

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/1343 (2006.01)

G02F 1/1337 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580015884.7

[43] 公开日 2007 年 4 月 25 日

[11] 公开号 CN 1954254A

[22] 申请日 2005.5.17

[21] 申请号 200580015884.7

[30] 优先权

[32] 2004.5.18 [33] JP [31] 148273/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/008975 2005.5.17

[87] 国际公布 WO2005/111708 日 2005.11.24

[85] 进入国家阶段日期 2006.11.17

[71] 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪

[72] 发明人 中村久和 久保真澄

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 龙 淳

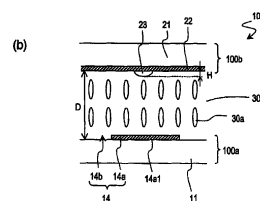
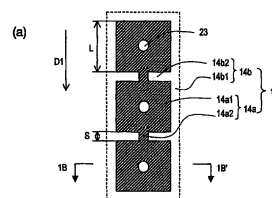
权利要求书 4 页 说明书 25 页 附图 16 页

[54] 发明名称

液晶显示装置和具有该液晶显示装置的电子设备

[57] 摘要

本发明提供一种可抑制由于向液晶面板施加应力而导致的显示品质降低的 CPA 方式的液晶显示装置。本发明的液晶显示装置包括第一基板、第二基板、和设置在它们之间的垂直取向型的液晶层。在各个像素区域中，设置在第一基板的液晶层侧的第一电极具有由导电膜形成的实体部、和不形成导电膜的非实体部。实体部分别由非实体部实质包围，至少包含沿着第一方向排列的多个单位实体部。在像素区域内的液晶层中，在施加电压时，利用在非实体部的边缘部所生成的倾斜电场，在各个单位实体部上形成获得放射状倾斜取向的液晶畴。单位实体部的沿着第一方向的长度为 $70\mu\text{m}$ 以下。



1. 一种液晶显示装置，其特征在于：

具有第一基板、第二基板、以及设置在所述第一基板和所述第二基板之间的垂直取向型的液晶层，

具有像素区域，该像素区域由设置在所述第一基板的所述液晶层侧的第一电极、和设置在所述第二基板上并隔着所述液晶层与所述第一电极相对的第二电极来规定，

所述像素区域包含透过区域，该透过区域使用从所述第一基板侧入射的光来进行透过模式的显示，

在所述像素区域中，所述第一电极具有由导电膜形成的实体部、和不形成导电膜的非实体部，所述实体部是分别由所述非实体部包围的多个单位实体部，至少包含沿着第一方向排列的多个单位实体部，

在所述液晶层中，在向所述第一电极和所述第二电极之间施加电压时，利用在所述非实体部的边缘部所生成的倾斜电场，在所述多个单位实体部的各个上形成获得放射状倾斜取向的液晶畴，

所述多个单位实体部至少包含一个位于所述透过区域内的单位实体部，位于所述透过区域内的所述单位实体部的沿着所述第一方向的长度为 $70\mu\text{m}$ 以下。

2. 根据权利要求1所述的液晶显示装置，其特征在于：

所述多个单位实体部的沿着所述第一方向的间隔为 $8.0\mu\text{m}$ 以上。

3. 一种液晶显示装置，其特征在于：

具有第一基板、第二基板、以及设置在所述第一基板和所述第二基板之间的垂直取向型的液晶层，

具有像素区域，该像素区域由设置在所述第一基板的所述液晶层侧的第一电极、和设置在所述第二基板上并隔着所述液晶层与所述第一电极相对的第二电极来规定，

所述像素区域包含透过区域，该透过区域使用从所述第一基板侧入射的光来进行透过模式的显示，

在所述像素区域中，所述第一电极具有由导电膜形成的实体部、和不形成导电膜的非实体部，所述实体部包含分别由所述非实体部包围的多个单位实体部，

在所述液晶层中，在向所述第一电极和所述第二电极之间施加电压时，利用在所述非实体部的边缘部所生成的倾斜电场，在所述多个单位实体部的各个上形成获得放射状倾斜取向的液晶畴，

所述多个单位实体部至少沿着第一方向排列，所述多个单位实体部的沿着所述第一方向的间隔为 $8.0\mu\text{m}$ 以上。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的液晶显示装置，其特征在于：

所述多个单位实体部的沿着所述第一方向的间隔为 $8.5\mu\text{m}$ 以上。

5. 根据权利要求 1~4 中任一项所述的液晶显示装置，其特征在于：

所述第二基板具有设置在与形成在所述透过区域内的所述液晶畴中央附近对应的区域的凸部，所述凸部的高度 H 相对于所述液晶层厚度 D 的比 H/D 为 0.42 以上。

6. 一种液晶显示装置，其特征在于：

具有第一基板、第二基板、以及设置在所述第一基板和所述第二基板之间的垂直取向型的液晶层，

具有像素区域，该像素区域由设置在所述第一基板的所述液晶层侧的第一电极、和设置在所述第二基板上并隔着所述液晶层与所述第一电极相对的第二电极来规定，

所述像素区域包含透过区域，该透过区域使用从所述第一基板侧入射的光来进行透过模式的显示，

在所述像素区域中，所述第一电极具有由导电膜形成的实体部、和不形成导电膜的非实体部，所述实体部是分别由所述非实体部包围的多个单位实体部，至少包含沿着第一方向排列的多个单位实体部，

在所述液晶层中，在向所述第一电极和所述第二电极之间施加电压时，利用在所述非实体部的边缘部所生成的倾斜电场，在所述多个单位实体部的各个上形成获得放射状倾斜取向的液晶畴，

所述第二基板具有设置在与形成在所述透过区域内的所述液晶畴的中央附近对应的区域的凸部，所述凸部的高度 H 相对于所述液晶层厚度 D 的比 H/D 为 0.42 以上。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的液晶显示装置，其特征在于：
所述凸部的高度 H 相对于所述液晶层厚度 D 的比 H/D 为 0.47 以上。

8. 根据权利要求 7 所述的液晶显示装置，其特征在于：
所述凸部的高度 H 相对于所述液晶层厚度 D 的比 H/D 为 0.53 以上。

9. 根据权利要求 1~8 中任一项所述的液晶显示装置，其特征在于：
所述第一电极的所述实体部具有将所述多个单位实体部的相邻两个单位实体部彼此连接的至少一个连接部。

10. 根据权利要求 9 所述的液晶显示装置，其特征在于：
所述至少一个连接部包含将所述多个单位实体部中沿着所述第一方向相邻的单位实体部彼此连接的连接部。

11. 根据权利要求 1~10 中任一项所述的液晶显示装置，其特征在于：
所述像素区域还包含反射区域，该反射区域使用从所述第二基板侧入射的光来进行反射模式的显示。

12. 根据权利要求 1~11 中任一项所述的液晶显示装置，其特征在于：
所述液晶畴的取向和与所述非实体部对应的所述液晶层区域的取向互相连续。

13. 根据权利要求 1~12 中任一项所述的液晶显示装置，其特征在于：

所述多个单位实体部的各个的形状具有旋转对称性。

14. 根据权利要求 13 所述的液晶显示装置，其特征在于：
所述多个单位实体部的各个为矩形。

15. 根据权利要求 13 所述的液晶显示装置，其特征在于：
所述多个单位实体部的各个是角部为圆弧状的矩形。

16. 根据权利要求 1~15 中任一项所述的液晶显示装置，其特征在于：
所述多个单位实体部也沿着与所述第一方向交叉的第二方向排列。

17. 根据权利要求 16 所述的液晶显示装置，其特征在于：
所述非实体部具有由所述实体部包围的至少一个开口部，在所述液晶层中，在向所述第一电极和所述第二电极之间施加电压时，在与所述开口部对应的所述液晶层区域也形成获得放射状倾斜取向的液晶畴。

18. 一种具有权利要求 1~17 中任一项所述的液晶显示装置的电子设备。

19. 根据权利要求 18 所述的电子设备，其特征在于：
所述电子设备为便携式电子设备。

20. 根据权利要求 18 或 19 所述的电子设备，其特征在于：
在所述第二基板的观察者侧没有保护板。

液晶显示装置和具有该液晶显示装置的电子设备

技术领域

本发明涉及一种液晶显示装置，特别涉及一种具有广视角特性、进行高品质显示的液晶显示装置。另外，本发明还涉及一种具有这样的液晶显示装置的电子设备。

背景技术

近年来，作为个人计算机的显示器、便携式信息终端设备的显示部等所使用的显示装置，已利用薄型轻量的液晶显示装置。但是，已有的扭曲向列型（TN 型）、超扭曲向列型（STN 型）液晶显示装置有视角狭窄的缺点，为了解决该问题，进行了各种各样的技术开发。

作为用于提高视角特性的技术之一，提出了 CPA（Continuous Pinwheel Alignment：连续焰火状排列）方式（例如，参照专利文献 1）。在该 CPA 方式中，在隔着垂直取向型的液晶层相对的一对电极的一个上设置开口部或切口部，使用在这些开口部或切口部的边缘部所生成的倾斜电场，使液晶分子呈放射状倾斜取向，由此实现广视角且高品质的显示。

专利文献 1：特开 2003-43525 号公报

在上述的 CPA 方式中，虽然实现了稳定的取向状态，但若向液晶面板施加大的应力，则有时液晶层的放射状倾斜取向会杂乱，如果从杂乱的取向状态恢复到通常的取向状态需要长时间，就会有观察者识别到显示品质降低的问题。本申请发明人对上述问题进行了各种研究，结果发现：从杂乱的取向状态恢复到通常的取向状态所需要的时间的长度，与 CPA 方式的电极结构具有强相关关系。

发明内容

本发明是鉴于上述问题而做出的，本发明的目的在于，提供一种可抑制由于向液晶面板施加应力而导致的显示品质降低的 CPA 方式的液晶显示装置和具有该液晶显示装置的电子设备。

本发明的第一方面的液晶显示装置，具有第一基板、第二基板、以及设置在上述第一基板和上述第二基板之间的垂直取向型的液晶层，

具有像素区域，该像素区域由设置在上述第一基板的上述液晶层侧的第一电极、和设置在上述第二基板上并隔着上述液晶层与上述第一电极相对的第二电极来规定，

上述像素区域包含透过区域，该透过区域使用从上述第一基板侧入射的光来进行透过模式的显示，

在上述像素区域中，上述第一电极具有由导电膜形成的实体部、和不形成导电膜的非实体部，上述实体部分别是由上述非实体部实质包围的多个单位实体部，至少包含沿着第一方向排列的多个单位实体部，

在上述液晶层中，在向上述第一电极和上述第二电极之间施加电压时，利用在上述非实体部的边缘部所生成的倾斜电场，在上述多个单位实体部的各个上形成获得放射状倾斜取向的液晶畴（domain），

上述多个单位实体部至少包含一个位于上述透过区域内的单位实体部，位于上述透过区域内的上述单位实体部的沿着上述第一方向的长度为 $70\mu\text{m}$ 以下，由此可实现上述目的。

在某个优选实施方式中，上述多个单位实体部的沿着上述第一方向的间隔为 $8.0\mu\text{m}$ 以上。

本发明的第二方面的液晶显示装置，具有第一基板、第二基板、以及设置在上述第一基板和上述第二基板之间的垂直取向型的液晶层，

具有像素区域，该像素区域由设置在上述第一基板的上述液晶层侧的第一电极、和设置在上述第二基板上并隔着上述液晶层与上述第一电极相对的第二电极所规定，

上述像素区域包含透过区域，该透过区域使用从上述第一基板侧入射的光来进行透过模式的显示，

在上述像素区域中，上述第一电极具有由导电膜形成的实体部、和不形成导电膜的非实体部，上述实体部包含分别由上述非实体部实质包围的多个单位实体部，

在上述液晶层中，在向上述第一电极和上述第二电极之间施加电压时，利用在上述非实体部的边缘部所生成的倾斜电场，在上述多个单位实体部的各个上形成获得放射状倾斜取向的液晶畴，

上述多个单位实体部至少沿着第一方向排列，上述多个单位实体部的沿着上述第一方向的间隔为 $8.0\mu\text{m}$ 以上，由此可实现上述目的。

在某个优选实施方式中，上述多个单位实体部的沿着上述第一方向的间隔为 $8.5\mu\text{m}$ 以上。

在某个优选实施方式中，上述第二基板具有设置在与形成在上述透过区域内的上述液晶畴的中央附近对应的区域的凸部，上述凸部的高度 H 相对于上述液晶层厚度 D 的比 H/D 为 0.42 以上。

本发明的第三方面的液晶显示装置，具有第一基板、第二基板、以及设置在上述第一基板和上述第二基板之间的垂直取向型的液晶层，

具有像素区域，该像素区域由设置在上述第一基板的上述液晶层侧的第一电极、和设置在上述第二基板上并隔着上述液晶层与上述第一电极相对的第二电极来规定，

上述像素区域包含透过区域，该透过区域使用从上述第一基板侧入射的光来进行透过模式的显示，

在上述像素区域中，上述第一电极具有由导电膜形成的实体部、和不形成导电膜的非实体部，上述实体部是分别由上述非实体部实质包围的多个单位实体部，至少包含沿着第一方向排列的多个单位实体部，

在上述液晶层中，在向上述第一电极和上述第二电极之间施加电压时，利用在上述非实体部的边缘部所生成的倾斜电场，在上述多个单位实体部的各个上形成获得放射状倾斜取向的液晶畴，

上述第二基板具有设置在与形成在上述透过区域内的上述液晶畴的中央附近对应的区域的凸部，上述凸部的高度 H 相对于上述液晶层厚度 D 的比 H/D 为 0.42 以上，由此可实现上述目的。

在某个优选实施方式中，上述凸部的高度 H 相对于上述液晶层厚度 D 的比 H/D 为 0.47 以上。

在某个优选实施方式中，上述凸部的高度 H 相对于上述液晶层厚

度 D 的比 H/D 为 0.53 以上。

在某个优选实施方式中，上述第一电极的上述实体部具有将上述多个单位实体部的相邻两个单位实体部彼此连接的至少一个连接部。

在某个优选实施方式中，上述至少一个连接部包含将上述多个单位实体部中沿着上述第一方向相邻的单位实体部彼此连接的连接部。

在某个优选实施方式中，上述像素区域还包含反射区域，该反射区域使用从上述第二基板侧入射的光来进行反射模式的显示。

在某个优选实施方式中，上述液晶畴的取向和与上述非实体部对应的上述液晶层区域的取向互相连续。

在某个优选实施方式中，上述多个单位实体部的各个的形状具有旋转对称性。

在某个优选实施方式中，上述多个单位实体部的各个为大致矩形。

在某个优选实施方式中，上述多个单位实体部的各个是角部为大致圆弧状的大致矩形。

在某个优选实施方式中，上述多个单位实体部也沿着与上述第一方向交叉的第二方向排列。

在某个优选实施方式中，上述非实体部具有由上述实体部实质包围的至少一个开口部，在上述液晶层中，在向上述第一电极和上述第二电极之间施加电压时，在与上述开口部对应的上述液晶层区域也形成获得放射状倾斜取向的液晶畴。

本发明的电子设备包括具有上述结构的液晶显示装置，由此可实现上述目的。

在某个优选实施方式中，本发明的电子设备是便携式电子设备。

在某个优选实施方式中，本发明的电子设备，在上述第二基板的观察者侧没有保护板。

在本发明的液晶显示装置中，隔着垂直取向型的液晶层相对的一对电极中的一个（第一电极）具有由导电膜形成的实体部、和不形成导电膜的非实体部。第一电极的实体部是分别由非实体部实质包围的多个单位实体部，至少具有沿着某个方向（第一方向）排列的多个单位实体部，在液晶层中，在施加电压时，利用在非实体部的边缘部所生成的倾斜电场，在单位实体部上形成获得放射状倾斜取向的液晶畴。

