

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G02F 1/1343 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410054922.7

[45] 授权公告日 2008 年 9 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 100416386C

[22] 申请日 2004.7.21

[21] 申请号 200410054922.7

[30] 优先权

[32] 2003.9.29 [33] JP [31] 337684/2003

[73] 专利权人 株式会社日立显示器

地址 日本千叶县

[72] 发明人 伊东理 阿部诚

[56] 参考文献

CN1388399A 2003.1.1

JP2002-23179A 2002.1.23

JP8-286211A 1996.11.1

EP1278097A1 2003.1.22

审查员 商爱学

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所  
代理人 岳耀锋

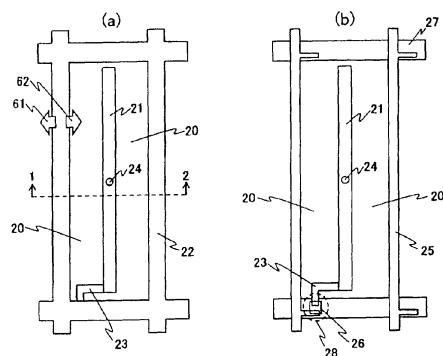
权利要求书 2 页 说明书 24 页 附图 15 页

[54] 发明名称

液晶显示装置

[57] 摘要

本发明提供一种液晶显示装置，可以在包含从亮处到暗处的广泛环境中进行显示，并能进行广视角的透射显示。在利用梳齿电极(21、22)对液晶层施加横电场的 IPS 方式液晶显示装置中，梳齿电极是光反射性的且有从间隙部(20)伸出的结构，把梳齿电极的剖面作成曲面状。通过把梳齿电极(21、22)的剖面作成曲面状，梳齿电极上的横电场分量增大，可以驱动梳齿电极上的液晶，且扩散反射光增大，除了 IPS 方式的广视角透射显示以外还可以进行反射显示。



1.一种半透射型的液晶显示装置，主要由第一基板、第二基板、液晶层、和驱动单元构成，第一基板与第二基板夹住液晶层，第二基板包括以主要施加与基板面平行的电场的方式在液晶层上施加电压的电压施加单元，电压施加单元由分布在同一基板上且具有梳齿状形状的像素电极和共同电极构成，电场主要在像素电极与共同电极之间形成，其中：

像素电极和共同电极反射光，像素电极和共同电极比两电极之间的间隙部向第一基板突出，像素电极和共同电极的剖面具有倾斜面，以及液晶层在存在电极的部分的厚度比不存在电极的部分的厚度薄。

2.根据权利要求1的液晶显示装置，其中：像素电极和共同电极的剖面为对称结构。

3.根据权利要求1的液晶显示装置，其中：像素电极和共同电极的剖面为非对称结构。

4.根据权利要求1的液晶显示装置，其中：像素电极和共同电极配置成上述倾斜面的法线方向具有不同的至少4个方向。

5.根据权利要求1的液晶显示装置，其中：像素电极和共同电极配置成使上述倾斜面的法线方向连续地变化。

6.根据权利要求4的液晶显示装置，其中：像素电极和共同电极在基板平面内具有弯曲结构。

7.根据权利要求4的液晶显示装置，其中：像素电极和共同电极的宽度在一个像素内变化。

8.根据权利要求4的液晶显示装置，其中：至少相邻的像素电极与共同电极的在基板平面内的形状互相不同。

9.根据权利要求4的液晶显示装置，其中：像素电极和共同电极具有在平面方向上分布的单个或多个微小的凸起结构。

10.根据权利要求9的液晶显示装置，其中：在1个像素内在平面方向上分布的多个微小的凸起结构的分布具有不规则性。

11.根据权利要求 1 的液晶显示装置，其中：像素电极和共同电极具有在厚度方向上分布的多个微小的凹凸结构。

12.根据权利要求 11 的液晶显示装置，其中：在 1 个像素内在厚度方向上分布的多个微小的凹凸结构的分布具有不规则性。

13.根据权利要求 1 的液晶显示装置，其中：

在第一基板上依次层叠第一相位板和第一偏振板，在第二基板上依次层叠第二相位板、第三相位板和第二偏振板，第一偏振板的透射轴与第二偏振板的透射轴正交，第一相位板的滞相轴与第三相位板的滞相轴正交，第二相位板的滞相轴与透射显示部中的液晶层的取向方向正交，第一相位板的延迟与第三相位板的延迟相等，第二相位板的延迟与透射显示部中的液晶层的延迟相等，第二相位板的  $N_z$  系数为 0，第一相位板的  $N_z$  系数和第三相位板的  $N_z$  系数中的一个为 1、另一个为 0。

## 液晶显示装置

### 技术领域

本发明涉及广视角的半透射型液晶显示装置。

### 背景技术

当前，以 IPS（面内切换）方式或 VA（垂直取向）方式为主的广视角的透射型液晶显示装置作为液晶监视器已广泛普及，且提高动画特性作为液晶电视也开始使用。这些液晶监视器或液晶电视在室内固定使用，但另一方面，作为以携带电话机或数字摄像机为主的携带式信息设备，液晶显示装置也正在普及。携带式信息设备用的显示装置由个人来使用，但也有像数字摄像机那样从斜方向进行观察的情况，因此也希望广视角。为了保护隐私也有认为广视角是不利的意见，但是在需要某些防止偷窥装置的情况下，也不一定希望窄视角特性。

由于携带式信息设备用的显示装置在从晴天时的室外到暗室的广泛环境下使用，故希望它是半透射型的。半透射型液晶显示装置在一个像素内具有反射显示部和透射显示部。

反射显示部使用反射板反射从周围入射的光并进行显示，由于对比度恒定而不依赖周围的亮度，故在从晴天时的室外到室内的比较亮的环境下得到良好的显示。

透射显示部由于使用背照光源，故在从室内到暗室的比较暗的环境下得到对比度高的显示。

兼备反射显示部和透射显示部的半透射型液晶显示装置，在从晴天时的室外到暗室的广泛环境下得到对比度高的显示。

当前的半透射型液晶显示装置中，液晶层为均匀取向或扭曲取向，在基板法线方向上对其施加电场，其结构和电场施加方式与 TN（扭曲向列）型液晶显示装置一样。进而，在液晶单元内内装了反射板的结构中，

为了提高对比度使用了多块相位板。因此，其视觉特性不能充分成为广视角。

因此，在广视角的透射显示中把已知的 IPS 方式作成半透射型，广视角的半透射显示方法例如在下述专利文献 1 中有记述。

在 IPS 方式中，为了形成平行于基板平面的电场强度，构成为，从基板法线方向看像素电极呈条状，且把条的各部分在 1 个像素内连结起来。把共同电极也作成同样的结构。把这样形状的像素电极和共同电极称为梳齿电极。

即，例如，如图 21～图 24 所示，把梳齿电极 21、22 作成反射电极来作为反射显示部，把梳齿电极 21、22 的间隙部 20 作为透射显示部。在反射显示部中光两次通过液晶层，与此不同，在透射显示部中光只通过液晶层 1 次，为了消除两者的光程差在梳齿电极 21、22 与其间隙之间形成台阶差，把透射显示部的液晶层厚度作成反射显示部的 2 倍左右。

此时，梳齿电极 21、22 在基板上伸出，在垂直于梳齿方向的剖面中梳齿电极 21、22 的剖面大致为方形，其上表面是平坦的。进而，为了提高反射显示部的对比度而附加多块相位板，还调整液晶层的延迟使反射显示部相当于四分之一波长。

此外，在下述专利文献 2、专利文献 3 和专利文献 4 中，在梳齿电极上形成比梳齿更微小的凹凸作为扩散反射电极。

<专利文献 1>日本特开平 11-2422226 号公报

<专利文献 2>日本特开 2002-139737 号公报

<专利文献 3>日本特开 2003-21824 号公报

<专利文献 4>日本特开 2003-21825 号公报

在透射型的 IPS 方式中，例如，如图 23 所示，主要使梳齿电极间的液晶分子 50 动作。现有的梳齿电极 21、22 是平坦的，由于在其上部作为与其板平面平行的电力线分量的横电场极弱，故其上部的液晶分子 50 几乎不动。在把梳齿电极 21、22 作为反射显示部的半透射型的 IPS 方式中，由于如果梳齿电极上部的液晶分子 50 不动作则反射显示总是保持暗显示，故不能进行反射显示。

此外，由于如果电极上表面是平坦的则对光不进行扩散反射，故用户感到反射亮度降低。从而，如果在电极上表面形成凹凸则成为对光进行扩散反射的扩散反射电极，但是，根据液晶显示装置制造工艺的析像界限，凹凸的间距约为 $5\sim 10\mu\text{m}$ ，这与对梳齿电极21、22要求的宽度为同一程度。因此，如果在梳齿电极21、22上配置多列凹凸就必须扩展梳齿电极21、22的宽度，透射显示部的面积比降低，此外，由于梳齿电极上表面不能进行反射显示，故有效的开口率降低。

如上所述，现有的半透射型IPS方式不能进行反射显示。因此，本发明目的在于在半透射型IPS方式中可以进行反射显示。

### 发明内容

本发明中，为了可以进行反射显示，把现有的半透射型IPS方式中是方形的梳齿电极部的剖面形状作成包含斜面的形状。此时，在斜面上产生向着对置的梳齿电极（这里也有斜面）的电力线。如图7所示，以作为电压施加单元的梳齿电极21、22的端部为主产生横电场，如图6所示，以梳齿电极21、22的端部为主，梳齿电极上部的液晶分子50可以动作。

例如把梳齿电极21、22的下层作成有机绝缘膜，来作成包含斜面的剖面形状。加热烧制有机绝缘膜时它成为熔融状态，利用在熔融状态下的表面张力作成圆弧的剖面形状。在其上形成铝等高反射率的金属膜，通过光刻进行构图只在有机绝缘膜的上部有选择地形成该金属膜。

由于把梳齿电极21、22的端部作成角度连续地变化且同时倾斜的斜面，故梳齿电极21、22的端部与扩散反射板的凹凸结构一样对光进行扩散反射。由此，如图4所示，由于主要反射对于从基板法线方向观察的用户70的方向倾斜的方向入射的光，故用户感到的反射亮度提高。

至此，梳齿电极上的液晶不动作，由于不产生扩散反射的两个原因，在半透射型IPS方式中不能进行反射显示。通过使用剖面为圆弧状的梳齿电极21、22能够同时解决上述两个原因，因此在半透射型IPS方式中能够进行反射显示。

在用户多的情况下从基板法线方向观察显示装置，但关注梳齿电极上的任意微小斜面时，各微小斜面把从包含反射面法线与基板法线的面内入射的光反射到基板法线方向上。如果梳齿电极 21、22 的方向在 1 个像素内恒定，则反射面法线的方向在一个像素内也恒定，成为方向性强的反射特性。在反射特性有方向性的情况下。在某种特定的使用条件下得到良好的显示特性。

另一方面，如果降低方向性则不依赖于使用条件得到在广泛的环境下良好的显示特性。本发明中，通过把 1 个像素内的梳齿电极 21、22 的方向多样化，对各微小斜面的反射面法线提供方位角方向的分布。具体地说，把梳齿电极 21、22 作成弯曲结构、或者作成电极的宽度周期地或非周期地变化的波状结构，把微小的凹凸结构附加到梳齿电极上。由此，方向性降低，成为更加各向同性的反射特性。

如果梳齿电极 21、22 的分布形状是规则的，则产生反射光干涉引起的彩虹色的着色。如果在对置基板的内侧或外侧配置具有光散射性的层来扩散入射到梳齿电极 21、22 上的光和反射的光，就能够降低反射光的干涉。为了更完全地消除反射光的干涉，降低梳齿电极 21、22 的分布规则性是有效的。具体地说，把相邻的像素电极和共同电极作成不同的分布形状。或者，为了降低方向性而导入的波状结构或凹凸结构也是有效的，把波状结构或凹凸结构作成不规则的分布而导入。由此，在降低方向性的同时，得到降低反射光干涉的效果。

如上所述，按照本发明，可实现进行具有各种反射特性的反射显示和透射显示的半透射型 ISP 方式液晶显示装置，该显示装置是在遍及从晴天时的室外到暗室的多样环境下可以显示的全环境型的显示装置，而且，在透射显示中得到与监视器匹敌的广视野的显示。

从而，与监视器同等的高图像质量显示装置变成可搬动的，由此，可处理高精细的图像信息。此外，如果用于数字摄像机，则拍摄完的图像的确认变得容易。而且，可以预测，在地面波数字广播的普及的同时，今后便携式电视的接收状态也将大幅度提高，如果使用推带式电视，不用选择场所就能再现高图像质量的图像信息。

### 附图说明

图 1 为示出实施例 1 中的像素结构的图，图 1 (a) 为示出像素电极 21 和共同电极 22 的分布、以及反射面法线分布 61、62 的图，图 1 (b) 为示出扫描布线 27、信号布线 25、薄膜晶体管 28 和像素电极 21 的分布的图。

图 2 为以实施例 1 中的像素电极 21 和共同电极 22 为主的图 1 (a) 的虚线 1-2 间的剖面图。

图 3 为求出实施例 1 中的第 1 偏振板 51、第 1 相位板 53 和反射显示部液晶层的光学条件的图。

图 4 为示出实施例 1 中，在反射显示时用户 70 与入射光、射出光的关系的剖面图。

图 5 为示出实施例 1 中未施加电压时液晶分子 50 的取向状态的剖面图。

图 6 为示出实施例 1 中施加电压时液晶分子 50 的取向状态的剖面图。

图 7 为示出实施例 1 中未施加电压时电力线 49 的剖面图。

图 8 为示出实施例 2 中未施加电压时液晶分子 50 的取向状态的剖面图。

图 9 为示出实施例 3 中未施加电压时液晶分子 50 的取向状态的剖面图。

图 10 为示出实施例 4-5 中的像素结构的图，图 10 (a) 为示出实施例 4 中的像素电极 21 和共同电极 22 的分布、以及反射面法线方向的分布 61~64 的图，图 10 (b) 为示出实施例 5 中的像素电极 21 和共同电极 22 的分布，以及反射面法线方向的分布 61~68 的图。

图 11 为示出实施例 6、7、8 中的像素结构的图，图 11 (a) 为示出实施例 6 中的像素电极 21 和共同电极 22 的分布的图，此外，图 11 (b) 为示出实施例 7 中的像素电极 21 和共同电极 22 的分布的图，图 11 (c) 为示出实施例 8 中的像素电极 21 和共同电极 22 的分布的图。

图 12 为示出实施例 9、10 中的像素结构的图，图 12 (a) 为示出实



实施例 9 中的像素电极 21 和共同电极 22 的分布的图, 图 12 (b) 为示出实施例 10 中的像素电极 21 和共同电极 22 的分布的图。

图 13 为示出实施例 11、12 中的像素结构的图, 图 13 (a) 为示出实施例 11 中的像素电极 21 和共同电极 22 的分布的图, 此外, 图 13 (b) 为示出实施例 12 中的像素电极 21 和共同电极 22 的分布的图, 图 13 (c) 为图 13 (a) 的 3-4 间的剖面图。

