

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710008238.9

[51] Int. Cl.

G02F 1/1335 (2006.01)

G02F 1/1333 (2006.01)

G02B 5/30 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 6 月 20 日

[11] 公开号 CN 1982982A

[22] 申请日 2002.12.11

[21] 申请号 200710008238.9

分案原申请号 02155587.7

[30] 优先权

[32] 2001.12.11 [33] JP [31] 377791/2001

[71] 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪

[72] 发明人 田代国広 杉浦规生 大室克文

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 李 辉

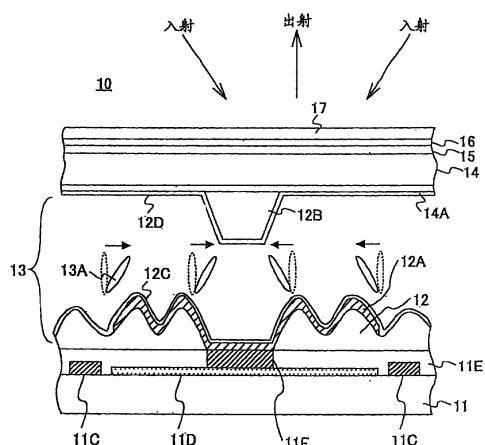
权利要求书 3 页 说明书 39 页 附图 24 页

[54] 发明名称

反射式液晶显示器及其制造工艺

[57] 摘要

本发明提供了一种反射式液晶显示器，该反射式液晶显示器包括：第一基板；第二基板，其面向第一基板并设有突起和凹陷；反射电极，其设置在第二基板上，以便覆盖突起和凹陷，并通过接触孔与设置在第二基板上的开关器件电气接触；以及负液晶层，其设置在第一基板和第二基板之间；其中，接触孔设置到反射电极的中心部分，以及在液晶层中设有液晶分子排列控制结构，以便在沿着与所述第二基板垂直的方向观察时，与接触孔重叠。



1. 一种反射式液晶显示器，该反射式液晶显示器包括：

第一基板；

5 第二基板，其设置成面向所述第一基板；

液晶层，其具有负介电各向异性，并设置在所述第一基板和第二基板之间；以及

垂直排列膜，其形成在所述第一基板的一个表面以及所述第二基板的一个表面；

10 其中，所述排列膜包含相对于总双胺组分比例为25%或以上的垂直排列组分。

2. 一种反射式液晶显示器，该反射式液晶显示器包括：

第一基板；

第二基板，其设置成面向所述第一基板，所述第二基板在其上设有

15 具有反射性的突起和凹陷；

液晶层，其具有负介电各向异性，并设置在所述第一基板和第二基板之间；以及

偏光器，其设置在所述第一基板的外侧，以便所述偏光器的吸收轴与一方向，即：所述突起和凹陷产生的反射强度为最大的方向，大体平行地延伸。

3. 一种反射式液晶显示器，该反射式液晶显示器包括：

第一基板；

第二基板，其设置成面向所述第一基板，所述第二基板在其上设有具有反射性的突起和凹陷；

25 液晶层，其具有正介电各向异性或负介电各向异性，并设置在所述第一基板和第二基板之间；

偏光器，其设置在所述第一基板的外侧；以及

光相位补偿膜，其设置在所述第一基板和所述偏光器之间，所述光相位补偿膜在与所述第一基板的平面垂直的方向上具有负介电各向异性；

所述光相位补偿膜的延迟为 $df \{ (nx+ny)/2 - nz \}$ ，以满足下列关系式：

5       $0.4 \leq [df \{ (nx+ny)/2 - nz \}] / (dlc\Delta n) \leq 0.7$

式中， $nx$ 、 $ny$ 和 $nz$ 分别表示所述光相位补偿膜在x方向、y方向和z方向上的折射率， $dlc$ 表示所述液晶层的厚度， $\Delta n$ 表示在液晶层中的异常射线和正常射线之间的折射率差。

4. 根据权利要求3所述的反射式液晶显示器，其中，所述光相位  
10 补偿膜在与所述第一基板平行的方向上具有延迟轴。

5. 根据权利要求3所述的反射式液晶显示器，该反射式液晶显示器在所述偏光器和所述光相位补偿膜之间还包括另一光相位补偿膜，其在与所述第一基板的平面平行的方向上具有负介电各向异性，所述另一光相位补偿膜的延迟约为可见光波长的 $1/4$ 。