根据本发明的第一方面，单位实体部的长度被设定在规定范围内，由此，提供一种可抑制由于向液晶面板施加应力而导致的显示品质降低的 CPA 方式的液晶显示装置。

另外，根据本发明的第二方面，单位实体部的间隔被设定在规定范围内，由此，提供一种可抑制由于向液晶面板施加应力而导致的显示品质降低的 CPA 方式的液晶显示装置。

而且，根据本发明的第三方面，与设置有第一电极的第一基板相对的第二基板所具有的凸部的高度被设定在规定范围内，由此，提供一种可抑制由于向液晶面板施加应力而导致的显示品质降低的 CPA 方式的液晶显示装置。

附图说明

图 1 是示意性地表示本发明的液晶显示装置 100 的结构的图，(a) 是俯视图，(b) 是沿着 (a) 中的 1B-1B' 线的截面图。

图 2 (a) 和 (b) 是表示向液晶显示装置 100 的液晶层 30 施加电压后的状态的图，(a) 示意性地表示取向开始变化的状态 (ON 初期状态)，(b) 示意性地表示稳定状态。

图 3 (a) ~ (d) 是示意性地表示电力线和液晶分子取向的关系的图。

图 4 (a) ~ (c) 是示意性地表示液晶显示装置 100 中从基板法线方向看到的液晶分子的取向状态的图。

图 5 (a) ~ (c) 是示意性地表示液晶分子的放射状倾斜取向的例子图。

图 6 (a) 和 (b) 是示意性地表示本发明的液晶显示装置所使用的其它像素电极的俯视图。

图 7 (a) 和 (b) 是示意性地表示本发明的液晶显示装置所使用的另外其它像素电极的俯视图。

图 8 是将液晶显示装置 100 所具有的对置基板 100b 的凸部 23 附近放大并示意性地表示的截面图。

图 9 (a) ~ (c) 是示意性地表示液晶显示装置 100 的液晶层 30 的取向改变的情况的图，(a) 表示没有施加电压的状态，(b) 表示取

向开始变化的状态（ON 初期状态），（c）表示稳定状态。

图 10（a）是表示向液晶面板施加应力前的液晶畴的情况的显微镜照片，（b）是表示向液晶面板施加应力后的液晶畴的情况的显微镜照片。

图 11 是表示改变单位实体部 14a1 的长度 L 来测定痕迹消失电压的结果的曲线图。

图 12 是示意性地表示按压试验的情况的图。

图 13 是表示改变单位实体部 14a1 的间隔 S 来测定痕迹消失电压的结果的曲线图。

图 14 是表示改变凸部 23 的高度 H 来测定痕迹消失电压的结果的曲线图。

图 15（a）和（b）是示意性地表示本发明的另一液晶显示装置 200 的结构的图，（a）是俯视图，（b）是沿着（a）中的 15B—15B'线的截面图。

图 16 是示意性地表示在 TFT 基板 300a 侧设置有台阶差的多隙（multigap）结构的液晶显示装置 300 的截面图。

图 17（a）和（b）是示意性地表示液晶显示装置 300 的台阶差的侧面上的电力线和液晶分子的取向的关系的图。

图 18 是示意性地表示液晶显示装置 200 的台阶差的侧面上的电力线和液晶分子的取向的关系的图。

图 19 是示意性地表示本发明的液晶显示装置所使用的其它像素电极的俯视图。

图 20（a）～（c）是示意性地表示在使用图 19 所示的像素电极的情况下从基板法线方向看到的液晶分子的取向状态的图。

图 21 是示意性地表示本发明的液晶显示装置所使用的另外其它像素电极的俯视图。

图 22 是示意性地表示本发明的液晶显示装置所使用的另外其它像素电极的俯视图。

符号说明

11、21 透明基板

14	像素电极
14a	实体部
14a1	单位实体部
14a2	连接部
14b	非实体部
14b1	框状部
14b2	切口部
14b3	开口部
22	对置电极
23	凸部
29	透明电介质层
30	液晶层
30a	液晶分子
100	液晶显示装置
100a	TFT 基板
100b	对置基板

具体实施方式

下面，参照附图来说明本发明的实施方式。本发明的液晶显示装置具有优异的显示特性，所以非常适合用于有源矩阵型液晶显示装置。下面，就使用薄膜晶体管（TFT）的有源矩阵型液晶显示装置，来说明本发明的实施方式。本发明不限于此，也能够适用于使用 MIM 的有源矩阵型液晶显示装置。

此外，在本申请说明书中，将与作为显示的最小单位的“像素”对应的液晶显示装置的区域称为“像素区域”。在彩色液晶显示装置中，包含 R、G、B “像素”的多个“像素”与一个“画素”对应。在有源矩阵型液晶显示装置中，像素电极和与像素电极相对的对置电极规定了像素区域。另外，在单纯矩阵型液晶显示装置中，呈条纹（stripe）状设置的列电极和以与列电极正交的方式设置的行电极互相交叉的各个区域规定了像素区域。此外，在设置有黑色矩阵（black matrix）的结构中，严格地讲，根据应该显示的状态而施加电压的区域中，与黑

色矩阵的开口部对应的区域与像素区域对应。

参照图 1 (a) 和 (b)，对本实施方式的液晶显示装置 100 的一个像素区域的结构进行说明。在以下说明中，为了简化说明，将滤色器和黑色矩阵省略。另外，在以下的附图中，与液晶显示装置 100 的构成要素具有实质上相同功能的构成要素，利用相同的参照符号来表示，省略其说明。图 1 (a) 是从基板法线方向看像素区域的俯视图，图 1 (b) 相当于沿着图 1 (a) 中的 1B-1B' 线的截面图。图 1 (b) 表示没有向液晶层施加电压的状态。

液晶显示装置 100 包括：有源矩阵基板（以下称为“TFT 基板”）100a；对置基板（也称为“滤色器基板”）100b；以及设置在 TFT 基板 100a 和对置基板 100b 之间的液晶层 30。液晶层 30 的液晶分子 30a，具有负的介电常数各向异性，利用设置在 TFT 基板 100a 和对置基板 100b 的液晶层 30 侧的表面上的作为垂直取向层的垂直取向膜（未图示），在不向液晶层 30 施加电压时，如图 1 (b) 所示，相对于垂直取向膜的表面垂直取向。此时，称液晶层 30 处于垂直取向状态。但是，处于垂直取向状态的液晶层 30 的液晶分子 30a，因垂直取向膜的种类和液晶材料的种类的不同，有时会从垂直取向膜的表面（基板表面）的法线稍微倾斜。通常，将液晶分子轴（也称为“轴方位”）相对于垂直取向膜的表面以大约 85° 以上的角度取向的状态称为垂直取向状态。

液晶显示装置 100 的 TFT 基板 100a 包括透明基板（例如玻璃基板）11 和在其表面上形成的像素电极 14。对置基板 100b 包括透明基板（例如玻璃基板）21 和在其表面上形成的对置电极 22。每个像素区域的液晶层 30 的取向状态，根据向以隔着液晶层 30 互相相对的方式配置的像素电极 14 和对置电极 22 施加的电压而变化。利用随着液晶层 30 的取向状态的变化、透过液晶层 30 的光的偏振状态或偏振量发生改变的现象来进行显示。

此外，本实施方式的液晶显示装置 100 是透过型的液晶显示装置，在各像素区域中仅设置有使用从 TFT 基板 100a 侧入射的光（典型的是来自背光的光）进行透过模式的显示的透过区域，但本发明也能够适合用于透过反射两用型的液晶显示装置。如后面所述，除了透过区域

以外，也可以设置有使用从对置基板侧入射的光（典型的是外光）来进行反射模式的显示的反射区域。

下面，说明本发明的液晶显示装置 100 所具有的像素电极 14 的结构和其作用。

如图 1 (a) 和 (b) 所示，像素电极 14 包括：由导电膜（例如 ITO 膜）形成的实体部 14a；和没有形成导电膜的非实体部 14b。

实体部 14a 具有分别由非实体部 14b 实质包围的多个区域（称为“单位实体部”）14a1。这些单位实体部 14a1 在像素区域内沿着某个方向（由图 1 (a) 中的箭头 D1 表示的方向）排列，在本实施方式中，各个单位实体部 14a1 大致为正方形。实体部 14a 还具有将相邻的两个单位实体部 14a1 彼此连接的连接部 14a2。连接部 14a2 位于单位实体部 14a1 之间，桥接两个单位实体部 14a1，典型地，由与单位实体部 14a1 相同的导电膜所形成。

非实体部 14b 包括：沿着像素电极 14 的外周，设置成画框状的框状部 14b1；和位于框状部分 14b1 的内侧，以将实体部 14a 切开从而将单位实体部 14a1 彼此区分的方式设置的切口部 14b2。包括框状部 14b1 和切口部 14b2 的非实体部 14b，通过将形成像素电极 14 的导电膜图案化而形成。

向具有上述结构的像素电极 14 和对置电极 22 之间施加电压时，利用在单位实体部 14a1 的周边（外周附近）、即非实体部 14b 的边缘部所生成的倾斜电场，分别形成具有放射状倾斜取向的多个液晶畴。在每个单位实体部 14a1 上形成一个液晶畴。

参照图 2 (a) 和 (b) 来说明利用上述倾斜电场形成液晶畴的机理。图 2 (a) 和 (b) 表示向液晶层 30 施加电压后的状态，图 2 (a) 示意性地表示液晶分子 30a 的取向随着向液晶层 30 施加的电压而开始变化的状态（ON 初期状态），图 2 (b) 示意性地表示随着施加的电压而变化的液晶分子 30a 的取向达到稳定状态后的状态。图 2 (a) 和 (b) 中的曲线 EQ 表示等电位线 EQ。

在像素电极 14 和对置电极 22 为相同电位时（没有向液晶层 30 施加电压的状态），如图 1 (b) 所示，像素区域内的液晶分子 30a 相对于两个基板 11 和 21 的表面垂直地取向。此外，因为如后所述在对置基

板 100b 上设置有凸部 23，所以，实际上，由于凸部 23 的取向限制力，凸部 23 周边的液晶分子 30a 在没有施加电压时也倾斜取向，但是在以下的说明中，为了简化说明，忽略凸部 23 的取向限制力来进行说明。另外，在图 2 (a) 和 (b) 中，省略凸部 23 来表示，忽视其取向限制力。

向液晶层 30 施加电压时，形成由图 2 (a) 所示的等电位线 EQ (与电力线正交) 表示的电位梯度。该等电位线 EQ，在位于像素电极 14 的实体部 14a 和对置电极 22 之间的液晶层 30 内，相对于实体部 14a 和对置电极 22 的表面平行，在与像素区域的非实体部 14b 对应的区域中下降，在非实体部 14b 的边缘部 (包含非实体部 14b 和实体部 14a 的边界的非实体部 14b 的内侧周边) EG 上的液晶层 30 内，形成由倾斜的等电位线 EQ 所表示的倾斜电场。

向具有负介电常数各向异性的液晶分子 30a 作用使液晶分子 30a 的轴方位与等电位线 EQ 平行 (与电力线垂直) 地取向的扭矩。因此，边缘部 EG 上的液晶分子 30a，如在图 2 (a) 中用箭头表示的那样，在图中的左侧边缘部 EG 中沿着顺时针方向倾斜 (旋转)、在图中的右侧边缘部 EG 中沿着逆时针方向倾斜 (旋转)，与等电位线 EQ 平行地取向。

在此，参照图 3 (a) ~ (d)，详细地说明液晶分子 30a 取向的变化。

如果在液晶层 30 中生成电场，则会向具有负的介电常数各向异性的液晶分子 30a 作用使其轴方位与等电位线 EQ 平行地取向的扭矩。如图 3 (a) 所示，如果产生由与液晶分子 30a 的轴方位垂直的等电位线 EQ 所表示的电场，则使液晶分子 30a 顺时针方向倾斜或者逆时针方向倾斜的扭矩以相等的概率作用于液晶分子 30a。因此，在处于互相相对的平行平板型配置的电极间的液晶层 30 内，受到顺时针方向的扭矩的液晶分子 30a、与受到逆时针方向的扭矩的液晶分子 30a 混杂。结果，有时不能平滑地向与施加给液晶层 30 的电压对应的取向状态变化。

如果如图 2 (a) 所示，在本发明的液晶显示装置 100 的非实体部 14b 的边缘部 EG 中，产生由相对于液晶分子 30a 的轴方位倾斜的等电位线 EQ 所表示的电场 (倾斜电场)，则如图 3 (b) 所示，液晶分子 30a

会向为了与等电位线 EQ 平行的倾斜量小的方向(在图示的例子中为逆时针方向)倾斜。另外,位于产生由相对于液晶分子 30a 的轴方位垂直的方向的等电位线 EQ 所表示的电场的区域的液晶分子 30a,如图 3 (c)所示,与位于倾斜的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 向着相同的方向倾斜,使得与位于倾斜的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 取向连续(使得匹配)。如图 3 (d)所示,如果施加等电位线 EQ 形成凹凸形状的电场,则位于平坦的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 进行取向,使得与由位于各个倾斜的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 所限制的取向方向匹配。其中,“位于等电位线 EQ 上”是指“位于由等电位线 EQ 所表示的电场内”。

如上述那样,从位于倾斜的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 开始的取向变化继续发展、达到稳定状态时,成为图 2 (b)示意性地表示的取向状态。位于单位实体部 14a1 的中央附近的液晶分子 30a 大致同等地受到两侧的边缘部 EG 的液晶分子 30a 的取向的影响,所以,保持相对于等电位线 EQ 垂直的取向状态,远离单位实体部 14a1 中央的区域的液晶分子 30a,分别受到所接近的边缘部 EG 的液晶分子 30a 的取向的影响,从而倾斜,形成关于单位实体部 14a1 的中心 SA 对称的倾斜取向。该取向状态从与液晶显示装置 100 的显示面垂直的方向(与基板 11 和 21 的表面垂直的方向)看时,处于液晶分子 30a 的轴方位关于单位实体部 14a1 的中心呈放射状取向的状态(未图示)。因此,在本申请说明书中,将这样的取向状态称为“放射状倾斜取向”。另外,将关于一个中心获得放射状倾斜取向的液晶层 30 的区域称为液晶畴。

在单位实体部 14a1 上形成的液晶畴的放射状倾斜取向与非实体部 14a1 上的液晶层 30 的取向互相连续,均以与非实体部 14b 的边缘部 EG 的液晶分子 30a 的取向相匹配的方式进行取向。因此,在它们的边界不会形成缺陷(取向缺陷),由此,不会引起由于产生缺陷而导致的显示品质的降低。

如上所述,本发明的液晶显示装置 100 的像素电极 14 具有不形成导电膜的非实体部 14b,在像素区域内的液晶层 30 内,形成由具有倾斜区域的等电位线 EQ 所表示的电场。在没有施加电压时处于垂直取向状态的液晶层 30 内的具有负的介电常数各向异性的液晶分子 30a,以

位于倾斜的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 的取向变化作为触发 (trigger) 来改变取向方向, 在单位实体部 14a1 上形成具有稳定的放射状倾斜取向的液晶畴。该液晶畴的液晶分子的取向随着向液晶层施加的电压而改变, 由此进行显示。