图 14 为示出使用了共同布线的像素结构和对于该结构改变共同电极及像素电极的个数的例子的图。

图 15 为表示实施例 14 的液晶显示装置中未施加电压时液晶取向状态的剖面图。

图 16 为表示实施例 14 的液晶显示装置中施加电压时液晶取向状态的剖面图。

图 17 为表示实施例 15 的液晶显示装置中施加电压时液晶取向状态的剖面图。

图 18 为示出本发明液晶显示装置的透射显示中的视角特性的图。

图 19 为示出与复折射媒体视角特性有关的因子、和在任意视角方向上的复折射媒体光学特性的确定方法的图。

图 20 为表示随着极角增大折射率椭圆体剖面形状变化的图。

图 21 为示出现有的反射显示时, 用户 70 与入射光、射出光之关系的剖面图。

图 22 为示出现有的未施加电压时液晶分子 50 的取向状态的剖面图。

图 23 为示出现有的施加电压时液晶分子 50 的取向状态的剖面图。

图 24 为示出现有的施加电压时电力线 49 的剖面图。

### 具体实施方式

下面, 使用实施例, 更详细地说明用于实施本发明用的最佳方式。

#### [实施例 1]

图 2 示出本发明的液晶显示装置的剖面, 图 1 示出其第二基板 12 的上表面图。图 2 为图 1 (a) 的虚线 1-2 间的剖面图, 本发明液晶显示装

置主要由第一基板 11、液晶层 10、和第二基板 12 构成，第一基板 11 与第二基板 12 夹住液晶层 10。第一基板 11 在接近液晶层 10 的一侧具有第一取向膜 13、平坦化层 19、和滤色器 18。

图 1 (a) 示出第二基板 12 上的共同电极 22 的分布状态，图 1 (b) 示出从图 1 (a) 中去掉共同电极 22 后其下侧的结构分布状态。第二基板 12 在接近液晶层 10 的一侧具有第二取向膜 14，还具有作为驱动单元的薄膜晶体管 28。该薄膜晶体管 28 为反交错型结构，沟道部由非晶硅层 26 形成。

扫描布线 27 与信号布线 25 交叉，薄膜晶体管 28 位于该交叉部。薄膜晶体管 28 与扫描布线 27、信号布线 25、和源布线 23 连接。扫描布线 27 与信号布线 25 通过第一绝缘层 15 绝缘，信号布线 25 与作为电压施加单元的像素电极 21 通过第二绝缘层 16 和第三绝缘层 17 绝缘。此外，作为电压施加单元的像素电极 21 与信号布线 25 平行地分布，与源布线 23 连接。像素电极 21 与薄膜晶体管 28 的源布线 23 通过通孔部 24 耦合起来。在像素电极 21 上具有第二取向膜 14，将其取向方向规作成与液晶层 10 接近。

第一基板 11 由硼硅酸盐玻璃制成，厚度为 0.5mm。滤色器 18 的呈红、绿、蓝色的各部分以条状反复排列，利用树脂制的平坦化层 19 对滤色器导致的凹凸进行平坦化。第一取向膜 13 为聚酰亚胺系有机膜，层厚为 0.2 $\mu\text{m}$ 。

第二基板 12 与第一基板 11 同样地，由硼硅酸盐玻璃制成，厚度为 0.5mm。第二取向膜 14 为光取向性的有机膜。扫描布线 27 和信号布线 25 由铬制成，第一绝缘膜 15 和第二绝缘膜 16 为氮化硅膜，第三绝缘膜 17 为有机膜。像素电极 21 和共同电极 22 由铝制成，层厚为 0.14 $\mu\text{m}$ 。像素电极 21 和共同电极 22 均为梳齿状，在一个像素内进行分布以便将其平行地置入，施加电压时在像素电极与共同电极之间形成横电场。

第三绝缘层 17 与像素电极 21 和共同电极 22 同样地分布，在第三绝缘膜 17 上形成像素电极 21 和共同电极 22。对有机膜通过光刻进行构图，由此，把第三绝缘膜 17 作成与像素电极 21 和共同电极 22 一样的分布。

在加热烧制过程中构图的有机膜成为熔融状态，由于熔融状态下的表面张力剖面成为对称的二次曲线状的对称结构。

由于像素电极 21 和共同电极 22 由高反射率的铝构成，故像素电极 21 和共同电极 22 存在的部分为反射显示部。像素电极 21 与共同电极 22 的间隙部 20 是透明的，由于透射背照光源的光，故是透射显示部。像素电极 21 和共同电极 22 分布在第三绝缘膜 17 上，因此伸出到第二基板 12 上，由此，反射显示部的液晶层厚度比透射显示部小。

像素电极 21 和共同电极 22 分布在第三绝缘膜 17 上，以便完全覆盖二次曲线状的剖面。由此，把反射显示部中的液晶层厚度设定得比透射显示部小，且透射显示部中的液晶层厚度大致恒定。第三绝缘膜 17 上具有二次曲线状的剖面，由此，反射显示部的液晶层厚度变得不恒定。其平均值为，透射显示部的液晶层厚度约为反射显示部的平均值的 1.7~1.9 倍。

如上所述，为了完全消除反射显示部与透射显示部的光程差，应该把透射显示部的液晶层厚度作成反射显示部的 2 倍。由于反射显示部液晶层的延迟为  $1/4$  波长，故应该把透射显示部液晶层的延迟作成其 2 倍，即  $1/2$  波长。但是，在把透射显示部液晶层的延迟作成  $1/2$  波长时透射显示的亮度为最大，显示色着色成黄色。为了使透射显示的亮度保持为接近于最大值的值，同时消除着色，把透射显示部的液晶层厚度作成比反射显示部的 2 倍稍小的 1.7~1.9 倍。

关注第三绝缘层 17 上时，像素电极 21 和共同电极 22 覆盖的部分为反射显示部，其余成为透射显示部。像素电极 21 和共同电极 22 完全覆盖第三绝缘层 17 上时，第三绝缘层 17 上全部成为反射显示部。此时，透射显示部成为只有电极间部，由于电极间部是平坦的，故透射显示部的液晶层厚度成为恒定。像素电极 21 和共同电极 22 部分地覆盖第三绝缘层 17 上时，由于第三绝缘层 17 上的一部分（边缘）也成为透射显示部，故透射显示部的液晶层厚度变得不恒定。

从而，在以提高透射显示的视觉特性为目的使用了提供广视角的透射显示的 IPS 方式的本实施例中，把透射显示部的液晶层厚度作成恒定，

进行使透射显示质量优先的设计。由此，充分地降低暗显示透射，增大透射显示的对比度。

在液晶层 10 中，使用了以氟系液晶材料为主的、示出正的介电系数各向异性的液晶组成物。其复折射为 0.073，在包含室温部分的宽的温度范围内是向列相。在使用了薄膜晶体管 28 的驱动保持期间中，示出充分地保持反射亮度和透射亮度的、足够高的电阻值。

关于第一取向膜 13，涂布日产化学社制的“サンエバ”进行烧制和成膜化，利用摩擦法进行取向处理。关于第二取向膜 14，在溶液状态下在第二基板 12 上进行涂布成膜后，照射紫外线进行取向处理。由于在第二基板 12 上的反射显示部与透射显示部的边界上具有  $1.5\mu\text{m}$  的台阶差，故边界部利用摩擦法不能充分地进行取向处理，产生取向不良。第二取向膜 14 使用光取向性的有机膜，由此边界部也能充分地进行取向处理，对第二基板 12 上能够均匀地进行取向处理。设定第一取向膜 13 和第二取向膜 14 的取向方向，以使在装配第一基板 11 和第二基板 12、封入液晶材料、作成液晶屏时液晶层成为平行取向，并且，在从基板法线方向观察的情况下取向方向相对于在像素电极 21 与共同电极 22 之间形成的电场方向形成 75 度的角。

把液晶面板的第一基板 11 称为上侧，把第二基板 12 称为下侧。这是因为，第二基板 12 具有反射入射光的像素电极 21 和共同电极 22，在通常的使用状态下从用户看位于下侧。在液晶屏的上侧，以接近第一基板 11 的顺序具有第一相位板 53 和第一偏振板 51。在液晶屏的下侧，以接近第二基板 12 的顺序具有第二相位板 54、第三相位板 55 和第二偏振板 52。

反射显示部的液晶层厚度不恒定，注意反射显示部的具有代表性的液晶层厚度（例如，在反射显示部内的平均值）的微小部分。在透射型 IPS 方式中假定液晶取向在一个像素内成为均匀的未加电压时为暗显示，但是，这一点在半透射型 IPS 方式中也是一样的。对于暗显示，如果入射的光在到达像素电极 21 或共同电极 22 的瞬间为圆偏振光，则反射后再到达第一偏振板 51 时成为与其吸收轴平行的线偏振光，被第一偏振板

51 完全吸收，能够降低暗显示的反射率。而且，如果能够在可视波长的广泛区域内实现上述，就能够实现无彩色且低反射率的暗显示。

应该确定第一偏振板 51、第一相位板 53、和反射显示部液晶层的光学条件以便实现上述，这可以利用图 3 示出的庞加莱（ポアンカレ）球显示来求出。庞加莱球被定义于把描述偏振光状态的斯托克斯参量（S1、S2、S3）作为三轴的空间内，庞加莱球上的各点与偏振光状态一一对应。例如，点（北极和南极）对应于圆偏振光，除此以外对应于椭圆偏振光。此外，（S1、S2、S3）利用电矢量的任意的 X 轴分量  $E_x$ 、任意的 Y 轴分量  $E_y$ 、 $E_x$  与  $E_y$  的相位差  $\delta$ ，分别由下式表示。

$$S1 = (E_x^2 - E_y^2) / (E_x^2 + E_y^2)$$

$$S2 = 2E_x E_y \cos \delta / (E_x^2 + E_y^2)$$

$$S3 = 2E_x E_y \sin \delta / (E_x^2 + E_y^2)$$

相位板或未扭曲的液晶层产生的偏振光状态的变换，作为在庞加莱球上、包含在（S1、S2）平面内、通过庞加莱球心的线的转动圈数来表示。假定相位板的延迟为 1/2 波长，则此时的转动角为 1/2 圈，假定相位板的延迟为 1/4 波长，则转动角为 1/4 圈。

关注可视光域中有代表性的波长（例如人的可见度为最高的波长 550nm）的入射光依次通过第一偏振板 51、第一相位板 53、反射显示部液晶层而到达像素电极 21 或共同电极 22 的过程。

如图 3（a）所示，利用第一偏振板 51 成为线偏振光的入射光 L1 位于庞加莱球上的赤道上，通过第一相位板 53 转动 1/2 圈而移动到赤道的另一点 L2，通过液晶层转动 1/4 圈而移动到北极 NP，变换成圆偏振光。

其次，关注除此以外的波长的入射光时，作为延迟具有波长依赖性，在相位板中或液晶层中越是短波长侧延迟越大，越是长波长侧延迟越小。因此，转动角随波长而异，第一相位板 53 产生的圈数中除 550nm 以外的波长的光不成为 1/2 圈而移动到离开赤道的点。

更具体地说，由于短波长侧的蓝光的延迟比 1/2 波长大，故转动得比

1/2 圈大而离开赤道上，由于长波长侧的红光的延迟比 1/2 波长小，故转动得比 1/2 圈小而离开赤道上。但是，由于在下一个液晶层产生的 1/4 圈中移动方向成为大致相反的方向，故波长引起的转动角的不同被补偿。其结果，各波长的光集中到北极 NP 附近，即各波长的光成为大致相同的圆偏振光。在作为液晶的显示状态对此进行观察的情况下，在可见波长的广泛区域内得到反射率降低了的无彩色的暗显示。

由于第一相位板 53 和反射显示部液晶层在庞加莱球上的作用分别为 1/2 圈和 1/4 圈，故此时第一相位板 53 和反射显示部液晶层的延迟分别为 1/2 波长和 1/4 波长。此外，由于在庞加莱球上的转动中心轴对应于滞相轴的方位角，故在假定第一偏振板 51 透射轴的方位角为 0 度，沿反时针转动来定义第一相位板 53 的滞相轴方位角  $\theta_{PH1}$  和反射显示部和反射显示部液晶层的取向方向方位角  $\theta_{LC}$  时，由下式表示。

$$2\theta_{PH1}=225^\circ+\theta_{LC} \quad \dots (1)$$

如图 3 (b) 所示，同样地，能够把各波长的入射光集中到庞加莱球的南极 SP。此时，第一相位板 53 和反射显示部液晶层的延迟也分别为 1/2 波长和 1/4 波长， $\theta_{PH1}$  和反  $\theta_{LC}$  由下式表示。

$$2\theta_{PH1}=-45^\circ+\theta_{LC} \quad \dots (2)$$

在本实施例中，使用 (2) 式，成为  $\theta_{PH1}=15^\circ$ ， $\theta_{LC}=75^\circ$ 。

其次，确定第二相位板 54、第三相位板 55 和第二偏振板 52 的光学条件。把第二相位板 54、第三相位板 55 和第二偏振板 52 分别作为透射显示部液晶层、第一相位板 53 和第一偏振板 51 的对来考虑。在此，之所以不把第二相位板 54 的对作为反射显示部而是作为透射显示部的液晶层，是因为在反射显示的情况下入射光不通过第二相位板 54 以下，只在透射显示的情况下才通过它们。

把第二相位板 54 的延迟作成与作为其对的透射显示部液晶层相同，

其滞相轴对于透射显示部液晶层的取向方向（与反射显示部液晶层相同）垂直。由此，第二相位板 54 与透射显示部液晶层的延迟相抵销。

把第三相位板 55 的延迟作成与作为其对的第一相位板板 53 相同，其滞相轴与第一相位板 53 的滞相轴垂直。由此，第三相位板 55 与第一相位板 53 的延迟抵销。第二偏振板 52 的透射轴与第一偏振板 51 的透射轴垂直。

本实施例中，作成  $\theta_{PH2}=165^\circ$ ， $\theta_{PH3}=105^\circ$ ， $\theta_{PL2}=90^\circ$ ，第二相位板 54 和第三相位板 55 的延迟都作成  $1/2$  波长。由于在第二偏振板 52 与第一偏振板 51 之间存在的两组复折射媒体的延迟抵销，故第 2 偏振板 52 和第一偏振板 51 之间与各向同性相相同，通过使第二偏振板 52 与第一偏振板 51 正交，在法线方向上可实现理想的暗显示。

