

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02151368.6

G02F 1/1343 (2006.01)

G02F 1/1335 (2006.01)

G02F 1/1333 (2006.01)

H01L 21/3205 (2006.01)

H01L 21/31 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006 年 4 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1251010C

[22] 申请日 2002.11.20 [21] 申请号 02151368.6

[30] 优先权

[32] 2001.11.20 [33] JP [31] 355210/2001

[71] 专利权人 日本电气株式会社

地址 日本东京

共同专利权人 NEC 液晶技术株式会社

[72] 发明人 坂本道昭 助川统 池野英德

审查员 徐金红

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司

代理人 穆德骏 关兆辉

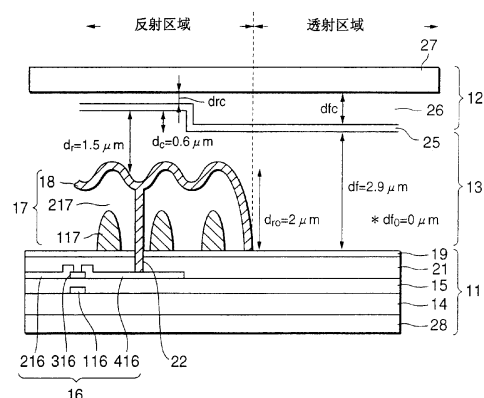
权利要求书 4 页 说明书 24 页 附图 20 页

[54] 发明名称

液晶显示器及其制造方法

[57] 摘要

本发明涉及一种液晶显示器及其制造该液晶显示器的方法。在一种半透射液晶显示器中，反射区域中液晶层的厚度可以通过控制有机反射绝缘薄膜的薄膜厚度和反射彩色层的薄膜厚度进行调整。此外，透射区域中液晶层的厚度可以通过控制有机透射绝缘薄膜的薄膜厚度和透射彩色层的薄膜厚度来进行调整。由于反射区域中液晶层的厚度和透射区域中液晶层的厚度都可以调整，反射区域的反射率和透射区域中的透射率都可以设置成最合适的值。



1. 一种液晶显示器，包括：

5 第一个基底上形成的多个像素电极，所述像素电极中的每一个电极都有一个构成反射区域的反射电极和一个构成透射区域的透射电极；

在所述反射电极和所述第一基底之间插入的一个反射绝缘薄膜；  
与所述第一个基底相对放置的第二个基底；

10 在所述第二个基底上形成，位于对应于所述反射区域的位置上的反射彩色层；

在所述第二个基底上形成，位于对应于所述透射区域的位置上的透射彩色层；

覆盖所述反射彩色层和所述透射彩色层的公共电极；和  
插入在所述第一个基底和所述第二个基底之间的液晶层，

15 进一步构建所述液晶显示器，使所述反射区域的液晶层的厚度和对应于所述透射区域的液晶层的厚度使得所述反射区域中的反射率和所述透射区域中的透射率对于液晶分子的所有单个扭转角最大；

其中对应于所述反射区域的液晶层的所述厚度和对应于所述透射区域的液晶层的所述厚度这样设置，使得对应于所述反射区域的液晶层的厚度和对应于所述透射区域液晶层的厚度在扭转角等于 72 度的时候相等，当所述扭转角从 72 度开始下降到 0 度的时候，从对应于所述透射区域的液晶层的所述厚度中减去对应于所述反射区域的液晶层的所述厚度后计算出来得到的差会增大，同时使对应于所述反射区域的液晶层的所述厚度等于对应于所述透射区域的液晶层在所述扭转角等于 0 度的时候的所述厚度的大约一半。

20  
25

2. 如权利要求 1 所述的液晶显示器，其中对应于所述反射区域的液晶层的所述厚度和对应于所述透射区域的液晶层的所述厚度这样设置使得在扭转角小于 72 度的情况下，假设对应于所述反射区域的液晶层的厚度和对应于所述透射区域的液晶层的厚度分别是  $d_r$ 、 $d_f$ ，

30

则  $d_r$  和  $d_f$  之间的关系表示为： $d_r < d_f$ ， $2.9 \text{ 微米} \geq d_f > 2.7 \text{ 微米}$ ，并且  
 $1.5 \text{ 微米} \leq d_r < 2.7 \text{ 微米}$ 。

5           3. 如权利要求 1 所述的液晶显示器，其中所述反射电极的表面高度和所述透射电极的表面高度互不相同，且所述反射彩色层的薄膜厚度和所述透射彩色层的薄膜厚度互不相同。

10           4. 如权利要求 1 所述的液晶显示器，其中所述反射电极表面的高度与所述透射电极表面高度之间的差是由所述反射绝缘薄膜的薄膜厚度与所述反射电极的薄膜厚度的总和与所述透射电极的薄膜厚度与  
所述透射绝缘薄膜的薄膜厚度的总和之间的差决定的，所述透射绝缘薄膜形成在所述透射电极和作为所述透射电极的一个底层的所述第一个基底之间。

15           5. 如权利要求 4 所述的液晶显示器，其中所述反射绝缘薄膜的薄膜厚度大于所述透射绝缘薄膜的薄膜厚度，以及所述反射彩色层的薄膜厚度小于所述透射彩色层的薄膜厚度。

20           6. 如权利要求 4 所述的液晶显示器，其中所述的透射绝缘薄膜只由一个无机薄膜构成。

25           7. 如权利要求 4 所述的液晶显示器，其中所述的反射绝缘薄膜的薄膜厚度大于所述透射绝缘薄膜的薄膜厚度，以及所述反射彩色层的薄膜厚度大于所述透射彩色层的薄膜厚度。

            8. 如权利要求 1 所述的液晶显示器，其中所述的反射电极在它的表面上有凹凸形状，且这个凹凸形状的台阶是大于或者等于  $0.5 \text{ 微米}$ ，并且小于或者等于  $1 \text{ 微米}$ 。

30           9. 如权利要求 8 所述的液晶显示器，其中所述的反射绝缘薄膜

包括多个凸形形状的第一个有机反射绝缘薄膜，以及跟随所述第一个有机反射绝缘薄膜的剖面的第二个有机反射绝缘薄膜，所述凹凸形状是通过制作所述第二个有机反射绝缘薄膜，让所述第一个有机反射绝缘薄膜的形状是多个凸形而形成的。

5

10. 一种制造液晶显示器的方法，包括以下步骤：

在第一个基底上形成纵向和横向互相交叉的多条导线，同时在所述第一个基底上将显示区域划分成多个像素；

10

在所述第一个基底上形成第一个绝缘薄膜，覆盖所述多条导线和所述多个像素；

在所述多个像素中的每一个上划分出一个反射区域，用于反射从显示面过来的光，还划分出一个透射区域，用来允许相对于第一个基底的所述多个像素的相对面的背光光源过来的光通过，然后对应于所述第一个绝缘薄膜上的所述反射区域形成一个反射绝缘薄膜；

15

在所述反射绝缘薄膜上面形成一个反射电极；

在所述第一个绝缘薄膜上对应于所述透射区域形成一个透射电极；

在所述第二个基底上形成一个反射彩色层和一个透射彩色层，以分别对应于所述反射区域和所述透射区域；

20

形成一个公共电极，以覆盖所述反射彩色层和所述透射彩色层；

将所述第二个基底放置在所述第一个基底的对面；

将一个液晶层放置插入在所述第一个基底和所述第二个基底之间，

25

进一步设置所述方法，使得对应于所述反射区域和所述透射区域的液晶层的厚度不同，以及插入在所述反射电极表面和所述反射彩色层之间的液晶层的厚度与插入在所述透射电极表面和所述透射彩色层表面之间的液晶层的厚度使得所述反射区域中的反射率和所述透射区域中的透射率对于所有的液晶分子的扭转角都最大；以及

30

在形成所述反射彩色层和所述透射彩色层的步骤之前，在所述第二个基底上的所述反射区域和所述透射区域之间的边界附近形成一个

遮光层。

5           11. 如权利要求 10 所述的制造液晶显示器的方法，其中形成所述反射绝缘薄膜的步骤是通过在所述第一个绝缘薄膜上对应于所述反射区域有选择地层叠第二个绝缘薄膜，以及在所述第二个绝缘薄膜上层叠第三个绝缘薄膜而进行的。

10           12. 如权利要求 11 所述的制造液晶显示器的方法，其中所述的第一个绝缘薄膜是一个无机薄膜，所述第二个绝缘薄膜是一个有多个凸形的有机薄膜，和所述第三个绝缘薄膜是一个扁平的有机薄膜。

13. 如权利要求 10 所述的制造液晶显示器的方法，其中形成所述反射彩色层和所述透射彩色层的步骤包括以下步骤：

15           在所述第二个基底上对应于所述反射区域和所述透射区域的位置上形成第一个彩色层；和

20           在所述第一个彩色层上局部地形成第二个彩色层，使包括所述第一个彩色层和所述第二个彩色层的彩色层构成从所述反射彩色层和所述透射彩色层中选择出来的一个，同时对应于所述反射彩色层和所述透射彩色层中较厚的一个，并且使只包括所述第一个彩色层的一个彩色层构成从所述反射彩色层和所述透射彩色层中选择出来的一个，同时对应于所述反射彩色层和所述透射彩色层中较薄的一个。

25           14. 如权利要求 10 所述的制造液晶显示器的方法，其中形成所述反射彩色层和所述透射彩色层的步骤包括以下步骤：

25           在所述第二个基底上局部地形成第一个彩色层，以便对应于所述反射彩色层和所述透射彩色层中较厚的一个；和

30           在所述第二个基底上形成第二个彩色层，以便对应于所述反射区域和所述透射区域，同时覆盖所述第一个彩色层，其中包括第一个彩色层和第二个彩色层的一个彩色层构成所述反射彩色层和所述透射彩色层中较厚的一个，以及只包括所述第二个彩色层的彩色层构成所述反射彩色层和所述透射彩色层中较薄的一个。

## 液晶显示器及其制造方法

## 5 技术领域

本发明涉及一种液晶显示器以及一种制造这种液晶显示器的方法，具体而言，涉及一种半透射液晶显示器以及制造这种液晶显示器的方法。

## 10 背景技术

通常有两种液晶显示器，一种反射式液晶显示器和一种透射式液晶显示器。前者中间有一个反射体，它能够反射从外界进入的光，将这一光被用作显示光源，因而不需要将背光光源用作光源。后者中间有一个背光光源。

15

相对于透射式液晶显示器而言，反射式液晶显示器的优点在于它消耗的电功率较小，能够做得更薄、更轻。因此，反射式液晶显示器主要被用于便携式终端设备。这是因为反射式液晶显示器将外界光用作显示光源，从外界进入的光被这个显示器中的一个反射体反射，因而不需要背光光源。与反射式液晶显示器相比，在黑暗的环境中，透射式液晶显示器能够更加清楚地显示要显示的图像。

20

25

目前的液晶显示器基本上包括一个液晶层，它是扭曲排列的向列（TN）晶体类型、单片偏振片类型、超扭曲排列的向列（STN）晶体类型、宾主（GH）类型、聚合物胶态液晶（PDLC）类型、胆甾醇液晶类型等等中的一种，还包括驱动液晶单元的开关元件，以及液晶显示单元中或者外面的反射体或背光光源。按照上述方式构造的液晶显示器通常都将薄膜晶体管（TFT）或者金属-绝缘体-金属（MIM）二极管用作开关元件，采用有源阵列驱动方式来显示高精度和高质量图像。这种液晶显示器还包括反射体或者背光光源。

30

第 2955277 号日本专利公开了一种半透射液晶显示器，它具有反射式液晶显示器和透射式液晶显示器的优点，其设置如图 1 所示。栅极导线 2 和漏极导线 3 在互相垂直的方向上互相交叉形成，并且它们分布在薄膜晶体管基底上的像素电极 1 周围（以后将上面有一个薄膜晶体管的基底叫做一个 TFT 基底）。在这种情况下，将薄膜晶体管 4 分配给像素电极 1，栅极导线 2 和漏极导线 3 分别与薄膜晶体管 4 的栅极电极和漏极电极连接。在像素电极 1 中形成金属薄膜做成的一个反射区域 5（用交叉阴影区表示），以及用氧化铟锡（ITO）薄膜做成的一个透射区域 6。

如上所述，通过在像素电极中形成反射区域和透射区域就能够在明亮的环境中关闭背光光源，用作反射式液晶显示器，从而象反射式液晶显示器一样具有很低的功耗。除此以外，当环境比较昏暗的时候，打开背光光源，将液晶显示器用作透射式液晶显示器，这种液晶显示器能够在环境比较昏暗的时候能提高显示图像的可见度，这一工作方式是透明式液晶显示器的特征。在这以后，将用作反射式液晶显示器和透射式液晶显示器的液晶显示器叫做半透射式液晶显示器。

但是，光通过透射区域 6 的时候，以及投射到反射区域 5 并且被反射区域 5 反射的时候，光在液晶层中传播的距离不同。因此，上面描述的区域具有互不相同的传播延迟值，从而造成使得这个装置出来的光的强度不可能实现最优的问题。为了解决这个问题，第 2955277 号日本专利公开了的一种液晶显示器具有图 2 所示的剖面。如图 2 所示，液晶显示器设置为在反射区域 5 的透射电极 7 下面形成了一个绝缘层 8，在绝缘层 8 的上面或者下面放置一个反射体 9，从而导致反射区域 5 中液晶层的薄膜厚度  $d_r$  与透射区域 6 中液晶层的薄膜厚度  $d_t$  存在一个差。

图 3 说明这个装置出来的光的强度的计算结果，以及当扭曲角  $\Phi$

等于 0 度的时候，基于液晶层的厚度的透射模式和反射模式的测量结果。这个图说明从这个装置出来的光的强度以及透射模式和反射模式下测量出来的光的强度随着液晶层的厚度变化而变化。这个图还说明，当反射区域 5 中液晶层的薄膜厚度  $d_r$  与透射区域 6 中液晶层的薄膜厚度  $d_t$  之比被设置成大约 1:2，以消除反射区域 5 和透射区域 6 中通过液晶层传播的光的传播距离之间的差别的时候，反射模式和透射模式中传播的光的强度的特性几乎相同。本申请的发明人还进一步研究以优化按照上述方式构成的半透射式液晶显示器的反射区域和透射区域出来的光的强度。这一研究过程中获得的结果将在下面说明。