在此, 对像素电极 14 所具有的单位实体部 14a1 的形状 (从基板法线方向看的形状) 进行说明。

液晶显示装置的显示特性起因于液晶分子的取向状态 (光学各向异性), 显示出方位角依赖性。为了降低显示特性的方位角依赖性, 优选液晶分子相对于全部的方位角以相等的概率取向。另外, 更优选各个像素区域内的液晶分子相对于全部的方位角以相等的概率取向。因此, 优选单位实体部 14a1 具有以如下方式形成液晶畴的形状: 与单位实体部 14a1 对应所形成的液晶畴的液晶分子 30a 相对于全部方位角以相等的概率取向。具体地说, 优选单位实体部 14a1 的形状具有以各自的中心 (法线方向) 为对称轴的旋转对称性 (优选二次旋转对称性以上的对称性, 更优选四次旋转对称性以上的对称性)。换句话说, 只要设置非实体部 14b, 使得单位实体部 14a1 成为上述的形状即可。

参照图 4 (a) ~ (c) 说明如图 1 (a) 所示那样单位实体部 14a1 大致为正方形的情况下的液晶分子 30a 的取向状态。

图 4 (a) ~ (c) 分别示意性地表示从基板法线方向看到的液晶分子 30a 的取向状态。在图 4 (b) 和 (c) 等表示从基板法线方向看到的液晶分子 30a 的取向状态的图中, 表示液晶分子 30a 以如下方式倾斜: 画成椭圆状的液晶分子 30a 的顶端用黑色表示的一端, 与另一端相比, 接近设置有像素电极 14 的基板侧。在以下的附图中也是同样。

在像素电极 14 和对置电极 22 为相同电位时, 即在没有向液晶层 30 施加电压的状态下, 通过设置在 TFT 基板 100a 和对置基板 100b 的液晶层 30 侧表面上的垂直取向层 (未图示) 来限制取向方向的液晶分子 30a, 如图 4 (a) 所示那样, 获得垂直取向状态。

向液晶层 30 施加电场、产生由图 2 (a) 所示的等电位线 EQ 所表示的电场时, 对具有负的介电常数各向异性的液晶分子 30a 产生使其轴方位与等电位线 EQ 平行的扭矩。如参照图 3 (a) 和 (b) 所说明的那样, 由相对于液晶分子 30a 的分子轴垂直的等电位线 EQ 所表示的电

场下的液晶分子 30a, 液晶分子 30a 倾斜 (旋转) 的方向没有一意地确定 (图 3a), 所以, 不容易引起取向的变化 (倾斜或者旋转), 与此相对, 被置于相对于液晶分子 30a 的分子轴倾斜的等电位线 EQ 下的液晶分子 30a, 倾斜 (旋转) 方向一意地确定, 所以, 容易引起取向的变化。因此, 如图 4 (b) 所示那样, 从液晶分子 30a 的分子轴相对于等电位线 EQ 倾斜的非实体部 14b 的边缘部开始, 液晶分子 30a 开始倾斜。如参照图 3 (c) 所说明的那样, 周围的液晶分子 30a 也倾斜, 使得与非实体部 14b 的边缘部的倾斜的液晶分子 30a 的取向具有匹配性, 在图 4 (c) 所示那样的状态下, 液晶分子 30a 的轴方位稳定 (放射状倾斜取向)。

这样, 如果单位实体部 14a1 是具有旋转对称性的形状, 则像素区域内的液晶分子 30a, 在施加电压时, 液晶分子 30a 从非实体部 14b 的边缘部 (单位实体部 14a1 的周边) 向单位实体部 14a1 的中心倾斜, 所以, 来自边缘部的液晶分子 30a 的取向限制力平衡的单位实体部 14a1 中心附近的液晶分子 30a 维持相对于基板面垂直取向的状态, 其周围的液晶分子 30a 达到以单位实体部 14a1 中心附近的液晶分子 30a 为中心呈放射状连续倾斜的状态。

此外, 液晶分子 30a 的放射状倾斜取向, 与图 5 (a) 所示的单纯的放射状倾斜取向相比, 图 5 (b) 和 (c) 所示的左旋转或右旋转的螺旋状的放射状倾斜取向更稳定。该螺旋状取向不像通常的扭转 (twist) 取向那样, 沿着液晶层 30 的厚度方向, 液晶分子 30a 的取向方向没有呈螺旋状变化, 在微小区域内观察液晶分子 30a 的取向方向时, 沿着液晶层 30 的厚度方向几乎没有变化。即, 在液晶层 30 的厚度方向的任何位置的截面 (在平行于层面的面内的截面) 中, 与图 5 (b) 或 (c) 处于相同的取向状态, 几乎没有发生沿着液晶层 30 的厚度方向的扭转变形。但是, 从液晶畴的整体来看, 则发生了某种程度的扭转变形。

如果使用向具有负介电常数各向异性的向列相液晶材料中添加手性剂后的材料, 则在施加电压时, 液晶分子 30a 以单位实体部 14a1 为中心, 形成图 5 (b) 和 (c) 所示的左旋转或右旋转的螺旋状的放射状倾斜取向。右旋转还是左旋转由使用的手性剂的种类决定。因此, 在施加电压时, 使单位实体部 14a1 上的液晶层 30 形成螺旋状的放

射状倾斜取向，由此，能够使放射状倾斜的液晶分子 30a 的、包围与基板面垂直地保持的液晶分子 30a 的周围的方向，在全部液晶畴内为一定，所以，能够没有不平滑地均匀地显示。此外，由于包围与基板面垂直地保持的液晶分子 30a 的周围的方向确定，所以，向液晶层 30 施加电压时的响应速度也提高。

另外，如果添加更多的手性剂，则像通常的扭转取向那样，沿着液晶层 30 的厚度方向，液晶分子 30a 的取向呈螺旋状变化。在沿着液晶层 30 的厚度方向、液晶分子 30a 的取向没有呈螺旋状变化的取向状态下，沿着与偏振板的偏振轴垂直或者平行的方向取向的液晶分子 30a，没有使入射光具有相位差，所以通过这样的取向状态的区域的入射光对透过率没有贡献。与此相对，在沿着液晶层 30 的厚度方向、液晶分子 30a 的取向呈螺旋状变化的取向状态下，沿着与偏振板的偏振轴垂直或者平行的方向取向的液晶分子 30a，也能够使入射光具有相位差，并且能够利用光的旋光性。因此，通过这样的取向状态的区域的入射光对透过率也有贡献，所以，可以得到能够明亮显示的液晶显示装置。

图 1 (a) 表示单位实体部 14a1 大致是正方形的例子，但单位实体部 14a1 的形状不限于此。例如，也可以如图 6 (a) 所示的像素电极 14A 那样，将单位实体部 14a1 形成为大致长方形，另外，也可以如图 6 (b) 所示的像素电极 14B 那样，将大致正方形的单位实体部 14a1 和大致长方形的单位实体部 14a1 组合使用。像素电极的形状，典型地近似矩形，所以，根据像素区域的纵横比，使单位实体部 14a1 的形状成为大致正方形和/或大致长方形，由此，能够在像素区域内更有效地配置单位实体部 14a1。

另外，也可以如图 7 (a) 和 (b) 所示的像素电极 14C 和 14D 那样，将单位实体部 14a1 形成为具有大致圆弧状的角部的大致矩形。图 7 (a) 所示的像素电极 14C 包括具有大致圆弧状的角部的大致正方形的单位实体部 14a1，图 7 (b) 所示的像素电极 14D 包括具有大致圆弧状的角部的大致长方形的单位实体部 14a1。这些像素电极 14C 和 14D 的单位实体部 14a1 具有大致圆弧状的角部，所以，与具有直角的角部的矩形单位实体部 14a1 相比，角部的液晶分子的取向方向的变化更加

连续（更加平滑），取向的稳定性高。此外，为了进一步提高取向的连续性，可以将单位实体部 14a1 的形状形成为大致圆形或大致椭圆形。

下面，说明设置在对置基板 100b 上的凸部 23 的结构和其功能。

如图 1（a）和（b）所示，对置基板 100b 具有设置在对置电极 22 上并向液晶层 30 侧突出的凸部 23。该凸部 23 被设置在与液晶畴的中央附近对应的区域（即与单位实体部 14a1 的中央附近对应的区域）。在对置基板 100b 的液晶层 30 侧的表面上，以覆盖凸部 23 和对置电极 22 的方式设置有垂直取向膜（未图示）。

图 8 是将对置基板 100b 的凸部 23 附近放大显示。如图 8 所示，凸部 23 由于其表面（具有垂直取向性）的形状效应，使液晶分子 30a 呈放射状倾斜取向。因为凸部 23 设置在与液晶畴的中央附近对应的区域，所以，由凸部 23 引起的液晶分子的倾斜方向，与在同单位实体部 14a1 上对应的区域所形成的液晶畴的放射状倾斜取向的取向方向相匹配。无论是否施加电压，凸部 23 都表现出取向限制力。

形成凸部 23 的材料没有特别限定，使用树脂等电介质材料，能够容易地形成。另外，使用遇热变形的树脂材料时，通过图案化后的热处理，能够容易地形成图 8 所示的具有平缓山丘的截面形状的凸部 23，所以优选。如图所示，具有包括顶点的平缓的截面形状（例如球的一部分）的凸部 23 或者具有圆锥状形状的凸部，其将放射状倾斜取向的中心位置固定的效果优异。

液晶显示装置 100 包括表现在单位实体部 14a1 上形成液晶畴的取向限制力的外形被规定的像素电极 14、和表现与像素电极 14 的取向限制力匹配的取向限制力的凸部 23，所以能够得到稳定的放射状倾斜取向。图 9（a）～（c）示意地表示该情况。图 9（a）表示没有施加电压时，图 9（b）表示施加电压后取向开始变化的状态（ON 初期状态），图 9（c）示意性地表示施加电压中的稳定状态。

由凸部 23 产生的取向限制力，如图 9（a）所示，在没有施加电压的状态下，也对附近的液晶分子 30a 发生作用，形成放射状倾斜取向。

开始施加电压时，产生由图 9（b）所示的等电位线 EQ 所表示的电场（由于 TFT 基板 100a 的电极结构），在与单位实体部 14a1 对应的区域中形成液晶分子 30a 放射状倾斜取向的液晶畴，达到图 9（c）所

示的稳定状态。此时，各个液晶畴内的液晶分子 30a 的倾斜方向，与设置在对应区域的凸部 23 的取向限制力所导致的液晶分子 30a 的倾斜方向一致。

向处于稳定状态的液晶显示装置 100 施加应力时，液晶层 30 的放射状倾斜取向暂时崩溃，但除去应力时，由单位实体部 14a1 和凸部 23 所产生的取向限制力作用于液晶分子 30a，所以，恢复至放射状倾斜取向状态。

本实施方式的液晶显示装置 100 的结构中，以具有实体部 14a 和非实体部 14b 的方式将像素电极 14 图案化为规定的形状，除此之外，能够采用与公知的垂直取向型液晶显示装置相同的结构，能够利用公知的制造方法来制造。

典型地，为了使具有负介电常数各向异性的液晶分子垂直取向，在像素电极 14 和对置电极 22 的液晶层 30 侧的表面上，形成有作为垂直取向层的垂直取向膜（未图示）。

作为液晶材料，使用具有负的介电常数各向异性的向列相液晶材料。另外，通过向具有负的介电常数各向异性的向列相液晶材料中添加 2 色性色素，能够得到宾主模式（guest-host mode）的液晶显示装置。宾主模式的液晶显示装置不需要偏振板。

具有负的介电常数各向异性的液晶分子包括在不施加电压时垂直取向的液晶层的、所谓的垂直取向型液晶显示装置，能够利用各种显示模式进行显示。例如，除了通过利用电场控制液晶层的双折射率而进行显示的双折射模式以外，也适用于旋光模式或者将旋光模式和双折射模式组合进行显示的模式。通过在上述全部的液晶显示装置的一对基板（例如 TFT 基板和対置基板）的外侧（液晶层 30 的相反侧）设置一对偏振板，能够得到双折射模式的液晶显示装置。另外，也可以根据需要设置相位差补偿元件（典型的是相位差板）。此外，使用大致圆偏振光也能够得到明亮的液晶显示装置。

如到此所说明的那样，在液晶显示装置 100 中，由像素电极 14 产生的取向限制力和由凸部 23 产生的取向限制力协同地使液晶分子取向，所以能够得到稳定的放射状倾斜取向。但是，如果向液晶显示装置 100 施加的应力大，则从杂乱的取向状态恢复至通常的取向状态需

要长时间，有时观察者会识别到显示品质降低。本申请发明人对该问题进行了各种研究，结果发现，该问题起因于 CPA 方式的典型的电极结构。

在 CPA 方式中，如图 1 (a) 等所示，单位实体部 14a1 彼此通过连接部 14a2 连接。根据本申请发明人的研究可知，向液晶显示装置 100 施加应力时，放射状倾斜取向的取向中心从单位实体部 14a1 的中心附近向连接部 14a2 上偏移并固定在该位置，有时不能返回到单位实体部 14a1 上。将该情况示于图 10 (a) 和 (b)。图 10 (a) 是表示施加应力前的液晶畴的情况的显微镜照片，图 10 (b) 是表示施加应力后的液晶畴的情况的显微镜照片。

如图 10 (a) 所示，放射状倾斜取向的中心（在图中用“+”表示）在施加应力前位于单位实体部 14a1 的中央附近（十字状的消光图案的中心附近）。与此相对，在施加应力后，如图 10 (b) 所示，取向中心位于连接部 14a2 上。取向中心位于连接部 14a2 上的状态（图 10 (b) 所示的状态），与取向中心位于单位实体部 14a1 的中心的中心的状态（图 10 (a) 所示的状态）相比，液晶分子的存在概率的旋转对称性低。因此，如果长时间维持取向中心偏移到连接部 14a2 上的状态，则视角特性会降低。

本申请发明人为了抑制由上述现象引起的显示品质的降低，改变单元参数，制作出具有图 1 (a) 和 (b) 所示的基本结构的 CPA 型液晶显示装置，评价其耐按压性。结果可知，通过将单位实体部 14a1 的长度、单位实体部 14a1 的间隔、或凸部 23 的高度设定为规定范围内的值，能够大大地提高耐按压性。下面，更详细地说明评价结果。

首先，图 11 表示改变单位实体部 14a2 的长度来测定由按压导致的痕迹（按压部分的取向杂乱）消失的电压（以下称为“痕迹消失电压”）的结果。由按压导致的痕迹，施加电压越低越容易消失，越高越难以消失。因此，可以说，痕迹消失电压越高、耐按压性越优异。

在测定痕迹消失电压时，如图 12 所示，通过长 10mm×宽 10mm×厚 3mm 的硅橡胶、以 500gf 对液晶显示装置 100（在向液晶层 30 施加规定电压的状态下）按压 2 秒时，调查 30 秒以内痕迹是否消失，将 30 秒以内痕迹消失的最高电压定义为痕迹消失电压。在上述条件的按

压试验中，如果在 30 秒以内痕迹消失，则在通常的使用方式下向液晶面板施加应力的情况下（例如擦拭显示面的灰尘或者小孩误触摸显示面的情况下），观察者几乎不会识别到显示品质降低。

另外，这里所说的单位实体部 14a1 的长度，如图 1（a）所示，是单位实体部 14a1 沿着排列方向 D1（即连接部 14a1 延长的方向）的长度 L。评价中所使用的液晶显示装置的单元参数（cell parameter），如表 1 所示。

表 1

液晶层的厚度 （单元厚度）	凸部的高度	与白显示对应的灰度 等级电压（白电压）	与黑显示对应的灰度 等级电压（黑电压）
3.6μm	1.4μm	大约 4.0V	大约 1.6V
分辨率（ppi）			
75、125、150、200、250、300			