在如上述确定的光学条件下，在液晶屏的上侧层叠第一相位板 53 和第一偏振板 51，在液晶面板的下侧层叠第二相位板 54、第三相位板 55、第二偏振板 52。除了这些之外，在第一相位板 53 与第一基板 11 之间配置光扩散层 56。

光扩散层 56 的结构是，在粘接第一相位板 53 与第一基板 11 的粘着层的内部，混入多个折射率与粘着层不同的透明的微小球。在粘着层与微小球的界面上，利用由于两者的折射率不同所产生的折射效应，具有扩大入射光的光程的作用。由此，能够降低通过像素电极与共同电极上的反射光的干涉而产生的彩虹色的着色。

图 4 ~ 图 7 为如上所述制作的半透射型 IPS 方式液晶显示装置，图 4 为示出在反射显示时用户 70 与入射光、射出光之关系的剖面图，图 5 为示出未施加电压时液晶分子 50 的取向状态的剖面图，图 6 为示出施加电压时液晶分子 50 的取向状态的剖面图，图 7 为示出施加电压时电力线 49 的剖面图。

把该半透射型 IPS 方式液晶显示装置与驱动装置连接，在背后配置背照光源，观察了显示状态。在熄灭背照光源的状态下，在亮处作了观察，确认了反射显示产生的显示图像。其次，作成点亮背照光源的状态，在暗处作了观察，确认了透射显示产生的显示图像。如上所述，对半透

射型 IPS 方式中的反射显示和透射显示都已经确认了显示图像。

此外，像素电极 21 和共同电极 22 的剖面为大致对称结构，对于从剖面的右方和左方中的某一方入射的光都示出一样的反射率。因此，反射显示中，光源光的依赖于入射方向等的反射率变化少。

图 18(a) 示出对于本实施例的半透射型 IPS 方式液晶显示装置的透射显示中的视角特性进行评价的结果。图 18(a) 为在第一偏振板的透射轴方向（实线）、第一偏振板的吸收轴方向（虚线）上测定的透射效率的极角依赖性。极角 0 度与基板法线方向一致，极角随着离开基板法线方向而增大。关注图 18(a) 中暗显示中的透射效率时，在任何方向上，在极角  $\pm 20$  度的范围内，透射效率几乎都不变化，可看到采用 IPS 方式产生的视角特性提高的效果。

再有，本发明液晶显示装置的像素结构，不限定于图 1 示出的结构。也可以例如如图 14(a) 所示，与扫描布线 27 平行地配置共同布线 29，并配置共同电极以便通过接触孔 24 与共同布线导通。图 14(a) 示出的像素结构比图 1 复杂，但是，由于各共同电极与在平坦的基板上形成的共同布线连接，故具有难于产生断线等不良情况的优点。

此外，图 1 和图 14(a) 中，在各像素中存在 2 条共同电极，在各像素中存在 1 条像素电极，但是，也可以例如如图 14(b) 所示，把共同电极在各像素中作成 3 条，把像素电极在各像素中作成 2 条。或者，可以如图 14(c) 所示，把共同电极作成各像素 4 条，把像素电极作成各像素 3 条，而且也可以把共同电极和像素电极的条数增大到图 14(c) 以上。

液晶显示装置的开口率、驱动电压或响应时间受共同电极与像素电极的间隔的影响。例如，在确定了一个像素的大小的情况下，通过对 1 个像素内的共同电极和像素电极的条数进行最佳化，能够实现可以平衡地，更好地满足需要的显示特性的最佳设计。再有，本发明中，为了简单起见，从此以后以图 1 示出的最简单的像素结构为例，进行说明。

#### [实施例 2]

如图 8 所示，本实施例中，改变像素电极 21 和共同电极 22 的剖面形状，进一步提高了反射特性。本实施例的像素电极 21 和共同电极 22



的剖面在是对称结构这一点上与实施例 1 一样。中央平坦部比实施例 1 减少，斜面的比例增大了。

如下所述制作了剖面形状的像素电极 21 和共同电极 22。在使用光刻对第三绝缘膜 17 进行构图时，使用了可以分阶段变化曝光量的光栅掩模。梳齿电极间完全曝光，把绝缘膜完全去掉。梳齿电极 21、22 的端部不完全曝光，残留较薄的绝缘膜厚度。梳齿电极 21、22 的中央部通过不曝光，残留较厚的绝缘膜厚度。通过把它加热熔融，作成像素端部的斜面比例变大且倾斜角平缓变化的剖面形状。

除此之外，例如还在中央平坦部上有选择地以重叠的形式附加形成有机绝缘膜，即使把它加热熔融也能够形成斜面的比例比实施例 1 增大了的剖面形状的像素电极 21 和共同电极 22。

由于通过比实施例 1 增大了斜面的比例而增大像素电极 21 和共同电极 22 上横电场的强度，故在施加电场时更大地产生液晶的取向变化。除此之外，由于把从斜方向入射的光扩散反射到法线方向上的比例也增大，故得到更亮的反射显示。由于像素电极 21 和共同电极 22 的剖面与实施例 1 一样是大致对称结构，故光源光的依赖于入射方向的反射率变化少，这一点也是一样的。

### [实施例 3]

如图 9 所示，本实施例中，把像素电极 21 和共同电极 22 的剖面形状作成非对称结构。在平坦部比实施例 1 减少这一点上与实施例 2 一样，但是，在中央没有平坦部，且是非对称的。

如下所述制作了非对称的剖面形状。与实施例 2 一样使用光栅掩模，使梳齿电极 21、22 的偏离中央部的部分不曝光，残留较厚的绝缘膜厚度。除此以外，例如还在有机绝缘膜的、偏离中央的部分上有选择地以重叠的形式附加形成有机绝缘膜，即使把它加热熔融也能够形成一样的剖面形状。

通过作成非对称的剖面形状，能够以更高的比例把从剖面一方入射的光扩散反射到法线方向上。在亮处确认了显示状态，在光从朝向斜面法线方向入射的特定情况下，得到特别良好的反射显示。

#### [实施例 4]

图 10 ~ 图 13 示出的实施例为减轻反射显示的方向性的实施例,具体地说,改进梳齿电极的结构以便在更广泛的环境下得到良好的反射显示。如果梳齿电极的方向恒定则梳齿电极端部的斜面朝向一个方向,其结果,在反射特性上产生方向性。为了消除方向性,在一个像素内使梳齿电极的方向多样化。作为其方法,可考虑把全部梳齿电极作成任何弯曲结构的方法、对梳齿电极提供微小凹凸结构的方法,或者把这两者并用。

如图 10(a)所示,本实施例中应用把其中全部梳齿电极作成弯曲结构的方法。实施例 1 中梳齿电极与扫描行方向是垂直的。本实施例中,是把梳齿电极 21、22 作成 V 字形的例子,梳齿电极 21、22 相对于扫描行方向是倾斜的。设与扫描行垂直的方向为 0 度,以沿反时针转动来定义梳齿电极 21、22 的角度。假定图 10(a)的上半部和下半部分别为区域 1、区域 2 时,区域 1 和区域 2 中梳齿电极 21、22 对于扫描行方向的倾斜分别为 20 度和-20 度。由此,梳齿电极端部的斜面方向从实施例 1 的两个方向增加到 4 个方向(61 ~ 64),反射特性的方向性降低而接近于各向同性,在更广泛的条件下得到良好的显示。

此外,通过降低反射特性的方向性,能够降低光扩散层的扩散性。把光扩散层 56 配置在第一基板 11 与第一相位板 53 之间时,结果是光扩散层 56 与像素电极 21 被第一基板 11 隔开,由于受到入射光程被处于比像素尺寸充分远离了的位置上的光扩散层 56 扩大的作用,故出现了分辨率随使用环境降低的情况。本实施例中,由于能够降低光扩散层的扩散性,故能够防止分辨率降低。

把如上所述制作的半透射型 IPS 方式液晶显示装置与驱动装置连接,在亮处观察了显示状态,确认了反射显示产生的显示图像。即使各式各样地改变反射光的入射方向,反射率的变化也比较小,在更广泛的环境下得到良好的反射显示,已经确认了降低反射显示方向性的效果。

#### [实施例 5]

如图 10(b)所示,本实施例中使用把全部电极作成弯曲结构的方法,尝试进一步减轻反射显示的方向性。本实施例的电极结构以实施例 4 的

V字形为基础,但是,把梳齿电极21、22弯曲的点从实施例4的1个点增加到3个点。从像素端部起、在约1/4的部分中改变梳齿电极21、22的倾斜。梳齿电极端部的斜面方向进一步增加到8个方向(61~68),比实施例4更加接近于各向同性的反射特性。

此外,IPS方式的电光学特性、即阈值电压或饱和电压,依赖于初始取向方向与电场方向构成的角度。本实施例中由于改变梳齿电极21、22对于扫描行方向的倾斜,故存在着初始取向方向与电场方向构成的角度不同的区域,电光学特性不同。由于整个一个像素的电光学特性为各部分电光学特性的叠加,故透射率对驱动电压的依赖变得平稳,可进行更微细的灰度显示。

#### [实施例6]

如图11(a)所示,本实施例中使用把全部电极作成弯曲结构的方法,尝试进一步减轻反射显示的方向性。本实施例是把梳齿电极21、22作成U字形的例子,连续地改变梳齿电极21、22相对于扫描行方向的倾斜。此时,由于梳齿电极端部的斜面方向也连续地变化,故梳齿电极端部的斜面方向在广泛的范围内分布。比实施例5更加接近于各向同性的反射特性。

#### [实施例7]

如图11(b)所示,本实施例中对梳齿电极21、22的形状和分布赋予不规则性,尝试降低由于像素电极21与共同电极22上的反射光的干涉而产生的彩虹色的着色。如果像素电极21与共同电极22的形状和分布在相干长度内则由像素电极21和共同电极22的不同部分产生的反射光因干涉而存在互相加强的角度条件,而且,由于该角度条件随波长连续地变化,故成为彩虹色的条纹而被观察到。如果干涉产生,则由于彩虹色的条纹与显示部信息重叠而损伤目视性。

实施例6中把梳齿电极21、22作成U字并连续地改变其倾斜,但本实施例中,除此以外还把接近的像素电极21和共同电极22作成互相不同的形状。把液晶取向方向与电场产生的角度变成接近于90度的部位作为最小限度,为了减少暗线的产生在任意的像素电极21或共同电极22

制作的一个梳齿上如图 11 (b) 以虚线所示, 成为只在一个部位上产生对于扫描布线垂直的部分。

在携带式电话的液晶显示装置中, 每 1 英寸存在着约 200 个像素的较高的精密度正在成为标准。此时, 由于一个像素的大小约为  $40 \times 120 \mu\text{m}$ , 故把处理的分辨率作成约  $5 \mu\text{m}$  时, 各像素的结构成为, 在像素中央 1 个像素电极, 在像素两端部分别 1 个共同电极地并排排列起来。为了作到各像素的光散射性相同必须把各像素的结构作得相同, 而且, 为了把接近的像素电极与共同电极作成互相不同的形状, 把全部像素电极作成相同的结构。而且, 把全部共同电极作成相同的结构, 即可。

作为具体的像素电极 21 和共同电极 22 的形状, 例如用曲率较大的 S 字结构构成像素电极 21 和共同电极 22 中的一个, 用曲率较小的 S 字结构构成另一个。图 11 (b) 中, 把共同电极 22 的曲率作成比像素电极 21 大。

表示存在于自然界的光的干涉性的相干长度约为  $20 \mu\text{m}$ , 对于荧光灯等人工照明的光大致也是一样的。在相干长度的范围内包含接近的像素电极 21 和共同电极 22, 但是, 如图 11 (b) 所示, 由于接近的像素电极 21 与共同电极 22 的形状不同, 故像素电极 21 与共同电极 22 的距离连续地变化。

#### [实施例 8]

实施例 7 的 U 字形梳齿电极 21、22 中存在着液晶取向方向与电场方向构成的角度接近于 90 度的部分, 图 11 (b) 的虚线部附近相当于此。在该部分中, 难以确定施加电场时液晶层取向变化的方向。即, 在施加电场时, 关于液晶层在基板平面内进行向左转动和向右转动的哪一种转动, 如果液晶取向方向与电场方向构成的角度接近于 90 度则成为大致都同样容易, 因此, 难于确定转动方向。其结果, 即使施加电压也不产生取向变化, 在施加电压时, 存在着透射率不增大的暗线部以虚线部附近为中心在广泛的范围内产生的可能性。由于如果产生暗线部则透射性和反射率减小, 故不是优选的。

因此, 本实施例中如图 11 (c) 所示, 在相当于图 11 (b) 的虚线部

的部分的梳齿电极 21、22 上附加了凸起。在凸起附近，液晶取向方向与电场方向构成的角度由于凸起导致的局部电场而变得比 90 度充分小，施加电压时的转动方向确定下来。此外，凸起附近的取向变化向其周边传播。在凸起周边的广泛区域内施加电压时的转动方向确定下来。如上所述，由于暗线部被限定于凸起前端的狭窄区域内，故能够减小暗线部的面积。

#### [实施例 9]

图 12(a) 示出本实施例的像素结构的一个例子。本实施例中，变更梳齿电极 21、22 的平面结构，对梳齿电极 21、22 提供微小的凸起结构尝试减轻反射显示的方向性。对实施例 1 的笔直的电极结构连续地提供微小的凸起而作成波状结构，使梳齿电极端部的方向在 1 个像素内多样化。此外，对微小凸起的分布提供不规则性，不规则地构成反射面的分布。由此，除了反射特性的各向同性化以外，同时，还得到了降低彩虹色的干涉色的效果。

#### [实施例 10]

如图 12(b) 示出的像素结构的一个例子，本实施例中与实施例 9 一样，对梳齿电极 21、22 提供微小的凸起结构，尝试进一步减轻反射显示的方向性。通过光刻形成第三绝缘膜 17 和梳齿电极 21、22，但是，通过变更光掩模的形状而变更光致抗蚀剂上的光照射部与遮光部的边界线，能够任意地变更 17 和 21、22 的形状。通过变更在第三绝缘膜 17 和梳齿电极 21、22 的形成中使用的光掩模的形状，能够提供微小的凸起结构。

对 V 字形的电极结构连续地提供微小的凸起而作成波状结构，使梳齿电极端部的方向在 1 个像素内多样化。由于微小的凸起产生的分布与具有 V 字形电极结构的梳齿电极 21、22 方向的分布重叠，故梳齿电极 21、22 方向的分布更加多样化，已经接近于更加各向同性的反射特性。

#### [实施例 11]

图 13(a) 示出本实施例的像素电极的一个例子。本实施例中，不改变梳齿电极 21、22 的平面结构而重叠微小的凹凸结构 90，尝试减轻反射显示的方向性。对实施例 1 的梳齿电极 21、22 重叠微小的凹凸结构 90。

