒸镀粒子的入射方向调整到彼此一致,

并且从相对于基片表面的垂直方向形成垂直蒸镀膜 43C。作为蒸镀粒子 83，例如，象第一倾斜蒸镀取向膜 43A 和第二倾斜蒸镀取向膜 43B 的情形中那样，使用二氧化硅。从相对于基片表面的垂直方向来蒸镀垂直蒸镀膜 43C，于是如图 10A 所示，在反射像素电极 42 的整个顶面和像素间凹槽 50 的整个底面上形成垂直蒸镀膜 43C。

此后，在保持真空的状态中，将像素电极基片 40 旋转角度 θ ，从而倾斜，使得基片表面的法线方向与蒸镀粒子 83 的入射方向形成预定的角度 θ ($= \theta_1$)，借此使蒸镀粒子 83 从相对于基片表面的倾斜方向进入。而且，将平面内的入射方向调整到与垂直取向液晶 45(参照图 13B)的最初排列方向相差 180° 。借此，首先，从第一倾斜蒸镀方向 85A，以相对于基片表面法线方向例如 $45^\circ - 65^\circ$ 的入射角度 θ_1 倾斜蒸镀二氧化硅的第一倾斜蒸镀取向膜 43A，其中第一倾斜蒸镀方向 85A 与垂直取向液晶 45 的最初排列方向相差 180° 。在反射像素电极 42 的顶面和像素间凹槽 50 的底面上形成第一倾斜蒸镀取向膜 43A，而垂直蒸镀膜 43C 介于之间。

此外，其后，在保持真空的状态中，将像素电极基片 40 在平面内旋转 180° ，从而从相对于基片表面的第二倾斜蒸镀方向 85B (参照图 13C)，通过蒸镀形成第二倾斜蒸镀取向膜 43B。形成第二倾斜蒸镀取向膜 43B 的步骤与不形成上述垂直蒸镀膜 43C 的情形中的一样。由此，如图 10A 所示，在反射像素电极 42 的顶面形成第二倾斜蒸镀取向膜 43B，而垂直蒸镀膜 43C 和第一倾斜蒸镀取向膜 43A 介于这二者之间。在像素间凹槽 50 的底面上形成第二倾斜蒸镀取向膜 43B，而垂直蒸镀膜 43C 介于二者之间。

如上所述，优选的是，在一个真空蒸镀装置 80 内连续形成第一倾斜蒸镀取向膜 43A、第二倾斜蒸镀取向膜 43B 和垂直蒸镀膜 43C。此处所用的“连续”一词的意思是不中断真空而顺序形成这些膜。可采用利用不同装置形成每个蒸镀膜的方法，或者在形成一个蒸镀膜之后，中断真空，然后形成另一个蒸镀膜的方法，由此能够获得一定程度的效果。然而，在这种情形中，要求蒸镀膜之间的界面保持相当洁净。更具体地说，例如，二氧化硅容易受吸收水份和粘附杂质的影响，因此每个蒸镀膜表面的化学稳定性是重要的。如果该化学稳定性不够，那么膜之间的粘合强度就低，于是这些膜可能被分离，或者不能使膜结构连续连接，因此在界面上捕捉到离子等，因此可出现新的击穿现象。当不中断真空而连续形成膜时，在每个蒸镀膜的表面就没有诸如

吸收水份之类的问题发生,于是可在膜的连续性非常好的状态中形成这些膜。

当连续形成每个蒸镀膜时,如图 12A、12B 和 13A-13C 所示,优选的是,将挡板(shutter) 82 置于蒸镀源 81 与设置像素电极基片 40 的位置之间,并且挡板 81 的开或关与基片旋转系统(未示出)同步。更具体地说,例如,在形成垂直蒸镀膜 43C 的情形中,在形成垂直蒸镀膜 43C 之后,将挡板 82 关闭,以便暂时阻塞蒸镀粒子 83。其间,利用基片旋转系统来旋转像素电极基片 40,并将挡板 82 再次打开,以便形成第一倾斜蒸镀取向膜 43A。同样,通过打开或关闭挡板 82 形成第二倾斜蒸镀取向膜 43B。于是,优选但并不必需的是,用挡板 82 等暂时阻塞蒸镀粒子 83,以便形成每个蒸镀膜。可以采用一种不用挡板 82 的方法,在该方法中,在实施垂直蒸镀同时,在一些中点旋转像素电极基片 40,从而不间断地移动倾斜蒸镀。

垂直蒸镀膜 43C 优选地具有 10nm 或更厚的厚度,这是因为如果厚度太薄,就不能形成具有高密度和高电阻的较佳质量的膜。该厚度的上限优选地是 500nm 或更小,这是因为如果厚度太厚,膜形成的时间就更长,于是膜的质量和实用性就下降了。更优选的是,具体适合实用的厚度是 30nm-100nm。

虽然以上描述了将每个蒸镀膜直接层压在反射像素电极 42 上的情形,但是可以应用将另一个膜置于反射像素电极 42 上,并将每个蒸镀膜层压在该膜上的结构。例如,在将铝电极用作反射像素电极 42 的情形中,铝电极的表面是化学不稳定的,因此可出现用通常由氧化物或氮化物制成的被称作钝化膜的防护膜覆盖整个像素电极的情形。在该情形中,按照此实施例的取向膜的结构是有效的。

图 10B 表示出图 10A 所示膜结构的一个实例,其中还包括钝化膜。通过膜形成技术,例如,诸如 LSI 过程中的 CVD(化学气相沉积)形成钝化膜 44,并且用钝化膜 44 基本上均匀地涂覆像素电极 42 的整个顶面、像素间凹槽 50 的侧面和底面。如图 9 或图 10A 所示的膜结构情形中那样,可以将每个蒸镀膜层压在钝化膜 44 上。

此外,为了进一步改善反射像素电极 42 的反射率,可存在将由具有不同折射率、包括氧化膜或氮化膜的层压膜制成的电介质反射镜置于电极上的情形。在该情形中,按照此实施例的取向膜结构是有效的。

接下来,以下将描述如上所述形成的反射式液晶显示装置的功能和作用。在这种反射式液晶显示装置中,利用反射像素电极 42 的反射功能反射从

透明电极基片 30 进入并穿过垂直取向液晶 45 的入射光 L1。由反射像素电极 42 所反射的光 L1 穿过垂直取向液晶 45 和透明电极基片 30, 到达与光进入方向相反的方向, 以便发射。此时, 根据两个相面对的电极之间的电位差来改变垂直取向液晶 45 的光学特性, 由此调制穿过垂直取向液晶 45 的光 L1。因此, 通过光的调制, 可产生灰度电平, 并将调制光 L2 用于图像显示。