#### (1) 优化从反射区域和透射区域出来的光的强度。

图 4 说明通过半透射式液晶显示器对应部分的光是如何极化的。图 5 说明液晶层的厚度与液晶分子扭曲角之间的关系。假设图 4 所示的半透射液晶显示器具有一个反射电极 10，它放置在图 2 所示的绝缘层 8 上，被用作反射体。

如图 4 所示，半透射液晶显示器包括一个薄膜晶体管基底 11，一个相对基底 12，夹插在上述基底之间的一个液晶层 13，在这个装置中的薄膜晶体管基底 11 下面的一个背光光源，薄膜晶体管基底 11 和相对基底 12 对应的外部位置上放置的光学补偿片 120、220 和偏振片 123、223。

#### (上偏振片和上四分之一波长片的布局)

将光学补偿片（四分之一波长片）220 放置于液晶层 13 和偏振片 223 之间，以便在反射区域内建立常白模式，这样定义这种模式使得在相对的基底和反射区和透射区之间不施加电压的时候，液晶分子与基底表面平行，并显示“白色”，在它们之间施加一个电压，使液晶分子竖起来并显示“黑色”。四分之一波长片 220 相对于偏振片 223 的光轴转动 45 度角，然后插入在偏振片 223 和液晶层 13 之间，这种



结构使得透过偏振片 223 线（水平）极化的光在透过该四分之一波长片 220 以后成为右旋圆极化光。这一右旋圆极化光到达反射电极 10，通过适当地设置反射区域中液晶层的薄膜厚度  $d_r$ ，维持它自己为线性极化光。从液晶层 10 出来的时候，这一线极化光被反射电极 10 反射，成为右旋圆极化光。这一右旋圆极化光通过四分之一波长片 220 的时候成为线（水平）极化光，并从具有平行于水平方向的光轴的偏振片 223 输出到外面，从而显示白色。

另一方面，当将电压施加在液晶层 13 上面的时候，液晶分子竖起。在这种情况下，进入液晶层 13 的光作为右旋圆极化光到达反射电极 10，它仍然是右旋圆极化光，被反射电极 10 反射回来的时候成为左旋圆极化光。然后，从液晶层 13 出来的左旋圆极化光被四分之一波长片 220 转换成线（垂直）极化光，并不能从这个装置出来，因为这一光被偏振片 223 吸收掉，从而显示黑色。

15

（下四分之一波长片和下偏振片的布局）

当液晶显示器处于透射模式的时候，确定下四分之一波长片 120 的光轴和下偏振片 123 的角度关系使得它在液晶层上施加了电压的情况下显示黑色。下偏振片 123 相对于上偏振片 223 放置使得这两个偏振片构成正交的尼科尔棱镜，也就是相对于上偏振片旋转 90 度。此外，为了消除（补偿掉）上四分之一波长片 220 的影响，还可以放置下四分之一波长片 120 相对于上四分之一波长片转动 90 度。由于上面施加了电压的时候液晶分子都竖起来了，并且极化光不改变它的极化状态，因此放置的偏振片 123、223 的光学状态等价于交叉尼科尔棱镜的结构，使得透过液晶层的光在液晶层上施加电压的时候显示黑色。这样就确定了构成半透射液晶显示器的光学元件位置和光学元件之间光轴之间的角度关系。

当设置好光学元件，保持上面描述的角度关系，并且液晶分子的扭转角  $\Phi$  从 0 度变成 90 度的时候，反射区域 5 中进行反射让白色显示

最强的液晶层的最佳薄膜厚度  $d_r$ ，以及透射区域 6 中用于透射让白色显示最强的液晶层的最佳薄膜厚度  $d_f$  被测量出来，并显示在图 5 中。如图 5 所示，反射区域 5 中液晶层的最佳薄膜厚度  $d_r$  以及透射区域 6 中液晶层的最佳薄膜厚度  $d_f$  在扭转角等于 72 度的时候刚好相等，以及  
5 与液晶分子的扭转角的减小成比例，反射区域中的最佳薄膜厚度  $d_r$  比透射区域中的最佳薄膜厚度小。例如，将具有 0.086 ( $\Delta n = 0.086$ ) 双折射的扭转向列型液晶用来形成液晶的情况下，当扭转角设置在 72 度的时候，透射区域液晶层的最佳薄膜厚度  $d_f$  和反射区域中液晶层的最佳薄膜厚度  $d_r$  每个是 2.7 微米，且当扭转角等于 0 度的时候，透射  
10 区域中液晶层的最佳薄膜厚度  $d_f$  是 2.9 微米，反射区域中液晶层的最佳薄膜厚度  $d_r$  是 1.5 微米。

(2) 在垂直于反射体表面的方向上有效地反射光的条件。

15 图 6A 从原理上说明入射到反射体 32 上的入射光  $L_i$  如何被它反射成为反射光  $L_r$ ，以及观看者如何看到反射光  $L_r$ 。假设入射光  $L_i$  和垂直于反射体表面的方向之间的夹角以及反射光  $L_r$  与垂直于反射体表面的方向之间的夹角分别叫做入射角  $T_i$  和反射角  $T_r$ 。由于入射光  $L_i$  被具有凹凸表面的反射电极 35 反射，这个凹凸表面具有后面将描述的  
20 的凸出形状 33，以及图 8B 所示的第二个绝缘薄膜 34 的形状，所以入射角  $T_i$  和反射角  $T_r$  互不相同。

图 6B 示意性地说明入射到具有凹凸表面的反射电极 35 的一个点 A 上的光如何被它反射，为了简单起见，其中只给出了反射电极 35  
25 和反射体 32 的表面形状。

当入射光  $L_i$  照射到具有凹凸表面的反射电极 35 的一个点 A 的时候，入射光  $L_i$  在点 A 被正切面反射，这就意味着入射光  $L_i$  被反射到与 A 点的切平面的法线方向对称的一个方向，成为反射光  $L_r$ 。

应该指出，假设反射电极 35 的 A 点上切平面和反射体 32 之间，在 A 点上形成的角度叫做倾斜角 $\Delta$ ，反射光  $L_r$  的反射方向的分布随着反射电极 35 凹凸表面与反射体 32 表面之间的倾斜角 $\Delta$ 的分布的变化而变化。这就说明在主观上评估反射体 32 亮度的观看者 P 所作估计的基础上，设计师需要这样来设计反射电极，使观看者 P 观看反射电极的时候能够感到反射光很明亮，说明反射电极 35 的表面相对于反射体 32 表面倾斜的倾斜角 $\Delta$ 的分布。

观看者 P 主要是在以下情况下观看反射式液晶显示器或者半透射液晶显示器的。如图 7A 所示，从 0 度到-60 度范围内放置的光源 S 发出的入射光  $L_i$  被反射体 32 反射以后，观看者 P 在相对于反射体 32 法线方向具有-10 度到+20 度的角度范围内观看反射光  $L_r$ 。如图 7B 所示，在-20 度到+20 度的方向范围内入射光  $L_i$  被反射体 32 反射以后，观看者 P 在反射体 32 的 A 点相对于法线方向具有-20 度到+20 度的方向范围内观看反射光  $L_r$ 。

有了在水平方向上延伸的许多凹凸部分，观看者 P 观看的时候，包括在反射体 32 中形成的凹凸形状中，允许设计者设计反射的时候具有方向性的反射体 32，当来自光源 S 的入射光  $L_i$  被有效地反射成为朝向观看者 P 的反射光  $L_r$  的时候，就能够看到这一方向性。

图 8A 是反射体 32 中形成的凹凸图形的一个平面图。图中的交叉阴影部分是形成凸形形状 33 的区域，用不闭合三角形表示的区域是形成凹形形状的区域。如图 8A 所示，虽然说明凹形部分的三角形是有规律地排列起来的，但是实际上这些三角形是以一种随机方式排列的。虽然在这个实例中液晶显示器中多个三角形中每一个的三边都被凸形部分 33 包围，但是液晶显示器中也可以是由线性的凸形部分包围的矩形部分或者椭圆部分（封闭的图形），从而形成凹凸形状。

图 8B 是沿着图 8A 中直线 X-X'切割下来得到的剖面图。假设宽

度方向上凸形形状 33 的线性部分中心之间的距离是  $L$ ，确定其中的线  
线部分从而在其中插入一个矩形，同时基本上穿透三角形的中心，凸  
形形状 33 的宽度是  $W$ ，凸形形状 33 的高度是  $D$ ，第二个绝缘薄膜 34  
的最小高度是“ $d$ ”，第二个绝缘薄膜 34 的最大高度与它的最小高度  
5 之间的高度差是  $\Delta D$ ，它代表反射电极凹凸部分的高度差。由于第二个  
绝缘薄膜 34 上表面涂敷的铝薄膜（反射电极 35）的薄膜厚度很小，  
因此为了简单起见，忽略铝薄膜的厚度，图中将铝薄膜画成一条线。

参考图 7A，需要确定反射电极的表面形状，以提高从反射角 0  
10 度到 10 度的范围内的反射率。反射电极的表面形状近似地由代表反  
射电极 35 凹凸台阶高度的  $\Delta D$ ，以及凸形形状 33（第一个绝缘薄膜）  
在宽度方向上的线性部分的中心距离决定，如图 8B 所示。

最近，需要一种液晶显示器来显示高分辨率图像。另外，半透射  
15 液晶显示器正在成为象便携式电话这样的便携式设备中采用的主流显  
示器，这一点反映了对显示器屏幕高亮度的需求。随着液晶显示器正  
在提供更高分辨率的图像，正在更加频繁地成为半透射的，在像素中  
包括的三角形（凹形部分）的数量减少了。因此，产生了反射光会互  
相干涉的这个问题。这是因为减少一个像素中包括的三角形的数量，  
20 就很难消除像素中反射光之间的干涉。由于这一原因，宽度方向上凸  
形（第一个绝缘薄膜）33 图案线性部分中心之间的距离  $L$  应该尽可能  
地小。但是目前是将这个距离  $L$  强制为 60~80 微米之间，因为这一距  
离是由曝光精度这样的制造能力决定的。结果，反射电极的表面形状  
近似地由代表反射电极 35 凹凸台阶高度的  $\Delta D$  决定。

25

市场对半透射液晶显示器的主要需求是显示一幅明亮的图像，为  
了显示这幅明亮的图像，液晶显示器必需满足以下条件：（1）按照液  
晶分子的扭转角，显示最强白色的时候，反射区域 5 中液晶层的最佳  
薄膜厚度  $d_r$  和为了显示最大亮度白色的时候透射区域 6 中液晶层的最  
30 佳薄膜厚度  $d_t$  需要按照图 5 的方式确定；（2）需要确定反射电极的最

佳表面形状，从而有效地反射在垂直于反射体的方向上入射在它上面的光。

#### 发明内容

5           本发明的一个目的是提供一种液晶显示器，它能满足以上条件，同时在反射区域和透射区域内使亮度最大，本发明的目的还在于提供一种方法，用于制造这种液晶显示器。

10           为了实现以上目的，本发明中的一种液晶显示器包括：第一个基底上形成的多个像素电极，每一个像素电极都有一个反射电极，构成一个反射区域，还有一个透射电极，构成一个透射区域；一个用于反  
15           射的介于反射电极和第一个基底之间的绝缘薄膜；与第一个基底相对的位置上的第二个基底；第二个基底上形成的用于反射的一个彩色层，且放置在对应于反射区域的一个位置上；一个用于透射的彩色层，  
20           其形成在第二个基底上，且位于对应于透射区域的一个位置上；一个公共电极，用来覆盖反射彩色层和透射彩色层；以及一个液晶层，其夹插在第一个基底和第二个基底之间。相对于液晶分子的扭转角，这样来构建形成的液晶显示器中对应于反射区域的液晶层的厚度和对应于透射区域的液晶层的厚度，使得反射区域中的反射率和透射区域中的透射率最大。其中对应于所述反射区域的液晶层的所述厚度和对应于所述透射区域的液晶层的所述厚度这样设置，使得对应于所述反射区域的液晶层的厚度和对应于所述透射区域液晶层的厚度在扭转角等于 72 度的时候相等，当所述扭转角从 72 度开始下降到 0 度的时候，从对应于所述透射区域的液晶层的所述厚度中减去对应于所述反射区域的液晶层的所述厚度后计算出来得到的差会增大，同时使对应于所述反射区域的液晶层的所述厚度等于对应于所述透射区域的液晶层在所述扭转角等于 0 度的时候的所述厚度的大约一半。

30           根据本发明的液晶显示器的制造方法包括：形成多条导线，它们在第一片基底上沿着纵向和横向布局互相交叉，同时将第一个基底上

的显示区域划分成多个像素；在第一个基底上形成第一个绝缘薄膜，覆盖所述多条导线和多个像素；在多个像素中的每一个中划分出一个反射区域，用于反射来自显示面的光，还划分出一个透射区域，用于让第一个基底上多个像素相对面的背光通过，然后形成一个反射绝缘薄膜，它对应于第一个绝缘薄膜上的反射区域；在反射绝缘薄膜上形成一个反射电极；在第一个绝缘薄膜上形成一个透射电极，它对应于透射区域；在第二个基底上形成一个用于反射的彩色层和一个用于透射的彩色层，以分别对应于反射区域和透射区域；

形成一个公共电极，以覆盖反射彩色层和透射彩色层；

在与第一个基底相对的位置上放置第二个基底；在第一个基底和第二个基底之间放置一个液晶层。在这一方法中，对应于反射区域和透射区域的液晶层的厚度是互不相同的，在反射电极表面和反射彩色层表面之间的液晶层的厚度以及透射电极表面和透射彩色层表面之间的液晶层的厚度保证对于液晶分子的每一个扭转角，反射区域中的反射最大，透射区域中的透射最强。在形成所述反射彩色层和所述透射彩色层的步骤之前，在所述第二个基底上的所述反射区域和所述透射区域之间的边界附近形成一个遮光层。

因此，本发明中的液晶显示器具有以下优点。也就是说，确定的反射电极和透射电极表面的高度与反射彩色层和透射彩色层的薄膜厚度，使得反射区域和透射区域中液晶层的厚度  $d_r$  和  $d_t$  允许设备对自己显示的反射和透射达到最大。这样一来就增大了确定反射区域和透射区域中液晶层的厚度的自由度。