由于每一个凹凸大致为剖面是二次曲面状的旋转体，故在遍及转动中心周围 360 度的范围内具有倾斜面。通过重叠了微小的凹凸结构 90，已经使梳齿电极 21、22 上的反射面法线的方向比实施例 1 更加多样化。

如下所述地制作了梳齿状凸起结构之上重叠了圆形凹凸结构的结构。在使用光刻对第三绝缘膜 17 进行构图时，使用了可以分阶段变化曝光量的光栅掩模。梳齿电极间完全曝光，把绝缘膜完全去掉。梳齿电极上的凹部不完全曝光，残留较薄的绝缘膜厚度。梳齿电极上的凸部通过不曝光，残留较厚的绝缘膜厚度。之后，烧制第三绝缘膜 17，在二次曲面上作成各部的剖面形状。通过使用光栅掩模，不增加工序就已经制作了绝缘膜的厚度分阶段变化的较复杂的结构。此外，由于对微小的凹凸结构 90 的分布提供了不规则性，故除了反射特性的各向同性化以外，同时，还得到了降低彩虹色的干涉色的效果。

#### [实施例 12]

如图 13 (b) 所示，本实施例中与实施例 11 一样，重叠微小的凹凸结构 90，尝试减轻反射显示的方向性。对实施例 6 的梳齿电极 21、22 重叠微小的凹凸结构 90。实施例 6 的梳齿电极 21、22 通过其 U 字形结构作为反射面法线的方向具有分布，但是，由于对其重叠微小凹凸结构面产生了分布，故已经使反射面法线的方向进一步多样化了。由此，已经更加各向同性地形成了反射特性。此外，由于梳齿电极 21、22 本身的形状是 U 字形的且梳齿电极 21、22 是弯曲的，故能够把微小凹凸结构 90 的配置作得比实施例 11 不规则，可降低微小凹凸结构导致的彩虹色的干涉色。

下面，对于实施例 1，简单地说明从本发明的有机膜变成现有的氮化硅膜制作了第三绝缘膜 17 的情况，例如，如图 21-图 24 所示，第三绝缘膜 17 的剖面形状为大致方形。其结果，分布在第三绝缘膜 17 之上的共同电极 22 和像素电极 21 的反射面成为平坦的。

把该半透射型 IPS 方式液晶显示装置与驱动装置连接，在背后配置背照光源，观察了显示状态。点亮背照光源，在暗处作了观察，与实施例 1 一样已经确认了透射显示产生的显示图像。但是，在熄灭背照光源，

在暗处作了观察的情况下，不能确认反射显示产生的显示图像。

在使用平坦的共同电极和像素电极的情况下不能确认反射显示的理由，可如下述来考虑。图 21 示出反射显示中的用户 70 的观察方向与入射光、射出光的光程之关系。从斜方向入射的光由于被平坦的共同电极 22 和像素电极 21 反射，故入射角和射出角对宏观的基板平面成为大致相等的角度。光在对于入射方向相反的方向上，以相对于法线方向倾斜的角度射出，在多数情况下不朝向用户 70 进行观察的法线方向。

此外，图 24 示出在平坦的共同电极 22 与像素电极 21 之间施加了电压时形成的电力线 49。在共同电极 22 和像素电极 21 的上部，电场几乎不存在。在示出实施例 1 的液晶显示装置中的电力线分布的图 7 中，在共同电极 22 和像素电极 21 的上部还存在着横电场。

图 23 示出此时液晶分子 50 的取向状态。反映出在共同电极 22 和像素电极 21 的上部电力线不存在的情况，在该部液晶分子 50 几乎不改变取向，而是与示出未施加电压时的图 22 大致一样的取向状态。作为反射显示部的共同电极 22 和像素电极 21 的上部，在未施加电压时，施加电压时都总是暗显示的原样，反射率几乎不发生变化。

如上所述，在使用了平坦的共同电极和像素电极的情况下，由于反射光不朝向用户而且反射显示部的液晶层不工作这两个理由，不能进行反射显示，但是，通过本发明消除了这两个理由。

### [实施例 13]

实施例 1 的液晶显示装置的透射显示视角特性，如图 18 (a) 所示，暗显示透射效率在任何方向上都是直到极角  $20^\circ$  为大致恒定。但是，在  $\pm 20^\circ$  度以上的极角下，暗显示透射效率随着极角增大而增大，在从该方向观察的情况下可看到对比度降低。由此，实施例 1 的半透射型 IPS 方式液晶显示装置必须降低特别是高极角区域中的暗显示透射效率。

图 19 示出与复折射媒体视角特性有关的因子，和在任意视角方向 84 上的复折射媒体光学特性的确定方法。与复折射媒体视角特性有关的因子是在滞相轴方位和进相轴方位这两个方位上的折射率，通过对折射率椭圆体 80 施加下述那样的几何学操作而求出它们。

所谓折射率椭圆体是以  $x$  方向的折射率  $n_x$ 、 $y$  方向的折射率  $n_y$ 、 $z$  方向的折射率  $n_z$  为 3 轴的椭圆体，3 轴的方向平行于实空间的  $x$  方向、 $y$  方向、 $z$  方向。设想与注视的视角方向 84 平行且通过折射率椭圆体中心的直线，作与该直线垂直且包含折射率椭圆体中心的剖面 81。剖面 81 一般为椭圆形，其长轴 82 的方向为对注视的视角方向的入射光起作用的滞相轴，长轴的长度为滞相轴的折射率。同样地，短轴 83 的方向为对注视的视角方向的入射光起作用的进相轴，短轴的长度为进相轴的折射率。

从而，在任意视角方向上的复折射媒体的光学特性由  $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$  之比确定，该特性一般由  $N_z$  系数表示。 $N_z$  系数在 Yasuo Fujimura, Tatsuki Nagatsuka, Hiroyuki Yoshimi, Takefumi Simomura 等的发表 (SID'91 DIGEST (1991) 739 页-742 页) 中，由下式定义。

$$N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y) \quad \dots (3)$$

如果  $N_z$  系数不同，则视角特性也不同。作为具体的例子，考虑在从基板法线方向观察的情况下，配置成使滞相轴为 45 度的  $N_z=1.0$  的复折射媒体 1。图 20 (a) 表示在方位角 -90 度下，在改变入射方向以使极角增大的情况下，复折射媒体 1 的光学特性的变化。复折射媒体 1 的折射率椭圆体为从基板法线方向观察时滞相轴方向最长的橄榄球状的形状。因此，折射率椭圆体的剖面在极角增大的同时发生变化，以便接近于与水平方向平行的状态。与此同时，剖面的长轴方向也发生变化以便接近于水平方向。

其次，考虑在从基板法线方向观察的情况下，配置成使滞相轴为 135 度的、 $N_z=0.0$  的复折射媒体 2。图 20 (b) 表示与图 20 (a) 同样地在方位角 -90 度下，在变化入射方向以使极角增大的情况下，复折射媒体 2 的光学特性的变化。折射率椭圆体为从基板法线方向观察时在进相轴方向上最短，在其垂直方向上最长的凸透镜状的形状。因此，折射率椭圆体的剖面在极角增大的同时发生变化，以便显现出法线方向的厚度并在垂直方向上膨胀。与此同时，其长轴方向也发生变化以便接近于垂直方向。



图 20 (c) 示出同时观察该复折射媒体 1 和复折射媒体 2 时的情况。图 20 (c) 中, 为了区别复折射媒体 1 和复折射媒体 2 的滞相轴, 分别以 85、86 示出。在基板法线方向上配置复折射媒体 1 和复折射媒体 2, 以使其滞相轴正交。在方位角-90 度下极角增大时, 复折射媒体 1 的折射率椭圆体的剖面长轴在极角增大的同时发生变化以便接近于水平方向, 复折射媒体 2 的折射率椭圆体的剖面长轴发生变化以便接近于垂直方向。

即, 两者发生变化以都以反时针转动来进行转动, 随着极角增大转速相同。因此, 即使极角增大两者的滞相轴也保持正交。此外, 这一点不仅在方位角-90 度下而且在全部方位角下使极角变化时都成立。因此, 复折射媒体 1 和复折射媒体 2 的滞相角在全部视角方向上保持正交。

根据上述, 在基板法线方向上滞相轴正交的两个复折射媒体中, 如果使一方  $N_z=1$ , 使另一方  $N_z=0$ , 则两者的延迟能够在更广泛的视角范围内抵销, 因此, 能够提高暗显示的视角特性。在实施例 1 中, 从基板法线方向看时, 滞相轴正交的情况是透射显示部液晶层和第二相位板、第一相位板和第三相位板这两组。

首先, 开始考虑透射显示部液晶层和第二相位板这一对时, 透射显示部液晶层由向列液晶构成, 其取向状态为均匀取向。由于向列液晶具有正的单轴性, 故透射显示部液晶层为  $n_x > n_z = n_y$ , 为  $N_z=1$ 。因此, 使作为对的一方的第二相位板  $N_z=0$ 。关于第一相位板和第三相位板, 可以使第一相位板  $N_z=0$ , 使第三相位板  $N_z=1$ , 或者, 也可以使第一相位板  $N_z=1$ , 使第三相位板  $N_z=0$ 。在此, 选择了后者。

图 18 (b) 示出本实施例的半透射型 IPS 方式液晶显示装置的透射显示视角特性。与图 18 (a) 相比较, 降低了高极角区域中的暗显示透射率, 确认了在  $N_z$  系数的组合最佳化的视角方向上的相位差补偿提高的效果。

#### [实施例 14]

实施例 1 的液晶显示装置中, 把上下的取向膜换成垂直取向膜。垂直取向膜为在侧链中具有烷基的聚酰亚胺系的有机高分子。作为液晶材料与实施例 1 一样, 使用了介电系数各向异性为正的向列液晶。

图 15 示出本实施例的液晶显示装置的剖面图。图 15 示出对液晶层未施加电压的状态，通过把上下的取向膜换成垂直取向膜，液晶层大致在基板法线方向上取向。

由于未施加电压时液晶层的取向状态为垂直取向，故其延迟对反射显示部、透射显示部在基板法线上全都大致为零。由于把该状态作为暗显示，故变更了相位板和偏振板的光学条件。

首先，为了把反射显示部作为暗显示，确定配置在第一基板上侧的相位板和偏振板的光学条件。在第一基板的上侧配置第一相位板，将其延迟作成  $1/4$  波长。把梳齿电极的垂直方向取为基准时，配置第一相位板的滞相轴以使其与梳齿电极的垂直方向成  $45$  度。进而，在第一相位板的上侧配置第一偏振板，配置成使其透射轴与梳齿电极的垂直方向成  $90$  度。

由第一相位板和第一偏振板制作圆偏振光。由于液晶层的延迟为零，故由第一相位板和第一偏振板制作的圆偏振光照原样入射到共同电极和像素电极，实现反射显示的暗显示。此外，由于如果把第一相位板作成延迟与波长同时增大的反分散相位板就能够在可见波长区域内的广泛波长范围内降低反射率，故得到反射率更低且无彩色的反射显示。

其次，为了把透射显示部作为暗显示，确定配置在第二基板下侧的相位板和偏振板的光学条件。在第二基板的下侧使用一块第二相位板，使其延迟为与第一相位板相同的  $1/4$  波长，其滞相轴配置成与第一相位板的滞相轴正交。由此，第一相位板的延迟被抵销，第一相位板、液晶层、第二相位板的层叠体的延迟变为零。进而，第二偏振板的透射轴配置成与第一偏振板的透射轴正交，实现透射显示部的暗显示。

在像素电极与共同电极之间施加电压时形成与图 7 大致一样的电力线，但是，把此时的液晶层取向状态示于图 16。由于液晶材料的介电系数各向异性是正的，故液晶层进行取向变化，以变成与电力线平行。其结果，在液晶层中产生延迟，反射显示部、透射显示部全部成为亮显示。

详细地看图 16 时，在像素电极和共同电极的上表面中心部，液晶层变成垂直取向，这是因为在该部分不存在电场。此外，在像素电极与共同电极的中间液晶层也变成垂直取向，这是因为在像素电极侧和共同电

极侧产生互相反向的取向，在中间两者进行抗衡。关注任意的像素电极和共同电极之间的液晶层时，由于在像素电极侧与共同电极侧电力线的倾斜是相反的，故液晶取向方向以像素电极和共同电极之间的中间附近为分界而成为相反方向。其结果，在施加电压时把液晶层分割成两个域，得到广视角。

在把未施加电压时的液晶取向作成垂直取向的本实施例情况下，通过像素电极和共同电极的剖面倾斜，像素电极和共同电极上的液晶也动作，随着施加电压得到反射率变化。此外，本发明的液晶显示装置中，由于像素电极和共同电极的剖面倾斜，故反射显示部的液晶层厚度具有变得不均匀的分布。本实施例中，由于未施加电压时的液晶取向为垂直取向，故液晶层的延迟不依赖液晶层厚度而大致为零。因此，在倾斜部的全部区域内，液晶层的延迟变得均匀（零）。其结果，反射显示的暗显示变得反射率更低，得到高对比度的反射显示。

#### [实施例 15]

本实施例中，使用介电系数各向异性为负的液晶材料，把未施加电压时的液晶取向作成垂直取向。本实施例的液晶显示装置在施加电压时的剖面图示于图 17。由于液晶层进行取向变化以与电力线垂直，故液晶取向变成与图 16 所示的实施例 14 相反的方向。

即，关注任意的像素电极和共同电极之间的液晶层时，实施例 14 中如图 16 所示液晶层进行取向变化以朝向像素电极与共同电极的中间点，但是，本实施例中如图 17 所示液晶层进行取向变化以朝向像素电极侧的端部与共同电极侧的端部。在此情况下，也得到高对比度的反射显示以及广视角的反射显示和透射显示。

#### [实施例 16]

本实施例中，在具有如图 10、图 11 所示的弯曲的平面结构的像素电极和共同电极的液晶显示装置中，把未施加电压时的液晶取向作成垂直取向。在此情况下，施加电压时的液晶取向方向分成 4 个方向以上，把液晶层分割成 4 个域以上。因此，各域的视角特性更加良好地均匀化，得到更广视角的反射显示和透射显示。