利用图 8 所示的像素驱动电路 61 将电压施加到垂直取向液晶 45 上。数据驱动器 62 按照通过信号线 64 输入的外部图像信号 D, 向数据线 71 提供图像信号。扫描驱动器 63 以预定定时向每个扫描线 72 连续提供扫描信号。借此, 有选择地驱动扫描线 72 的扫描信号所扫描并且数据线 71 的图像信号所施加的部分上的像素。

在这种反射式液晶显示装置中, 通过利用像素电极基片 40 侧面上的膜结构, 能够获得以下功能和效果。在该反射式液晶显示装置中, 如图 9 所示, 在厚度方向上像素电极基片 40 的截面上, 通过蒸镀在像素间凹槽 50 的第一侧面 51 上形成第一倾斜蒸镀取向膜 43A, 通过蒸镀在面向第一侧面 51 的第二侧面 52 上形成第二倾斜蒸镀取向膜 43B。由此, 截面上的像素间凹槽 50 的这两个侧面的膜结构是对称的。因此, 消除了由于不对称结构而导致的驱动过程中的电偏置, 并且可以避免长期驱动中像素间凹槽 50 中的击穿, 于是能够获得极高的可靠性。

而且, 如图 10A 所示, 在将垂直蒸镀膜 43C 作为基膜设置的情形中, 可获得以下功能和作用。例如, 相比于由相同的二氧化硅制成的第一倾斜蒸镀取向膜 43A 和第二倾斜蒸镀取向膜 43B, 由二氧化硅制成的垂直蒸镀膜 43C 不具有柱状结构, 且具有高密度和高电阻。因此, 垂直蒸镀膜 43C 用作第一倾斜蒸镀取向膜 43A、第二倾斜蒸镀取向膜 43B 和反射像素电极 42 之间的电屏蔽层。

该倾斜蒸镀二氧化硅膜形成向蒸镀方向倾斜的柱状结构。考虑到, 这样的结构能够给予垂直液晶预倾角; 然而, 该结构在粒子之间具有大量的缝隙, 因此膜不是非常密集。因此, 在驱动过程中从反射像素电极 42 产生的离子等容易穿过二氧化硅膜, 从而二氧化硅膜具有相对低的电阻。因此, 在长期驱动情形中, 将离子等引入液晶单元内, 并且在液晶单元内发生离子偏移, 由此导致所谓的击穿。在设置垂直蒸镀膜 43C 的情形中, 能够避免离子等流过第一和第二倾斜蒸镀取向膜 43A 和 43B。结果, 能够获得具有优良的长期可

靠性的装置，在该装置中，甚至在长期驱动中也不会发生离子的击穿。

而且，具体在垂直蒸镀膜 43C 和第一倾斜蒸镀取向膜 43A 及第二倾斜蒸镀取向膜 43B 都是由相同的二氧化硅膜形成的情形中，在由相同二氧化硅制成的基膜上形成由二氧化硅制成的第一倾斜蒸镀取向膜 43A 及第二倾斜蒸镀取向膜 43B，因此与取向膜直接形成在反射像素电极 42 上的情形相比，能够获得更高的膜质量。

而且，当仅通过倾斜蒸镀来完成膜的形成时，无蒸镀膜形成的区域可具体存在于像素间凹槽 50 的底面；然而，当实施垂直蒸镀时，能够在像素间凹槽 50 的整个底面上形成膜。由此，能够获得以下功能和作用。

例如，二氧化硅的蒸镀膜具有在蒸镀方向上排列液晶分子的特性，于是在与垂直蒸镀膜 43C 接触的液晶部分，液晶分子相对于基片表面被垂直排列，在与第二倾斜蒸镀取向膜 43B 接触的液晶部分，液晶分子以相对于基片表面的预倾角被倾斜排列。

在无取向膜形成的像素间凹槽 50 的区域中，液晶没有被垂直排列，存在未对准，于是该区域对于在反射像素电极 42 上垂直排列的液晶的取向具有副作用。另一方面，在将垂直蒸镀膜 43C 作为基膜形成的情形中，在该区域中，利用垂直蒸镀膜 43C 在垂直方向上排列液晶，因此该区域几乎对反射像素电极 42 上的液晶的垂直取向没有副作用。通过第二倾斜蒸镀取向膜 43B 的液晶取向与通过垂直蒸镀膜 43C 的液晶取向稍稍不同，这是因为通过第二倾斜蒸镀取向膜 43B 的取向有一个预倾角。然而，通常，该预倾角为 1° - 5° 那么小，因此这些取向之间的差别对于显示图像质量是不可辨识的。因此，在垂直蒸镀膜 43C 作为基膜形成的情形中，像素间凹槽周围没有发生未对准，于是在整个显示区能够获得稳定的垂直取向。由此，能够获得优越的图像质量。

如上所述，在按照此实施例的反射式液晶显示装置中，在厚度方向的像素电极 40 的截面上，通过蒸镀，在像素间凹槽 50 的第一侧面 51 上形成第一倾斜蒸镀取向膜 43A，并通过蒸镀，在面向第一侧面 51 的第二侧面 52 上形成第二倾斜蒸镀取向膜 43B，因此截面上的像素间凹槽 50 的这两个侧面的膜结构是对称的。由此，能够避免由于像素间凹槽 50 的侧面的不对称结构而导致的长期驱动中的击穿现象的出现，从而能够获得长期的驱动可靠性。

<液晶显示单元的描述>

接下来，以下将描述采用具有图 7 所示结构的反射式液晶显示装置的液

晶显示单元的一个实例。如图 14 所示，以下将描述利用反射式液晶显示装置作为光阀的反射型液晶投影仪的一个实例。

图 14 所示的反射型液晶投影仪是所谓的三板系统，其利用红、绿和蓝颜色的三个液晶光阀 21R、21G 和 21B 来显示彩色图像。这种反射型液晶投影仪包括：光源 11、分色镜 12 及 13、以及沿光轴 10 的总反射镜 14。该反射型液晶投影仪还包括：偏振光束分离器 15、16 和 17、合光棱镜 18、投影透镜 19 和屏幕 20。