15 6. 根据权利要求5所述的反射式液晶显示器，其中，所述光相位  
补偿膜和所述另一光相位补偿膜在与所述第一基板平行的方向上具有延  
迟轴。

7. 根据权利要求6所述的反射式液晶显示器，其中，所述光相位  
补偿膜和所述另一光相位补偿膜具有各自的延迟，使得所述光相位补偿  
20 膜的所述延迟与所述另一光相位补偿膜的所述延迟之和约等于可见光波  
长的 $1/4$ 。

8. 一种反射-透射式液晶显示器，该反射-透射式液晶显示器包  
括：

第一基板；

25 第二基板，其设置成面向所述第一基板；

透明电极，其设置在所述第一基板的面向所述第二基板的表面上；

反射电极，其设置在所述第二基板的面向所述第一基板的表面上，  
所述反射电极具有开口；

散射层，其设置在所述第一基板和第二基板之间，所述散射层在其内包括液晶层，并在散射状态和非散射状态之间改变其光学状态；以及一对偏光器，其设置在一液晶板的外侧，该液晶板由所述第一基板、所述第二基板以及所述散射层形成，

5 至少其中一个所述偏光器由圆偏光器形成。

9. 根据权利要求8所述的反射-透射式液晶显示器，其中，所述一对偏光器均由圆偏光器形成。

10. 根据权利要求8所述的反射-透射式液晶显示器，其中，所述一对偏光器中的一个偏光器是线性偏光器。

10. 根据权利要求8所述的反射-透射式液晶显示器，其中，在所述散射层的非散射状态下，所述散射层的延迟为  $(0.5n+1/4)\lambda$ ，其中， $\lambda$  表示可见光波长，n是一个自然数。

12. 根据权利要求8所述的反射-透射式液晶显示器，其中，所述散射层在其所述非散射状态下具有面内延迟，使得所述面内延迟小于  $\Delta n \cdot d$  的积，其中， $\Delta n$  表示构成所述散射层的液晶层的双折射率，d表示所述液晶层的厚度。

13. 根据权利要求8所述的反射-透射式液晶显示器，其中，所述反射电极具有缝隙形状。

14. 根据权利要求8所述的反射-透射式液晶显示器，其中，所述第一基板和第二基板中的任何一方均设有滤色片，所述滤色片具有与所述反射电极对应的反射区域和与所述开口对应的透射区域，所述滤色片在所述反射区域和所述透射区域中具有不同的色纯度。

15. 根据权利要求14所述的反射-透射式液晶显示器，其中，所述滤色片设置在所述反射电极上。

## 反射式液晶显示器及其制造工艺

5 本申请是申请日为2002年12月11日、申请号为02155587.7、发明名称为“反射式液晶显示器及其制造工艺”的中国发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

10 本发明一般涉及在诸如便携式终端那样的低功率装置中使用的反射式液晶显示器。

### 背景技术

15 反射式液晶显示器是一种通过获取诸如室内照明光或日光那样的环境光并借助反射器使该环境光反射到观察者从而实现图像显示的液晶显示器。

由于这种工作原理，反射式液晶显示器无需背后照明，并具有耗电量低的有利特点。因此，反射式液晶显示器广泛用于便携式终端。

20 为了在反射式液晶显示器中实现明亮、清晰的图像显示，有必要把液晶显示器设计成在白色显示模式中获取尽可能多的环境光并将其反射到观察者，并且在白色显示模式中尽可能抑制所获取的光向观察者的反射。

因此，提出了一种使用相位变化式宾主(GH)模式的反射式液晶显示器(D. L. White和G. N. Taylor, J. Appl. Phys. 45, pp. 4718, 1974)。25 由于GH模式反射式液晶显示器无需偏光器，因而这种GH模式反射式液晶显示器具有一个明显优点是，在白色显示模式中实现亮显示。