#### 附图说明

图 1 是传统的半透射液晶显示器的一个平面图；

图 2 是传统的半透射液晶显示器反射区域和透射区域的一个剖面图；

图 3 说明扭转角  $\Phi = 0$  度的情况下在透射模式和反射模式下液晶层厚度和发射光的强度；

图 4 说明单个像素中每一部分的反射区域、透射区域和极化状态的示意图；

图 5 说明使反射和透射最强的液晶层扭转角和液晶层厚度之间的关系；

5 图 6A 说明入射光和发射光之间的关系的示意图；

图 6B 说明入射光和反射光与被放大的反射电极之间的关系的示意图；

图 7A 说明光源、反射体和观看者之间的位置关系的示意图；

图 7B 说明观看者接受反射光最可能出现的情况的示意图；

10 图 8A 是传统凹凸图形的一个平面图；

图 8B 是沿着图 8A 所示直线 X-X' 的一个剖面图；

图 9 是实施例 1 中半透射液晶显示器的一个部分剖面图；

图 10A~10E 是实施例 1 中制作第一个基底的过程的剖面图；

图 11A~11D 是实施例 1 中制作第二个基底的过程的剖面图；

15 图 12A~12C 是实施例 1 中制作第二个基底的另一个过程的剖面图；

图 13A~13C 是实施例 1 中制作第二个基底的另一个过程的剖面图；

图 14 是实施例 2 中半透射液晶显示器的一个部分剖面图；

20 图 15 是实施例 3 中半透射液晶显示器的一个部分剖面图；

图 16A~16D 是实施例 3 中制作第一个基底的过程的剖面图；

图 17 说明反射角和反射率之间的关系如何随着第一个有机反射绝缘薄膜和第二个有机反射绝缘薄膜的薄膜厚度变化图，这两个有机反射绝缘薄膜构成反射绝缘薄膜；

25 图 18 说明实施例 4 中有机反射绝缘薄膜凹凸台阶与反射率之间的关系图；

图 19 说明第一个有机反射绝缘薄膜的薄膜厚度与有机反射绝缘薄膜凹凸台阶之间的关系图；和

30 图 20 说明实施例 4 中有机反射绝缘薄膜的薄膜厚度和反射率之间的关系。

## 具体实施方式

下面参考附图描述本发明的优选实施例。在这样构建每一个实施例，在液晶显示器的像素电极中提供反射区域和透射区域，从而在环境光明亮的时候，关闭背光光源，将这个液晶显示器作为反射式液晶显示器工作，当环境光昏暗的时候，打开背光光源，这个液晶显示器作为透射式液晶显示器工作。

### 实施例 1

图 9 是本发明中实施例 1 中半透射液晶显示器的一个部分剖面图，它说明在扭转角等于 0 度的情况下，液晶显示器的结构。如图 9 所示，这种半透射液晶显示器包括一个薄膜晶体管基底 11，与薄膜晶体管基底 11 相对放置的一个基底 12，夹插在薄膜晶体管基底 11 和相对的基底 12 之间的一个液晶层 13。这种半透射液晶显示器是有例如一个形成在每一个像素上的薄膜晶体管，用作开关元件，这种结构叫做有源阵列液晶显示器。

这个薄膜晶体管基底 11 包括一个绝缘基底 14，一个绝缘保护薄膜 15，一个钝化薄膜 21，一个有机反射绝缘薄膜 17，一个反射电极 18 和一个透射电极 19。在绝缘基底 14 上面叠放着绝缘保护薄膜 15，在绝缘保护薄膜 15 上面形成薄膜晶体管 16。薄膜晶体管 16 包括：在绝缘基底 14 上面形成的栅电极 116；覆盖栅极电极 116 的绝缘保护薄膜 15；以及绝缘保护薄膜 15 上面形成的一个漏电极 216、一个半导体层 316 和一个源电极 416。漏电极 216、半导体层 316 和源电极 416 被钝化薄膜 21 覆盖，在钝化薄膜 21 上面形成透射电极 19。

每个显示单元都包括一个反射区域 5 和一个透射区域 6。在反射区域 5 中形成第一个有机反射绝缘薄膜 117 和第二个有机反射绝缘薄膜 217。在第二个有机反射绝缘薄膜 217 中形成一个到达薄膜晶体管 16 的源电极 416 的接触孔。除此以外，形成反射电极 18，连同接触



孔 22 一起覆盖第二个有机反射绝缘薄膜 217。反射电极 18 和透射电极 19 通过接触孔 22 与薄膜晶体管 16 的源极电极 416 连接，从而被用作一个像素电极。在这种情况下，反射电极 18 还被用作一个反射体。

5

形成用聚酰亚胺制作的一个对准薄膜（图中没有画出），覆盖反射电极 18 和透射电极 19，用来对准液晶分子，摩擦该对准层确定液晶分子的对准方向。面对液晶层 13，与基底 12 相对的一个表面被一个对准薄膜所覆盖（图中没有显示出）。

10

相对的基底 12 包括一个绝缘基底 27，绝缘基底 27 上形成的一个彩色层 26 和彩色层 26 上形成的面对液晶层 13 的一个透射电极 25。在反射区域中形成的彩色层的薄膜厚度比透射区域中彩色层的厚度薄  $d_c$ 。注意，薄膜厚度互不相同的区域之间的边界距离反射区域 5 和透射区域 6 之间的边界，也就是分别用于形成反射电极 18 和透射电极 19 的区域之间的边界，有一点点距离。这是因为液晶分子的旋转位移必需尽可能地小。

15

除此以外，在液晶层 13 的对面，薄膜晶体管基底 11 的一侧上有一个背光光源 28。从背光光源 28 发出的光透过透射基底 14、绝缘保护薄膜 15、钝化层 21 和透射区域 6 中的透射电极 19 到达液晶层 13，然后通过液晶层 13 和透射电极 25，从相对的基底 12 射出到外部。

20

再一次参考图 5，当扭转角被设置成 0 度的时候，透射区域内液晶层的最佳薄膜厚度  $d_f$  是 2.9 微米，以及反射区域中液晶层的最佳薄膜厚度  $d_r$  是 1.5 微米。这种结构可以通过将有机反射绝缘薄膜的薄膜厚度  $d_{r0}$ ，也就是包括第一个有机反射绝缘薄膜 117 和第二个有机反射绝缘薄膜 217 的叠层薄膜的薄膜厚度，设置成 2 微米，并将有机透射绝缘薄膜的薄膜厚度  $d_{f0}$  设置成 0 微米，然后，让反射彩色层的薄膜厚度比透射彩色层的厚度薄 0.6 微米，更进一步，正确地确定绝缘

25

30

基底 14 和 27 之间的间隙，来实现这种结构。在这种情况下，作为叠层薄膜的有机反射绝缘薄膜的薄膜厚度被假定具有平均的薄膜厚度，它上面的表面部分中形成了具有凹凸形状的叠层薄膜。

5           下面介绍制作图 9 所示半透射液晶显示器的薄膜晶体管基底 11 和相对的基底 12 的一种方法。

图 10A~10E 是说明图 9 所示半透射液晶显示器的薄膜晶体管基底 11 的剖面图，它们说明制作薄膜晶体管基底的步骤。

10

首先，在绝缘基底 14 上面形成一个栅电极 116，然后沉积一层绝缘保护薄膜 15。在绝缘保护薄膜 15 上面形成一个漏电极 216，一个半导体层 316 和一个源电极 416，从而形成一个薄膜晶体管 16 作为开关元件。然后形成一个钝化薄膜 21 来覆盖薄膜晶体管 16，在钝化薄膜 21 上面形成一个透射电极 19（参考图 10A）。

15

在透射电极 19 上面涂敷了一层有机树脂薄膜以后，用一个掩膜对有机树脂薄膜进行曝光，形成凸形图案，显影以后在反射区域 5 中形成具有凸形图案的第一个有机反射绝缘薄膜 117（参考图 10B）。第一个有机反射绝缘薄膜 117 是用聚丙烯树脂制作的，也就是利用能够从日本合成化学工业株式会社（Nippon synthetic chemical industry Co., Ltd.）获得的 PC415G(15 CP)制作的。在这种情况下，在透射区域 6 中没有形成第一种有机反射绝缘薄膜 117。

20

在 230 摄氏度的温度下花费一个小时对第一个有机反射绝缘薄膜 117 进行烧结处理，以使有机树脂的拐角部分变圆（参考图 10C）。

25

第二，在第一个有机反射绝缘薄膜 117 上面涂敷一层有机树脂制作的绝缘薄膜，获得平滑的凹凸图案，通过对绝缘薄膜进行曝光和显影，去掉对应于透射区域的那一部分绝缘薄膜。这一绝缘薄膜是利用

30

聚丙烯树脂制作的，也就是利用能够从日本合成化学工业株式会社获得的 PC405G(5-10 CP)制作的。然后，对绝缘薄膜进行烧结，构成第二个有机反射绝缘薄膜 217。这一烧结过程是在 230 摄氏度的温度下进行的，花费了一个小时。除此以外，还要形成一个接触孔 22，这个  
5 接触孔 22 穿过第二个有机反射绝缘薄膜 217，到达源电极 416（参考图 10D）。

在这以后，利用作为阻挡金属的钼（Mo）和作为反射金属的铝（Al）依序沉积成厚度为 100 纳米的薄膜，最好是不小于 200 纳米。  
10 更进一步，通过湿腐蚀一起去掉透射区域 6 内的铝和钼，以在反射区域 5 中形成一个反射电极 18（参考图 10E）。

应该注意，第一个有机反射绝缘薄膜 117 的薄膜厚度和第二个有机反射绝缘薄膜 217 的薄膜厚度可以用要涂敷的有机树脂的薄膜厚度来加以控制。  
15

如同上面已经描述过的一样，当光通过透射区域 6 的时候，以及当光入射以后被反射区域 5 反射回去的时候，光在液晶层中所走过的距离是不同的。同样，当光通过透射区域 6 的时候，以及当光入射并且被反射区域 5 反射的时候，光在彩色层中所走过的距离也是不同的。  
20 更详细地说，因为入射到反射区域中的光要正向和反向通过对应的彩色层，也就是要两次通过，入射到透射区域的光只通过对应彩色层一次，因此，有必要这样分别来形成透射区域和反射区域的彩色层，以对应于每一颜色，从而让反射区域和透射区域的颜色再现范围互相一致。这一结构可以这样来形成，在反射区域和透射区域采用不同树脂材料制作的彩色层，或者采用反射区域和透射区域薄膜厚度不同的彩色层，或者用树脂制作的彩色层，它们在反射区域和透射区域中的薄膜厚度不同。公开号为 12（2000）-267081 的日本专利申请公开了一种技术，通过让反射区域中彩色层的薄膜厚度等于透射区域内彩色层的  
25 薄膜厚度的一半，让反射区域和透射区域的颜色再现范围互相一  
30

致。本发明的这种液晶显示器设置为要调整一些物理参数，包括彩色层的薄膜厚度，以使液晶显示器的反射率和透射率都最高，并调整彩色层的薄膜厚度以及选择构成彩色层的材料，来优化液晶显示器的彩色再现范围。下面将利用形成彩色层的以下步骤来描述制造相对基底 12 的一种方法。

图 11A~11D 是图 9 所示半透射液晶显示器相对基底的一些剖面图，它说明相对基底的制造过程。

首先，在构成基底 12 的绝缘基底 27 上面形成一个遮光薄膜，在反射区域 5 和透射区域 6 之间的边界附近构图以形成一个遮光层 29(参考图 11A)。然后，在绝缘基底 27 上面形成一个树脂层，从而在透射区域形成一个红色层，并在在透射区域 6 中构图以形成红色层 261(参考图 11B)。接下来，在绝缘基底 27 上形成一个树脂层，以在反射区域内形成红色层，并在反射区域 5 中构图以形成一个红色层 262(参考图 11C)。

同样，在透射区域中形成一个绿色树脂层，在反射区域中形成一个绿色树脂层，在透射区域中形成一个蓝色树脂层，在反射区域中形成一个蓝色树脂层，利用溅射方法在绝缘基底 27 上形成 ITO 25。每一个树脂层的薄膜厚度都可以通过改变对应树脂层的薄膜厚度来加以调整。这样就形成互不相同的树脂层制作的，薄膜厚度也互不相同的彩色层，它们对应于每一种颜色和每一个区域。在反射区域 5 和透射区域 6 的边界附近形成光的屏蔽层 29，这两个区都对应于每个颜色，能够防止光从不属于它的彩色层的一个区域中泄漏出来，即使是这个区域是因为形成树脂层给出彩色层的操作过程的差别而在反射区域 5 和透射区域 6 的边界中形成的这种情况下也是如此。本发明的半透射液晶显示器中可以设置为具有遮光层 29，它可以只在像素的反射区域和透射区域之间的边界附近形成(在本发明中，代表互不相同的颜色的像素都被作为独立的像素形成)。这是因为半透射液晶显示器中像

素之间一般都没有遮光层，以便在这个器件上让显示亮度要求比其它要求优先选择。

5 图 12A~12C 是半透射液晶显示器相对基底 12 的剖面图，它们说明相对基底的另外一些制造步骤。

10 首先，在构成相对基底 12 的绝缘基底 27 上形成的一个红色的第一树脂层上构图，以在反射区域 5 和透射区域 6 中形成第一个红色层 263（参考图 12A）。然后，在绝缘基底 27 上形成一个红色的第二树脂层，并构图以在透射区域 6 中形成第二个红色层 264（参考图 12B）。这样，在对应于红色的反射区域 5 中形成第一红色层 263，在对应于红色的透射区域 6 中形成由第一红色层 263 和第二红色层 264 构成的一个叠层薄膜。因此，对应于红色的透射区域的颜色由第一红色层 263 和第二红色层 264 决定。类似地，形成透射区域中的一个绿色树脂层，  
15 反射区域中的一个绿色树脂层，透射区域中的一个蓝色树脂层和反射区域中的一个蓝色树脂层，然后，利用溅射法在绝缘基底 27 上形成 ITO 25。可以通过改变对应树脂层的薄膜厚度来调整每个树脂层的薄膜厚度。