光源 11 发射白光，所述白光包括显示彩色图像所需的红光(R)、蓝光(B)和绿光(G)，作为光源 11，例如，可采用卤灯、金属卤化物灯、疝灯等。

分色镜 12 具有将来自光源 11 的光分离成蓝光和其它颜色光的功能。分色镜 13 具有将穿过分色镜 12 的光分离成红光和绿光的功能。总反射镜 14 将由分色镜 12 分离的蓝光向偏振光束分离器 17 反射。

分别沿红光、绿光和蓝光的光路设置偏振光束分离器 15、16 和 17。偏振光束分离器 15、16 和 17 分别具有偏振分离表面 15A、16A 和 17A，并具有将每个入射的彩色光在偏振分离表面 15A、16A 和 17A 上分离成彼此正交的两个偏振分量的功能。偏振分离表面 15A、16A 和 17A 反射一个偏振分量（例如 S 偏振分量），并使另一个偏振分量（例如 P 偏振分量）穿过。

作为液晶光阀 21R、21G 和 21B，采用具有上述结构（参照图 7）的反射式液晶显示装置。由偏振光束分离器 15、16 和 17 的每个偏振分离表面 15A、16A 和 17A 所分离的每个彩色光的预定偏振分量（例如 S 偏振分量）进入每个液晶光阀 21R、21G 和 21B。当用按照图像信号给定的驱动电压驱动液晶光阀 21R、21G 和 21B 时，液晶光阀 21R、21G 和 21B 就具有调制入射光并将所调制的光分别向偏振光束分离器 15、16 和 17 反射的功能。

合光棱镜 18 具有合成每个彩色光的预定偏振分量（例如 P 偏振分量）的功能，所述彩色光是从每个液晶光阀 21R、21G 和 21B 发射出来的，并穿过每个偏振光束分离器 15、16 和 17。投影透镜 19 用作将从合光棱镜 18 发射的合成光向屏幕 20 投影的投影装置。

在具有上述结构的反射式液晶投影仪中，利用分色镜 12 的作用，将从光源 11 发射的白光分成蓝光和其它颜色的光（红光和绿光）。利用总反射镜 14 的作用，将蓝光向偏振光束分离器 17 反射。利用分色镜 13 的作用，将其它颜色的光分成红光和绿光。红光和绿光分别进入偏振光束分离器 15 和 16。

偏振光束分离器 15、16 和 17 在偏振分离表面 15A、16A 和 17A 上将每个入射的彩色光分别分成彼此正交的两个偏振分量。此时，偏振分离表面 15A、16A 和 17A 将一个偏振分量（例如 S 偏振分量）分别向液晶光阀 21R、21G 和 21B 反射。

液晶光阀 21R、21G 和 21B 用按照图像信号给定的驱动电压来驱动，并调制进入像素 - 像素基础上的液晶光阀 21R、21G 和 21B 的每个彩色光的预定偏振分量。此时，作为液晶光阀 21R、21G 和 21B，可采用图 7 所示的反射式液晶显示装置，于是能够获得有关对比度和图像质量的优良特性。

液晶光阀 21R、21G 和 21B 将每个所调制的彩色光分别向偏振光束分离器 15、16 和 17 反射。偏振光束分离器 15、16 和 17 分别仅通过来自液晶光阀 21R、21G 和 21B 的反射（调制）光中的预定偏振分量（例如 P 偏振分量），从而将预定的偏振分量向合光棱镜 18 发射。合光棱镜 18 合成已经穿过偏振光束分离器 15、16 和 17 的每个彩色光的预定分量，从而向投影透镜 19 发射合成光。投影透镜 19 将从合成棱镜 18 发射的合成光向屏幕 20 投影。由此，将根据由液晶光阀 21R、21G 和 21B 所调制的光的图像投影到屏幕 20 上，以便显示所需的图像。

如上所述，在按照此实施例的反射型液晶投影仪中，将作为像素电极基片 40、具有包括两个倾斜蒸镀取向膜 43A 和 43B 层压体结构（参见图 9）的反射式液晶显示装置（参照图 7）用作液晶光阀 21R、21G 和 21B，于是能够获得长期的可靠性，并且能够显示具有高对比度和优良图像质量的图像。

[实例]

接下来，将参照实例来描述按照此实施例的反射式液晶显示装置的具体特征。在描述这些实例之前，以下将描述作为对照例的相关技术的反射式液晶显示装置的特征。

[对照例 1-1 和 1-2]

以下将描述对照例 1-1 和 1-2。如下形成作为对照例的反射式液晶显示装置的实验样品。首先，在清洁其上形成有透明电极的玻璃基片和其上形成有作为反射像素电极的铝电极的硅驱动基片之后，将这些基片引入蒸镀装置，以便通过倾斜蒸镀形成作为取向膜的二氧化硅膜，从而在正方形像素的对角线方向上，以相对于基片 55° 的入射蒸镀角蒸镀蒸镀粒子。取向膜具有 80nm 的厚度。控制取向，以便使液晶的预倾角为约 2.5° 。此后，使其上形成

有取向膜的基片彼此面对,并将直径为 $2\mu\text{m}$ 的足够量的玻璃珠分布到这两个基片之间,以便将基片粘结在一起。而且,将由 Merck 制造的具有负介电各向异性 $\Delta\epsilon$ 的垂直液晶材料注入到基片之间,以便形成反射式液晶显示装置的实验样品。硅驱动基片上的铝电极的像素间距为 $9\mu\text{m}$,像素之间的凹槽宽度为 $0.6\mu\text{m}$ 。而且,通过相同的方法,可形成这样一个实验样品:在该样品中,通过 CVD 将具有 45nm 厚度的用于保护像素电极的 SiO_2 钝化膜涂覆在铝电极上。

将实验样品引入投影仪内,并利用图 6A 和 6B 所示的驱动波形,将由 $\pm 2\text{V}$ 确定的灰度电平显示在整个屏幕 ($1920\text{像素}\times 1080\text{像素}$) 上,且长期显示 $100\text{像素}\times 100\text{像素}$ 的由 $\pm 4\text{V}$ 确定的白帧,由此观察到像素间凹槽中的击穿现象。结果,连续驱动 1000 个小时之后,在以上白帧与灰色电平像素(在对照例 1-1 中)之间的边界上,在围绕像素间凹槽部分观察到与另一部分具有稍微不同强度的一个部分,例如在白帧边缘具有稍小强度的部分。当用显微镜观察该部分时,在凹槽部分观察到闪烁,于是发现,离子具体聚集在该部分上。而且,当关掉电源,并将实验样品放置几十个钟头时,击穿现象衰退,但保留有击穿的轻微痕迹。