首先，从图 11 可知，单位实体部 14a1 的长度 L 越短，痕迹消失电压越高，耐按压性越高。可以认为这是因为：单位实体部 14a1 的长度 L 越短，从单位实体部 14a1 的中央到连接部 14a2 的距离越短，所以，偏移的取向中心容易从连接部 14a2 返回到单位实体部 14a1 的中央。

另外，从图 11 可知：单位实体部 14a1 的长度 L 为大约 70μm 以下时，痕迹消失电压以高水平（这里大约是 3.7~3.8V）基本保持一定。因此，通过使单位实体部 14a1 的长度 L 为 70μm 以下，能够充分地抑制由于按压液晶面板所导致的显示品质的降低。

而且，如图 11 所示，通过缩短单位实体部 14a1 的长度 L 而产生的耐按压性的提高效果，在 70μm 以下基本上是一定的。因此，单位实体部 14a1 的长度 L 只要为 70μm 以下的范围即可，在该范围内，根据像素区域的尺寸，兼顾其它特性（例如开口率），选择最合适的值即可。

接着，图 13 表示改变单位实体部 14a1 沿着单位实体部 14a1 的排列方向 D1 的间隔 S（相当于连接部 14a2 沿着排列方向 D1 的长度），来测定痕迹消失电压的结果。在此使用的液晶显示装置的单元参数，如表 2 所示。

表 2

液晶层的厚度 (单元厚度)	凸部的高度	与白显示对应的灰度 等级电压 (白电压)	与黑显示对应的灰度 等级电压 (黑电压)
3.6 μm	1.4 μm	大约 4.0V	大约 1.6V
单位实体部的长度 L (μm)			
29、41、58、70			

首先，从图 13 可知：单位实体部 14a1 的间隔 S 越大，痕迹消失电压越高，耐按压性越高。可以认为这是因为：单位实体部 14a1 的间隔 S 越大，位于单位实体部 14a1 之间的非实体部 14b (即切口部 14b2) 的宽度越大，所以，在施加电压时产生强的倾斜电场，能够表现出强的取向限制力。

另外，从图 13 可知：单位实体部 14a1 的间隔 S 为大约 8.0 μm 以上时，痕迹消失电压以高水平 (大约 3.8V) 基本保持一定。因此，通过将单位实体部 14a1 的间隔 S 设定为 8.0 μm 以下，能够充分地抑制由于按压液晶面板而导致的显示品质的降低。

而且，单位实体部 14a1 的间隔 S，由于制造工序的偏差，有时会偏离设计值。根据本申请发明人的研究，例如在使用 ITO 作为像素电极 14 的导电膜的材料的情况下，实体部 14a 的边缘偏离设计位置最大为 0.25 μm 。因此，在将与上述偏差相对的余量 (margin) 计算在内的情况下，优选将单位实体部 14a1 的间隔 S 设定为 8.5 μm (8.0 μm + (0.25 μm × 2)) 以上。

另外，如图 13 所示，通过增大单位实体部 14a1 的间隔 S 而产生的提高耐按压性的效果，在 8.0 μm 以上基本上一定，但间隔 S 过大时，开口率降低。因此，优选单位实体部 14a1 的间隔 S 在 8.0 μm 以上 (或者将与制造偏差相对的余量计算在内的 8.5 μm 以上) 的范围内，且不过于大。

接着，图 14 表示改变凸部 23 的高度 H 来测定痕迹消失电压的结果。其中，图 14 的横轴表示凸部 23 的高度 H，同时，也表示用单元厚度 (液晶层 30 的厚度) D 将凸部 23 的高度 H 标准化后的值 H/D (即凸部 23 的高度 H 相对于单元厚度 D 的比)。在此使用的液晶显示装置的单元参数，如表 3 所示。

表 3

液晶层的厚度 (单元厚度)	单位实体部 的间隔	与白显示对应的灰度 等级电压 (白电压)	与黑显示对应的灰度 等级电压 (黑电压)
3.6 μm	8.0 μm	大约 4.0V	大约 1.6V
单位实体部的长度 L (μm)			
40.8、57.6、72			

首先, 从图 14 可知: 凸部 23 的高度 H 越高、H/D 越大, 则痕迹消失电压越高, 耐按压性越高。可以认为这是因为: 凸部 23 的高度 H 越高、或 H/D 越大, 凸部 23 的取向限制力越强。例如, 将单元厚度 D 设为一定、提高凸部 23 的高度 H 时, 凸部 23 的表面积增大, 直接受到由凸部 23 的表面产生的取向限制力的液晶分子数变多, 结果, 取向限制力变强。另外, 将凸部 23 的高度 H 设为一定、减小单元厚度 D 时, 液晶层 30 中直接受到由凸部 23 的表面产生的取向限制力的液晶分子的存在概率变高, 所以, 取向限制力仍然变强。

另外, 从图 14 可知: 凸部 23 的高度 H 为大约 1.5 μm 以上 (即 H/D 为大约 0.42 ($\approx 1.5/3.6$) 以上) 时, 在实际上作为灰度等级电压使用的水平的电压下, 由按压所导致的痕迹没有残留。因此, 通过将凸部 23 的高度 H 设定为 1.5 μm 以上或者将 H/D 设定为 0.42 以上, 能够充分地抑制由于按压液晶面板所导致的显示品质的降低。

此外, 凸部 23 的高度 H, 由于制造工序的偏差, 有时会偏离设计值。根据本申请发明人的研究, 例如在使用树脂作为凸部 23 的材料的情况下, 凸部 23 的高度偏离设计值最大为 0.2 μm 。因此, 在将与上述的偏差相对的余量计算在内的情况下, 优选将凸部 23 的高度设定为 1.7 μm 以上或者将 H/D 设定为 0.47 ($\approx 1.7/3.6$) 以上, 更优选将凸部 23 的高度设定为 1.9 μm 以上或者将 H/D 设定为 0.53 ($\approx 1.9/3.6$) 以上。

另外, 凸部 23 也可以作为规定单元厚度的柱状隔板 (spacer) 起作用, 所以, 凸部 23 的高度只要在 1.5 μm 以上单元厚度 (液晶层 30 的厚度) 以下的范围内即可, H/D 只要在 0.42 以上 1 以下的范围内即可。但是, 凸部 23 在不施加电压的状态下也使液晶分子 30a 放射状倾斜取向, 所以, 在正常黑模式 (normally black mode) 下, 有时会成为黑显示时的漏光的原因。因此, 在重视反差比的情况下, 优选在上述

范围内较低地设定凸部 23 的高度 H。

如以上所述，通过使液晶显示装置满足下述 (1) ~ (3) 的条件中的至少一个，能够充分地抑制由于按压而导致的显示品质的降低。当然，从更有效地抑制显示品质的降低的观点来看，优选满足 (1) ~ (3) 的条件中任何 2 个，更优选满足全部 3 个。

条件 (1) ...单位实体部 14a1 的长度 L 为 $70\mu\text{m}$ 以下

条件 (2) ...单位实体部 14a1 的间隔 S 为 $8.0\mu\text{m}$ 以上 (更优选为 $8.5\mu\text{m}$ 以下)

条件 (3) ...凸部 23 的高度 H/单元厚度 D 为 0.42 以上 (更优选为 0.47 以上，进一步优选为 $0.53\mu\text{m}$ 以上)。

本发明的液晶显示装置，如以上所述，具有优异的耐按压性，所以，能够适合用于各种电子设备。例如，能够适合用于：PDA、便携式电话机等便携式电子设备，以及在对置基板的观察者侧没有丙烯酸树脂板等保护板的电子设备。另外，如已经描述的那样，向液晶层 30 施加的电压越低，由按压导致的痕迹越容易消失，所以，即使由于按压而导致发生取向杂乱，如果此后施加接近黑电压的电压，则取向会恢复到通常状态。因此，与频繁地切换显示图像的电子设备相比，较多地连续显示相同图像的电子设备，应用本发明的意义更大。

至此，以透过型的液晶显示装置为例对本发明进行了说明，但本发明也能够适合用于透过反射两用型的液晶显示装置。图 15(a) 和 (b) 表示透过反射两用型的液晶显示装置 200。

图 15(a) 和 (b) 所示的液晶显示装置 200 的像素区域包括：使用从 TFT 基板 200a 侧入射的光 (典型的是来自背光的光) 来进行透过模式的显示的透过区域 T；和使用从对置基板 200b 侧入射的光 (典型的是外光) 来进行反射模式的显示的反射区域 R。

典型地，像素电极 14 包括由透明导电材料 (例如 ITO) 形成的透明电极、和由具有光反射性的导电材料 (例如铝) 形成的反射电极，由透明电极规定透过区域 T，由反射电极规定反射区域 R。如果使反射电极的表面具有微小的凹凸形状，则能够利用反射电极使光扩散反射，所以，能够实现接近纸张白 (paper white) 的白显示。

在透过模式的显示中，用于显示的光仅通过液晶层 30 一次，与此

相对，在反射模式的显示中，用于显示的光通过液晶层 30 两次。如图 15 (b) 所示，通过使反射区域 R 内的液晶层 30 的厚度 D' 比透过区域 T 内的液晶层 30 的厚度 D 小，能够使液晶层 30 对反射模式所使用的光造成的延迟 (retardation) 接近于液晶层 30 对透过模式所使用的光造成的延迟。使反射区域 R 内的液晶层 30 的厚度 D' 为透过区域 T 内的液晶层 30 的厚度 D 的大致 $1/2$ 时，能够使液晶层 30 对两种显示模式所使用的光造成的延迟大致相等。

在本实施方式中，对置基板 200b 包括位于反射区域 R 内的上台阶面 200b1、位于透过区域 T 内的下台阶面 200b2、以及具有连接上台阶面 200b1 和下台阶面 200b2 的侧面 200b3 的台阶差，通过这样，反射区域 R 内的液晶层 30 的厚度 D' 比透过区域 T 内的液晶层 30 的厚度 D 小。具体地说，通过在对置基板 200b 的反射区域 R 中选择性地设置透明电介质层 29，形成对置基板 200b 的台阶差。台阶差的侧面 200b3 位于反射区域 R 内，由对置电极 22 所覆盖。

关于具有上述结构的透过反射两用型的液晶显示装置 200，通过满足上述 (1) ~ (3) 的条件中的至少一个，可得到优异的耐按压性。但是，反射区域 R 与透过区域 T 相比，原本就是反差比低的区域，要求的显示特性也低，所以，即使在反射区域 R 中稍微发生取向杂乱，对显示的不良影响也小。因此，对于条件 (1)，只要位于透过区域 T 内的单位实体部 14a1 满足条件，就能得到充分的显示品质，对于条件 (3)，只要位于透过区域 T 内的凸部 23 满足条件，就能得到充分的显示品质。当然，从进一步提高显示品质的观点来看，优选位于反射区域 R 内的单位实体部 14a1 和凸部 23 也满足条件 (1) 和 (3)。

而且，在图 15 (a) 和 (b) 所示的液晶显示装置 200 中，通过在对置基板 200b 侧设置台阶差，实现了多隙结构，但如图 16 所示的液晶显示装置 300 那样，不在对置基板 300b 侧设置台阶差，而在 TFT 基板 300a 侧设置台阶差，也可以实现多隙结构。液晶显示装置 300 的 TFT 基板 300a 具有设置在反射电极下的绝缘膜 19，由此设置台阶差。如图 15 (a) 和 (b) 所示，采用在对置基板 200b 侧设置台阶差的结构，能够简化 TFT 基板 200a 的制造。

另外，在采用多隙结构的情况下，台阶差的侧面相对于基板面倾

斜，所以，与该侧面垂直地取向的液晶分子成为黑显示时漏光的原因，使反差比降低，但在液晶显示装置 200 中，如图 15 (b) 所示，台阶差的侧面 200b3 位于反射区域 R 内，所以，在透过区域 T 内不发生反差比的降低，能够抑制显示品质降低。与此相对，在图 16 所示的液晶显示装置 300 中，台阶差的侧面 300a3 不位于反射区域 R 内，所以有时会发生透过光（用于透过模式显示的光）的漏光、显示品质降低显著。

另外，在图 16 所示的液晶显示装置 300 中，台阶差的侧面 300a3 是没有由电极覆盖的区域，如图 17 (a) 所示，使用在该侧面 300a3 产生的倾斜电场来进行取向限制，但因为侧面 300a3 相对于基板面倾斜，所以，由于施加电压的大小、侧面 300a3 的倾斜角度等，取向控制变得困难。例如，如图 17 (b) 所示，侧面 300a3 的倾斜角度大时，等电位线 EQ 和液晶分子 30a 所成的角度接近 90° ，取向限制力显著变弱。

与此相对，在液晶显示装置 200 中，因为在对置基板 200b 中设置台阶差，所以，能够利用电极 22 覆盖台阶差的侧面 200b3。如图 18 所示，在由电极 22 覆盖的侧面 200b3 中，等电位线 EQ 与侧面 200b3 平行，与液晶分子 30a 正交，无法表现出取向限制力。

如以上所述，在液晶显示装置 200 中，通过在对置基板 200b 中设置台阶差，实现了多隙结构，更进一步，因为台阶差的侧面 300b3 位于反射区域 R 内、并且由电极 22 覆盖，所以，能够抑制由于台阶差的侧面 300b3 的倾斜所导致的显示品质的降低。

下面，说明本发明的液晶显示装置所使用的其它像素电极。在图 1 (a) 等中，例示了单位实体部 14a1 在像素区域内排列成一列的结构，但是，单位实体部 14a1 也可以在像素区域内排列成多列。

图 19 表示其它像素电极的一个例子。图 19 所示的像素电极 14E 的单位实体部 14a1 沿着第一方向 D1、以及与第一方向大致正交的第二方向 D2 排列成两列。

像素电极 14E 包括：将沿着第一方向 D1 相邻的单位实体部 14a1 彼此连接的连接部 14a2；和将沿着第二方向 D2 相邻的单位实体部 14a1 彼此连接的连接部 14a2。因此，优选单位实体部 14a1 的沿着第一方向 D1 的长度 L1 和沿着第二方向 D2 的长度 L2 两者满足上述条件 (1)，优选单位实体部 14a1 的沿着第一方向 D1 的间隔 S1 和沿着第二方向

D2 的间隔 S2 两者满足上述条件 (2)。

而且, 像素电极 14E 的非实体部 14b 包含由实体部 14a 包围的开口部 14b3, 在施加电压时, 不仅在与单位实体部 14a1 对应的区域、而且在与开口部 14b3 对应的区域形成液晶畴。图 20 (a) ~ (c) 表示该情况。图 20 (a) 表示没有施加电压的状态, 图 20 (b) 表示取向开始变化的状态, 图 20 (c) 表示稳定状态。

如图 20 (a) 所示, 在没有施加电压时, 液晶分子 30a 相对于基板面大致垂直地取向。向液晶层 30 施加电压时, 如图 20 (b) 所示, 非实体部 14b 的边缘部附近的液晶分子 30a 受到倾斜电场的影响而开始倾斜, 其它的液晶分子 30a 也倾斜, 使得与非实体部 14b 的边缘部附近的倾斜的液晶分子 30a 的取向具有匹配性, 结果, 如图 20 (c) 所示, 在单位实体部 14a1 上和开口部 14b3 上分别形成液晶畴。在与开口部 14b3 对应的区域形成的液晶畴内的液晶分子 30a, 获得关于开口部 14b3 的中心对称的放射状倾斜取向。

在单位实体部 14a1 上形成的液晶畴的放射状倾斜取向, 与在开口部 14b1 上形成的液晶畴的放射状倾斜取向互相连续, 均以与非实体部 14b 的边缘部 EG 的液晶分子 30a 的取向相匹配的方式进行取向。在开口部 14b3 上形成的液晶畴内的液晶分子 30a, 取向为上侧 (对置基板侧) 开口的圆锥状, 在单位实体部 14a1 上形成的液晶畴内的液晶分子 30a 取向为下侧 (TFT 基板侧) 开口的圆锥状。