20 图 13A~13C 是半透射液晶显示器相对基底 12 的剖面图，说明相对基底的其它一些制造步骤。

25 首先，例如，在绝缘基底 27 上面形成一个红色的第一树脂层，在对应于红色的透射区域 6 中构图以定义出第一个红色层 263（参考图 13A）。然后，在绝缘基底 27 上形成一个红色的第二树脂层，并构图以在对应于红色的透射区域 6 和反射区域 5 中定义第二红色层 264（参考图 13B）。这样，在对应于红色的透射区域 6 中形成由第一红色层 263 和第二红色层 264 构成的一个叠层，在对应于红色的反射区域 5 中形成第二红色层 264。因此，对应于红色的透射区域 6 中的颜色  
30 由第一红色层 263 和第二红色层 264 决定。同样，形成透射区域中的

一个绿色树脂层，反射区域中的一个绿色树脂层，透射区域中的一个蓝色树脂层，以及反射区域中的一个蓝色树脂层，然后，采用溅射法在绝缘基底 27 上面形成 ITO 25。每个树脂层的薄膜厚度可以通过改变对应树脂层的薄膜厚度来加以调整。

5

虽然相对的基底是按照图 12A~12C 和图 13A~13C 所示的制造步骤制造的，但不包括遮光层，相对基底上面也可以形成一个遮光层。但是，即使是相对基底上面没有形成遮光层的这种情况，永远也不会因为给树脂层构图给出一个彩色层的操作过程中的变化而形成位于反射区域和透射区域之间的边界上，形成上面没有任何彩色层的一个区域。

10

## 实施例 2

图 14 是本发明一个实施例 2 中半透射液晶显示器的一个部分剖面图，它说明扭转角等于 60 度的时候半透射液晶显示器的结构。如参考图 9 所说明的实施例 1 那种情况一样，这个实施例中的半透射液晶显示器包括一个薄膜晶体管基底 11，与薄膜晶体管基底 11 相对的一个相对的基底 12，放置在薄膜晶体管基底 11 和相对基底 12 之间的一个液晶层 13，此外，在液晶显示器的每个显示单元（也就是每个像素）中划出一个反射区域 5 和一个透射区域 6。图 14 所示的结构与图 9 的不同之处在于按照图 5 所示液晶层的最佳厚度，反射区域 5 中液晶层的厚度  $d_r$  被设置成 2.0 微米，透射区域 6 中液晶层的薄膜厚度  $d_t$  被设置成 2.8 微米。另外，为了将液晶层的厚度设置为上述值，反射区域 5 中彩色层的薄膜厚度比透射区域 6 中彩色层的薄膜厚度薄 1.2 微米。薄膜晶体管 11 和相对基底 12 的制造步骤与参考图 10A~10E 和图 11A~11D 所描述的相同，因此，省去了对它的描述。

15

20

25

30

应该指出，虽然液晶分子扭转角为 60 度的情况下液晶显示器的透射率比液晶分子扭转角为 0 度的时候下降得较多，具体地说，下降到 50~75%，但是黑色层的存在能够提高具有这一透射率的液晶显示

器的显示对比度。此外，即使是从相对于显示面的法向倾斜的一个位置去看这个液晶显示器的显示面，液晶分子的折射各向异性也会被补偿掉，颜色偏差很小，因为薄膜晶体管基底和相对基底表面上的液晶分子互相之间被扭转到一个特定的角度。另一方面，在液晶分子扭转0度角的情况下，液晶显示器中获得一个高透射率，也就是100%的透射率。但是，黑色的存在降低了具有这种透射率的液晶显示器的显示对比度，因而色彩偏差很大。

### 实施例 3

本发明的实施例 3 采用实施例 2 中所采用的扭转 60 度角度的液晶分子的结构。但是，在实施例 3 中，通过在透射区域内形成薄膜厚度为 1.7 微米的有机透射绝缘薄膜，反射区域 5 和透射区域 6 中彩色层厚度之间的差别被减小到 0.5 微米。当反射区域 5 和透射区域 6 中彩色层的薄膜厚度之间的差增加到 1.2 微米，反射区域和透射区域之间彩色层的台阶位于透射区域 6 的一侧的时候，反射区域 5 中液晶层的厚度变成 0.8 微米，透射区域 6 中液晶层的厚度变成 4.0 微米，从而改变要通过厚度为 4.0 微米的液晶层显示图像的色彩。因此，减小反射区域和透射区域中彩色层薄膜厚度之间的差别就能够抑制液晶显示器上图像显示色彩的变化，从而在液晶显示器上显示出很好的图像。

图 15 是本发明中实施例 3 中半透射液晶显示器的一个部分剖面图。和前面分别参考图 9 和图 14 所说明的实施例 1 和实施例 2 那种情况一样，这个实施例中的半透射液晶显示器包括一个薄膜晶体管基底 11，放置在薄膜晶体管基底 11 对面的一个相对基底 12，夹插在薄膜晶体管基底 11 和相对基底 12 之间的一个液晶层 13，更进一步，在液晶显示器的每个显示单元中划分出一个反射区域 5 和一个透射区域 6。虽然反射区域 5 中液晶层的薄膜厚度  $d_r$  被设置成 2.0 微米，透射区域 6 中液晶层的薄膜厚度  $d_f$  被设置成 2.8 微米的这个实施例 3 的结构类似于图 14 所示的结构。但是，图 15 所示的结构与图 14 所示的

结构之间的差别在于图 15 所示透射区域 6 中有机透射绝缘薄膜的薄膜厚度  $df_0$  被设置成 1.7 微米，而图 14 所示透射区域中有机透射绝缘薄膜的薄膜厚度  $df_0$  被设置成 0 微米。如同前面已经提到的一样，实施例 3 设置为反射区域 5 中彩色层的薄膜厚度比透射区域 6 中彩色层的薄膜厚度厚 0.5 微米，从而将反射区域 5 和透射区域 6 中彩色层的薄膜厚度之间的差别减小到 0.5 微米。

图 16A~16D 是图 15 所示半透射液晶显示器的薄膜晶体管 11 的剖面图，它们说明薄膜晶体管基底 11 的制造步骤。

10

首先，在绝缘基底 14 上形成一个栅电极 116，然后沉积一层绝缘保护薄膜 15。在绝缘保护薄膜 15 上面形成一个漏电极 216，一个半导体层 316 和一个源电极 416，从而形成一个薄膜晶体管 16，作为开关元件。形成一个钝化薄膜 21 来覆盖这个薄膜晶体管 16（参考图 16A）。在这一步骤以后，不在钝化薄膜 21 上面形成一个透射电极，这一结构不同于图 10A 所示的结构。按照类似于图 10B 所示的步骤，在反射区域 5 中钝化薄膜 21 上面形成第一个有机反射绝缘薄膜 117，进行烧结，磨圆有机绝缘薄膜的拐角部分（参考图 16B）。第二，涂敷一层有机树脂的绝缘薄膜，以覆盖第一层有机反射绝缘薄膜 117 和透射区域 6 中的钝化薄膜 21，在反射区域中获得平滑的凹凸剖面，然后进行曝光和显影。在那以后，对这一绝缘薄膜进行烧结，构成第二个有机反射绝缘薄膜 217 和有机透射绝缘薄膜 10。更进一步，形成一个接触孔 22，穿透第二个有机反射绝缘薄膜 217，达到源电极 416（参考图 16C）。在这以后，通过采用溅射法，只在有机透射绝缘薄膜 10 上面形成 ITO 19。此外，按顺序沉积出作为阻挡层金属的钼（Mo）和作为反射金属的铝（Al），它们的薄膜厚度不小于 100 纳米，最好是不小于 200 纳米。除此以外，透射区域 6 中的铝和钼一起被湿腐蚀而去掉，以在反射区域 5 中形成一个反射电极 18（参考图 16D）。注意，可以采用实施例 1 使用的图 10A~10E 和图 11A~11D 所示的那些步骤来制造相对基底 12。



应该指出，虽然在上面描述的实施例中将常白模式的液晶显示器作为实例，但是本发明并不限于常白模式的液晶显示器。本发明可以被应用于工作于常黑模式的液晶显示器，在这种模式中，相对基底和反射区域与透射区域之间没有施加电压的时候，液晶分子竖起，显示“黑色”，在它们之间施加一个电压的时候，液晶显示器与基底的表面平行，显示“白色”。常黑液晶包括垂直对齐（VA）液晶。VA 液晶是垂直地对齐的液晶，在其中没有施加电压的时候液晶分子垂直对齐，而给它施加一个电压的时候，它们水平对齐。这样构建的 VA 液晶的结构使得液晶分子扭转角为 0 度，反射区域中液晶层的厚度被设置成大约 2.0 微米，以使反射区域出来的光的强度最强，此外，透射区域内液晶层的厚度被设置成大约 4.0 微米，使得从透射区域中出来的光的强度最大。

反射区域和透射区域中液晶层的厚度被分别地设置成相关的值（例如如图 3 和图 5 所示），使得从对应区域出来的光的强度最强，它们的厚度被设置成使得液晶具有 0.086（ $\Delta n = 0.086$ ）的双折射。因此，由于对应区域中出来的光的强度是由双折射（ $\Delta n$ ）和对应区域中液晶层的厚度决定的，因此对应于相应区域出来的光的强度最强的液晶层的厚度会随着双折射改变而改变。

#### 实施例 4

定义成图 9 中反射电极 18 和钝化薄膜 21 表面之间的距离的高度  $dr_0$  是由透射电极 19、第一个有机反射绝缘薄膜 117、第二个有机反射绝缘薄膜 217 和反射电极 18 的薄膜厚度决定的。定义成透射电极 19 和钝化薄膜 21 表面之间距离的高度  $df_0$  是由透射电极 19 的薄膜厚度决定的。

另外，在垂直于反射体的法线方向上最有效地反射入射到反射电极上的光的反射电极的最佳表面形状可以通过第一个有机反射绝缘薄

膜 117 和第二个有机反射绝缘薄膜 217 的薄膜厚度来加以调整。图 17 说明反射率和图 7A, 7B 所定义的反射角之间的关系如何随着第一个有机反射绝缘薄膜 117 和第二个有机反射绝缘薄膜 217 的薄膜厚度变化而变化的结果图。由 “ $a(X, Y)$ ” ~ “ $e(X, Y)$ ” 和 “ $X$ ” 表示的曲线表示第一个有机反射绝缘薄膜 117 的厚度, “ $Y$ ” 代表第二个有机反射绝缘薄膜 217 的薄膜厚度。例如, 曲线 “ $a(X, Y)$ ” 表示第一个有机反射绝缘薄膜 117 的薄膜厚度是 2.0 微米, 第二个有机反射绝缘薄膜 217 的薄膜厚度是 0.8 微米的情况下测量得到的反射率和反射角之间的关系。

再一次参考图 8B, 假设在宽度方向上凸形图案直线部分中心之间的距离  $L$  为常数。在这一假设之下, 当表示反射电极凹凸台阶高度的  $\Delta D$  很小的时候, 反射电极上的镜面反射增强, 反射体法线方向上的反射减弱。另一方面, 当  $\Delta D$  很大的时候, 反射电极的反射角太大, 因此反射体法线方向上的反射减弱。因此, 假设代表反射电极凹凸台阶高度, 并且最适合于在反射体法线方向有效地反射入射在反射电极上的光的  $\Delta D$  是存在的。在这个假设的基础之上, 改变第一个有机反射绝缘薄膜 117 和第二个有机反射绝缘薄膜 217 的薄膜厚度, 然后评估反射率和代表反射电极凹凸台阶高度的  $\Delta D$  之间的关系。在这种情况下, 反射率等于图 7A 图 7B 所示的反射角等于 0 度的时候的值。评估结果在图 18 中给出。结果表明当代表反射电极凹凸台阶高度的  $\Delta D$  在 0.5 微米到 1.0 微米的范围之内的時候, 反射率最大。

随后, 当改变第一个有机反射绝缘薄膜 117 的薄膜厚度和第二个有机反射绝缘薄膜 217 的厚度的时候, 评估了反射电极凹凸台阶高度从 0.5 微米到 1.0 微米的范围内变化的工艺条件。评估结果在图 19 中给出。结果表明, 当第一个有机反射绝缘薄膜 117 的薄膜厚度和第二个有机反射绝缘薄膜 217 的厚度很厚的时候, 代表反射电极凹凸台阶高度的  $\Delta D$  变得很大, 而当第一个有机反射绝缘薄膜 117 的薄膜厚度很厚, 第二个有机反射绝缘薄膜 217 的薄膜厚度也需要做得很厚。

随后评估了薄膜厚度与反射绝缘薄膜反射率之间的关系，这里的厚度和反射率是由第一个有机反射绝缘薄膜 117 的薄膜厚度和第二个有机反射绝缘薄膜 217 的薄膜厚度决定的。由于形成的反射绝缘薄膜的表面具有凹凸形状，因此它的薄膜厚度是一个平均值。采用图 7A 和 7B 中定义的反射角等于 0 的时候有关的反射率。评估结果在图 20 中给出。从图 20 可以看出，当反射绝缘薄膜的薄膜厚度是 1.5 微米的时候，反射率饱和。要注意，让反射绝缘薄膜的薄膜厚度不小于 2.0 微米就能够保证反射率在很大的值上饱和。

这样进行的评估表明，为了有效地反射在垂直于反射体的方向上入射到反射体上的光，反射绝缘薄膜的薄膜厚度最好是不小于 1.5 微米，不小于 2.0 微米更好，代表反射电极凹凸台阶高度的 $\Delta D$ 在 0.5 微米到 1.0 微米的范围内变化。

#### 实施例 5

将实施例 4 中的评估结果考虑在内，对反射电极 18 与透射电极表面的高度差以及反射彩色层的薄膜厚度与透射彩色层的薄膜厚度之间的差随扭转角 $\Phi$ 的变化进行了仿真，结果列在表 1 中，其中的单位是微米。在这种情况下，因为透射率可以很大，假设不形成图 9 所示形成有机透射绝缘薄膜的情况，在这种情况下采用 0.086 ( $\Delta n = 0.086$ ) 的双折射。液晶层的厚度差指的是反射区域和透射区域中液晶层厚度之间的差，且反射区域和透射区域中彩色层的薄膜厚度差也对液晶层的厚度差有影响。在这种情况下，透射区域中液晶层的厚度比反射区域中的厚。原因如下。投射到反射区域的光通过反射区域的彩色层来回传播，也就是说要两次经过彩色层。因此，为了让反射区域的彩色再现范围与透射区域的彩色再现范围相同，反射区域中彩色层的薄膜厚度最好是比透射区域中的薄。除此以外，虽然在图 9 中假设反射区域中反射电极的薄膜厚度等于 0，但是在这一情况中假设薄膜厚度为 0.3 微米。为什么有机反射绝缘薄膜的两个薄膜厚度对应于每个扭转