以上现象出现在在将 SiO_2 钝化膜置于铝电极(在对照例 1-2 中)上的基片的情形中。观察结果如图 15 所示,该图表示出随后将描述的实例的结果。

[例 1-1 和 1-2]

接下来,以下将描述实例 1-1 和 1-2。基本上按照与以上对照例中相同的方法和相同的规格形成反射式液晶显示装置的实验样品,只是取向膜是在像素电极上。更具体地说,在清洁其上形成有透明电极的玻璃基片和其上形成有作为反射像素电极的铝电极的硅驱动基片之后,利用下述方法,通过蒸镀形成取向膜,然后将由 Merck 制造的具有负介电各向异性 $\Delta\epsilon$ 的垂直液晶材料注入到基片之间,以便形成反射式液晶显示装置(如同例 1-1)。硅驱动基片的规格与以上对照例中相同,于是像素间隔为 $9\mu\text{m}$,像素之间的凹槽宽度为 $0.6\mu\text{m}$ 。以相似的方式形成在铝电极(如同例 1-2)上形成有钝化膜的反射式液晶显示装置。

然而,与上述的对照例不同,在这些实例中,像素电极上的取向膜具有对应于图 9 的结构。以下将描述一种形成取向膜的方法。如图 12A 和 12B 所示,将干净的硅驱动基片引入具有基片旋转系统的蒸镀装置 80 内,在所述系

统内,可以改变相对于基片法线方向的蒸镀粒子 83 的入射角度和基片表面内的蒸镀粒子 83 的入射方向。首先,与对照例的情形中一样,使基片倾斜,以便蒸镀角度从法线方向变成 $\theta = 55^\circ$, 并从对照例中的最初取向方向,将基片在平面内旋转 180° , 以便通过倾斜蒸镀形成第一倾斜蒸镀取向膜。膜厚为 40nm。此后,将基片在平面内再次旋转 180° , 以便从对照例中的最初取向方向,以 55° 的相同入射蒸镀角度形成具有 40nm 厚度的第二倾斜蒸镀取向膜。对照例中的取向膜厚度为 80nm, 因此将每个膜的厚度设计成 40nm, 从而第一倾斜蒸镀取向膜和第二倾斜蒸镀取向膜的总厚度与对照例中的取向膜厚度相同。在相同条件下在透明电极侧上形成基片, 以便维持结构的对称性。

与上述对照例的情形中一样,将具有该像素结构的实验样品引入投影仪内,并利用相同方法驱动实验样品,以便观察击穿现象。在实例 1-1 中,甚至在经过 1000 或更多小时之后,也根本观察不到在对照例中所观察到的像素间凹槽中的击穿现象。同样,在实例 1-2 中,在将 SiO_2 钝化膜置于铝电极上的基片中没有观察到击穿现象。结果如图 15 所示。

第一倾斜蒸镀取向膜与第二倾斜蒸镀取向膜的厚度和入射角度绝对相同是不必要的,并且当倾斜蒸镀取向膜某种程度上形成于像素间凹槽的侧面上时,可获得避免击穿的效果。

[实例 2-1 和 2-2]

接下来,以下将描述实例 2-1 和 2-2。在这些实例中,像素电极上的取向膜具有对应于图 10A 的结构,即,在该结构中,垂直蒸镀膜可作为第一倾斜蒸镀取向膜与第二倾斜蒸镀取向膜的基膜来形成。通过与上述对照例中相同的方法和相同的规格来形成反射式液晶显示装置实验样品,除了与膜形成有关的一部分之外。

以下将描述形成取向膜的方法。如图 13A-13C 所示,将干净的硅驱动基片引入具有基片旋转系统的蒸镀装置 80 内,在所述系统内,可以改变蒸镀粒子 83 相对于基片法线方向的入射角和基片表面内蒸镀粒子 83 的入射方向。首先,从相对于基片的垂直方向以 50nm 的厚度蒸镀二氧化硅。此后,与实例 1-1 和 1-2 的情形中一样,使基片倾斜,以便蒸镀角度从法线方向变成 $\theta = 55^\circ$, 并将基片在平面内旋转 180° , 以便通过倾斜蒸镀形成第一倾斜蒸镀取向膜。膜厚为 40nm。此后,与实例 1-1 和 1-2 的情形中一样,将基片在平面内再次旋转 180° , 以便从对照例中的最初取向方向,以 55° 的相同入射蒸镀角度

形成具有 40nm 厚度的第二倾斜蒸镀取向膜。在相同条件下形成透明电极侧上的基片，以便维持结构的对称性。以类似的方式形成将钝化膜置于铝电极（如同实例 2-2）上的反射式液晶显示装置。

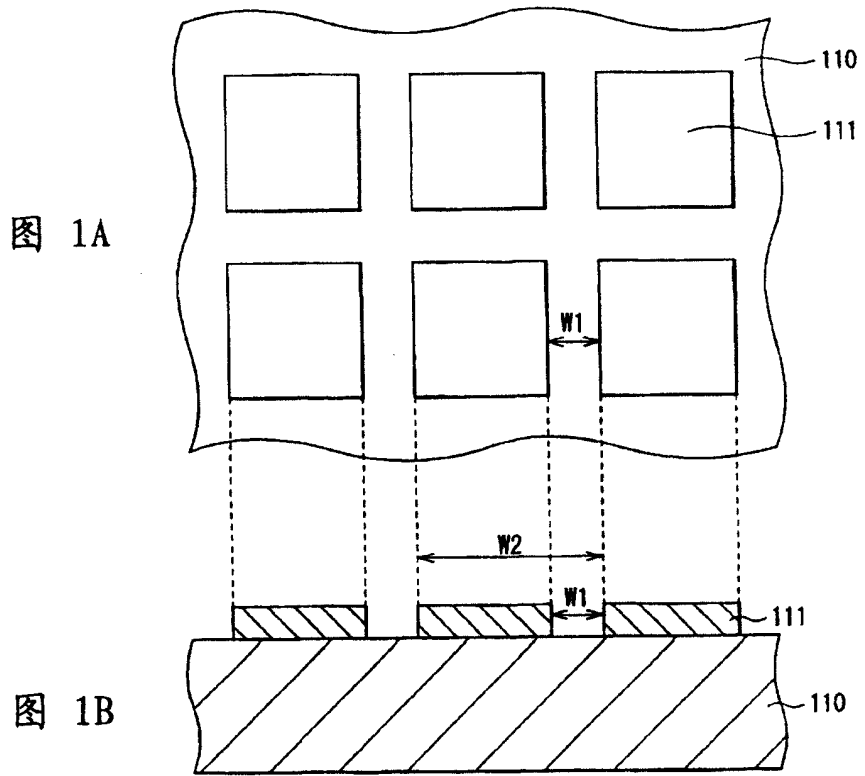
在实例 2-1 中，以类似的方式观察击穿现象。在这些实例中，甚至在经过 1000 或更多小时之后，也根本观察不到在对照例中所观察到的击穿现象。同样，在实例 2-2 中，在将 SiO₂ 钝化膜置于铝电极上的基片中没有观察到击穿现象。结果如图 15 所示。