在单位实体部 14a1 上形成的液晶畴的取向、与在开口部 14b3 上形成的液晶畴的取向相互连续, 所以, 在它们的边界不会形成缺陷 (取向缺陷), 由此, 不会引起由于产生缺陷而导致的显示品质的降低。

为了实现良好的响应特性 (快速的响应速度), 需要使用于控制液晶分子 30a 的取向的倾斜电场作用于大多的液晶分子 30a, 因此, 需要形成很多的非实体部 14b, 与开口部 14b3 对应地形成液晶畴时, 即使为了改善响应特性而形成很多的开口部 14b3, 也能够抑制与其相伴的显示品质的降低 (产生粗糙)。

而且, 对应于单位实体部 14a1 而形成获得放射状倾斜取向的液晶畴时, 即使对应于开口部 14b3 而形成的液晶畴没有获得严格的放射状倾斜取向, 也可得到像素区域内的液晶分子 30a 的取向的连续性, 所

以，对应于单位实体部 14a1 而形成的液晶畴的放射状倾斜取向稳定。特别地，在开口部 14b3 的面积小的情况下，对显示的贡献也小，所以，即使在与开口部 14b3 对应的区域没有形成获得放射状倾斜取向的液晶畴，也不会产生显示品质降低的问题。

在将单位实体部 14a1 排列成多列的情况下，可以将一部分连接部 14a2 省略。对于连接部 14a2 被省略的部分，取向中心不发生偏移，所以，将一部分连接部 14a2 省略时，仅此就能够提高耐按压性。

图 21 和图 22 表示一部分连接部被省略的像素电极 14F 和 14G。在图 21 所示的像素电极 14F 中，沿着第二方向 D2 没有设置连接部 14a2，在图 22 所示的像素电极 14G 中，将沿着第二方向 D2 的一部分连接部 14a2 省略。使用这样的像素电极 14F 和 14G 时，在省略连接部 14a2 的区域不会发生取向中心的偏移，所以难以产生由于按压所导致的显示品质的降低。

特别地，在使用图 21 所示的像素电极 14F 的情况下，如果将沿着第二方向 D2 的连接部 14a2 全部省略，就不会发生沿着第二方向 D2 的取向中心偏移。因此，关于第二方向 D2，单位实体部 14a1 的长度 L2 和间隔 S2 就不需要满足条件 (1) 和 (2)，像素电极的设计自由度增加。但是，在使用图 21 所示的像素电极 14F 的情况下，因为右侧的单位实体部 14a1 的列和左侧的单位实体部 14a1 的列没有通过连接部电连接，所以，需要分别另外将它们与 TFT 电连接。

产业上的可利用性

根据本发明，提供一种可抑制由于向液晶面板施加应力而导致的显示品质降低的 CPA 方式的液晶显示装置。

本发明的液晶显示装置具有优异的耐按压性，所以能够适合用于各种电子设备，特别能够适合用于 PDA、便携式电话机等便携式电子设备以及在观察者侧没有保护板的电子设备。

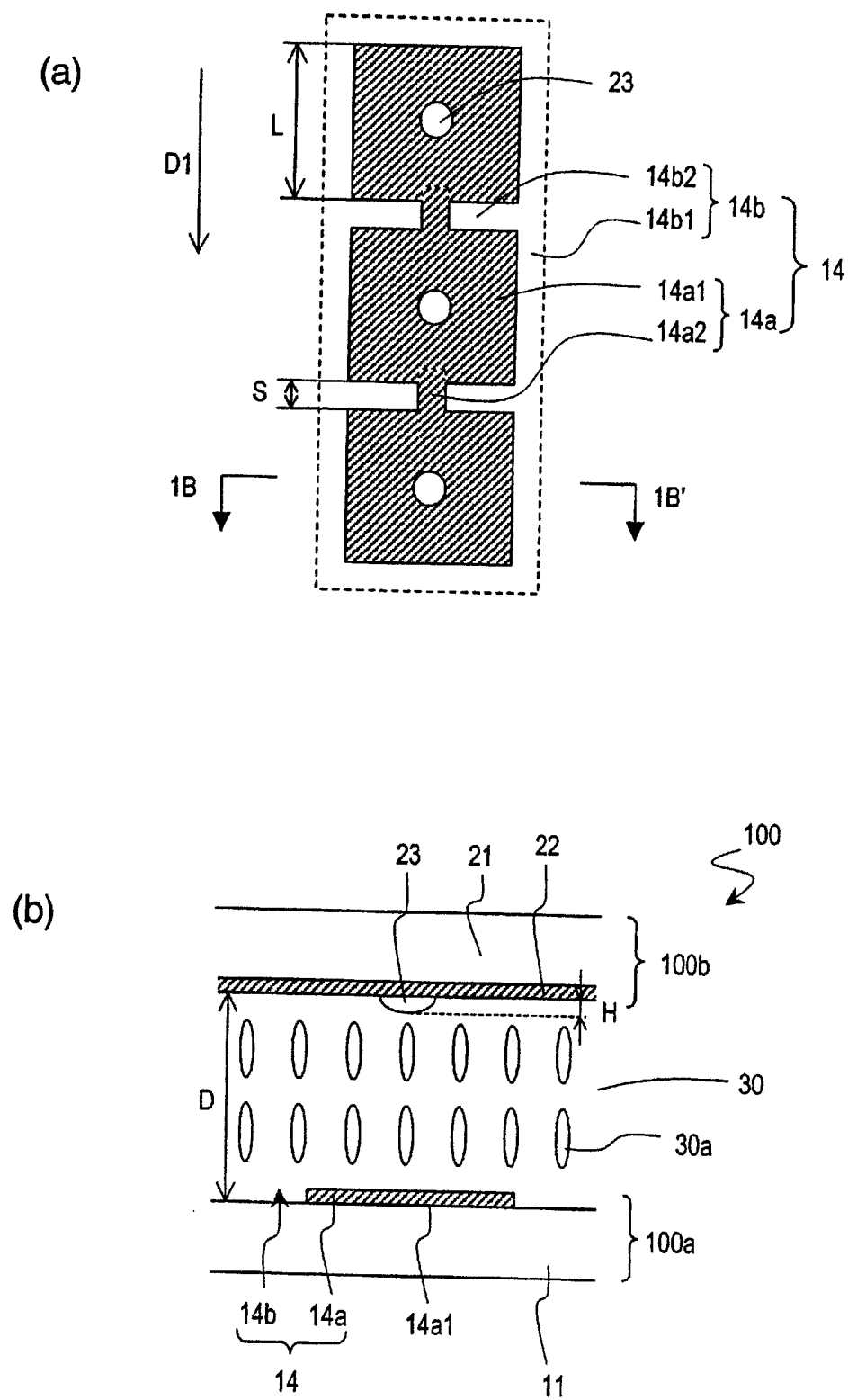


图 1

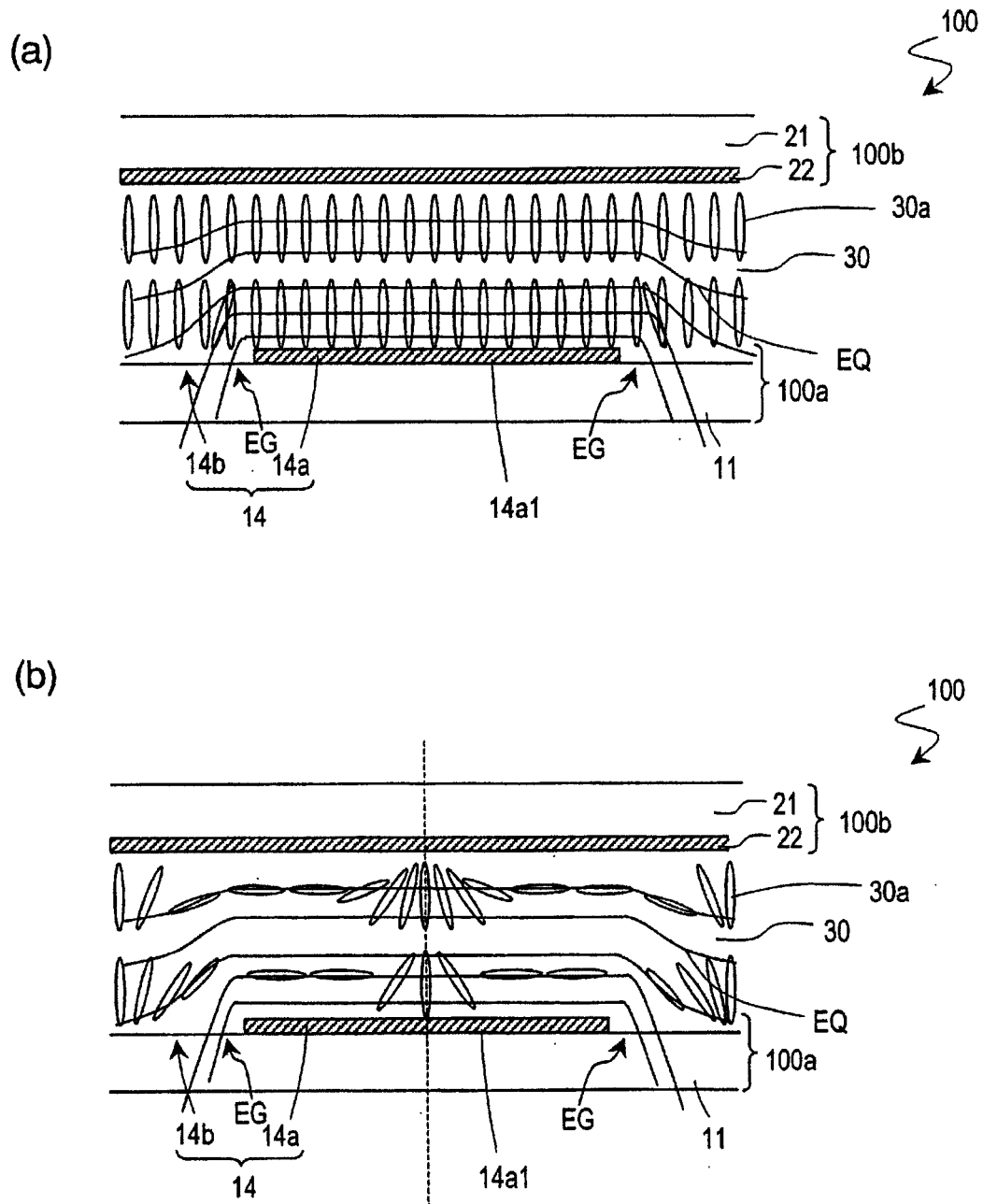
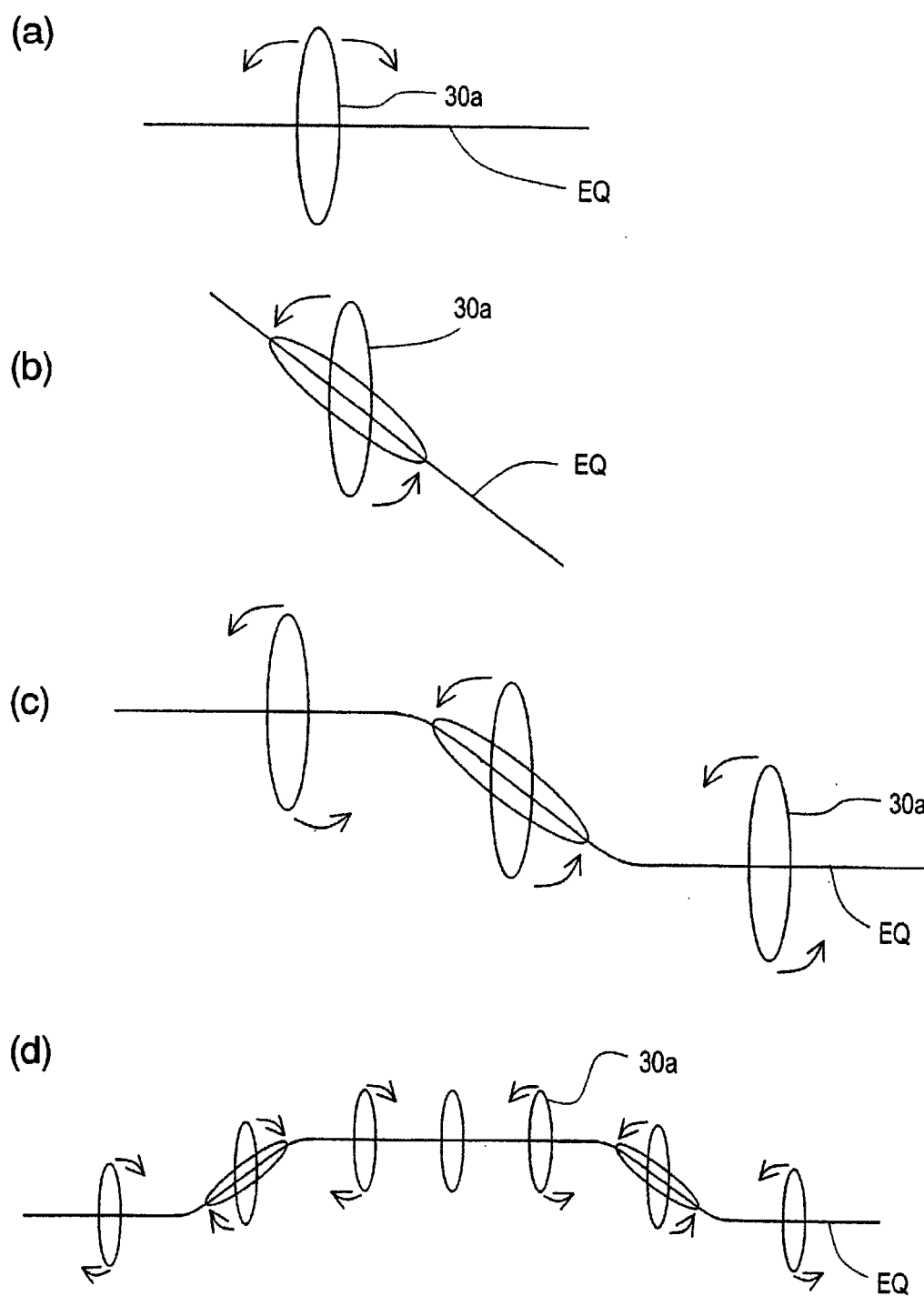