角的原因在于反射电极的反射特性随着它的薄膜厚度变化而变化，这两个区域中彩色层的薄膜厚度差因此而变化。例如，对于 55 度的扭转角，虽然让有机反射绝缘薄膜的薄膜厚度为 2.2 微米就能够让对应的反射率足够高，这两个区域中彩色层引起的台阶高度很大的时候就会发生问题。相反，当使有机反射绝缘薄膜的薄膜厚度为 1.7 微米的时候，虽然这两个区域中彩色层的薄膜厚度差能够很小，因而反射率很高，但是反射同时也可能比需要的值小一点点。

表 1

扭转角	透射区域中液晶层的厚度（微米）	反射区域中液晶层的厚度（微米）	液晶层厚度差（微米）	反射区域中反射电极的薄膜厚度（微米）	有机反射绝缘薄膜的薄膜厚度（微米）	彩色层的薄膜厚度差（微米）
55 度	2.7	1.7	1.0	0.3	2.2	1.5
	2.7	1.7	1.0	0.3	1.7	1.0
40 度	2.8	1.5	1.3	0.3	2.2	1.2
	2.8	1.5	1.3	0.3	1.7	0.7
0 度	2.9	1.4	1.5	0.3	2.2	1.0
	2.9	1.4	1.5	0.3	1.7	0.5

在本发明中，反射绝缘薄膜的薄膜厚度使得反射入射在它上面的光的时候反射体呈现最高效率，使有机透射绝缘薄膜的薄膜厚度为 0。与此同时，调整反射区域和透射区域中的液晶层厚度，从而使这个装置出来的光的强度最大。如同本领域中的技术人员会明白的一样，通过改变反射区域中绝缘薄膜的薄膜厚度和反射区域中彩色层的薄膜厚度来调整反射区域中液晶层的厚度，通过改变透射区域中彩色层的薄膜厚度来调整透射区域中液晶层的厚度，从而用一种更加简单的方式提供高亮度显示的一种半透射液晶显示器。另外，由于在透射区域内不存在有机绝缘薄膜，因此这个装置的透射率随之增大。

但是，在透射区域中不存在有机绝缘薄膜的情况下，反射区域和透射区域中彩色层的薄膜厚度差有可能增大。为了使反射区域和透射

区域内彩色层薄膜厚度之间的差变小，透射区域可以有一个绝缘薄膜，其中包括一个有机绝缘薄膜。如上所述，通过改变反射绝缘薄膜的薄膜厚度和反射区域中彩色层的薄膜厚度来调整反射区域中液晶层的厚度，通过改变透射绝缘薄膜的薄膜厚度和透射区域中彩色层的薄膜厚度来调整透射区域中液晶层的厚度，从而用一种简单的方式提供一种高亮度的半透射液晶显示器。另外，由于反射区域和透射区域中彩色层的薄膜厚度差可以很小，也就是在指定的范围内，即使在薄膜晶体管基底反射区域和透射区域之间的边界与相对基底的反射区域和透射区域之间的边界在平面方向上有一段距离，这个装置的色彩改变也可以被控制在允许的范围之内。

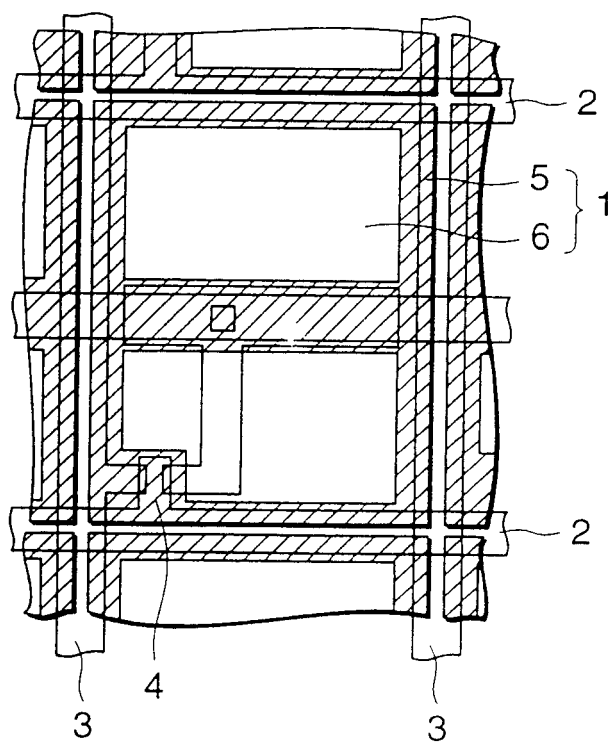
由此可见，本发明的液晶显示器包括：在第一个基底上形成，同时在纵向和横向互相交叉的多条导线；将第一个基底上的显示区域划分的多条导线定义出来的多个像素；所有像素中用于反射来自显示平面的光的液晶反射区域；让相对于第一个基底的多个像素背面的背光光源通过从而穿过它的一个透射区域；一个反射绝缘薄膜以及它上面的反射电极，它们都是在第一个基底上的反射区域内形成的；第一个基底上透射区域中形成的一个透射电极；面对第一个基底的第二个基底；对应于第二个基底的反射区域的位置上形成的反射彩色层；在对应于第二个基底上透射区域的位置上形成的透射彩色层；覆盖反射彩色层和透射彩色层的一个公共电极；以及夹插在第一个基底和第二个基底之间的液晶层。

如上所述的本发明的液晶显示器的特征在于夹插在反射电极和反射彩色层表面之间，且对应于反射区域放置的液晶层的厚度，以及夹插在透射电极表面和透射彩色层之间对应于透射区域的液晶层的厚度。都具有对应的值，对于特定液晶单元的双折射的每一个扭转角，使反射区域的反射率和透射区域的透射率最大。