另一方面，GH模式液晶显示器具有一个缺点是，在黑色显示模式中也实现亮显示，并且对比度系数被限制到5~6的范围内。

同时，在第6-11711号日本待审专利公开中提出了一种使用单偏光器的扭曲向列型反射式液晶显示器。

这种常规反射式液晶显示器基本上是一种使具有正介电各向异性的液晶扭曲的水平定向的液晶显示器。在上述常规反射式液晶显示器中，  
5 入射的环境光由偏光器转换为线性偏振光，并且如此获得的线性偏振光途经延迟为1/4波长的液晶层或相位补偿膜，使得在途经偏光器的入射光和返回到偏光器的反射光之间获得90度角的偏振面。

因此，在这种常规液晶显示器中，通过由偏光器吸收旋转的反射光来实现黑色显示。由于使用偏光器，上述常规液晶显示器与GH模式液晶  
10 显示器的情况相比，可在白色显示模式中仅提供约40%的亮度。然而，鉴于在黑色显示模式中光的有效吸收，该液晶显示器可获得12-14的对比度系数。

并且，还提出，通过把相位补偿膜的延迟量减少液晶层的残留延迟量来补偿黑色显示，从而提高TN模式液晶显示器中的对比度系数。参见  
15 第11-311784号日本待审专利公开。这样，可把对比度系数提高到约16-18。

在反射式液晶显示器中，显示的可见度由亮度和对比度系数来确定。因此，当显示是亮时，即便在低对比度系数的情况下，也可获得高可见度。另一方面，当显示是暗时，需要较大的对比度系数。参见The Journal  
20 of the Institute of Television Engineers of Japan - (日本电视工程师协会杂志)，Vol. 50, No. 8, pp. 1091-1095(1996)。

为了使用具有单偏光器的液晶显示器来实现与GH模式液晶显示器可比的可见度，需要约12的对比度系数，这种使用单偏光器的液晶显示器可提供的亮度仅为GH模式液晶显示器亮度的40%。通过使用上述参考文献  
25 中提到的技术，可使用TN模式液晶显示器实现16~18的对比度系数。

由于上述原因，并且还鉴于更佳的可靠性，具有单偏光器的TN模式液晶显示器目前已广泛用于反射式液晶显示器。

在具有单偏光器的TN模式液晶显示器中，应注意的是，对上基板和下基板在不同方向上进行摩擦处理，以便在液晶层中实现扭曲结构。结

果，液晶层的锚定方向（anchoring direction）在上基板和下基板中不一致。

为此，上述第11-311784号日本待审专利公开的技术按照上锚定方向和下锚定方向之间的中间角度设定相位补偿膜的延迟轴，以补偿上锚定  
5 方向和下锚定方向的合成矢量。然而，该结构不能分别补偿上基板和下基板处的液晶层的残余延迟，并且黑色显示的补偿仍不完全。

同时，提出了一种使用单偏光器的垂直排列(VA)模式反射式液晶显示器(参见第6-337421号日本待审专利公开)。

在这种VA模式液晶显示器中，开和关操作与在TN模式液晶显示器的情况中正好相反。另一方面，在上述VA模式液晶显示器和TN模式液晶显示器之间，以下工作特点是相同的，这些工作特点是：使用偏光器把入射的环境光转换为线性偏振光；采用延迟约可见光波长1/4的液晶层或相位补偿膜，使如此获得的线性偏振光的偏振面旋转90度；以及在黑色显示模式中使偏光器吸收所旋转的线性偏振光。  
10

另一方面，VA模式反射式液晶显示器的有利一点是，由于以下事实，即：在未向液晶层施加电压的状态下，在VA模式反射式液晶显示器中实现黑色显示模式，因而与TN模式液晶显示器的情况相反，没有在黑色显示模式中在液晶/基板界面造成锚定的液晶层。因此，可大幅提高图像显示的对比度系数。  
15

因此，VA模式反射式液晶显示器具有高对比度系数和优良可见度的有利特点。  
20

另一方面，在这种VA模式反射式液晶显示器中仍有问题需要解决，特别是在液晶分子排列控制方面。

更具体来说，VA模式液晶显示器一般使用垂直排列膜，而这种垂直排列膜在进行摩擦处理(rubbing process)时，其性能会严重下降。例如，可能会产生不良的图像显示，例如亮度不均匀，以条纹形式延伸。  
25

由于这种原因，需要采用摩擦以外的方法在VA模式液晶显示器中实现对液晶分子的排列控制。

例如，在第10-301112号日本待审专利公开中，通过在对置基板上的一个在反射电极中设置倾斜延伸的缝隙来实现对液晶分子的排列控制，以便在施加电压时，在上基板和下基板之间诱发斜电场。