图1

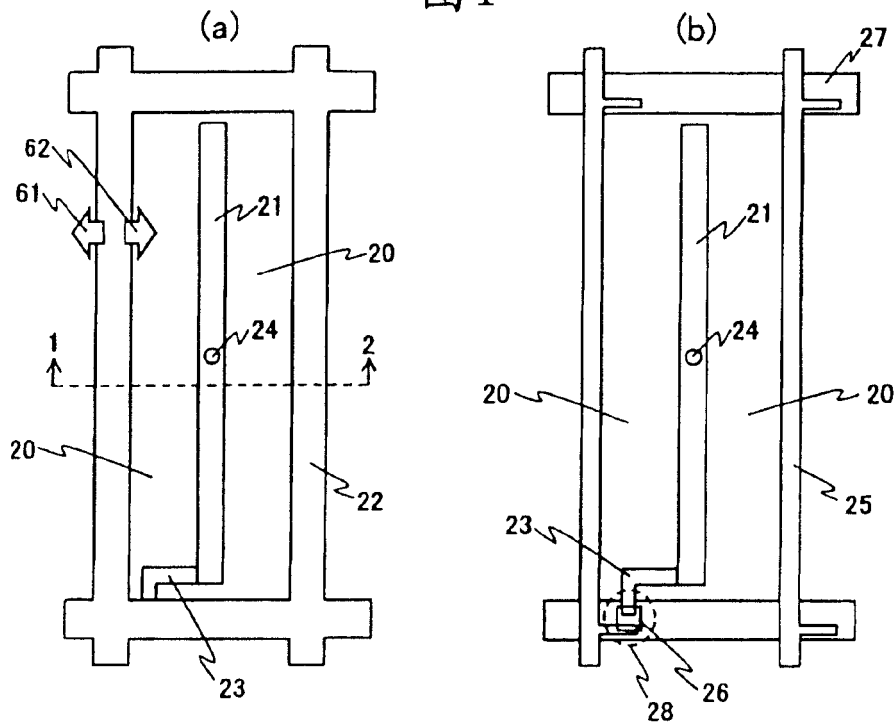


图2

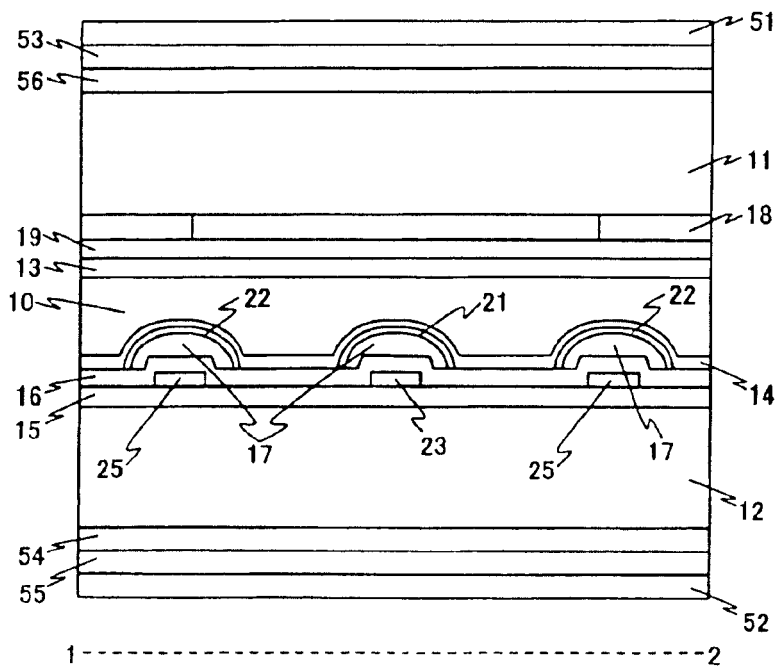
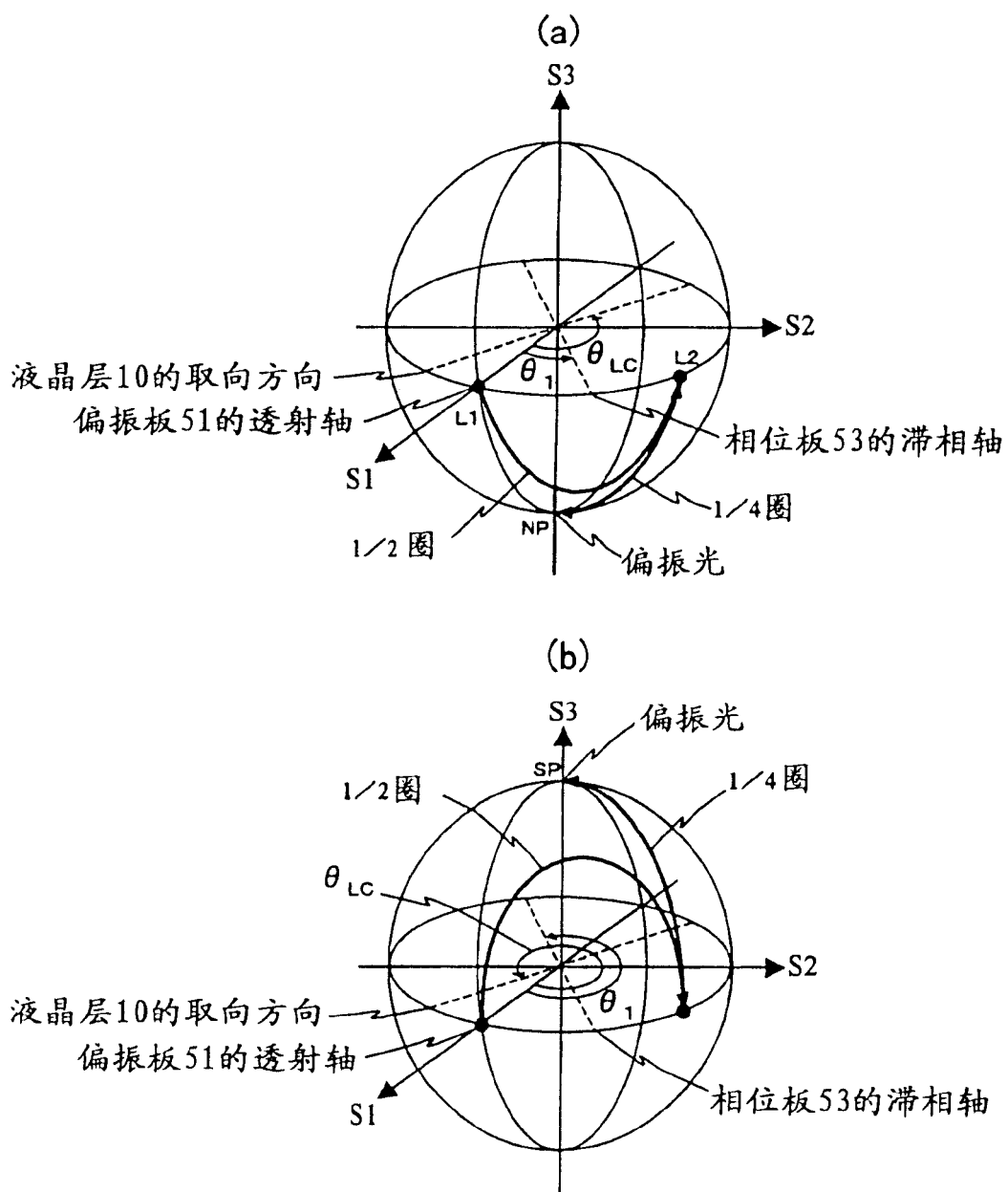


图 3



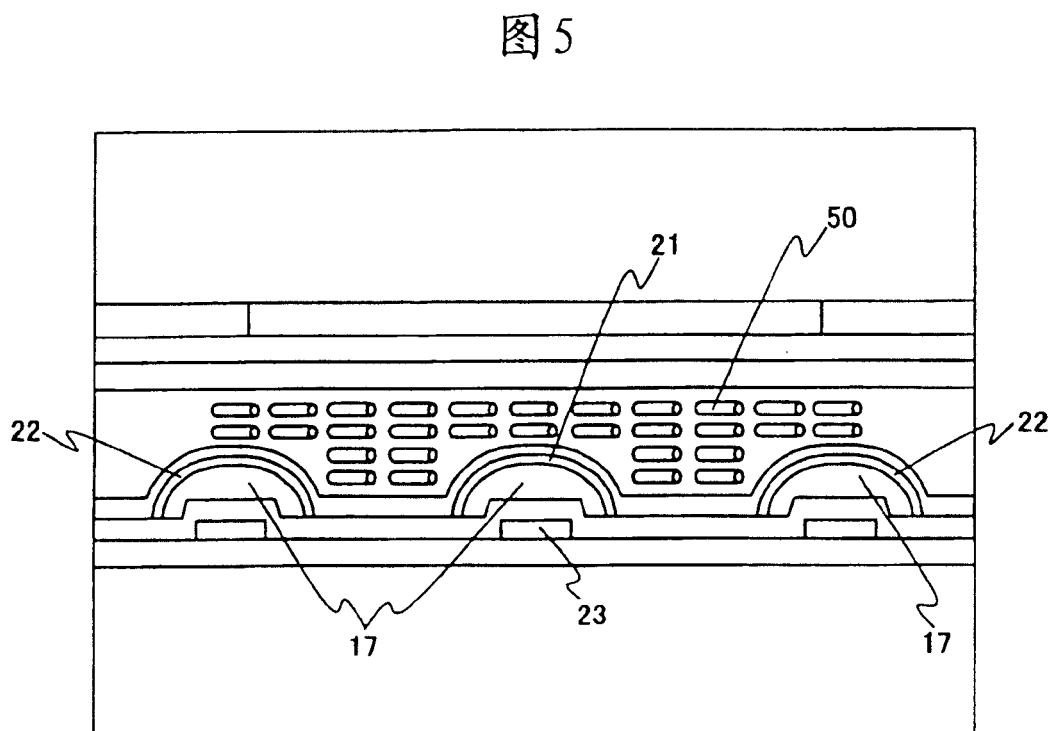
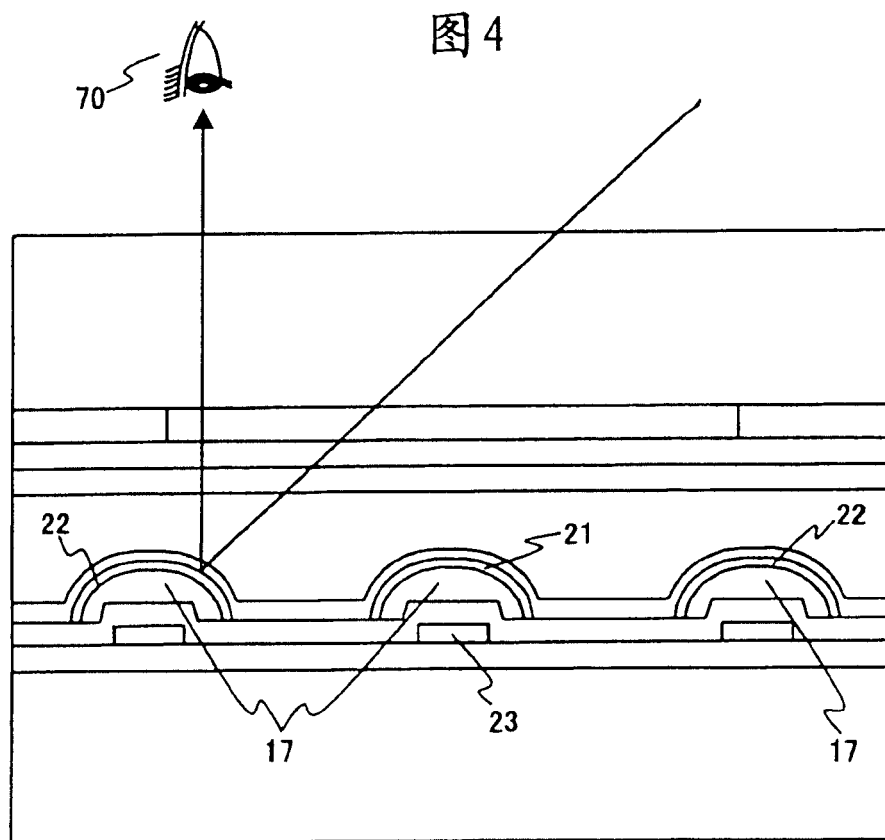