第一倾斜蒸镀取向膜与第二倾斜蒸镀取向膜的厚度和入射角度绝对相同是不必要的，并且当倾斜蒸镀取向膜某种程度上形成于像素间凹槽的侧面上时，可获得避免击穿的效果。

结果发现，如果垂直蒸镀膜厚度太薄，就不能形成具有高密度和高电阻的较佳质量的膜，因此此厚度的下限优选地为 10nm 或更大，如果此厚度太厚，膜形成的时间就更长，由此膜的质量和实用性将下降，于是该上限优选地为 500nm 或更小。更优选的是，特别适合实用的厚度为 30nm-100nm。

虽然参照实施例和实例描述了本发明，但是本发明并限于这些实施例和实例，而是可以做出多种改变。例如，在以上的实施例中，作为投影仪的一个实例描述了三板系统投影仪。然而，本发明能够广泛地应用到任何其它系统投影仪中，例如单板系统。

虽然已经参照为了阐述目的而选择的具体实施例对本发明进行了描述，但是应该明白，在不脱离本发明的基本思想和范围的前提下，本领域的技术人员能够做出许多变型。



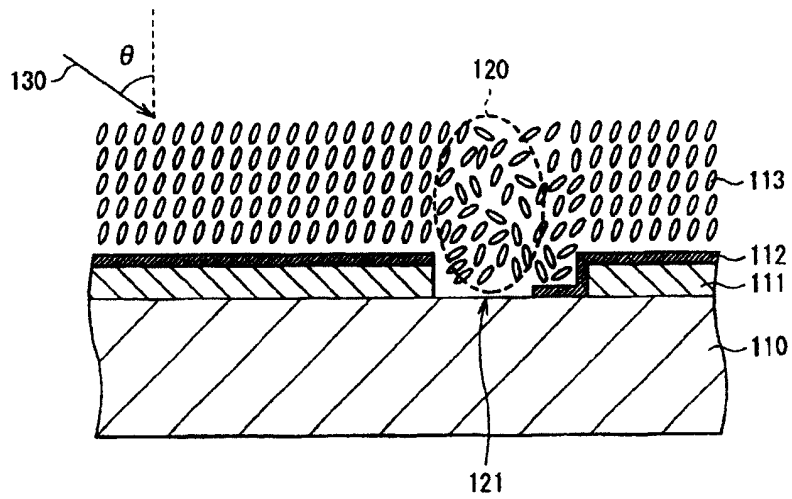


图 2

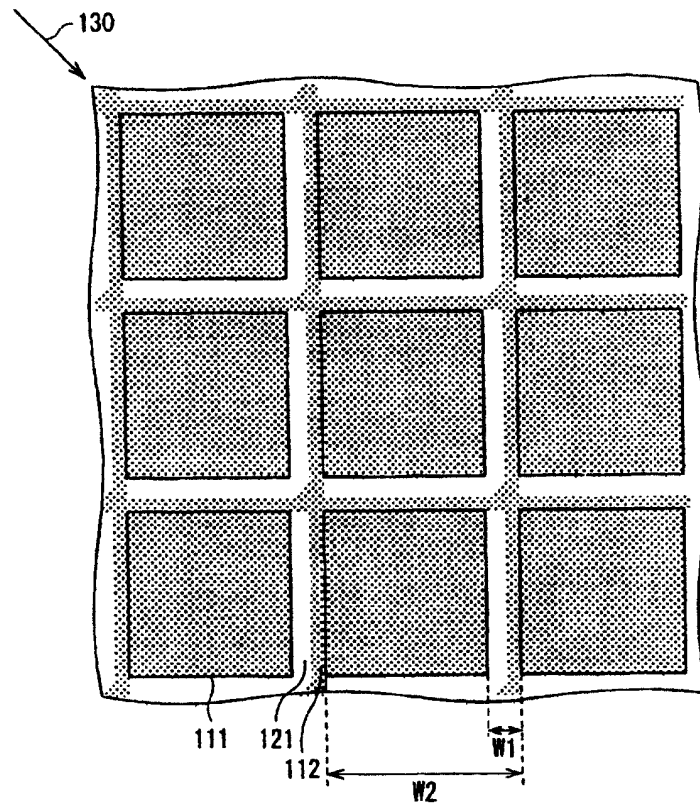


图 3

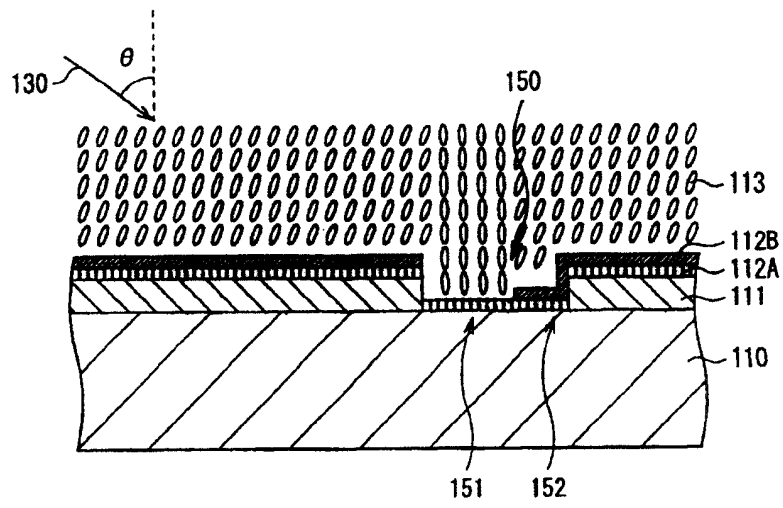


图 4

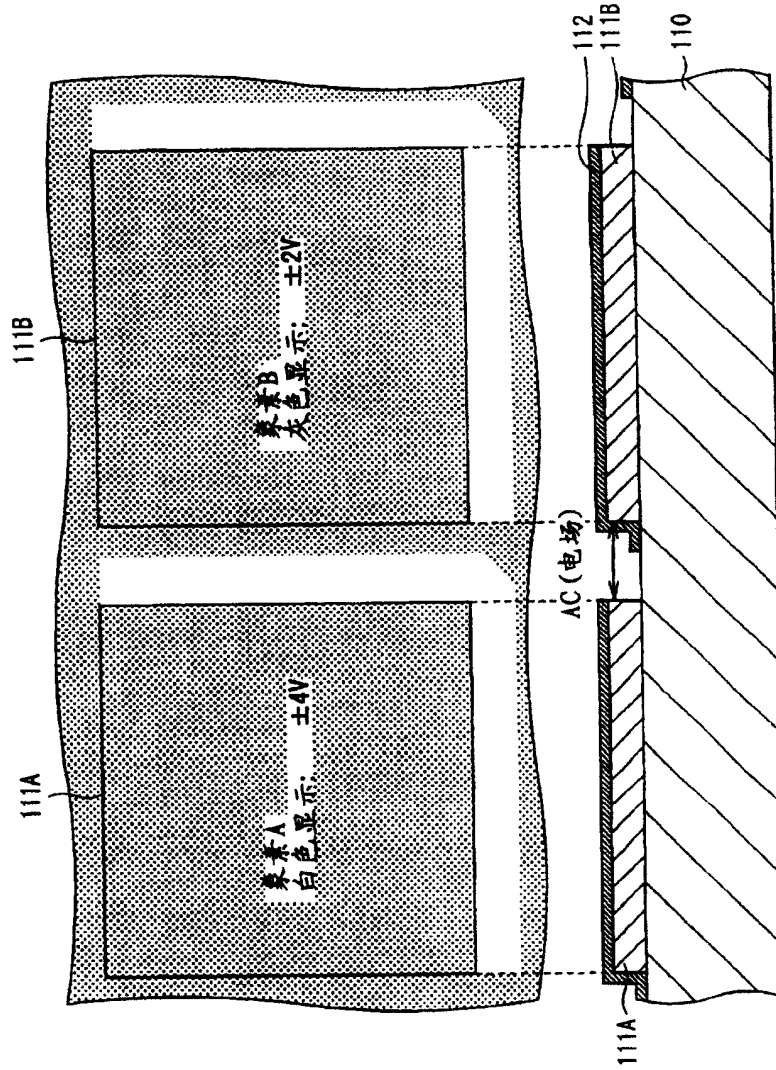


图 5A

图 5B