另一方面，这种技术具有一个缺点是，由于直接位于缝隙上的液晶层的部分不进行切换，因而像素的总反射率减少，并且即使当对比度系数提高时，图像显示的可见度也提高不大。

因此，需要在不会有损于VA模式液晶显示器中的反射率的情况下，提高对比度系数。

同时，反射式液晶显示器一般具有一个问题，可见度在很大程度上受光环境的影响，因而图像可见度在暗光环境中严重下降。在此方面，具有背后照明的透射式液晶显示器提供的可见度要优良得多。另一方面，透射式液晶显示器遇到了在亮光环境中可见度不良的问题，即：获得的可见度低于由反射式液晶显示器获得的可见度。

因此，为了解决上述问题，已提出许多建议，例如，将前照明与一种反射式液晶显示器，或一种具有半透明反射膜的反射式液晶显示器组合起来使用。

然而，使用前照明这种方法遇到一个问题是，在暗光环境中获得的对比度系数可能会低于直视型透射式液晶显示器的对比度系数。另一方面，在亮光环境中，可能会存在另一问题是，由于前照明的存在，与常规反射式液晶显示器相比，显示变暗。

在使用半透明膜的情况下，为此目的，一般使用金属薄膜。然而，金属薄膜具有较大的吸收系数，并且在光的利用效率方面存在问题。并且，金属薄膜由于薄膜厚度的面内变化而会遇到透射率明显变化的问题。应注意的是，这种金属薄膜一般由厚度约30nm的铝(A1)薄膜形成。目前，在大范围的显示区域中难以形成厚度均匀的金属薄膜。

为了消除上述问题，在第11-281972号日本待审专利公开中提出一种建议，即：利用诸如ITO(In2O3.SnO2)那样的透明电极在像素的中心部位设置透明窗。根据该常规建议，可消除上述问题，并可构成一种反射-透射式液晶显示器。

另一方面，上述反射-透射式液晶显示器的常规建议需要在平面化膜上形成突起和凹陷，并且需要通过形成一孔，在透射区内形成台阶。并且，上述技术需要形成透明电极(ITO)和反射电极(A1)，并还需要形成阻挡金属膜用于防止电解腐蚀，该电解腐蚀可能会在A1图形和ITO图形的接触部位产生。因此，液晶显示器的制造工艺变得复杂，并且制造成本不会降低。

并且，这种依靠由液晶层的延迟而引起的光切换这种原理的常规反射式液晶显示器须设计成使其在透射区域中的单元厚度为可见光波长的 $1/2$ ，并使其在反射区域中的单元厚度为可见光波长的 $1/4$ 。然而，这种结构一直难以生成。

### 发明内容

因此，本发明的一般目的是提供一种可消除上述问题的新颖、实用的液晶显示器。

本发明的另一更具体的目的是提供一种可实现高反射率和高对比度系数的反射式液晶显示器及其制造工艺。

本发明的另一目的是提供一种能够以低成本生产并具有优良特性的反射-透射式液晶显示器。

本发明的另一目的是提供一种反射式液晶显示器，该反射式液晶显示器包括：

第一基板；

第二基板，其设置成面向所述第一基板，所述第二基板在其上具有突起和凹陷；

反射电极，其设置在所述第二基板上，以便覆盖所述突起和凹陷，并通过一个接触孔与设置在所述第二基板上的一个开关器件电气接触；以及

液晶层，其设置在所述第一基板和第二基板之间，所述液晶层具有负介电各向异性；

其中，所述接触孔以中心方式设置到所述反射电极，以及

其中，一个用于控制所述液晶层中的液晶分子排列的结构被设置为，在沿着与所述第二基板垂直的方向观察所述第二基板时，与所述接触孔重叠。

根据本发明，通过形成与接触孔，即：由于不存在突起和凹陷而造成反射率下降的位置对应的结构，可将所述液晶分子排列控制结构造成的反射率下降减至最小。  
5

通过在像素电极的中心部位形成接触孔以回避由于斜电场的作用使液晶分子向内倾斜的周边部位，可采用在设置上述结构的中心部位相交的两条假设对角线，在各像素电极中定义四个扇区。