图6

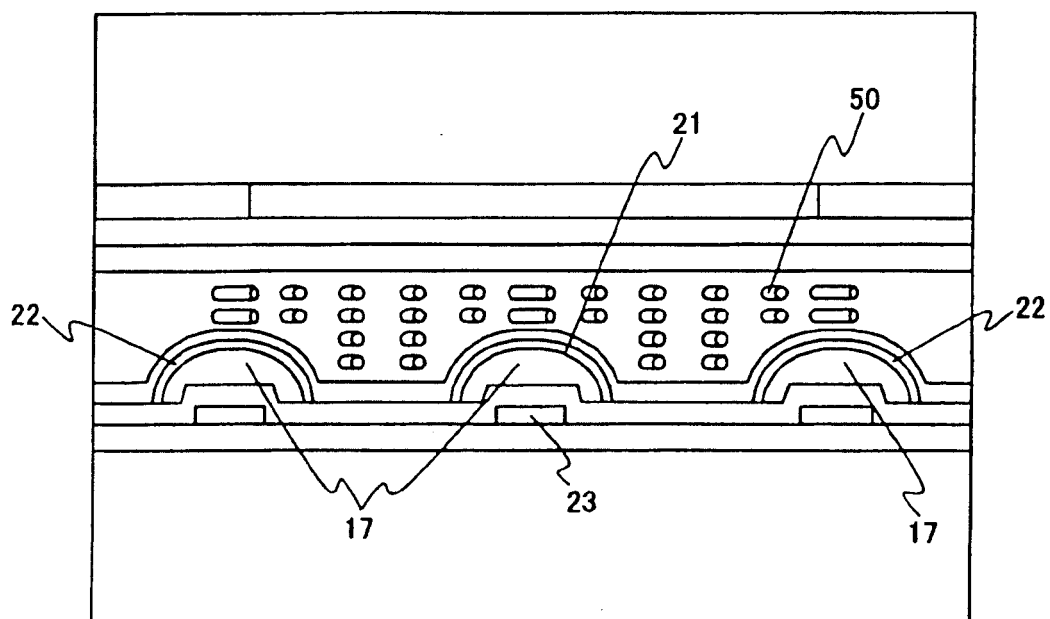


图7

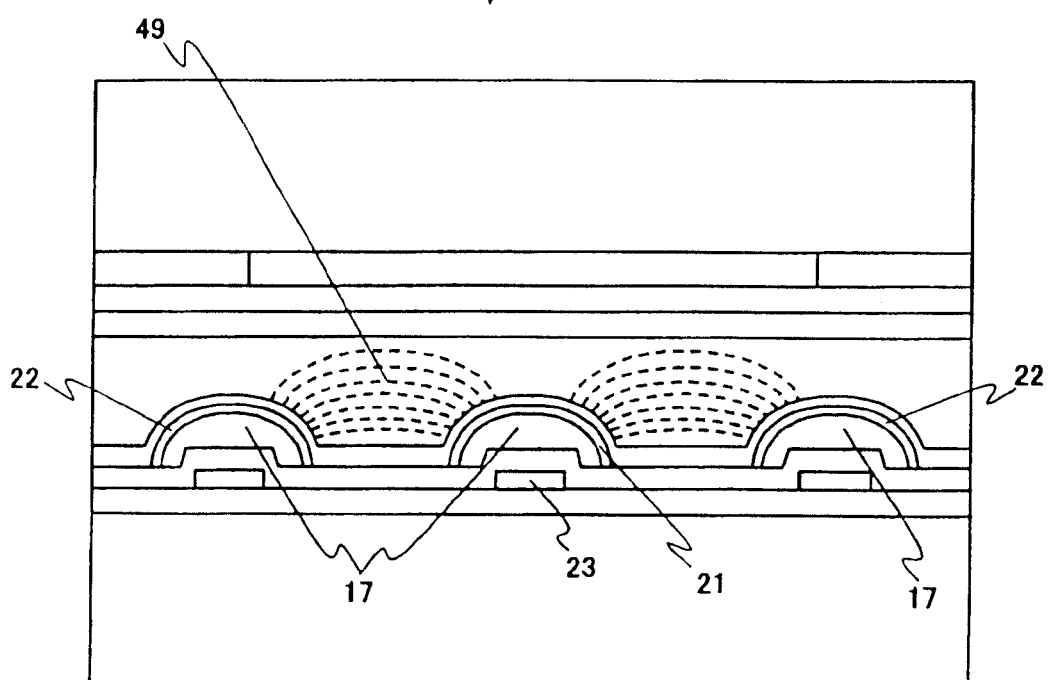


图 8

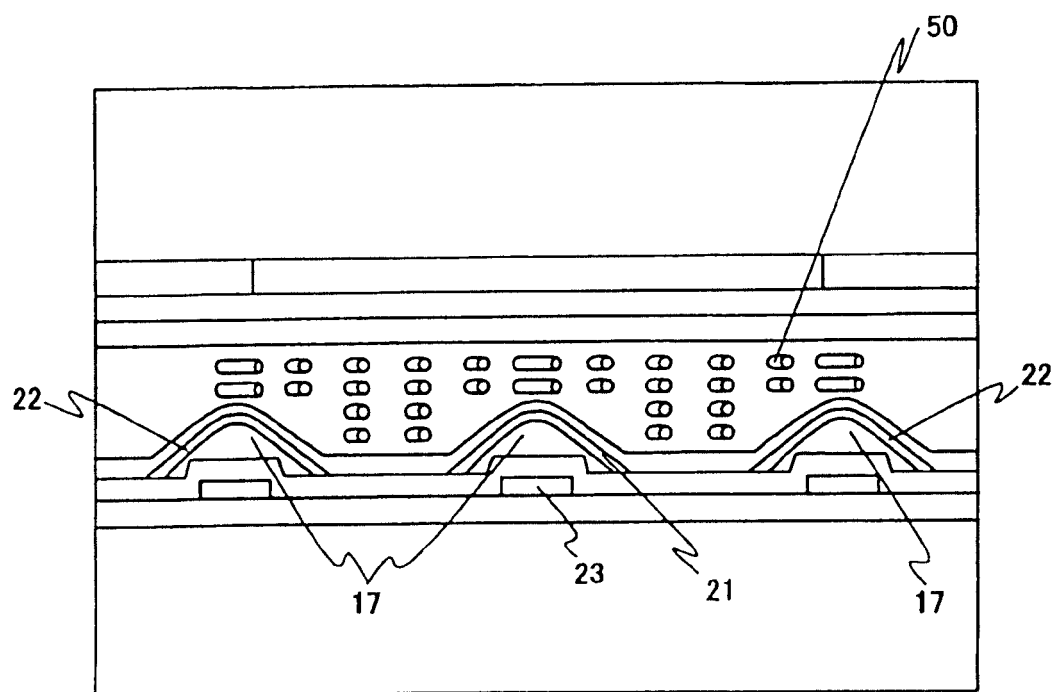


图 9

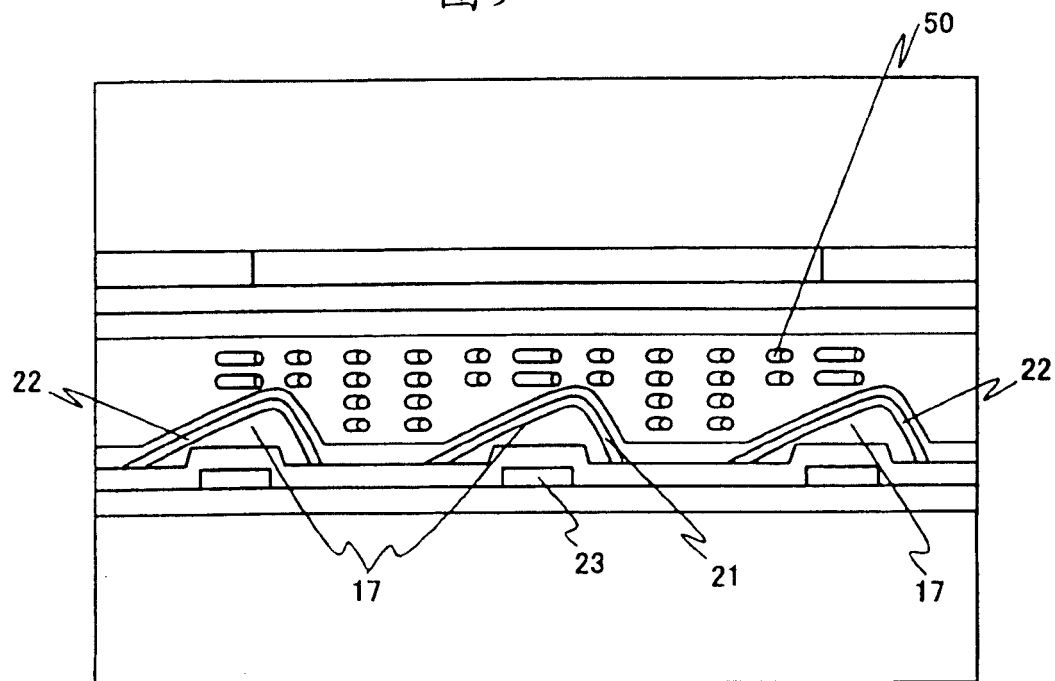




图10

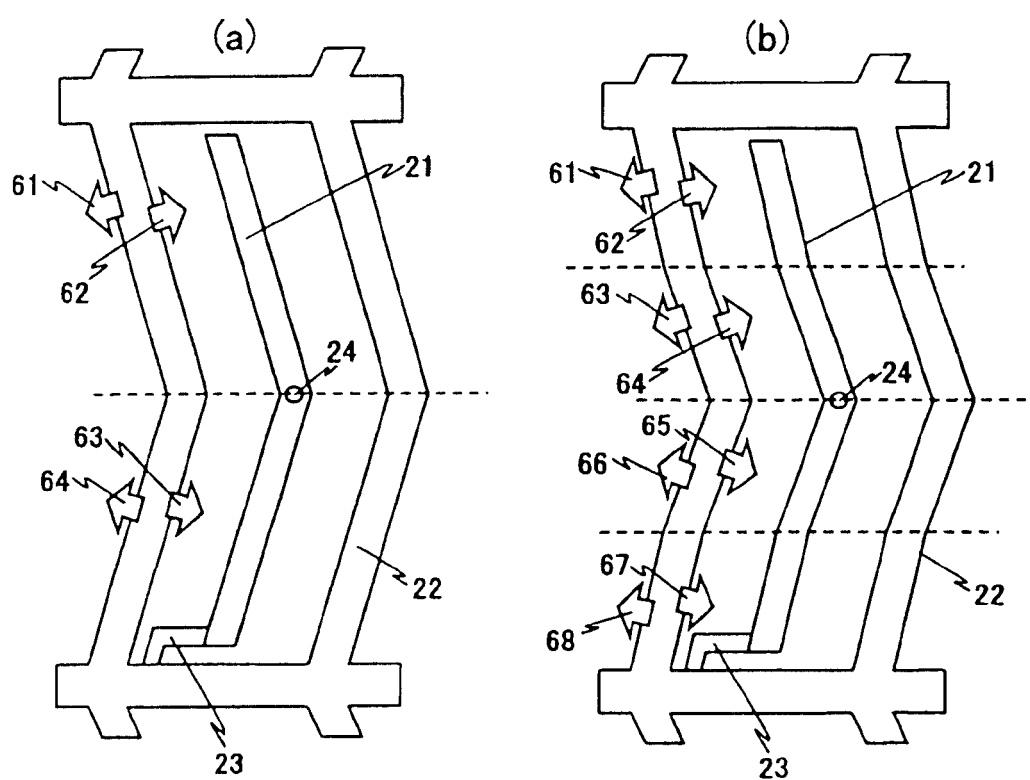


图 11

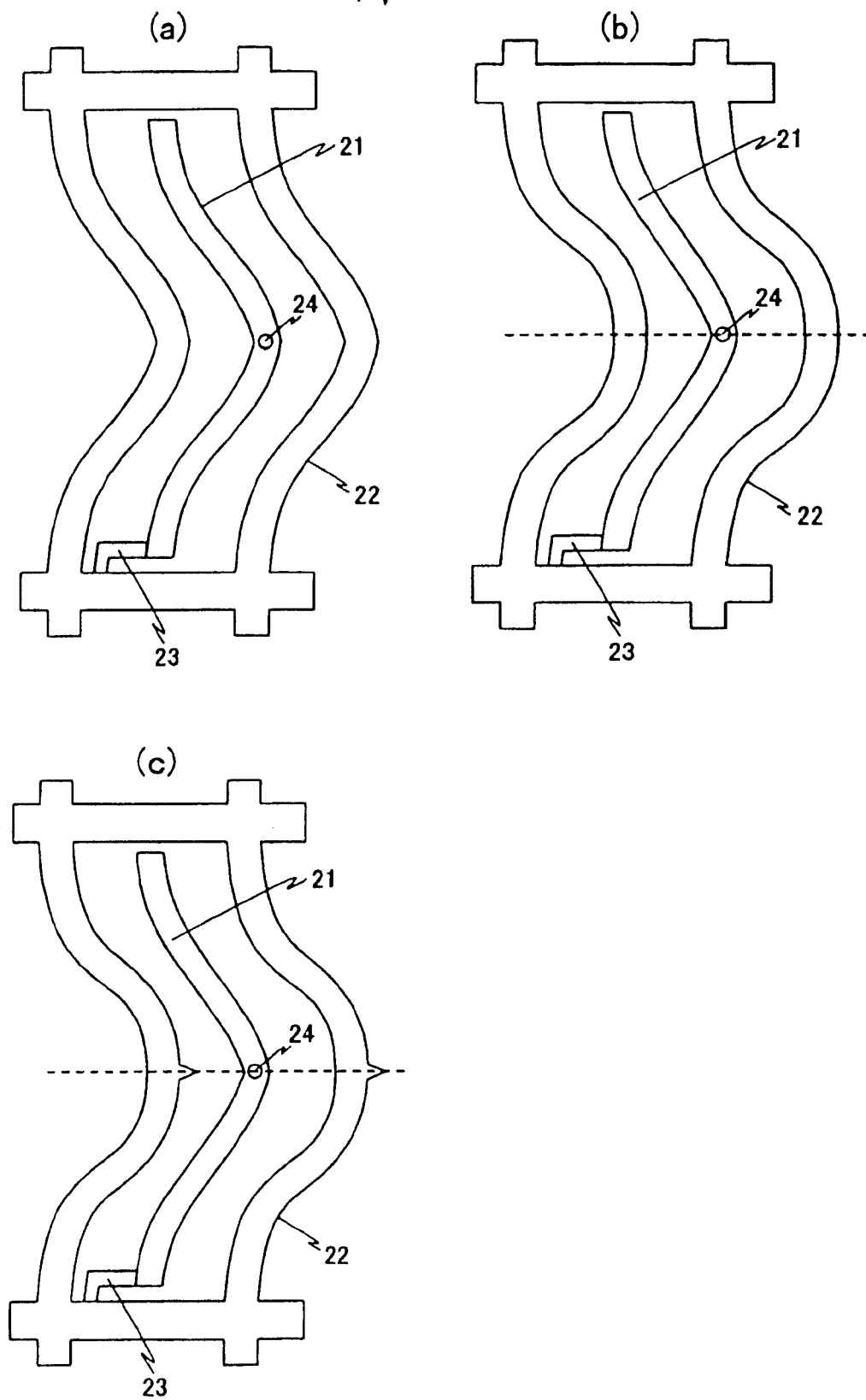


图12

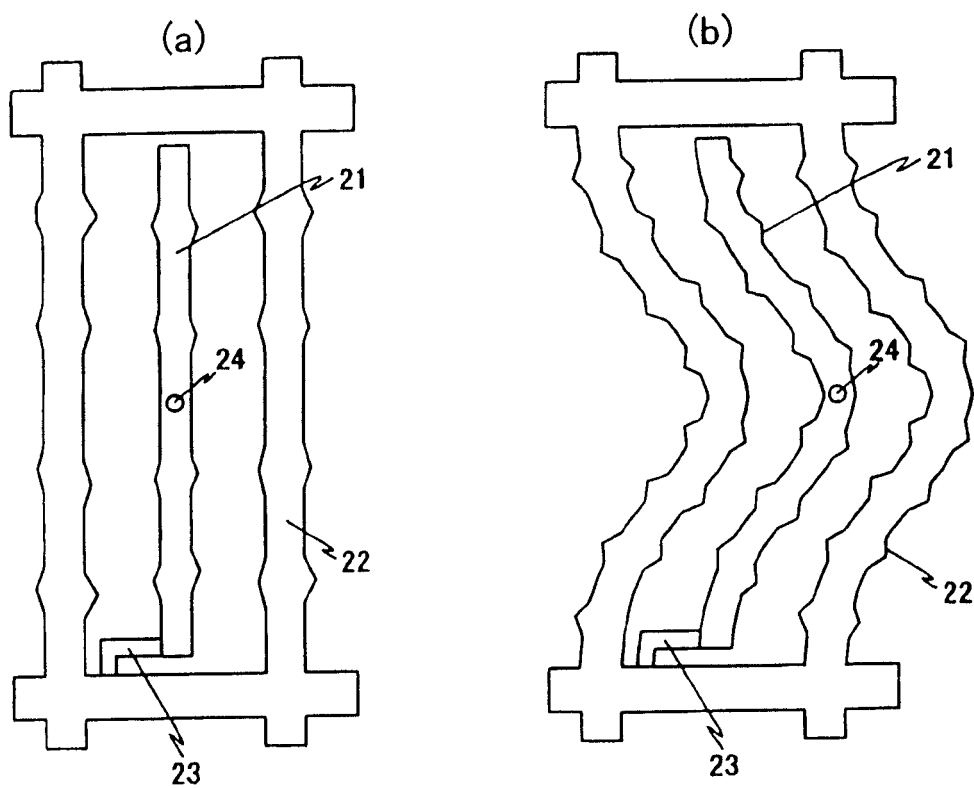