图2

**图3**

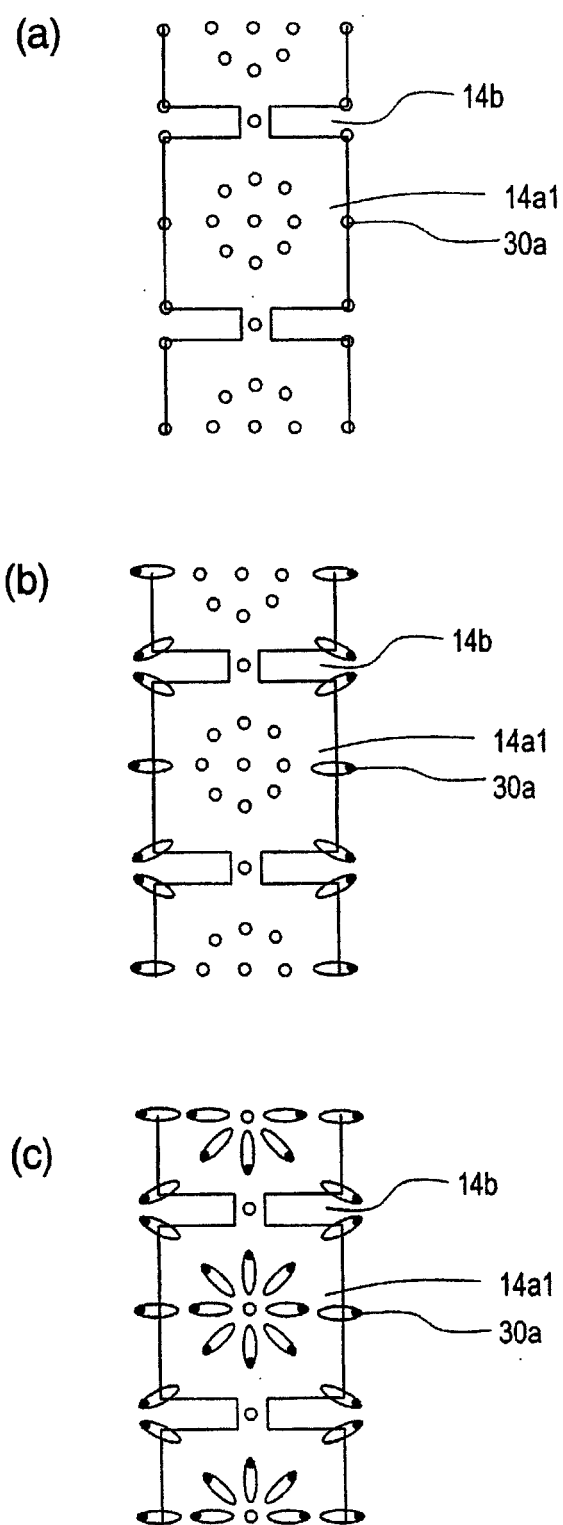


图4

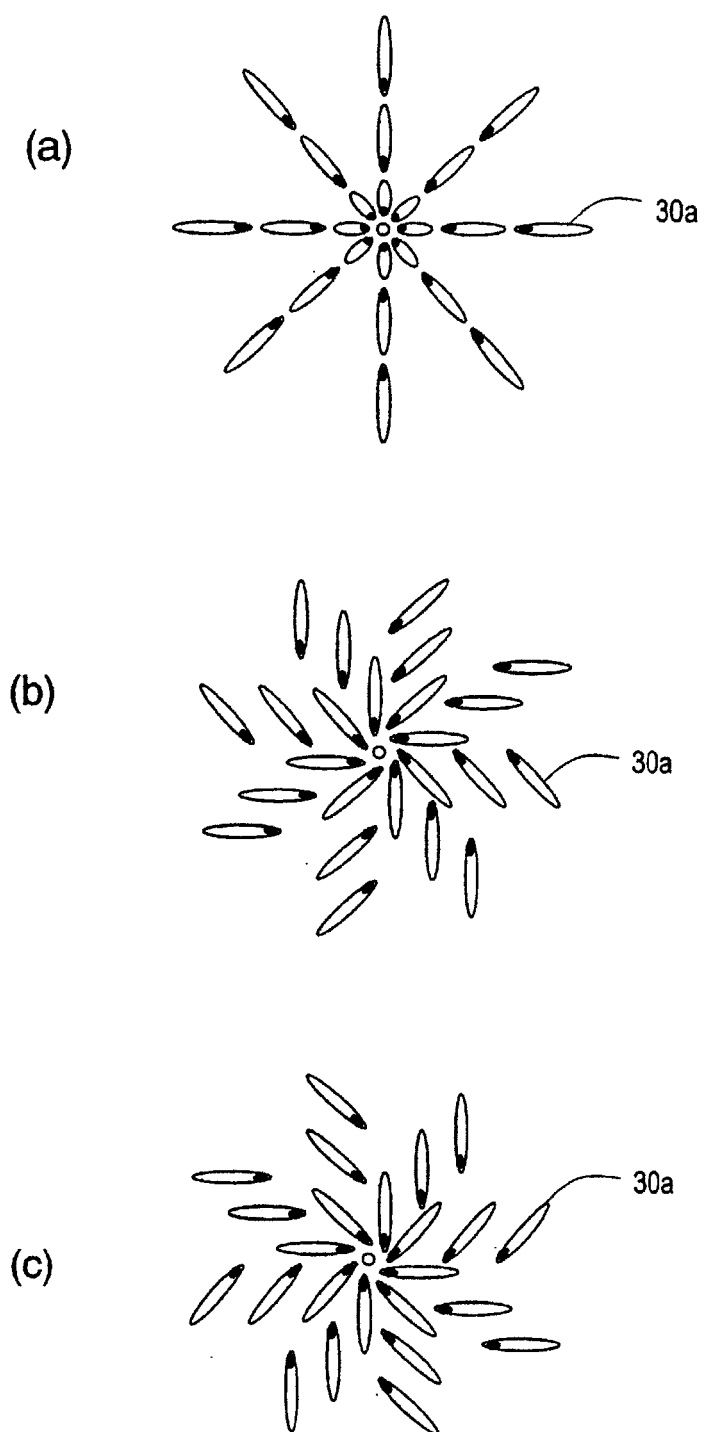


图5

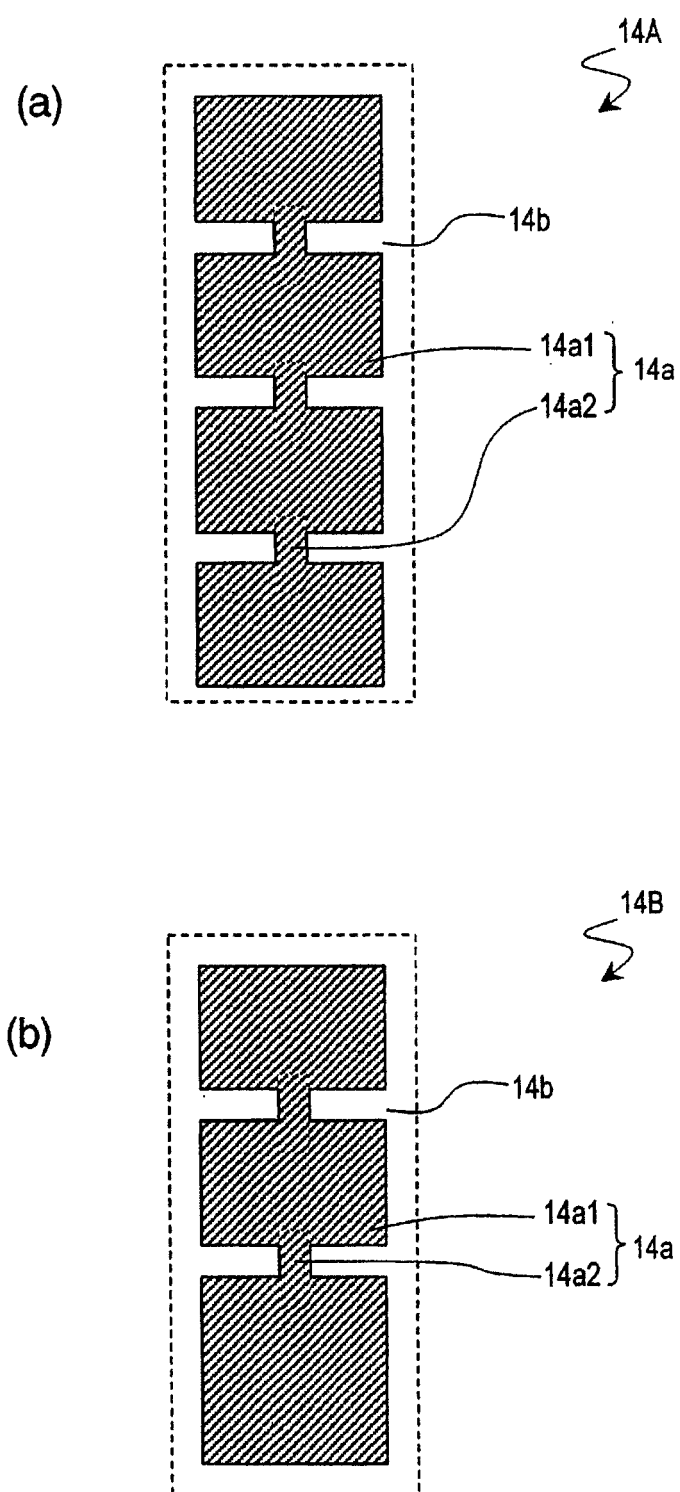


图6

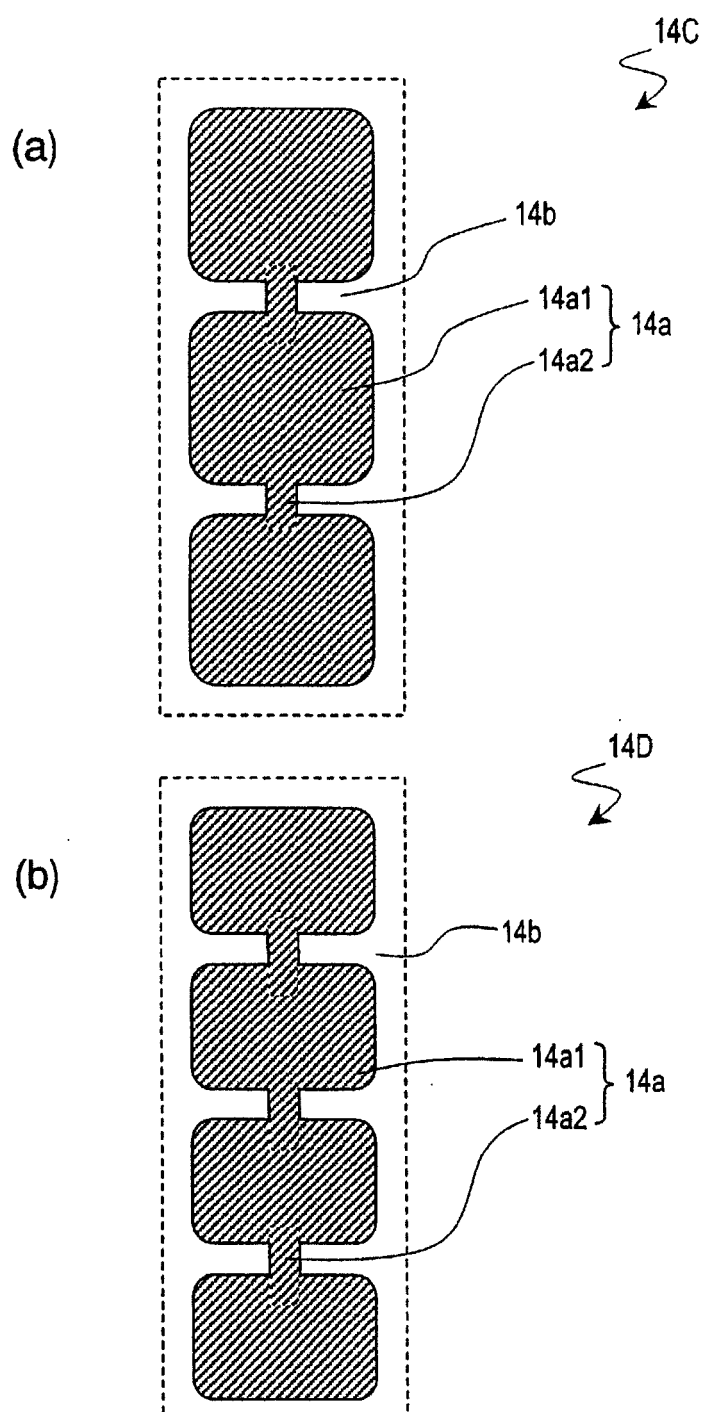


图7

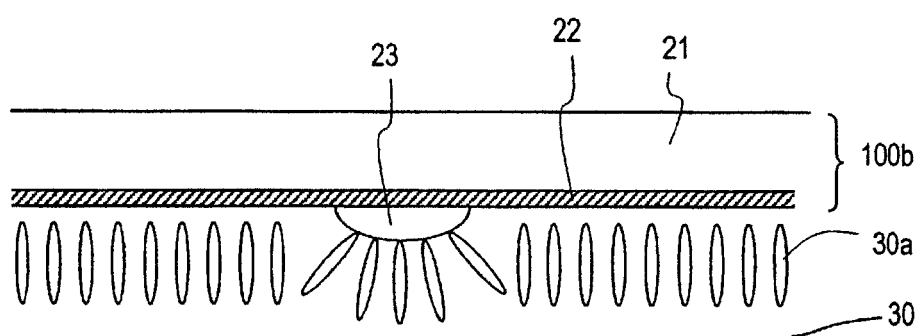


图8

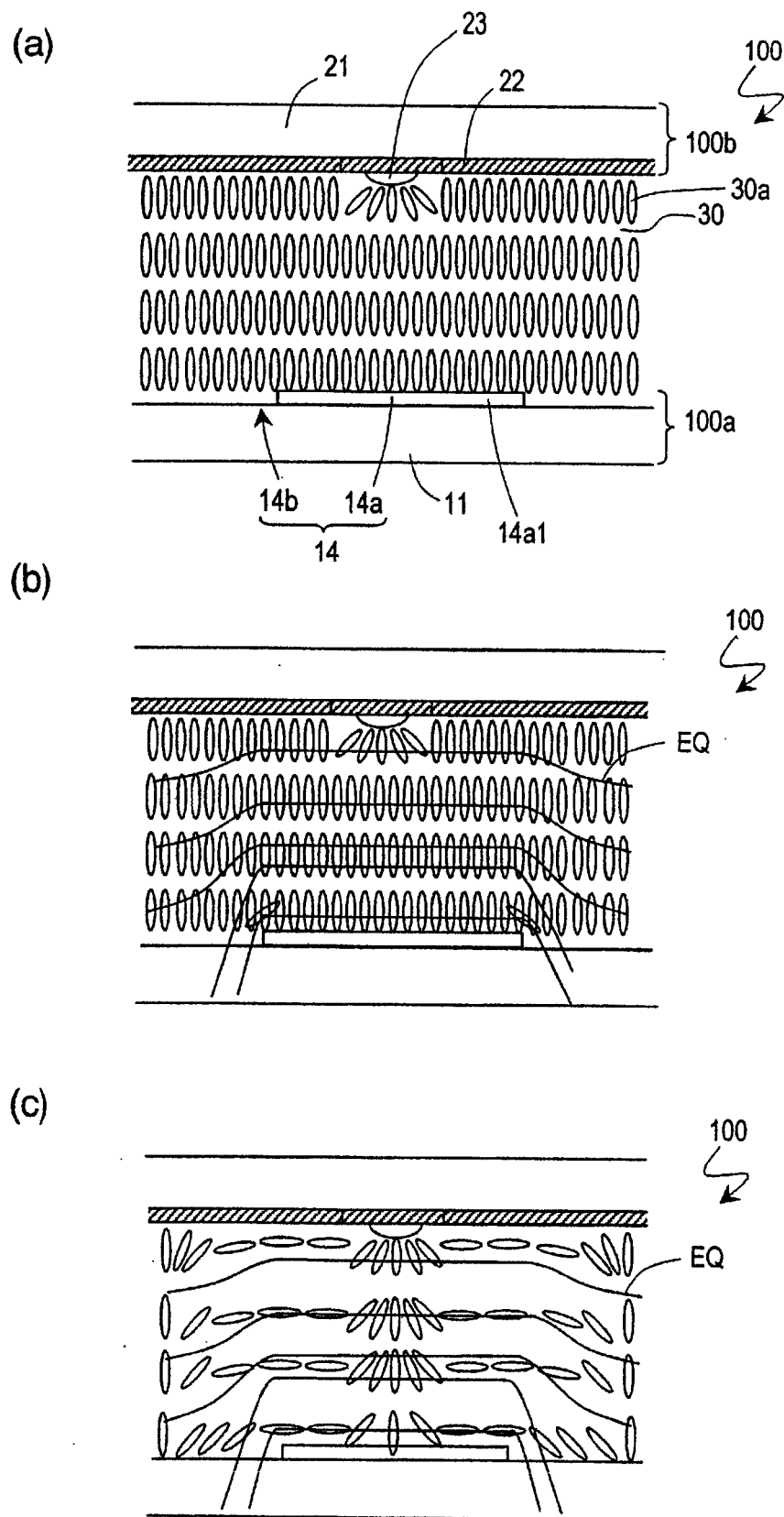


图9

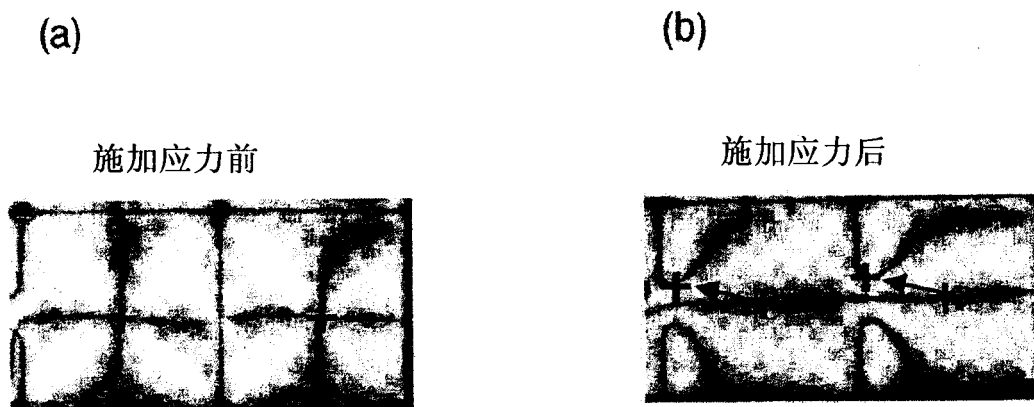


图10

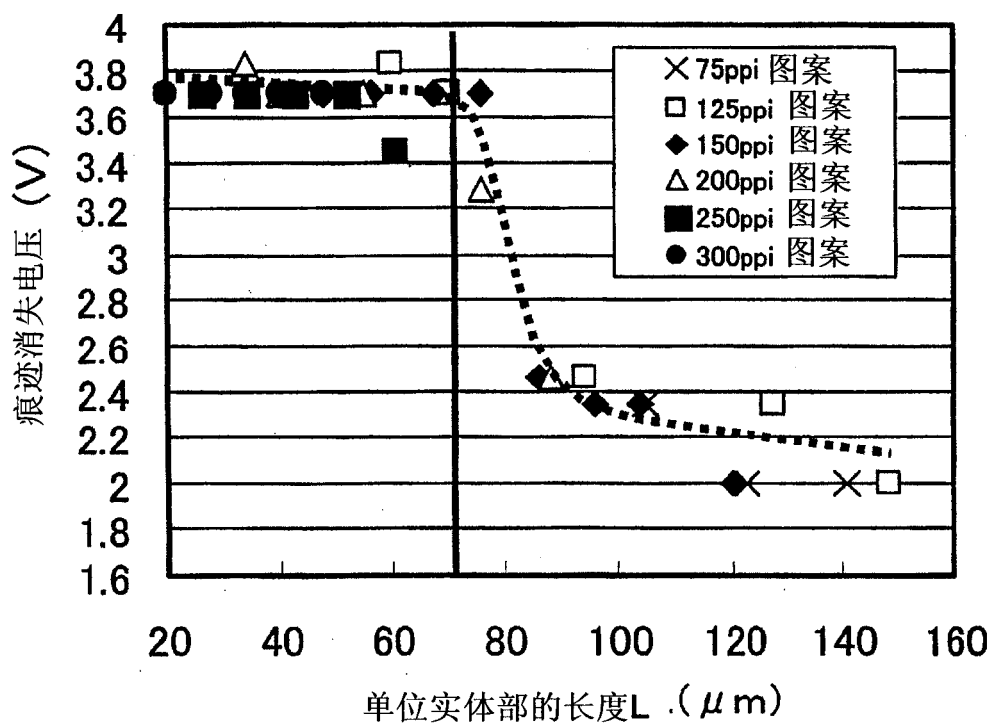


图11

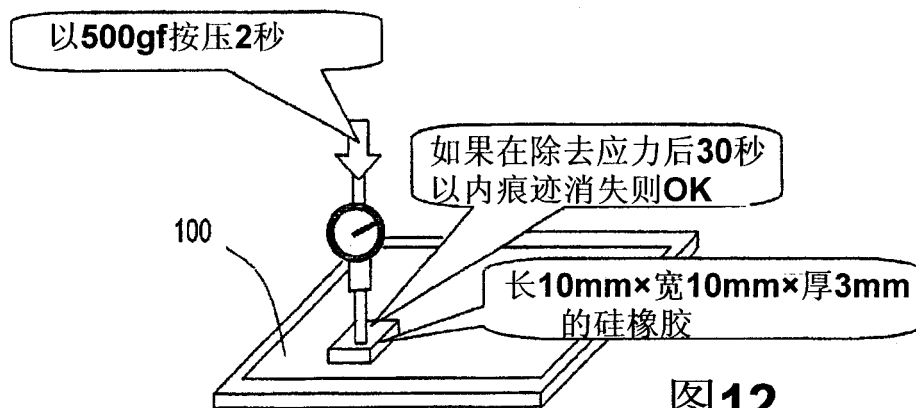


图12

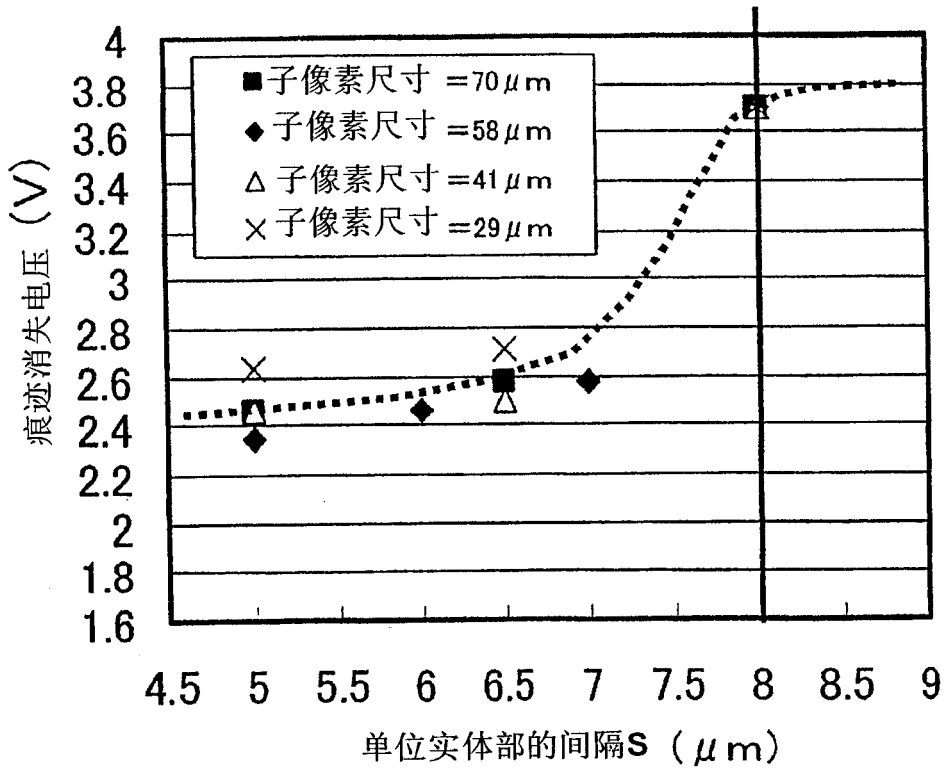


图13

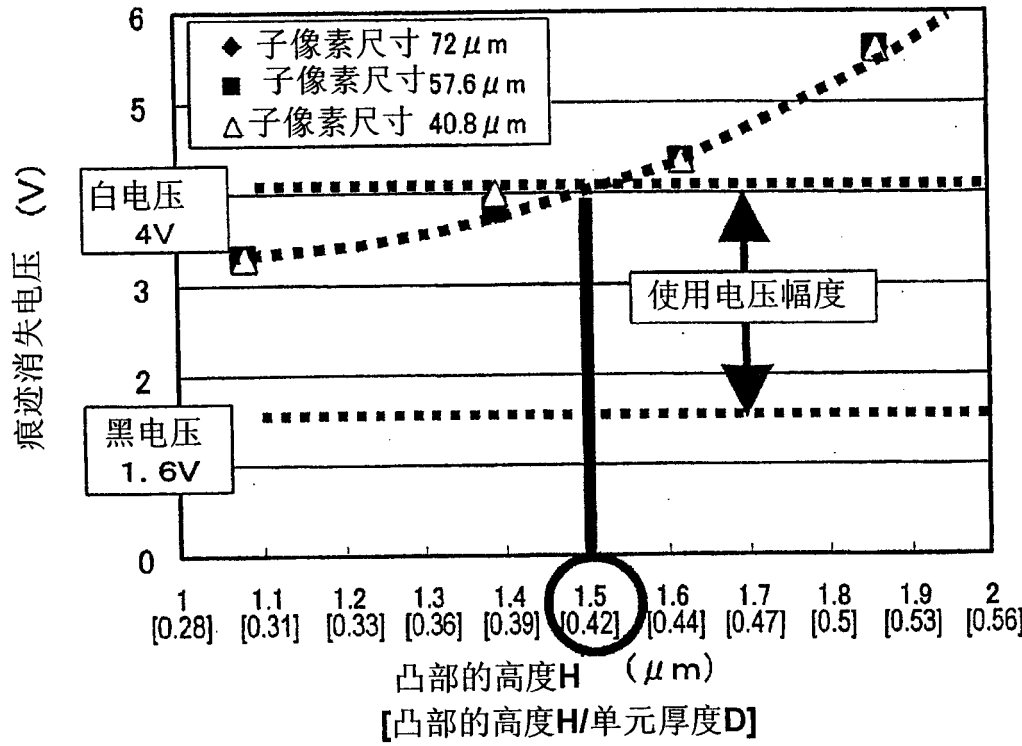


图14

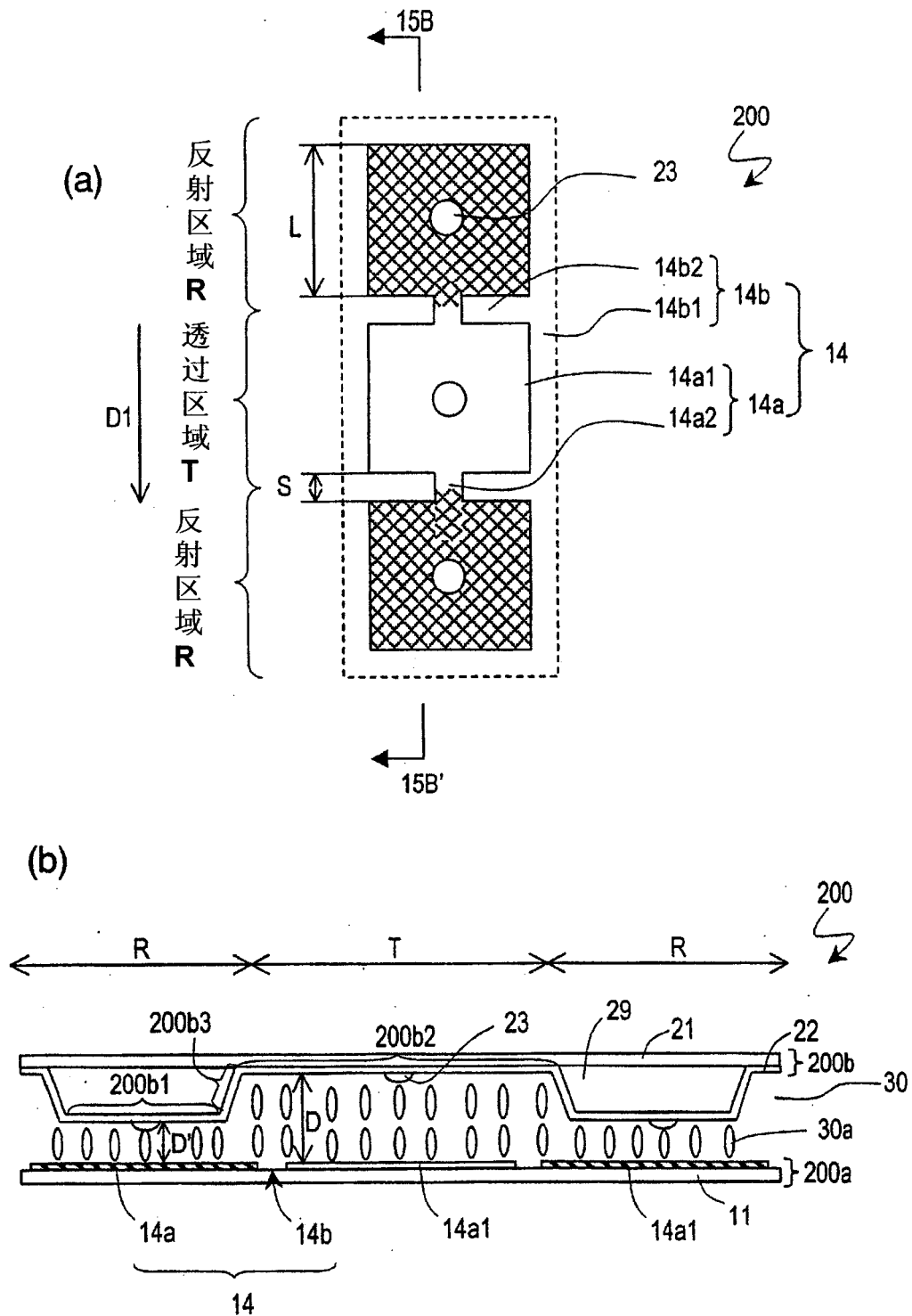