在这种构成中，不同排列方向的液晶分子在上述对角线上相互干涉，导致分子排列方向的偏移。另一方面，这种构成通过提供延迟约可见波长1/4的相位补偿膜，把入射到液晶层的光转换为圆偏振光，可成功消除反射光对方位的依赖关系。因此，可成功抑制由于反射光方位角的偏差而造成的反射率下降。  
10

本发明的另一目的是提供一种反射式液晶显示器的制造方法，该反射式液晶显示器包括：第一基板；第二基板，其设置成面向所述第一基板，所述第二基板在其上设有具有反射性的突起和凹陷；液晶层，其具有负介电各向异性，并设置在所述第一基板和第二基板之间；以及光聚合(optical polymerized)的聚合物结构，其设置在所述第一基板和第二基板之间；所述制造方法包括以下步骤：  
15

通过使光垂直照射到所述第二基板，以及利用所述突起和凹陷使所述光在所述第二基板的面内方向中反射，使构成所述聚合物结构的化合物发生光聚合；

所述发生光聚合的步骤是通过优化所述突起和凹陷的形状，向由所述突起和凹陷反射的光提供面内指向性而进行的，使得在与所述面内指向性对应的方向上进行所述光聚合。  
25

根据本发明，在施加控制电压时，通过使用在液晶层内形成的光聚合的聚合物结构，可使液晶分子的排列稳定。在这种光聚合的聚合物结构中，在把电压施加给在液晶层内分散的光聚合的聚合物的状态下，通

过进行光照射，可在任意方向上形成聚合物链。因此，由于在聚合物链和液晶分子之间的亲合力，因而在施加电压时，可使液晶分子的排列稳定。

在本发明中，应注意的是，突起和凹陷被设计成把倾斜入射光反射到观察者。当光在这种基板内被垂直引导时，光在基板的面内方向上由突起和凹陷反射。因此，通过使用被垂直引导到基板表面的光生成光聚合的聚合物，可形成与反射的指向性对应的聚合物链。由于液晶分子沿着如此形成的光聚合的聚合物被排列，因而可使液晶分子的排列稳定。

本发明的另一目的是提供一种反射式液晶显示器，该反射式液晶显  
10 示器包括：

第一基板；

第二基板，其设置成面向所述第一基板；

液晶层，其具有负介电各向异性，并设置在所述第一基板和第二基板之间；以及

15 垂直排列膜，其形成在所述第一基板的表面以及所述第二基板的表面上；

其中，所述排列膜包含相对于总双胺组分比例为25%或以上的垂直排列组分。

根据本发明，即便在反射式液晶显示器的基板是在其上具有反射式突起和凹陷的基板，然而通过把垂直排列膜中的垂直排列组分的比例相对于整个双胺组分设定为25%或以上，也可获得足够的对比度系数。

本发明的另一目的是提供一种反射式液晶显示器，该反射式液晶显  
25 示器包括：

第一基板；

第二基板，其设置成面向所述第一基板，所述第二基板在其上设有具有反射性的突起和凹陷；

液晶层，其具有负介电各向异性，并设置在所述第一基板和第二基板之间；以及

偏光器，其设置在所述第一基板的外侧，以使该偏光器的吸收轴与一方向，即：所述突起和凹陷产生的反射强度为最大的方向，大体平行延伸。

根据本发明，通过把偏光器吸收轴的方向设定为与一方向，即：来自突起和凹陷的反射光的反射强度为最大的方向，大体一致，可提高液晶显示器的对比度系数。本发明利用以下现象，即：偏光器的光吸收效率在光吸收轴的方向上比其它方向高，诸如碘和二向色染料那样的偏振组分在该方向上排列。本发明通过把偏光器的光吸收效率为最大的方向排列成与来自凹陷和突起的反射最强的方向一致，可在黑色显示模式时进一步抑制亮度。

当然，这种对偏光器吸收轴进行的设定在白色显示模式中也导致亮度减少。另一方面，对于上面设有反射性突起和凹陷的反射式液晶显示器，由于来自各方向的光在与基板垂直的方向上被反射，因而可将白色显示模式中亮度的实际下降抑制到最小。因此，本发明可实现对比度系数的提高，而不会有损于反射式液晶显示器的亮度。