图13

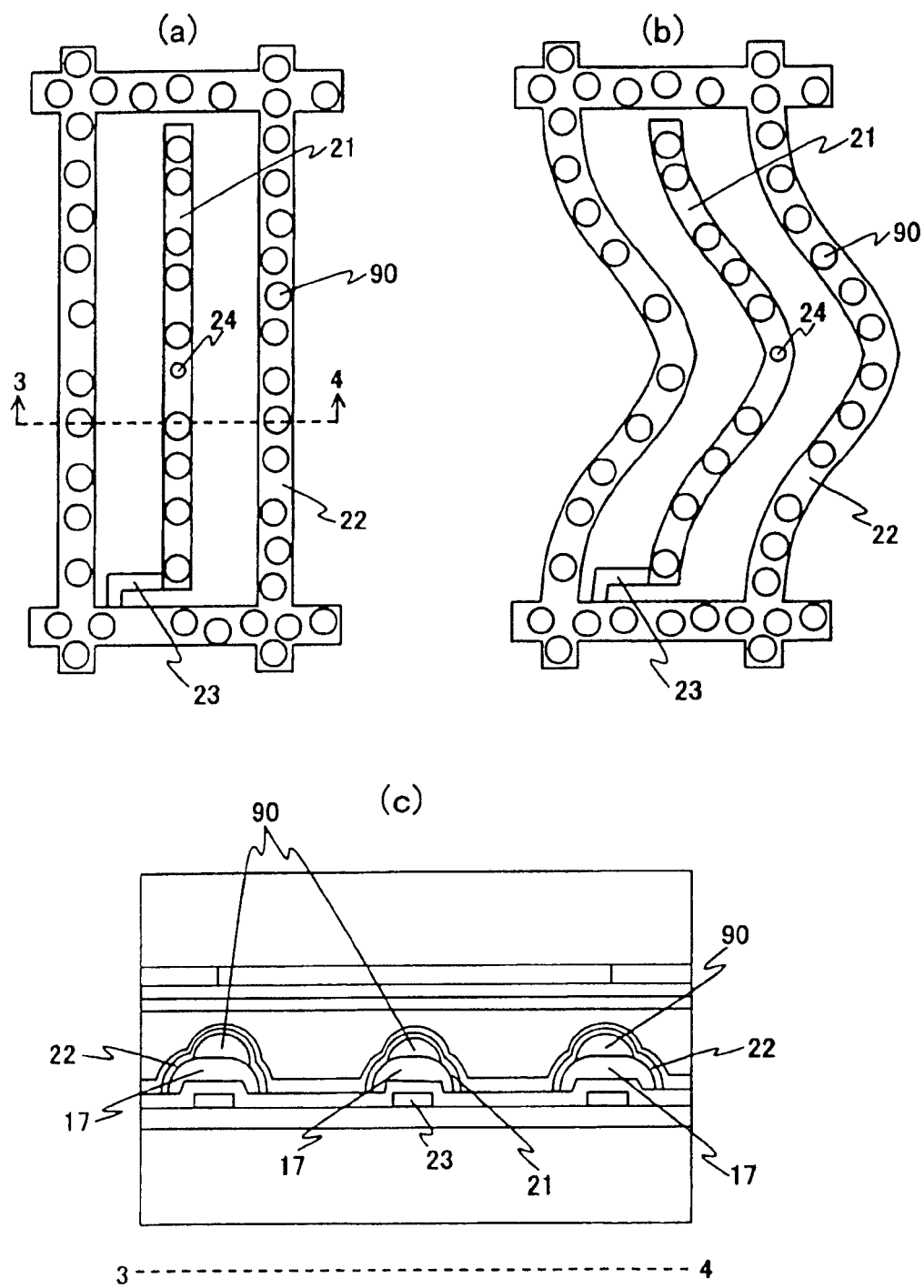


图 14

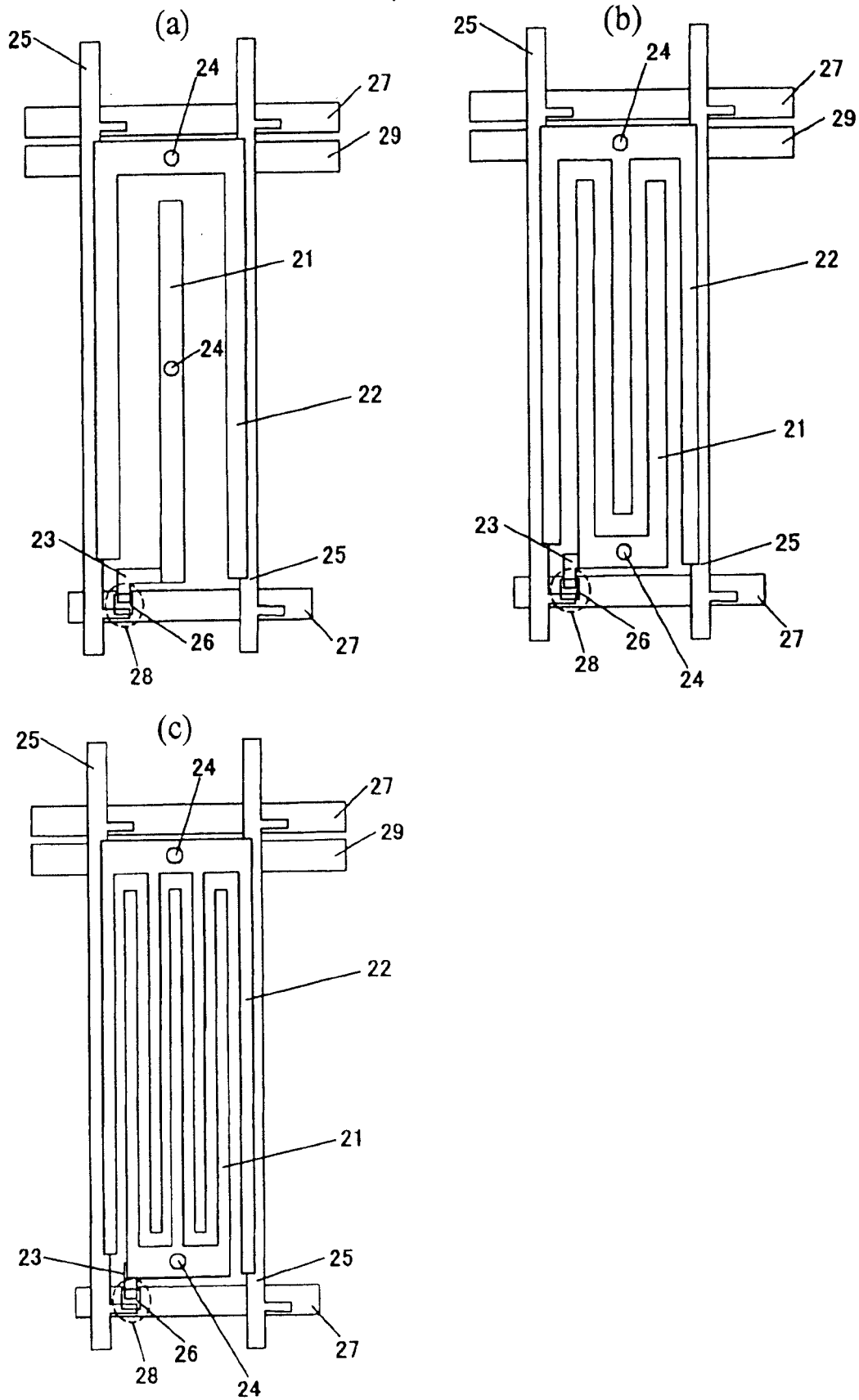


图15

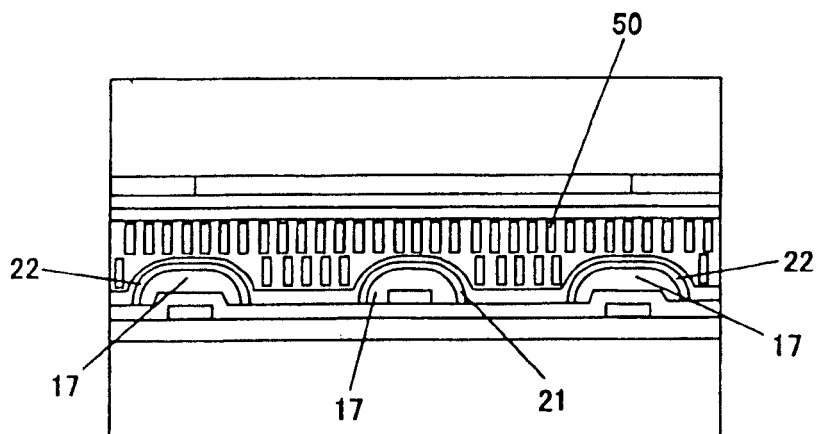


图16

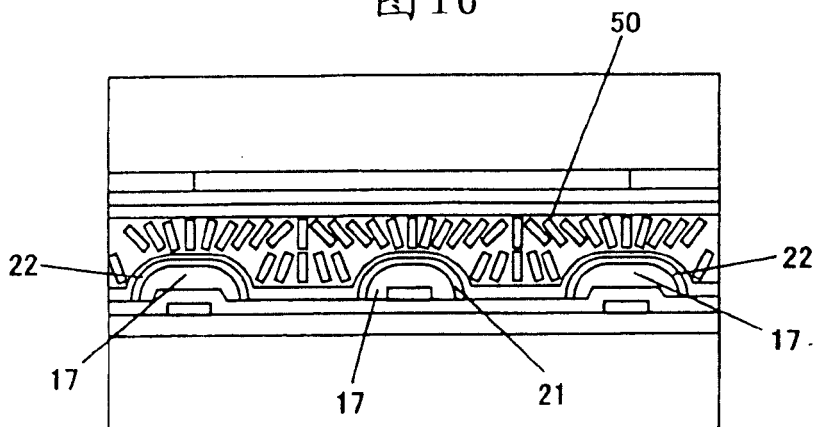


图17

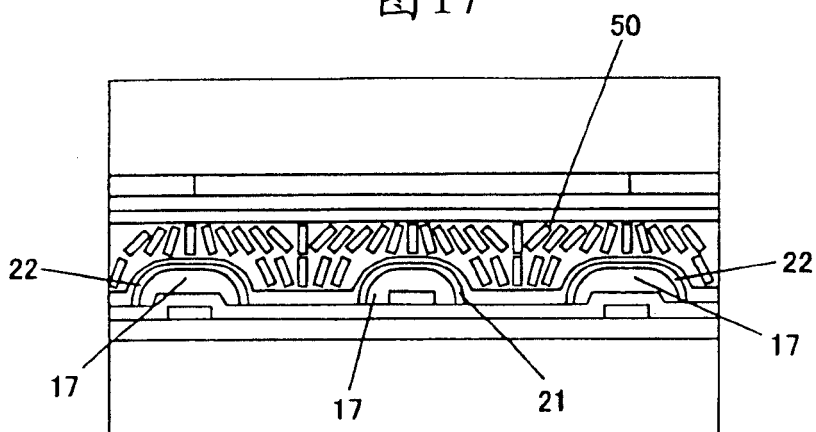
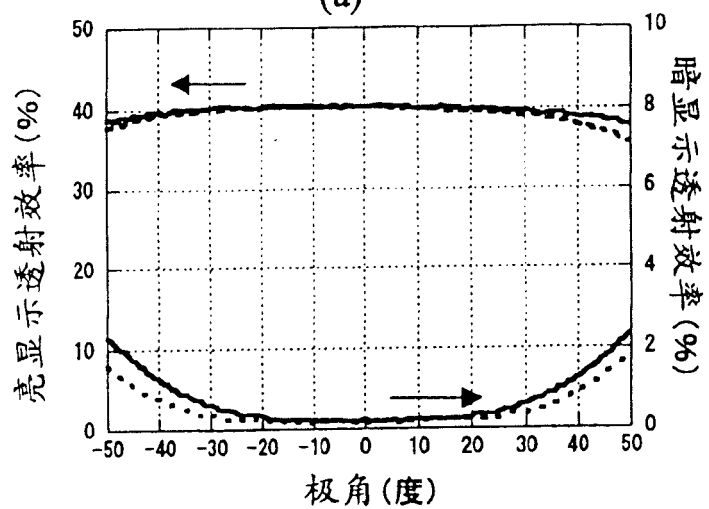


图 18  
(a)

(b)