图15

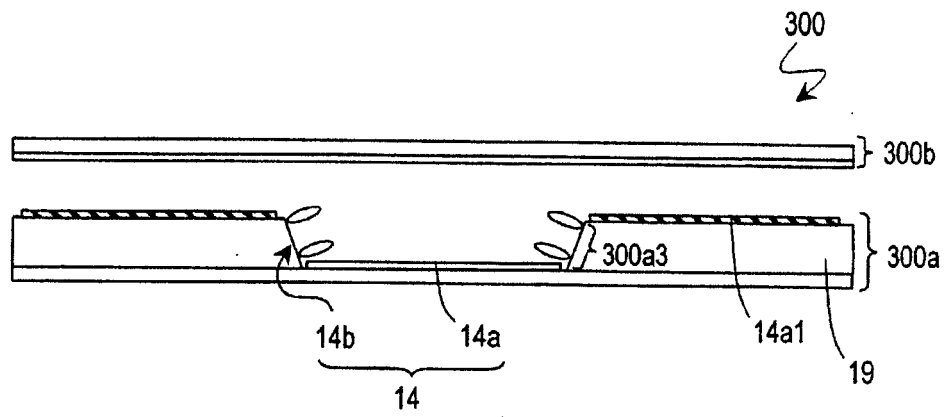


图16

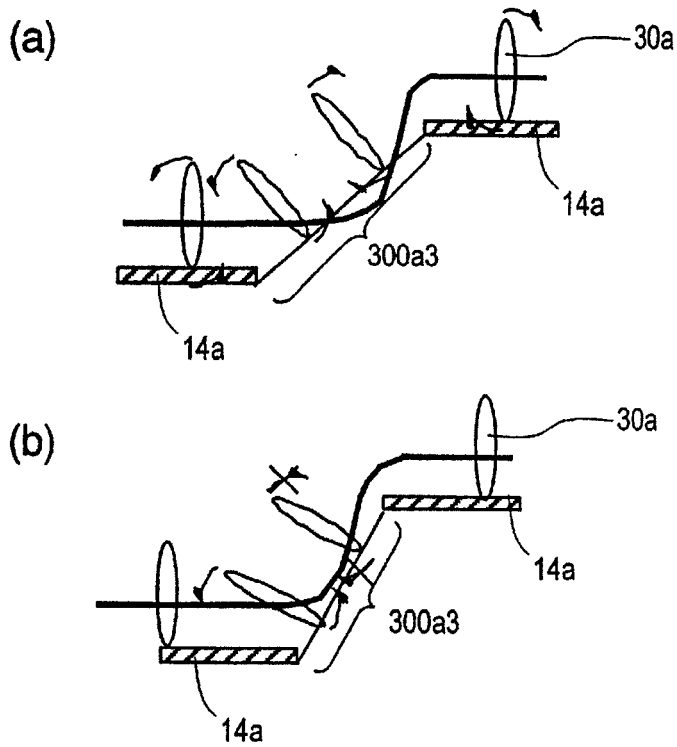


图17

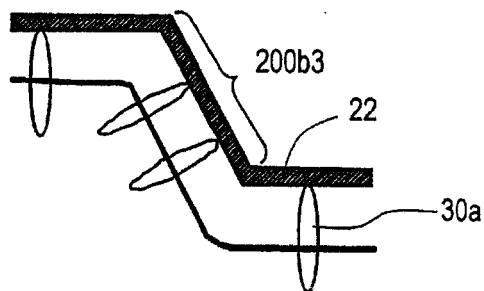


图18

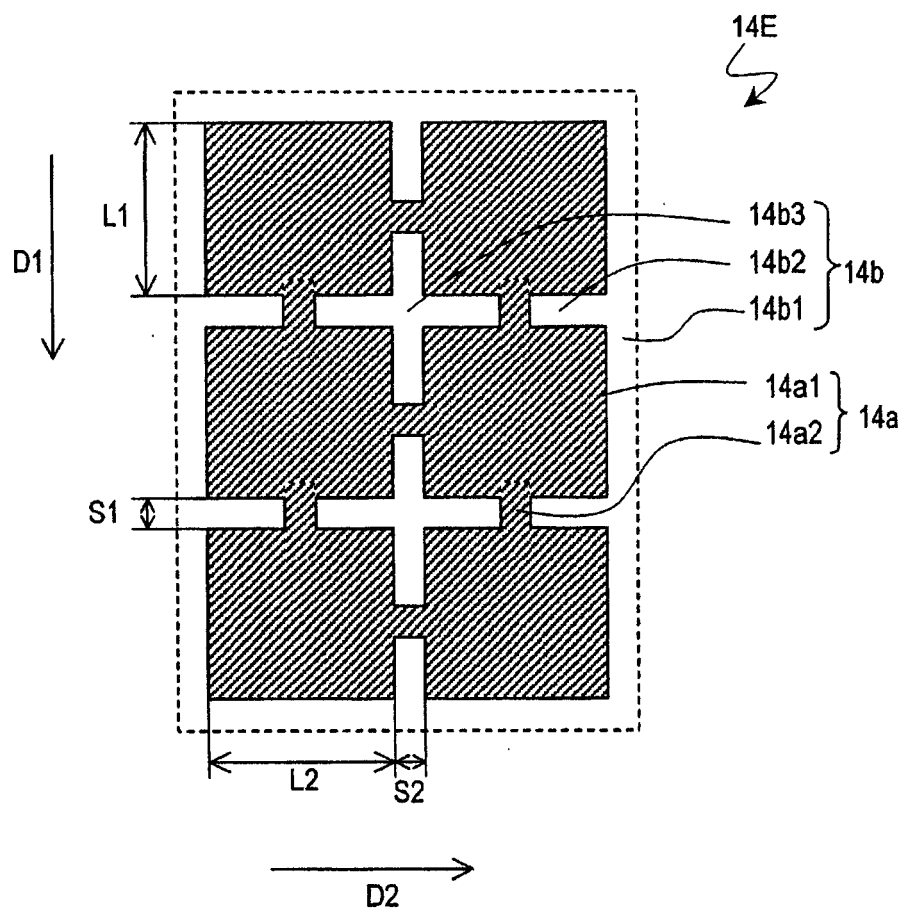


图19

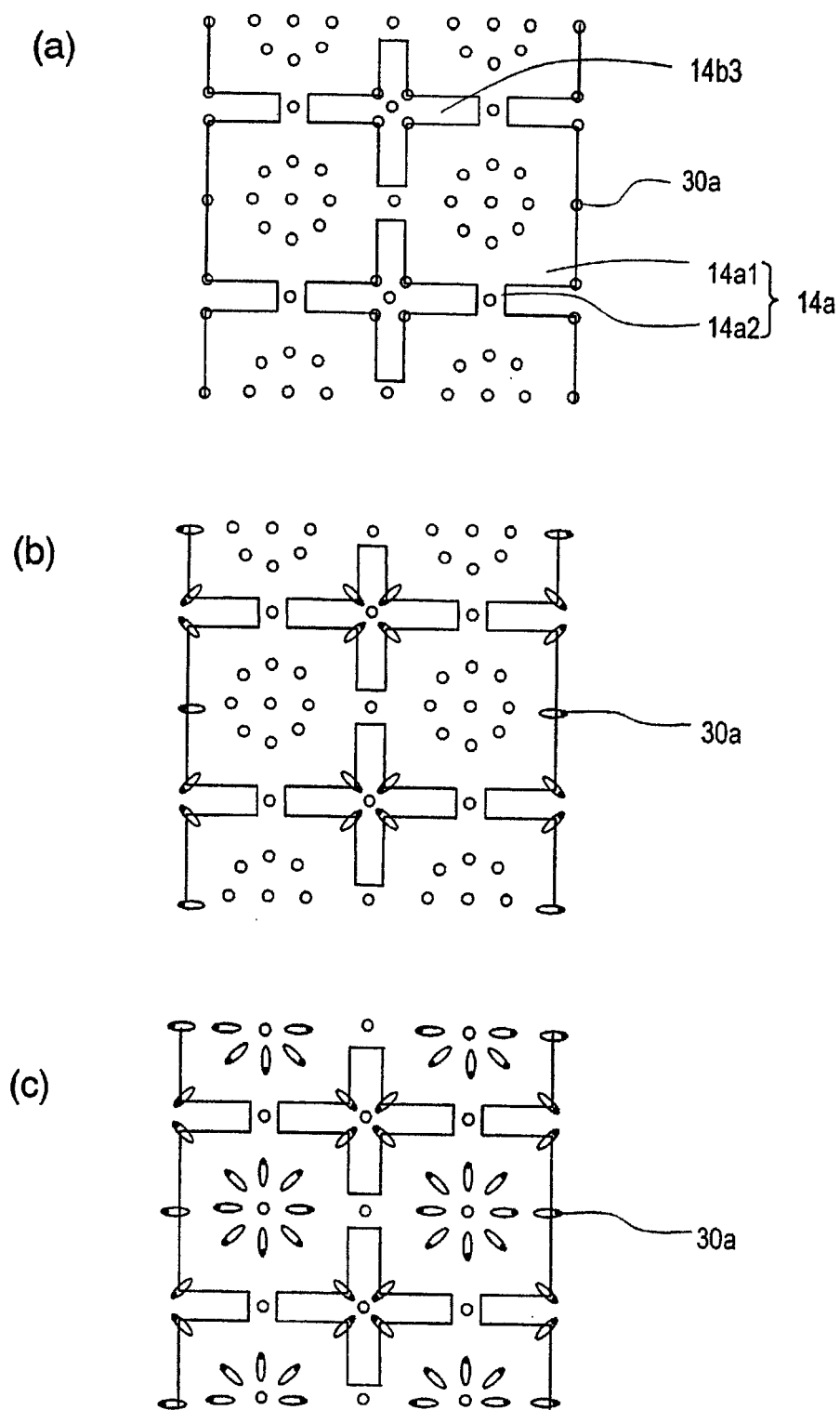


图20

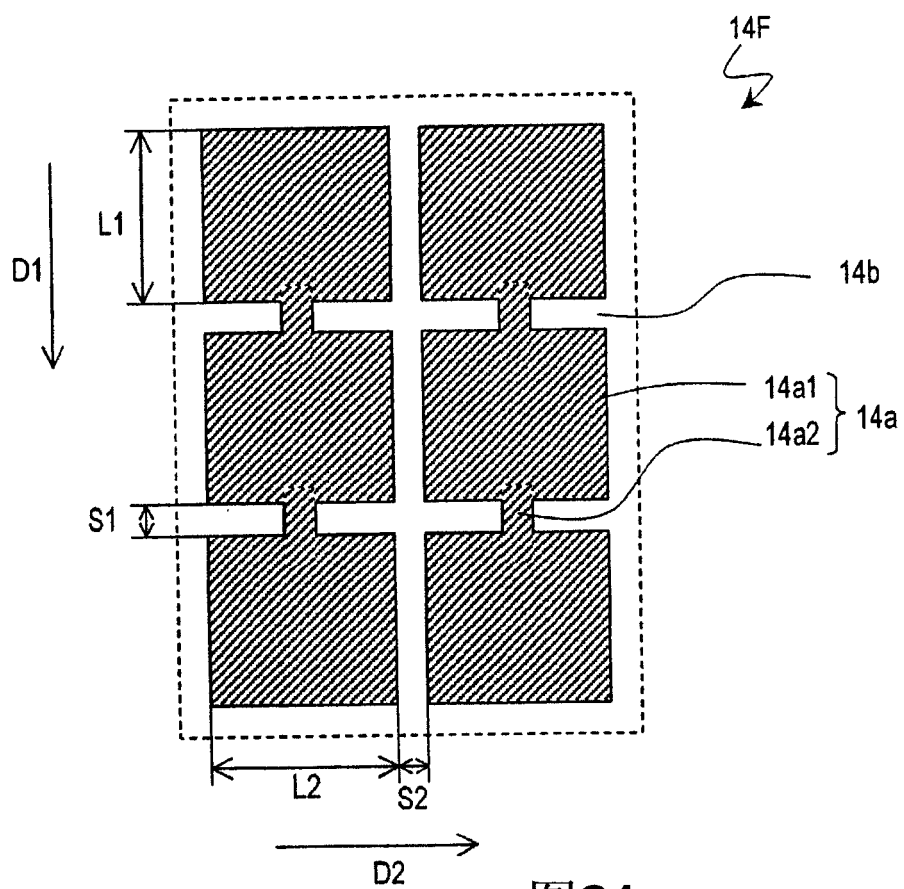


图21

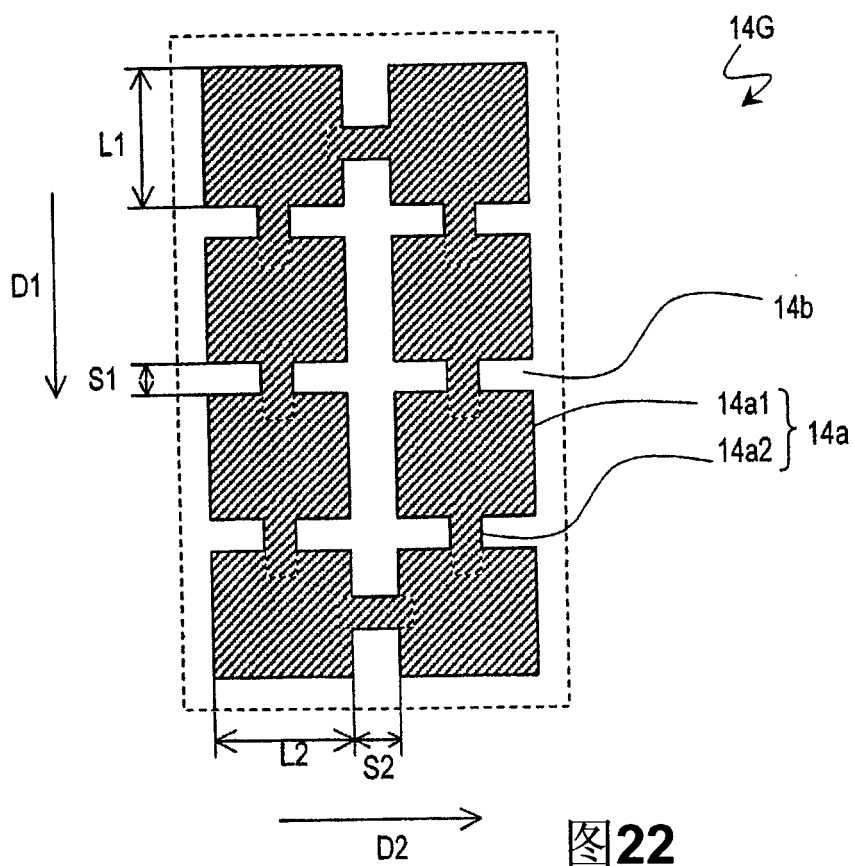


图22

专利名称(译)	液晶显示装置和具有该液晶显示装置的电子设备		
公开(公告)号	CN1954254A	公开(公告)日	2007-04-25
申请号	CN200580015884.7	申请日	2005-05-17
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	中村久和 久保真澄		
发明人	中村久和 久保真澄		