按照上述方式制作半透射液晶显示器，能够使反射区域的反射率和透射区域的透射率对于液晶分子的每一个扭转角都最大。

图1

现有技术



**图2**  
现有技术

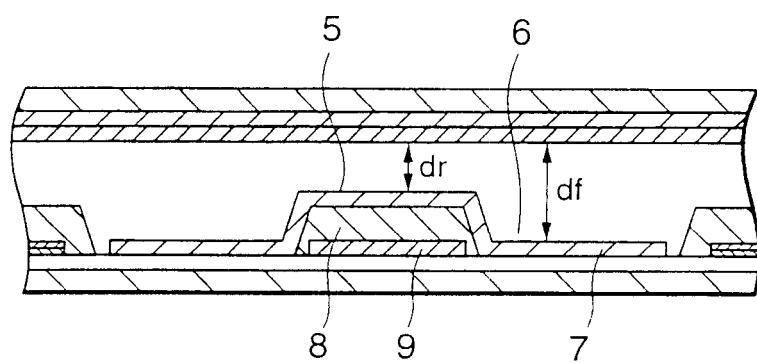


图3

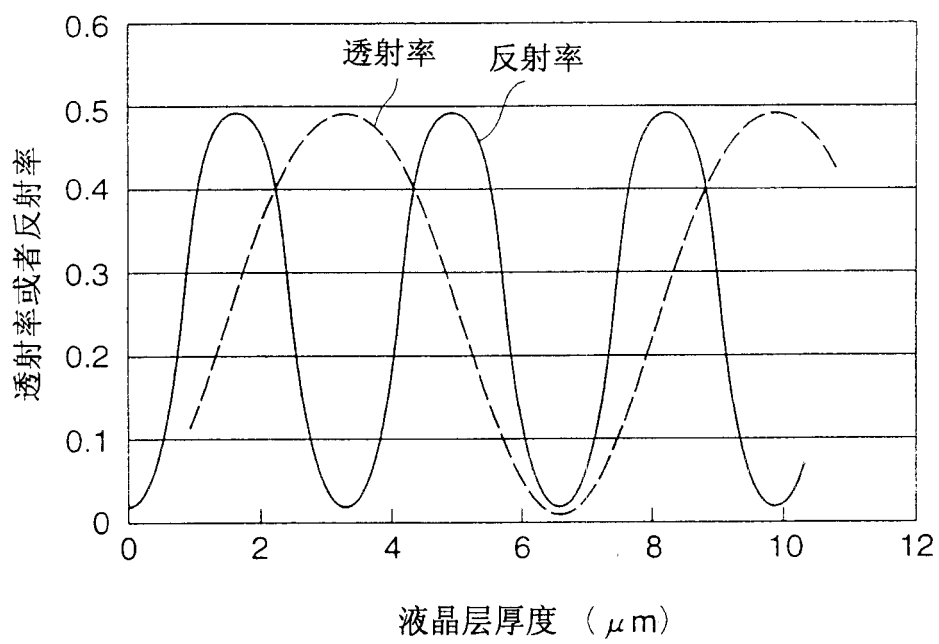




图4

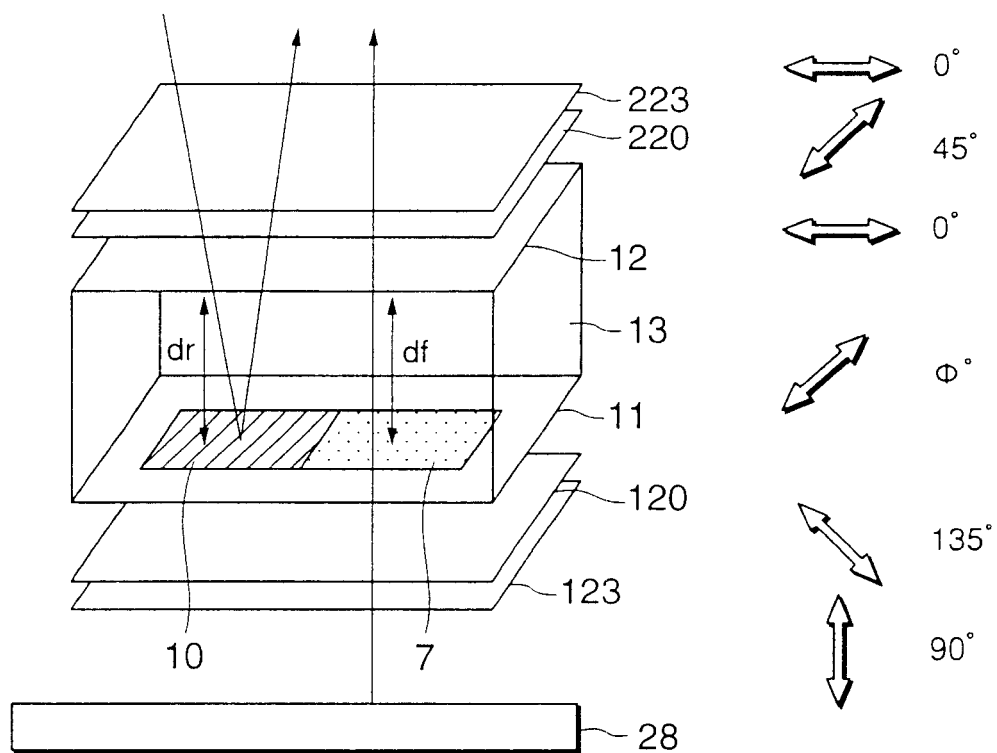


图5

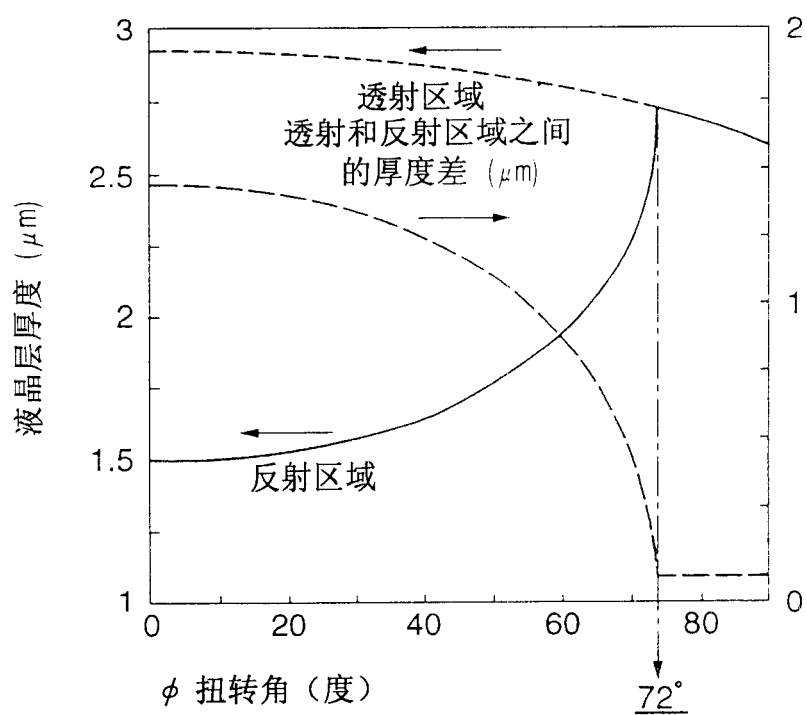


图6A

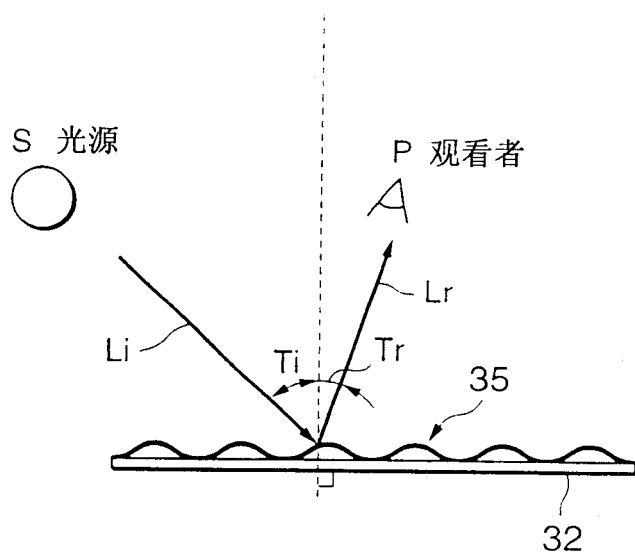


图6B

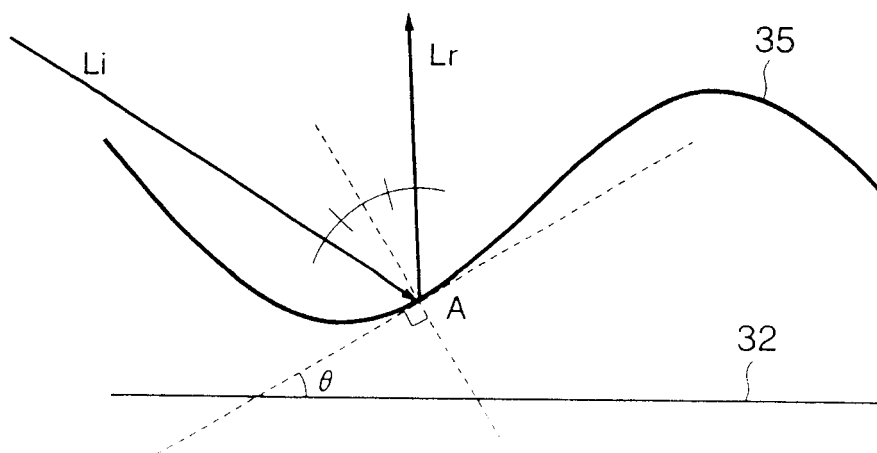


图7A

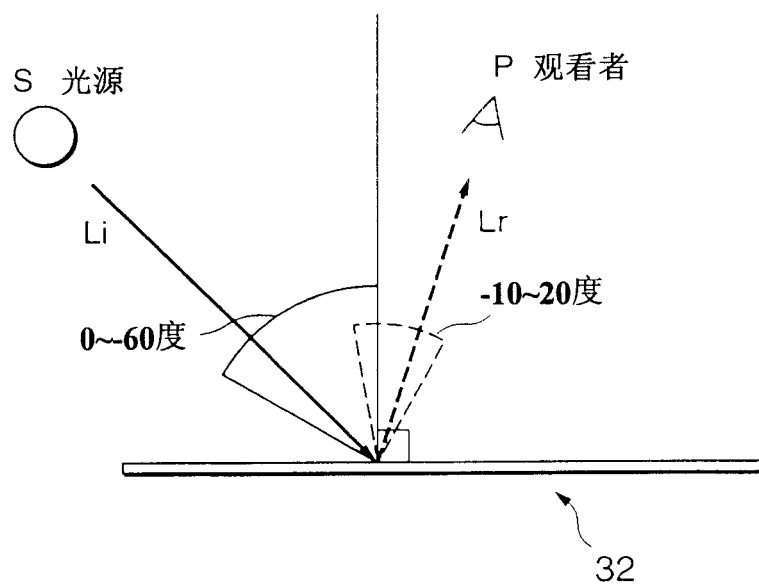


图7B

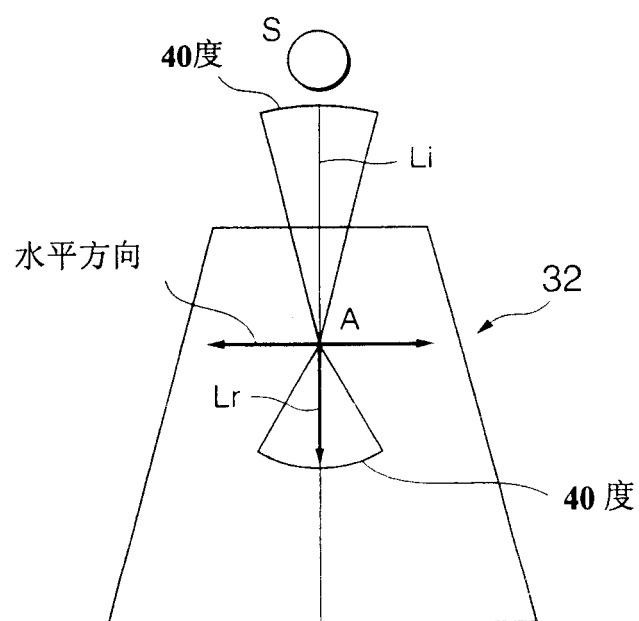


图8A

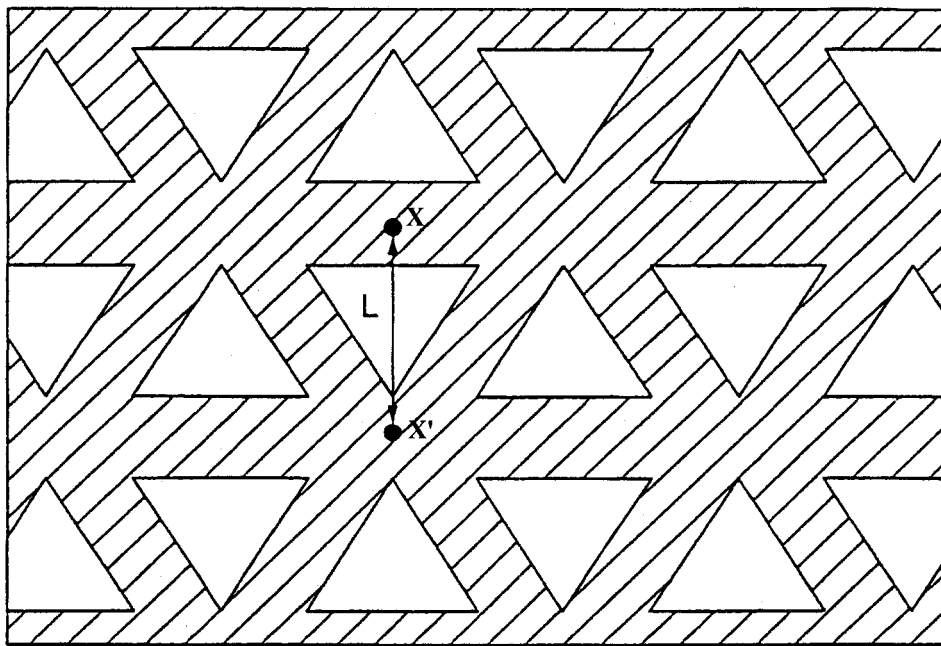


图8B

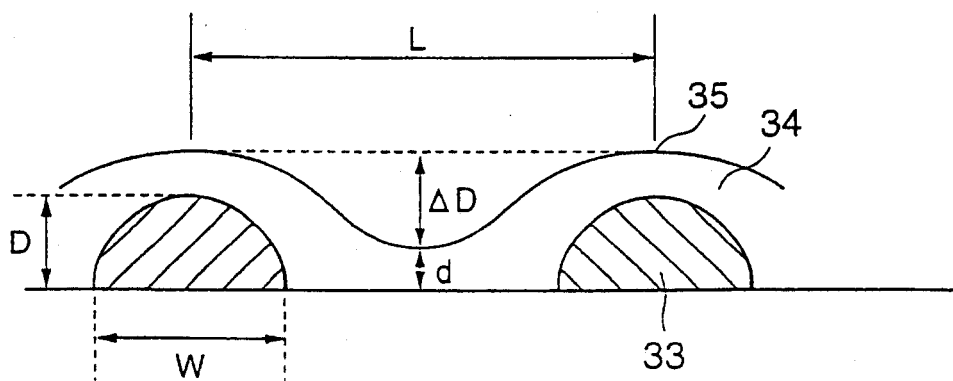


图9

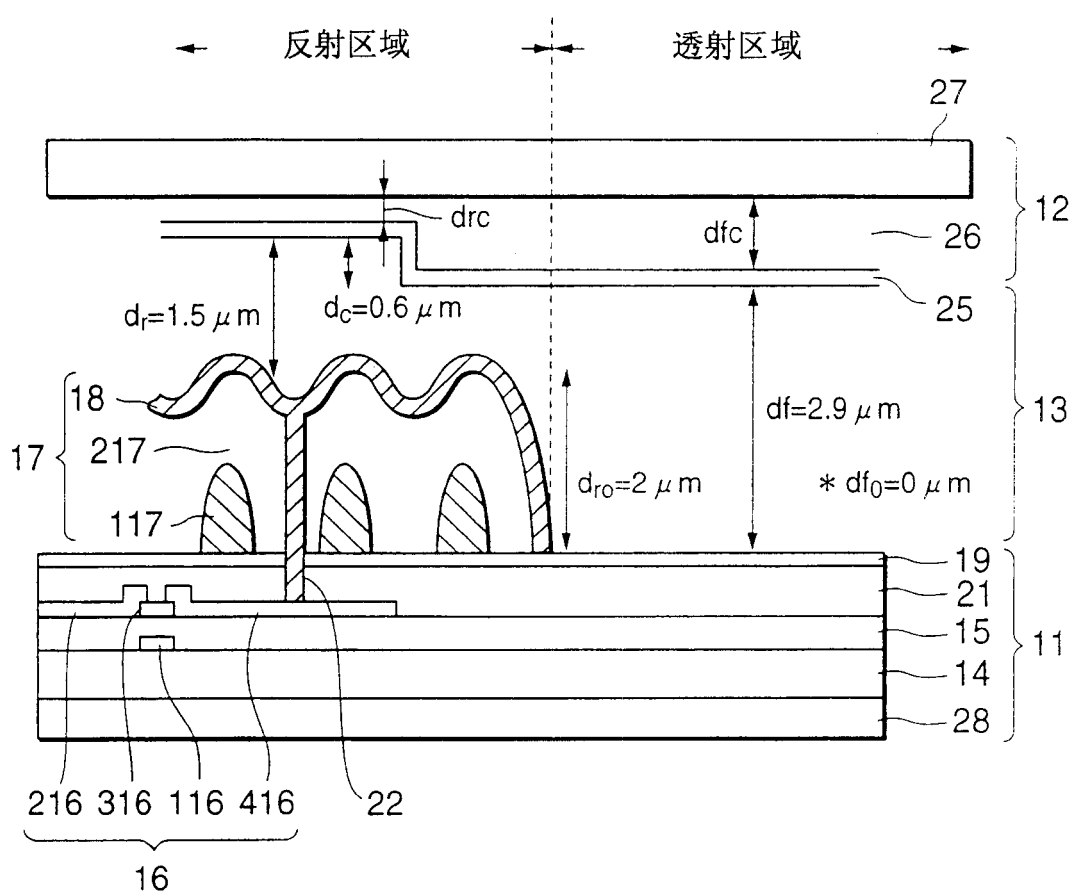


图10A

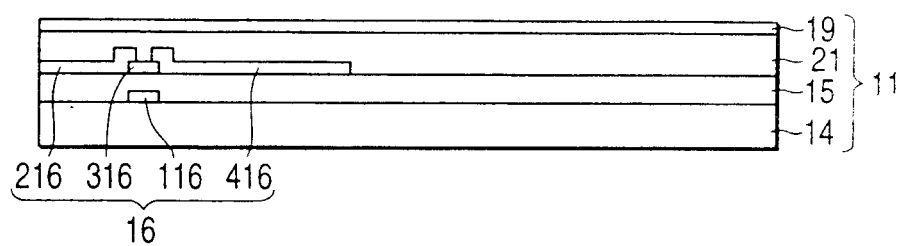


图10B

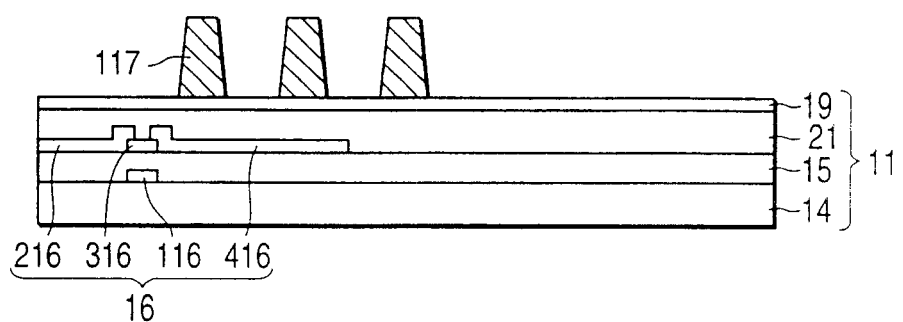


图10C

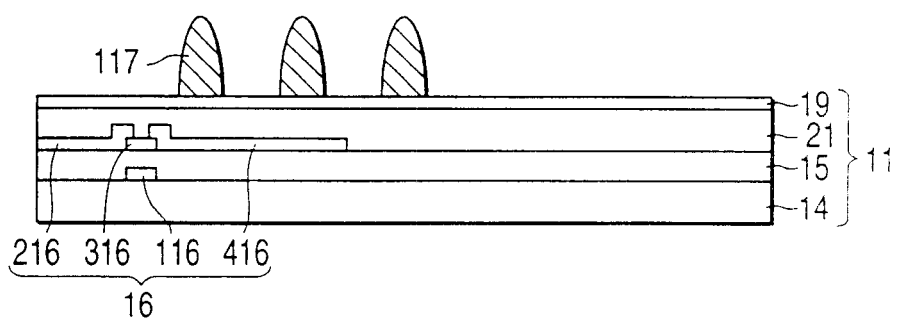


图10D

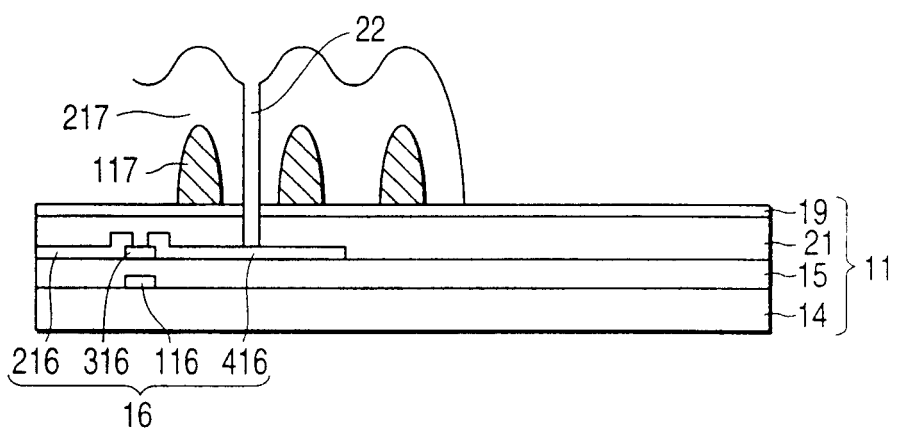


图10E

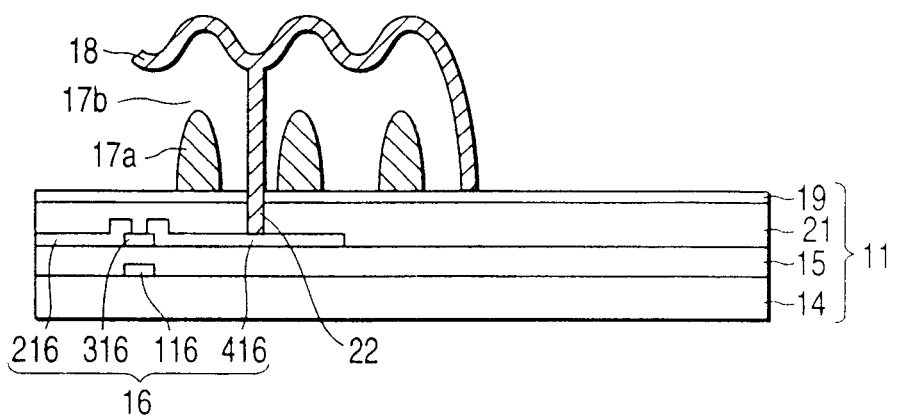