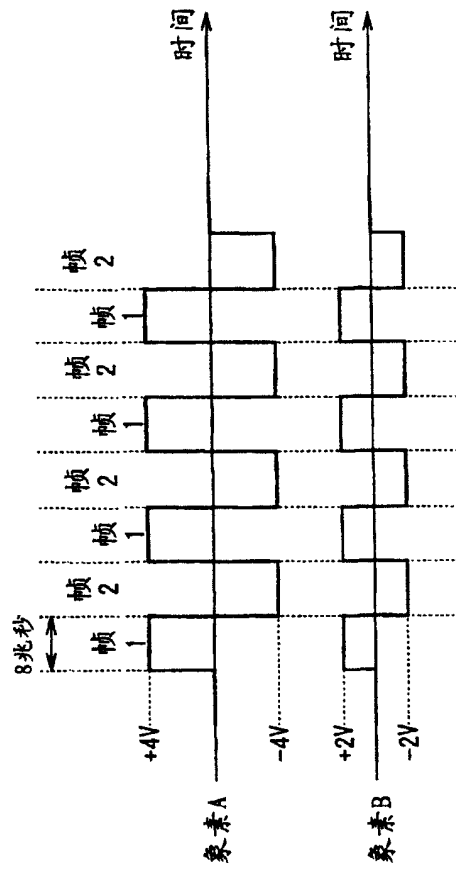


图 6A

图 6B

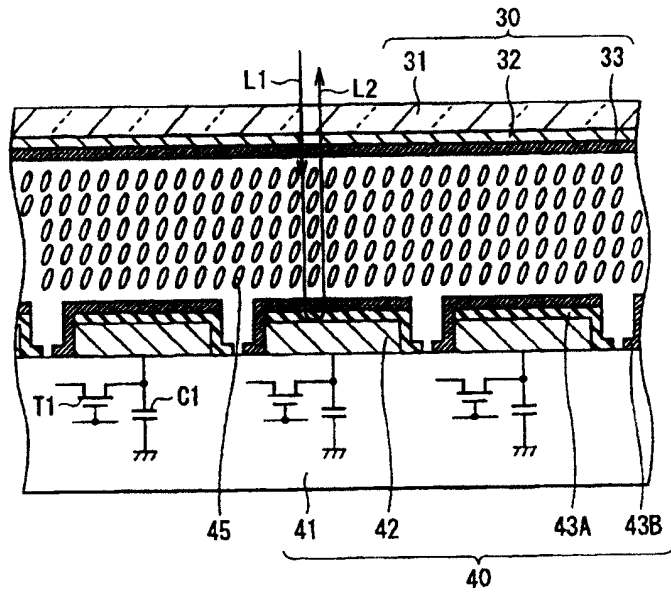


图 7

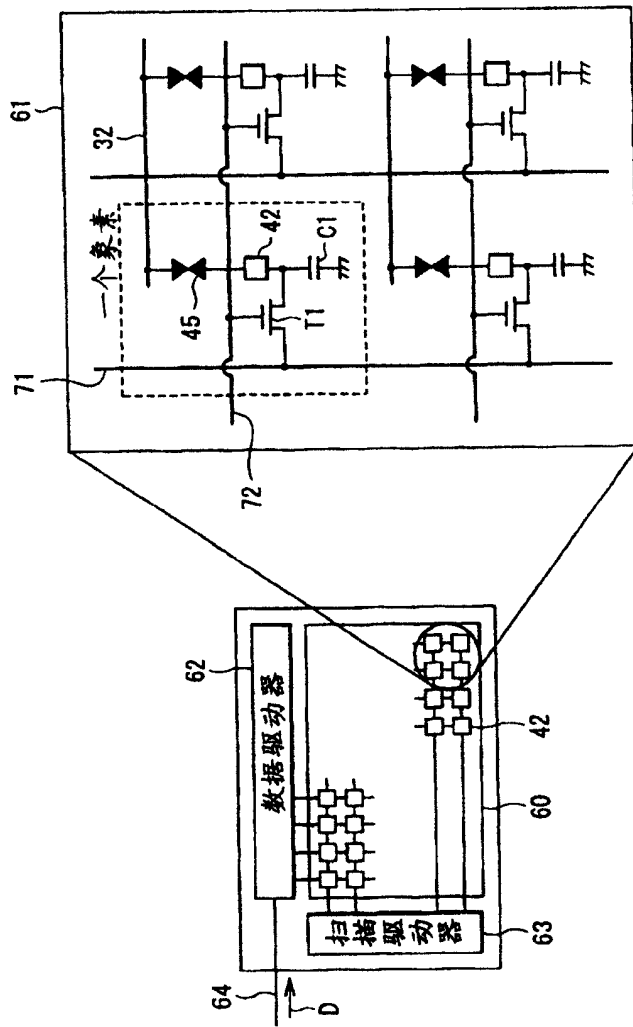


图 8

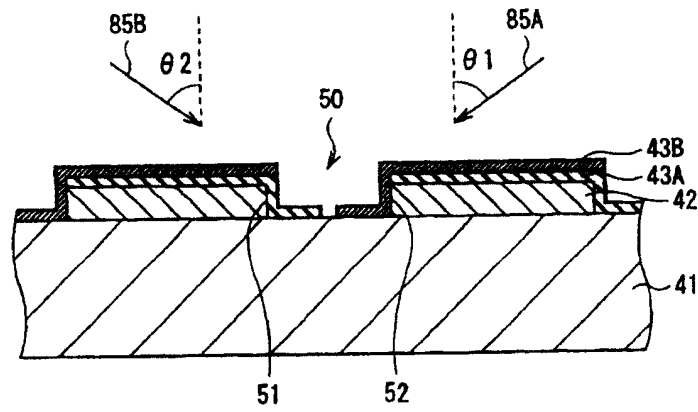


图 9

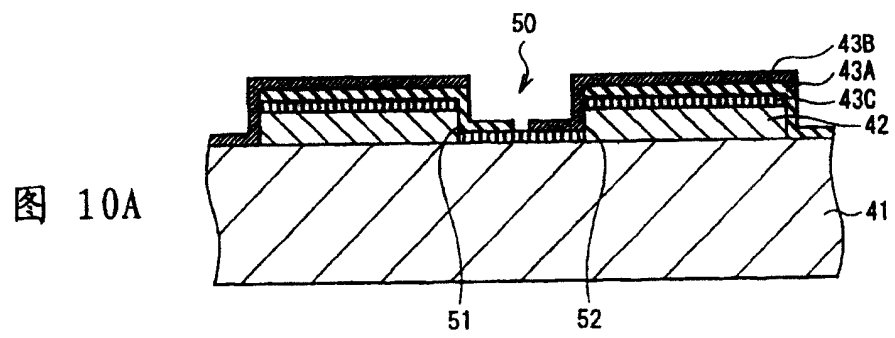


图 10A

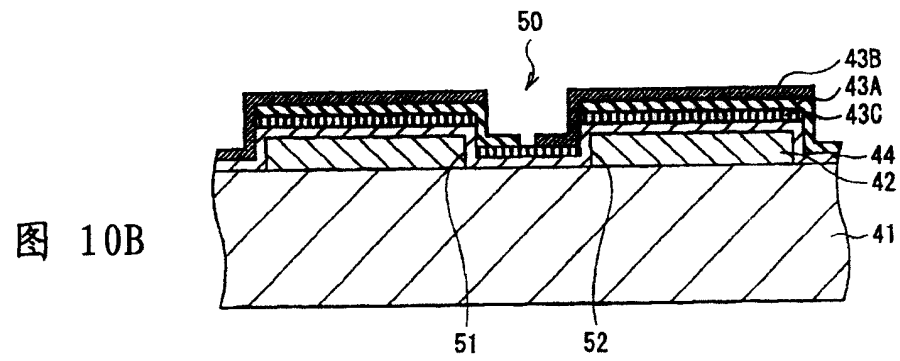
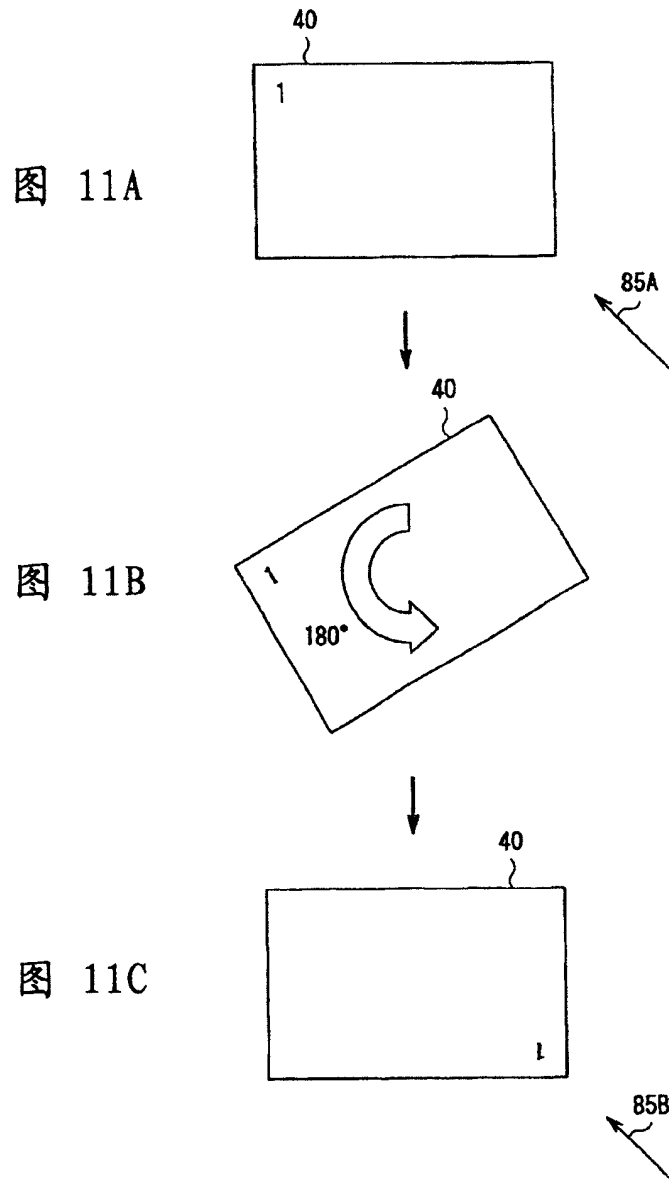