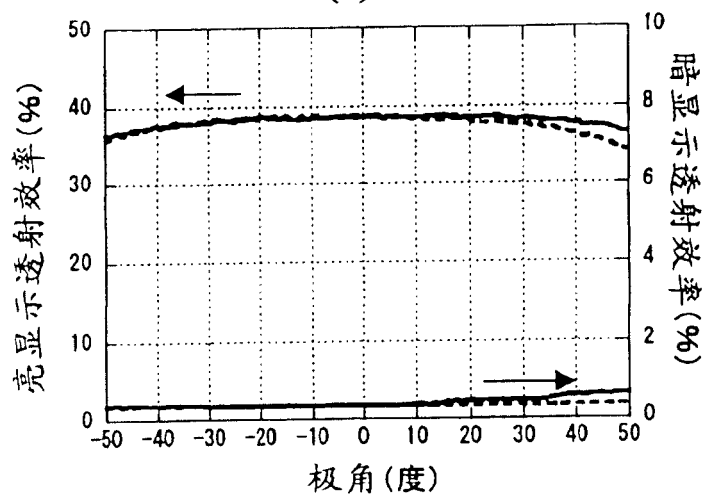


图 19

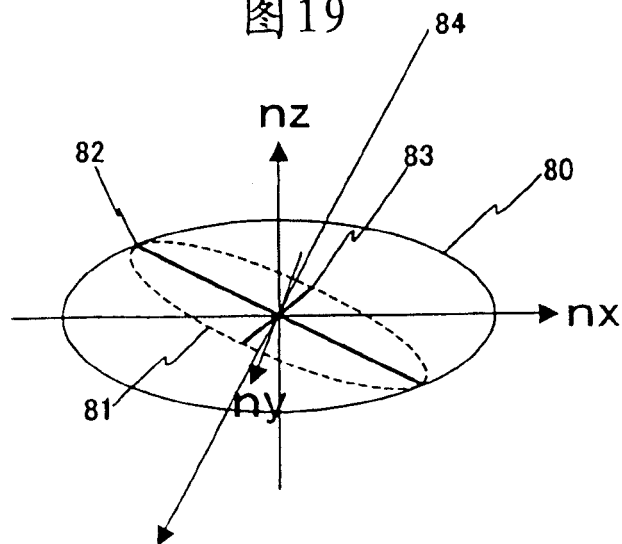


图 20

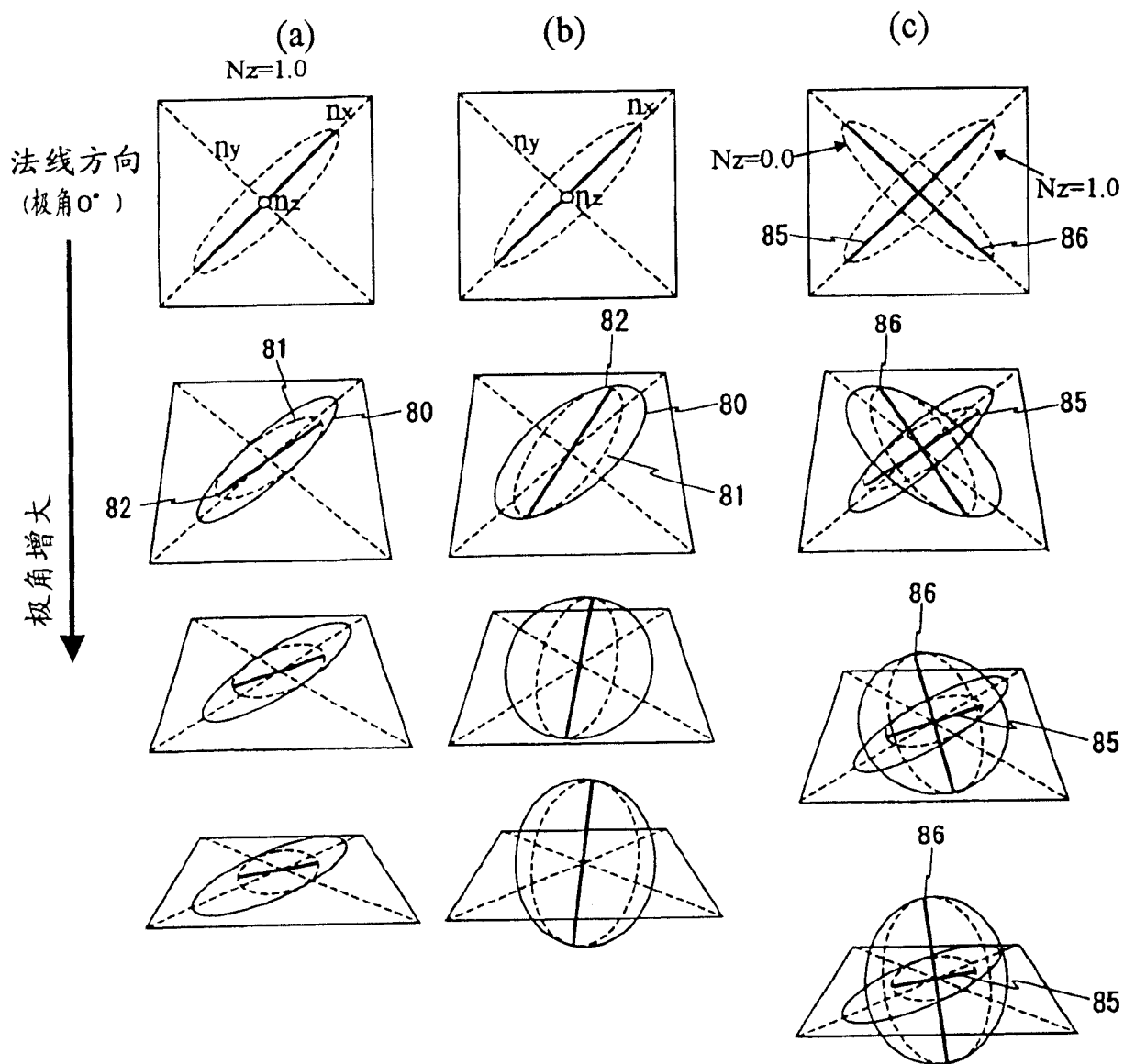




图 21

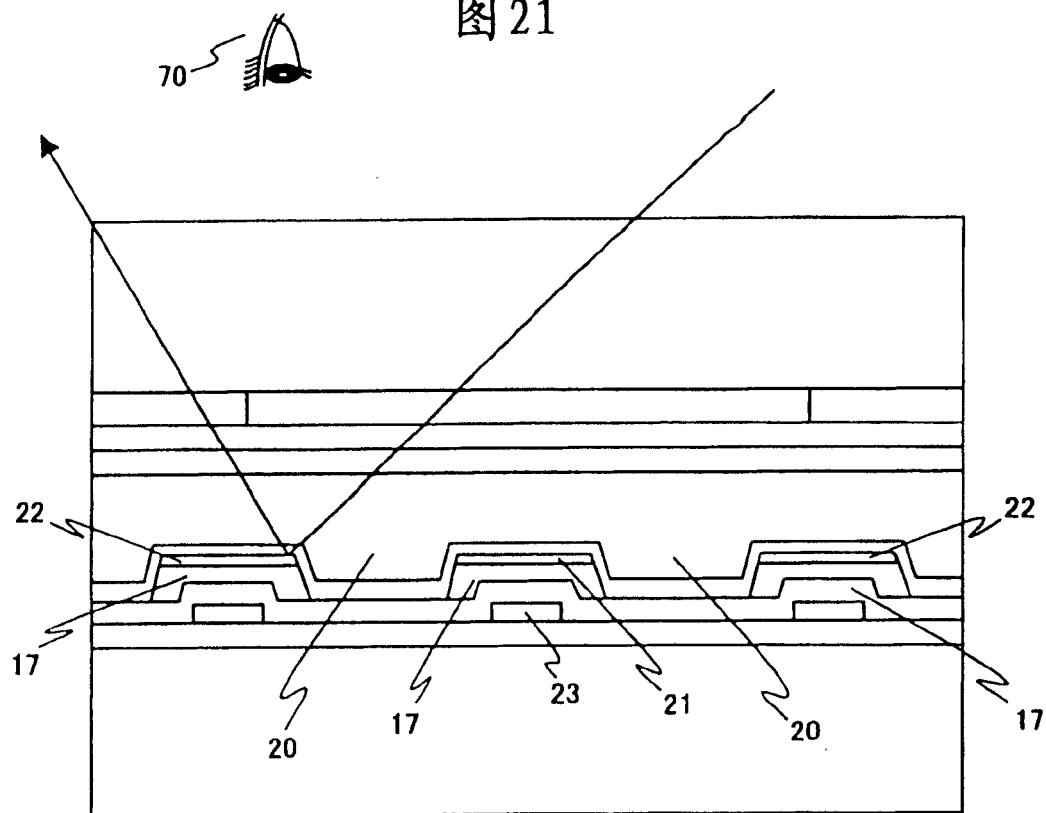


图 22

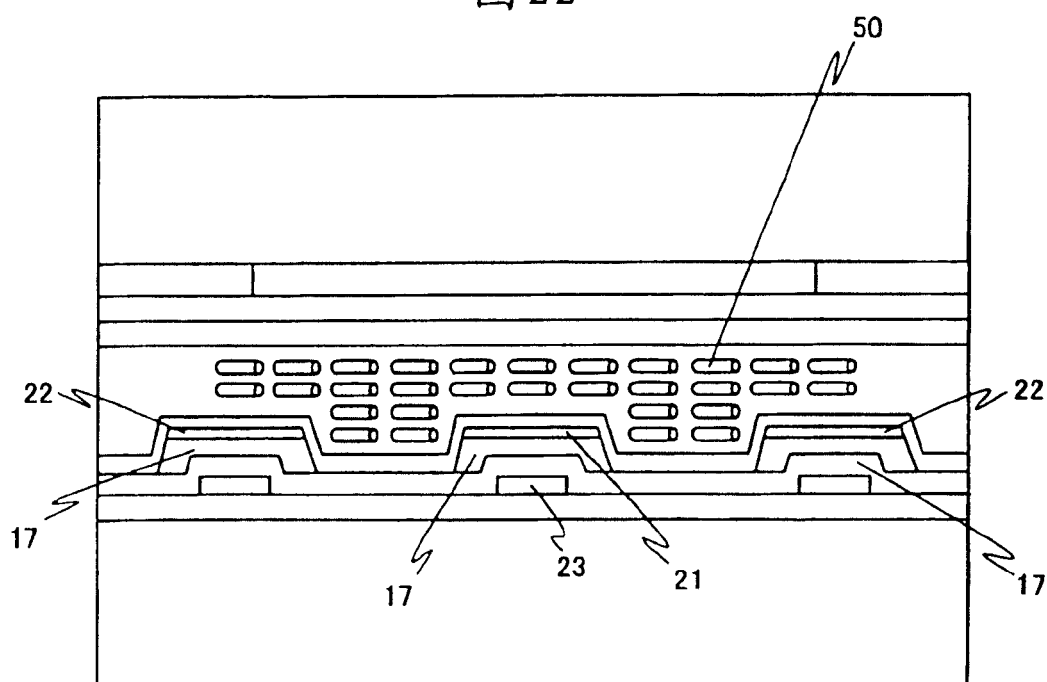


图 23

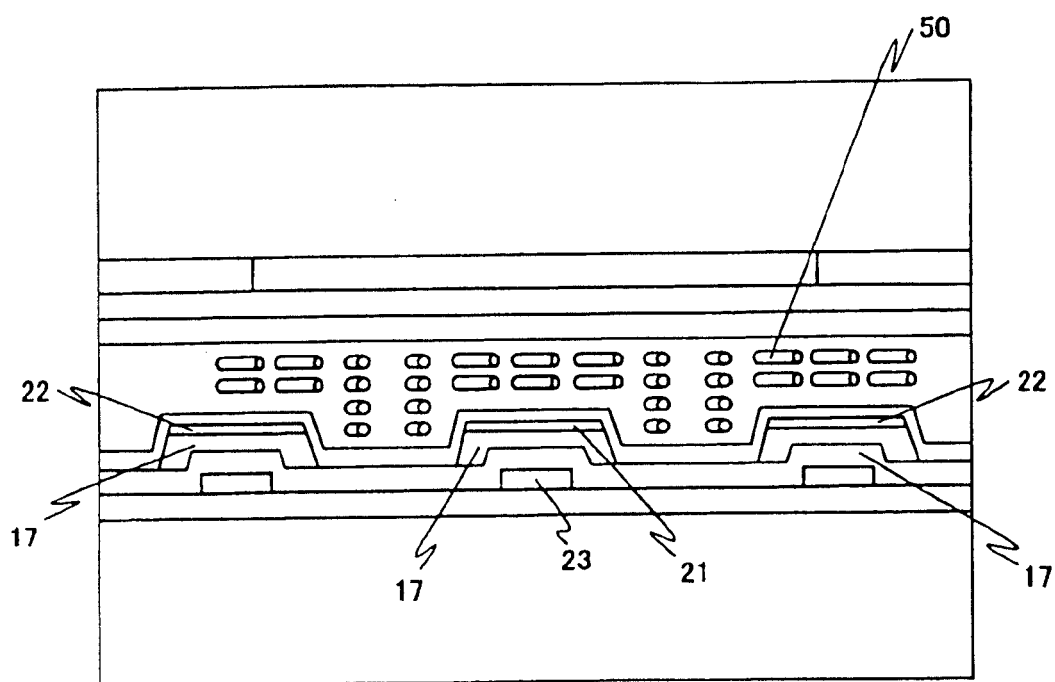
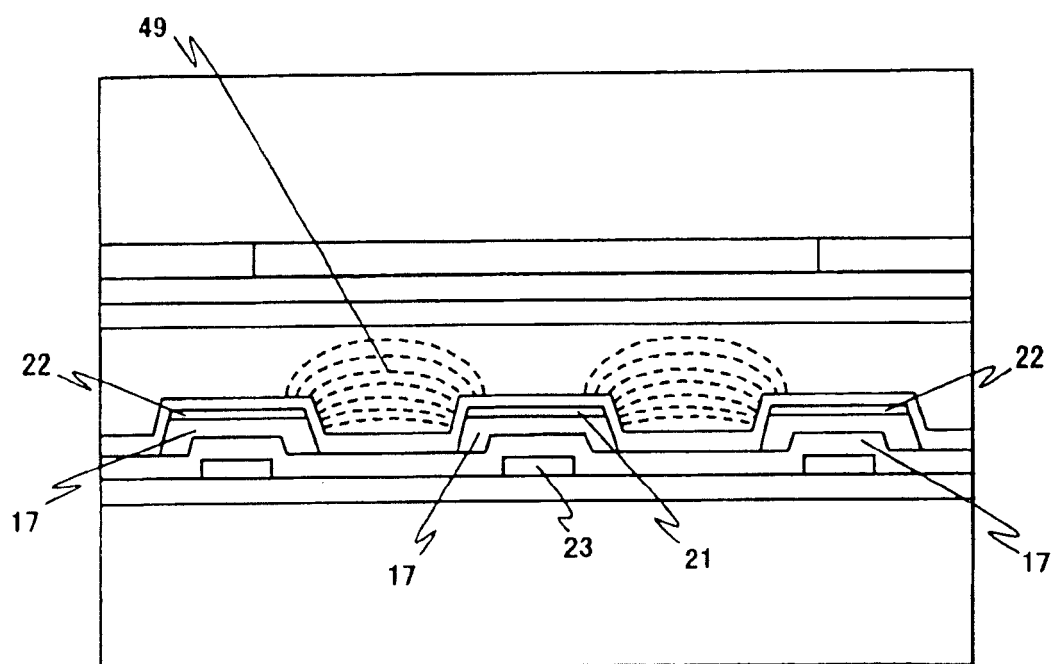


图 24



|                |                                                |         |            |
|----------------|------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 液晶显示装置                                         |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN100416386C</a>                   | 公开(公告)日 | 2008-09-03 |
| 申请号            | CN200410054922.7                               | 申请日     | 2004-07-21 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 株式会社日立显示器                                      |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 株式会社日立显示器                                      |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 株式会社日立显示器                                      |         |            |
| [标]发明人         | 伊东理<br>阿部诚                                     |         |            |
| 发明人            | 伊东理<br>阿部诚                                     |         |            |
| IPC分类号         | G02F1/1343 G02F1/1335 G02F1/13363              |         |            |
| CPC分类号         | G02F1/133555 G02F1/134363                      |         |            |
| 优先权            | 2003337684 2003-09-29 JP                       |         |            |
| 其他公开文献         | CN1603915A                                     |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

#### 摘要(译)

本发明提供一种液晶显示装置，可以在包含从亮处到暗处的广泛环境中进行显示，并能进行广视角的透射显示。在利用梳齿电极(21、22)对液晶层施加横电场的IPS方式液晶显示装置中，梳齿电极是光反射性的且有从间隙部(20)伸出的结构，把梳齿电极的剖面作成曲面状。通过把梳齿电极(21、22)的剖面作成曲面状，梳齿电极上的横电场分量增大，可以驱动梳齿电极上的液晶，且扩散反射光增大，除了IPS方式的广视角透射显示以外还可以进行反射显示。