图11A



图11B

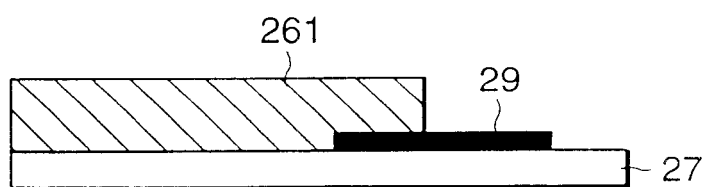


图11C

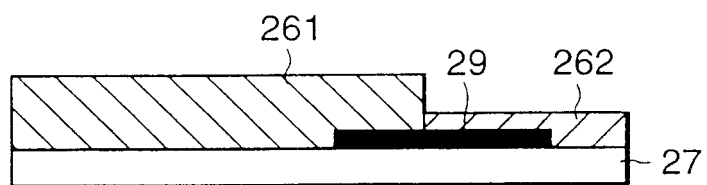


图11D

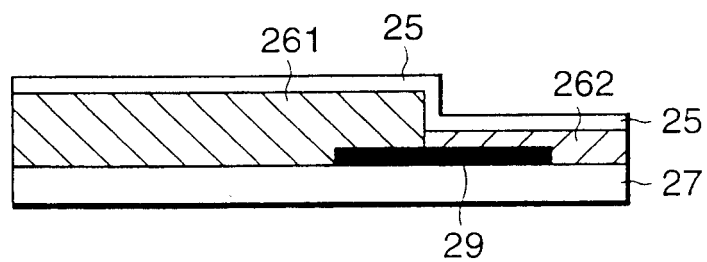




图12A

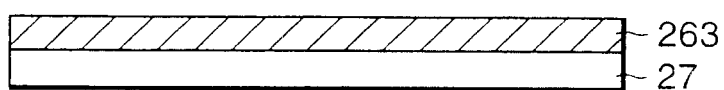


图12B

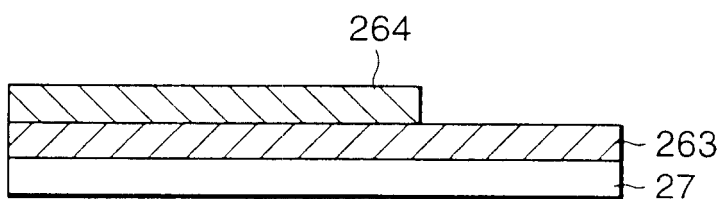


图12C

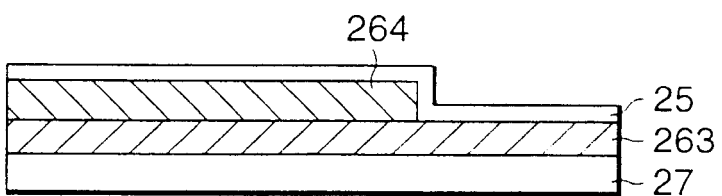


图13A

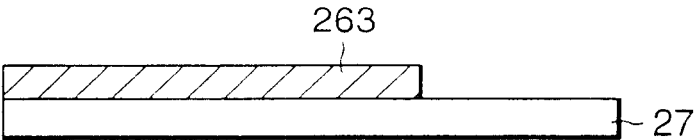


图13B

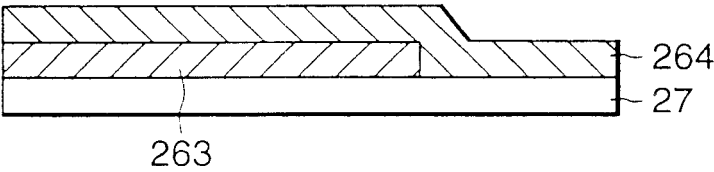


图13C

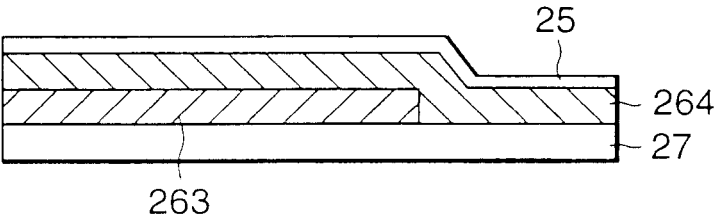


图14

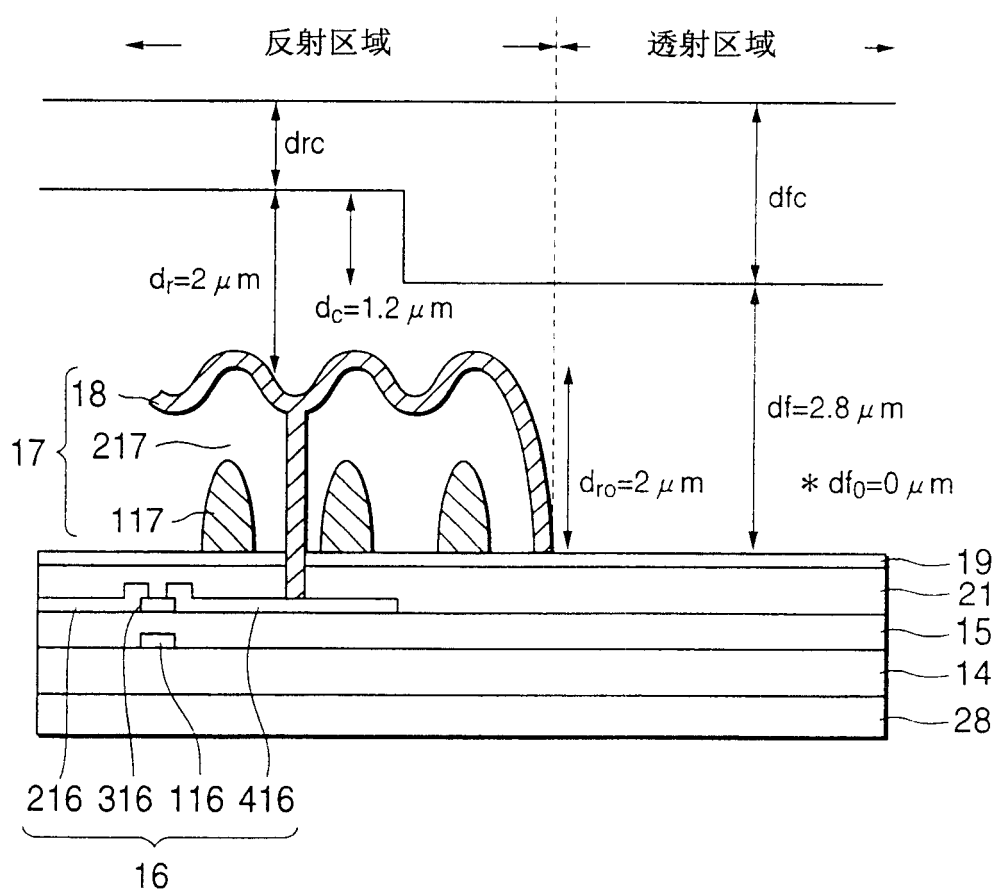


图15

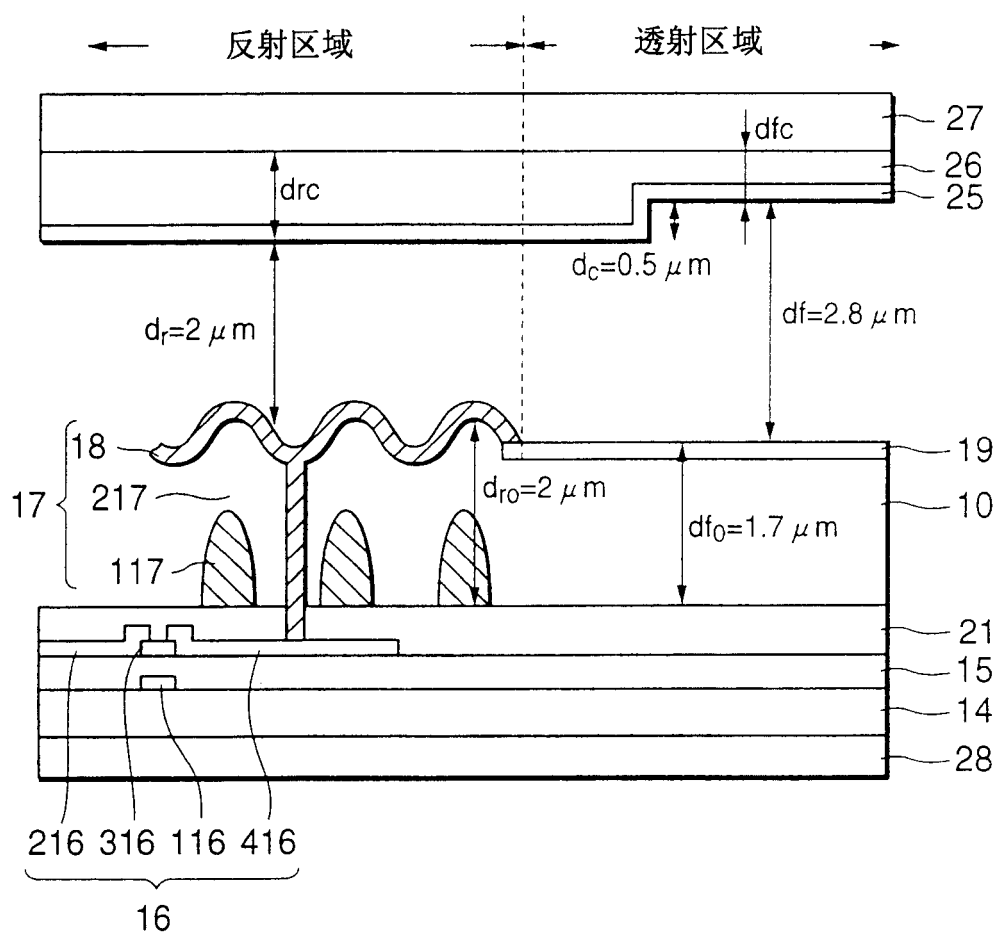


图16A

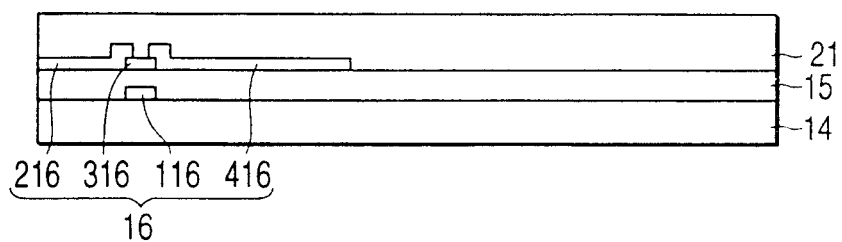


图16B

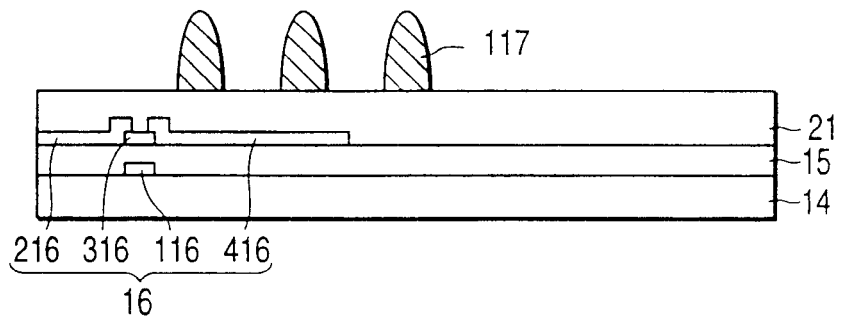


图16C

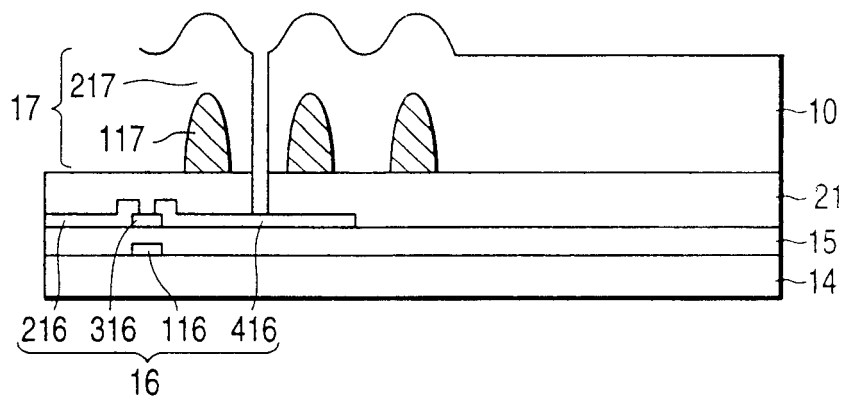


图16D

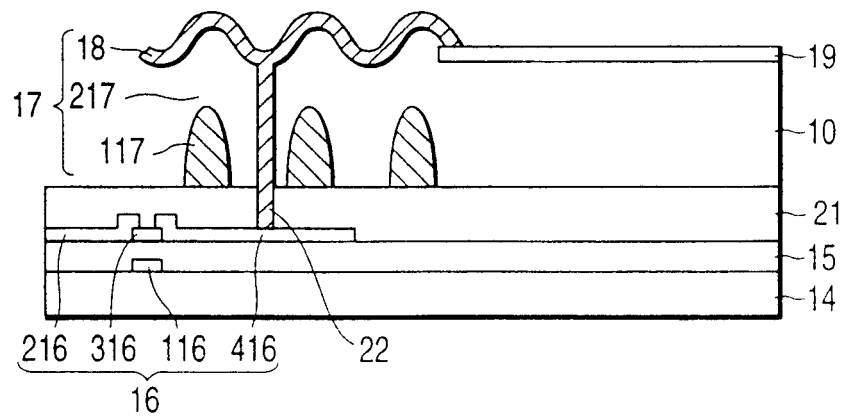


图17

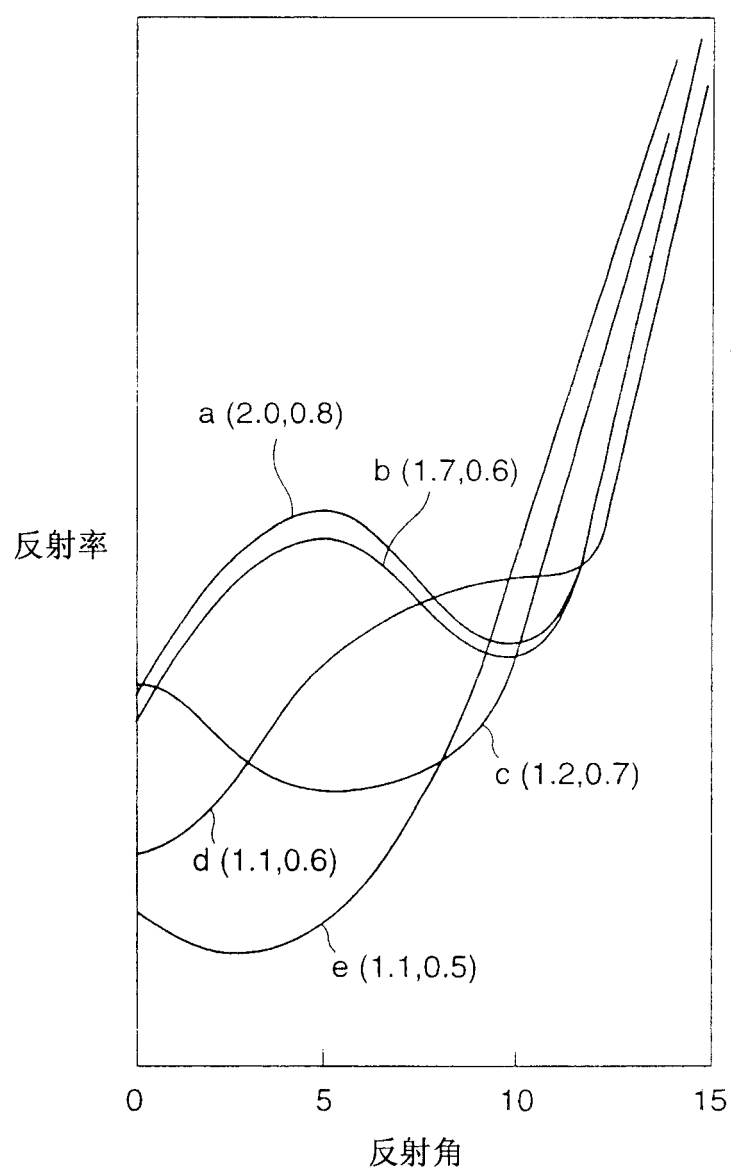


图18