图 10B



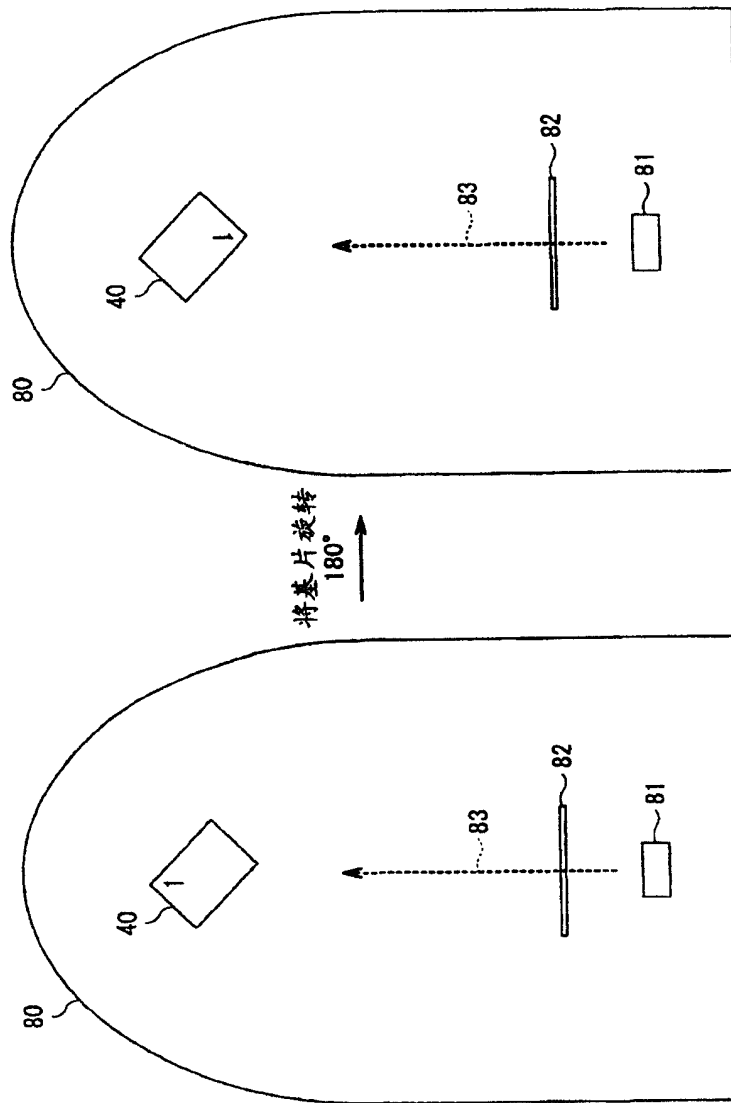


图 12B

图 12A

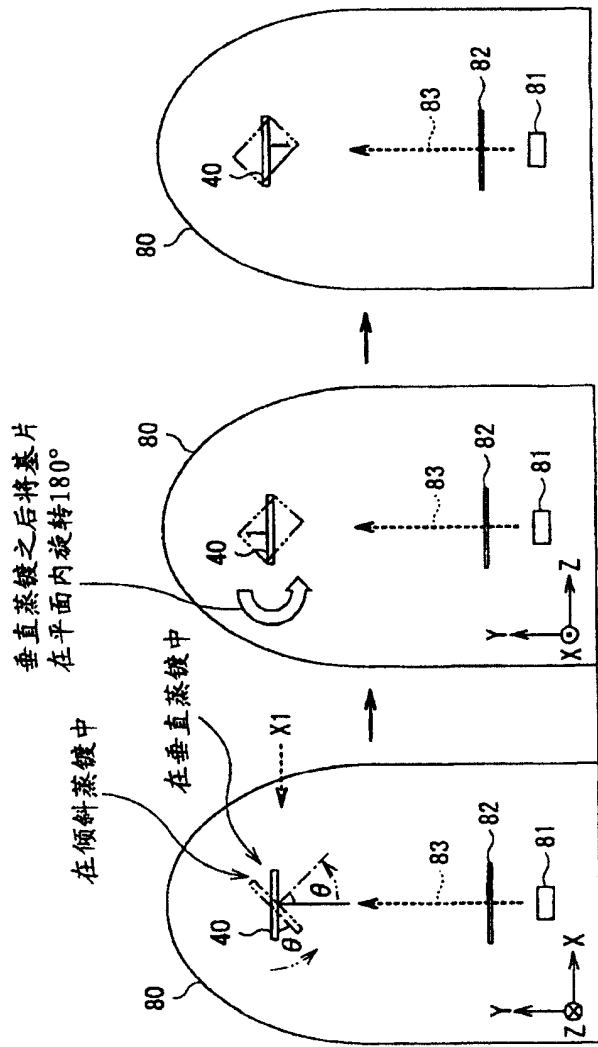


图 13A

图 13B

图 13C

	垂直蒸镀膜厚度 (nm)	从最初对准方向将基片旋转180°之后倾斜蒸镀的膜厚度 (nm)	从最初对准方向的膜厚度 (nm)	钝化膜厚度 (nm)	长期驱动中象素间凹槽中的击穿现象
对比例1-1	—	—	80	—	1000小时驱动之后观察到
对比例1-2	—	—	80	45	1000小时驱动之后观察到
实例1-1	—	40	40	—	1000小时驱动之后没有观察到
实例1-2	—	40	40	45	1000小时驱动之后没有观察到
实例2-1	50	40	40	—	1000小时驱动之后没有观察到
实例2-2	50	40	40	45	1000小时驱动之后没有观察到

图 15