本发明的另一目的是提供一种反射式液晶显示器，该反射式液晶显示器包括：

第一基板；

第二基板，其设置成面向所述第一基板，所述第二基板设有具有反射性的突起和凹陷；

液晶层，其具有正介电各向异性或负介电各向异性，并设置在所述第一基板和第二基板之间；

偏光器，其设置在所述第一基板的外侧；以及

光相位补偿膜，其设置在所述第一基板和所述偏光器之间，所述光相位补偿膜在与所述第一基板的平面垂直的方向上具有负介电各向异性；

所述光相位补偿膜的延迟为 $df \{ (nx+ny)/2 - nz \}$ ，以满足下列关系式：

$$0.4 \leq [df \{ (nx+ny)/2 - nz \}] / (d1c\Delta n) \leq 0.7,$$

式中， $n_x$ 、 $n_y$ 和 $n_z$ 分别表示所述光相位补偿膜在x方向、y方向和z方向上的折射率， $d_{lc}$ 表示所述液晶层的厚度， $\Delta n$ 表示在液晶层中的异常射线和正常射线之间的折射率差。

根据本发明，在一种具有基板的反射式液晶显示器中，该基板在其上设有反射式突起和凹陷，可以针对以下情况，即：对所述突起和凹陷进行优化，以便在不产生界面反射的范围内获取尽可能多的环境光这种情况，大体完全补偿在黑色显示模式时形成的漏光。

本发明的另一目的是提供一种反射-透射式液晶显示器，该反射-透射式液晶显示器包括：

第一基板；

第二基板，其设置成面向所述第一基板；

透明电极，其设置在所述第一基板的面向所述第二基板的表面上；

反射电极，其设置在所述第二基板的面向所述第一基板的表面上，该反射电极具有开口；

散射层，其设置在所述第一基板和第二基板之间，所述散射层在其内包括液晶层，并在散射状态和非散射状态之间改变其光学状态；以及

一对偏光器，其设置在液晶板的外侧，该液晶板由所述第一基板、所述第二基板以及所述散射层形成；

至少一个所述偏光器由圆偏光器形成。

根据本发明，在白色显示模式和黑色显示模式之间的光切换是通过在散射状态和非散射状态之间的分散有聚合物的液晶的状态转移来实现的。因此，与常规反射-透射式液晶显示器相反，无需设置厚平面化膜，该厚平面化膜具有用作光学窗的开口，用于确保在透射区域内进行光切换所需的液晶层的厚度。并且，无需在平面化表面上形成散射结构。并且，无需形成与光学窗开口对应的透明电极。在本发明中，设置具有诸如缝隙那样的光通路的反射电极就足够了。因此，根据本发明，可大大简化反射-透射式液晶显示器的构成。