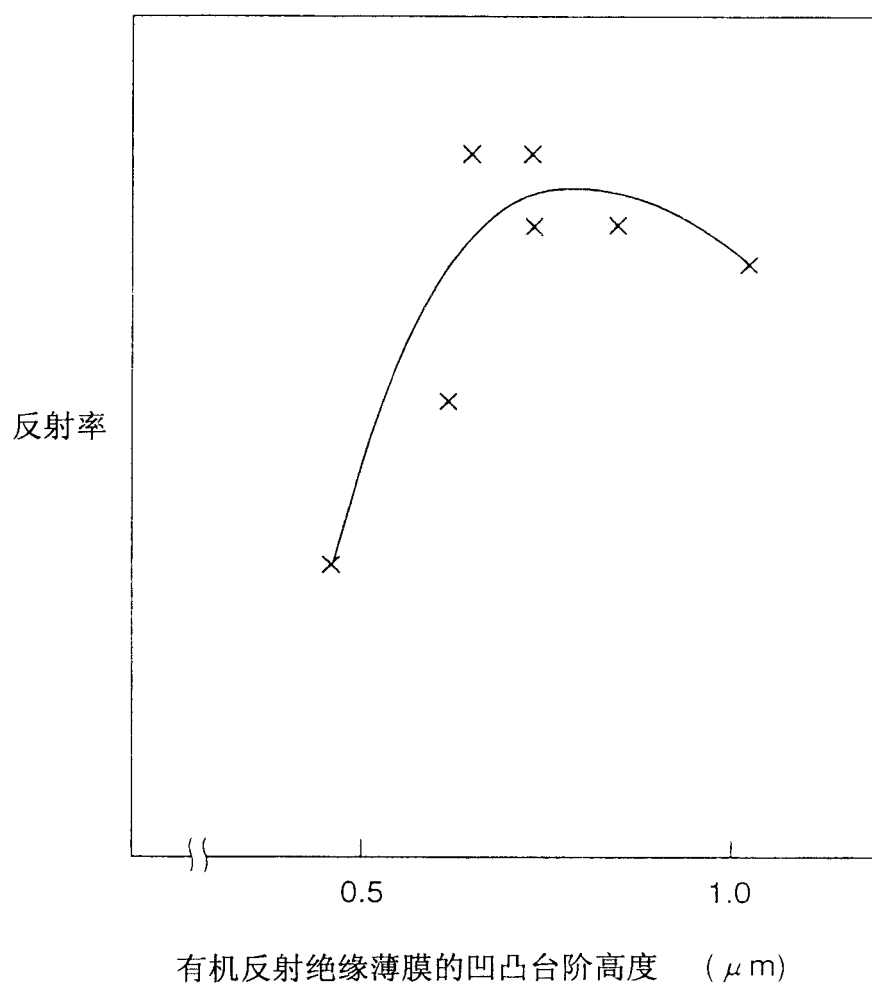


图19

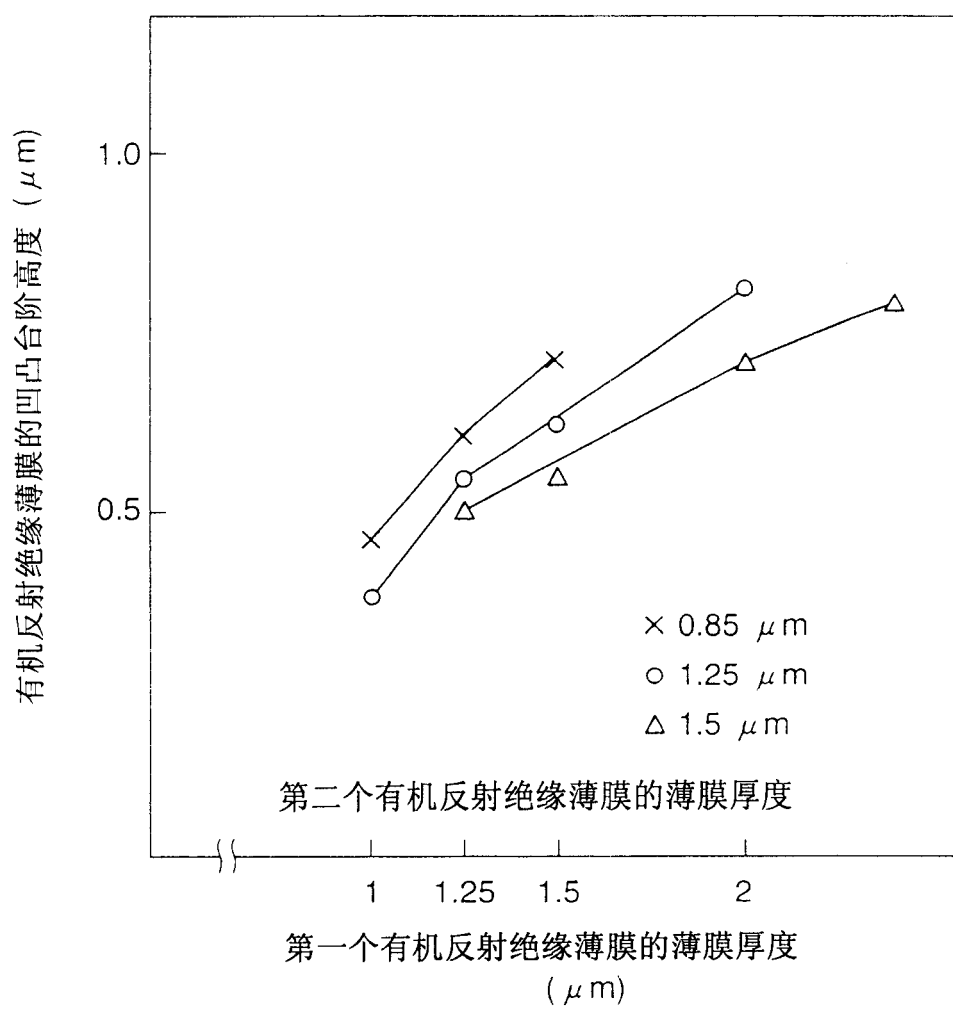
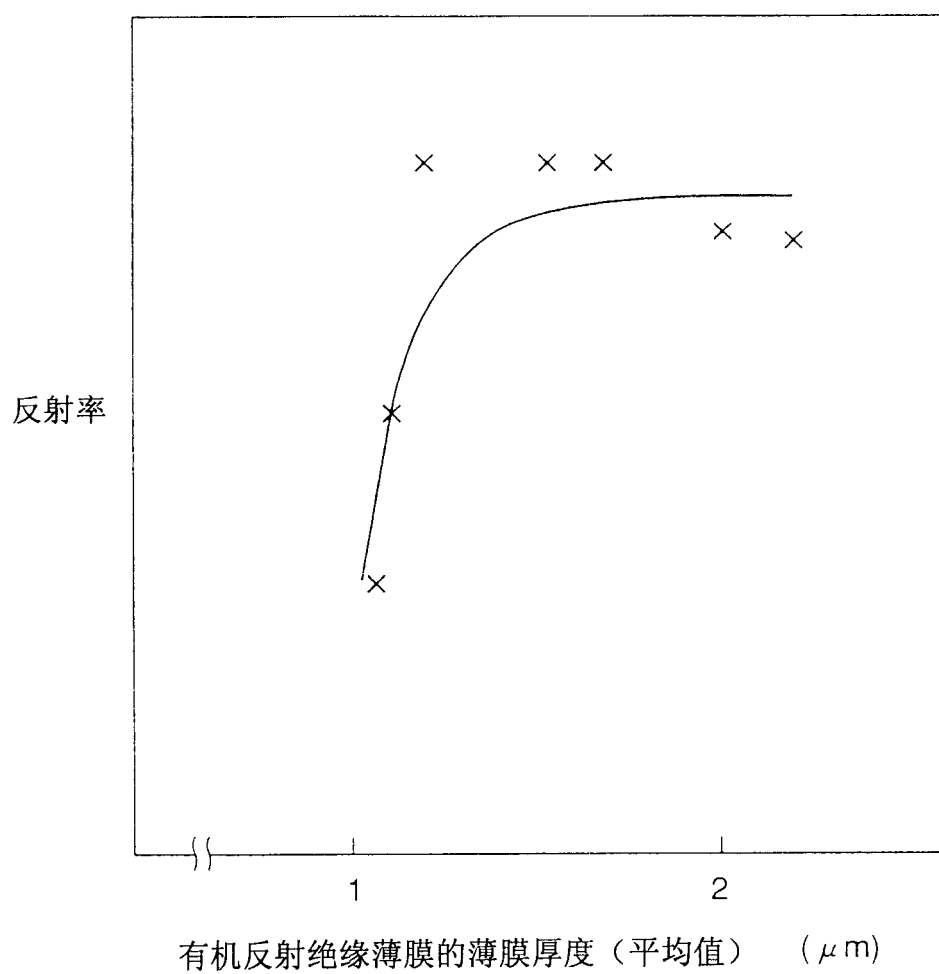




图20



专利名称(译)	液晶显示器及其制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN1251010C</a>	公开(公告)日	2006-04-12
申请号	CN02151368.6	申请日	2002-11-20
申请(专利权)人(译)	日本电气株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	日本电气株式会社 NEC液晶技术株式会社		
[标]发明人	坂本道昭 助川统 池野英德		
发明人	坂本道昭 助川统 池野英德		
IPC分类号	G02F1/1343 G02F1/1335 G02F1/1333 H01L21/3205 H01L21/31 G02B5/20 G09F9/00 G09F9/30 G09F9/35		
CPC分类号	G02F1/133555 G02F1/133371		
优先权	2001355210 2001-11-20 JP		
其他公开文献	CN1421735A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明涉及一种液晶显示器及其制造该液晶显示器的方法。在一种半透射液晶显示器中，反射区域中液晶层的厚度可以通过控制有机反射绝缘薄膜的薄膜厚度和反射彩色层的薄膜厚度进行调整。此外，透射区域中液晶层的厚度可以通过控制有机透射绝缘薄膜的薄膜厚度和透射彩色层的薄膜厚度来进行调整。由于反射区域中液晶层的厚度和透射区域中液晶层的厚度都可以调整，反射区域的反射率和透射区域中的透射率都可以设置成最合适的值。