IPC分类号	G02F1/1343 G02F1/1337 G02F1/1333 G02F1/1335 G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/133707 G02F1/133555 G02F1/1393 Y10T117/1008		
优先权	2004148273 2004-05-18 JP		
其他公开文献	CN100460964C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种可抑制由于向液晶面板施加应力而导致的显示品质降低的CPA方式的液晶显示装置。本发明的液晶显示装置包括第一基板、第二基板、和设置在它们之间的垂直取向型的液晶层。在各个像素区域中，设置在第一基板的液晶层侧的第一电极具有由导电膜形成的实体部、和不形成导电膜的非实体部。实体部分别由非实体部实质包围，至少包含沿着第一方向排列的多个单位实体部。在像素区域内的液晶层中，在施加电压时，利用在非实体部的边缘部所生成的倾斜电场，在各个单位实体部上形成获得放射状倾斜取向的液晶畴。单位实体部的沿着第一方向的长度为 70 μ m以下。

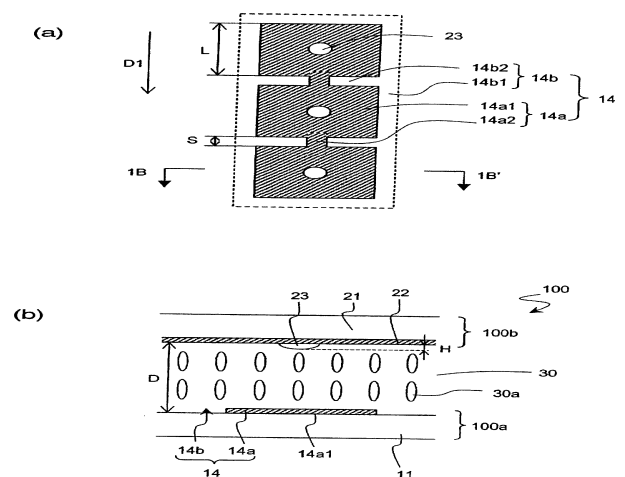


图 1