通过阅读以下详细说明并结合附图，将了解本发明的其他目的和更多特点。

## 附图说明

图1是示出根据本发明第一实施例的VA模式反射式液晶显示器的像素区域的构成的图；

5 图2是示出图1的VA模式反射式液晶显示器的横断面结构的图；

图3是示出在图1的VA模式反射式液晶显示器中形成的晶畴(domain)结构的图；

图4是示出VA模式反射式液晶显示器的比较实验的构成的图；

图5是示出图1的反射式液晶显示器中的黑色显示模式一例的图；

10 图6是示出图1的反射式液晶显示器的修改的图；

图7是示出根据本发明第二实施例的反射式液晶显示器的构成的横断面图；

图8是示出在图7的反射式液晶显示器中形成的反射光的指向性的图；

15 图9是示出在图1的反射式液晶显示器中形成的反射光的指向性的图；

图10是示出根据本发明第三实施例的反射式液晶显示器的横断面结构的图；

20 图11是示出根据本发明第四实施例的反射式液晶显示器的横断面结构的图；

图12是示出在图11的反射式液晶显示器中的入射光的反射的图；

图13A和图13B是分别示出在图12的反射式液晶显示器中使用的相位补偿膜和液晶层的折射率椭圆体的例子的图；

25 图14A和图14B是分别示出图13A和图13B的折射率椭圆体的横断面的图；

图15是示出在黑色显示模式中的本发明的反射式液晶显示器的反射率与方位的依赖关系以及比较实验的图；

图16是示出本发明的反射式液晶显示器的对比度系数与方位的依赖关系以及比较实验的图；

图17是示出常规反射-透射式液晶显示器的构成的图；

图18是示出根据本发明第五实施例的反射-透射式液晶显示器的第一构成的图；

图19A和图19B是示出图18的反射-透射式液晶显示器的工作原理的  
5 图；

图20是示出根据本发明第五实施例的反射-透射式液晶显示器的第二构成的图；

图21A和图21B是示出图20的反射-透射式液晶显示器的工作原理的  
图；

10 图22是示出在本发明第五实施例中使用的驱动方法一例的图；

图23是示出在本发明第五实施例中使用的驱动方法另一例的图；

图24是示出在本发明第五实施例中使用的驱动方法又一例的图；

图25A和图25B是示出在本实施例中使用的TFT基板一例的图；

图26是示出本实施例的反射-透射式液晶显示器的操作特性的图；

15 图27是示出在本实施例的反射-透射式液晶显示器中使用的滤色片  
的构成的图；

图28是示出在本发明的反射-透射式液晶显示器中使用的滤色片的  
另一构成的图；以及

图29是示出在本发明的反射-透射式液晶显示器中使用的滤色片的  
20 又一构成的图。

### 优选实施例的详细说明

#### [第一实施例]

图1和图2针对与一个像素对应的部分分别示出了根据本发明第一实  
25 施例的反射式液晶显示器10的平面视图和横断面视图。

参照图1和图2，反射式液晶显示器10基本上包括：下玻璃基板11；  
上玻璃基板14，其面向下玻璃基板11；以及液晶层13，其具有负介电各  
向异性，并设置在基板11和14之间，并且下玻璃基板11在其上设有TFT(薄  
膜晶体管)11A以及与TFT 11A合作的选通电极11B和数据电极11C。对于玻

璃基板11，可利用在透射式液晶显示板内使用的常规TFT基板。在这种情况下，在与TFT 11A电气连接的状态下，在玻璃基板11上设有诸如ITO那样的透明导体的像素电极11D。

TFT 11A、选通电极11B以及数据电极11C都由诸如树脂那样的绝缘膜5 11E覆盖，并且在该绝缘膜11E上设有抗蚀层的突起和凹陷图形12，其中，突起和凹陷图形12在绝缘膜11E上形成突起和凹陷。

突起和凹陷图形12上覆盖有反射电极12A，其中，反射电极12A通过在绝缘膜11E内形成的接触孔11F，在像素区域的中心部位与像素电极11D电气连接。

10 反射电极12A形成与突起和凹陷图形12对应的突起和凹陷，除了其与接触孔11F对应的部位之外，因此，在像素区域内，在与接触孔11F对应的中心部位形成平坦区域。

另一方面，在对置基板14上，在面向基板11的一侧均匀和连续形成对置电极14A，并且在对置电极14A上，在与接触孔11F对应的部位采用介15 电常数比液晶层13的介电常数小的树脂或介电材料来形成一个排列控制结构12B，用于控制液晶层13内的液晶分子13A的排列方向。

并且，在基板11上形成垂直排列膜12C，以覆盖突起和凹陷图形12以及反射电极12A，并且在基板14上设有另一垂直排列膜12D，以覆盖对置电极14A和排列控制结构12B。

20 应注意的是，排列膜12C和12D用于在像素的非激活状态，即：未向液晶层13施加驱动电场的状态下，在图2中由虚线所示的与基板11或14大体垂直的方向上，使液晶层13中的液晶分子13A排列。另一方面，由于在图1和图2的液晶显示器10中的像素的中心部位形成排列控制结构12B，因而液晶分子朝排列控制结构12B倾斜，结果，在图3所示的像素区域内形成晶畴A-D，其中，液晶分子在由箭头所示的方向上倾斜。

并且，在基板14的外侧形成TAC(三乙酸纤维素)膜15，其在厚度方向上的延迟约100nm，并且在该TAC膜15上顺次层叠有延迟约可见波长1/4的相位补偿膜16以及偏光器17。

在图1和图2的反射式液晶显示器10中，倾斜入射到偏光器17的环境光由偏光器17转换为线性偏振光，并在由1/4波长膜16转换为圆偏振光之后入射到液晶层13。

在液晶显示器10的非激活状态，即：未向反射电极12A和对置电极14A的两端施加电压的状态下，应注意的是，如图2所示，液晶分子13A被排列成在液晶层13中与基板11或14大体垂直，并且，入射到液晶层13的圆偏振光由反射电极12A反射。因此，反射光反向顺次途经液晶层13、TAC膜15以及1/4波长膜16，并被转换为线性偏振光，该线性偏振光的偏振面相对于初始偏振面旋转90度。因此，线性偏振光由偏光器17切断。

另一方面，在向反射电极12A和对置电极14A的两端施加驱动电压的情况下，液晶层13中的液晶分子13A被排列成与液晶层13大体平行或倾斜，并且通过1/4波长膜16和TAC膜15入射到液晶层13的圆偏振光由于液晶层13的延迟而转换为线性偏振光。然后，如此形成的线性偏振光由反射电极12A反射，并在相反方向顺次途经1/4波长膜16和TAC膜15。因此，所反射的线性偏振光被转换为一种线性偏振光，该线性偏振光的偏振面与在偏光器17处从入射光转换的线性偏振光的偏振面相同，并且如此获得的线性偏振光通过偏光器17出射。

在这种构成的反射式液晶显示器10中，应注意的是，由于在反射电极12A中形成接触孔11F，使得在与接触孔11F对应的部位未形成突起和凹陷图形12，因此，倾斜入射到基板14的环境光未反射回到形成接触孔的反射电极12A一部分中的观察者。为此，在具有图1和图2的构成的反射式液晶显示器10中，不可避免地会在像素的中心部位发生反射率下降的问题。

并且，即使排列控制结构12B采用透明树脂形成，用于把光损耗降至最少，然而也不能避免由排列控制结构12B所造成的光损耗。

因此，在诸如图4所示那样的结构，即：排列控制结构12B形成在像素区域的中心部位，并且接触孔11F形成在TFT 11C附近，而TFT 11C设置在像素区域的周边部位这种结构中，不可避免的是，当在与基板14垂直

的方向上观察时，在像素区域内形成反射率低的多个区域。在这种结构中，图像显示的亮度严重恶化。

另一方面，对于图1和图2的液晶显示器10，当在与基板14垂直的方向上观察时，排列控制结构12B与接触孔11F重合，并且反射率下降被抑制到最少。  
5

并且，从图2的横断面视图中可以看出，在与突起式排列控制结构12B对应的接触孔11F的区域内形成凹陷，因此，该凹陷具有分别与排列控制结构12B的横向尺寸和宽度对应的横向尺寸和宽度。结果，在这种形成有突起式排列控制结构12B的区域中也可保持大体相同的单元厚度（cell  
10 thickness）。

以下，将对图1和图2的反射式液晶显示器10的制造工艺进行说明。

在本实施例中，为透射式液晶显示器生产的基板用作TFT基板11，因此，TFT基板11在其上设有：TFT 11A，选通电极11B，数据电极11C，以及透明像素电极11D。然后，通过采用旋转涂敷法涂敷厚度约 $1.2\mu\text{m}$ 的正抗蚀膜，以使该正抗蚀膜覆盖TFT 11A、选通电极11B、数据电极11C以及  
15 透明像素电极11D，从而使TFT基板11形成抗蚀层。

如此形成的抗蚀层具有平坦表面，在进行 $90^\circ\text{C}$ 、30分钟的预烘干处理之后，除了像素区域的中心部位以外（在该中心部位将形成接触孔），进行紫外线照射处理，用于通过使用掩模形成突起和凹陷图形12。

通过对如此曝光的抗蚀层进行显影，并继之进行 $200^\circ\text{C}$ 、60分钟的最终烘干处理，形成突起和凹陷图形12。  
20

然后，通过进行蒸发淀积处理，使如此形成的突起和凹陷图形12被涂敷铝(A1)膜，并且通过采用光刻法对如此形成的A1膜进行构图，形成像素区域的反射电极12A。

以下，将对排列控制结构12B的形成进行说明。  
25

首先，采用旋转涂敷法把介电常数为3.2、厚度约 $1.2\mu\text{m}$ 的正光敏透明树脂层涂敷到基板14上，以覆盖电极14A。

然后，对如此形成的树脂层进行 $90^\circ\text{C}$ 、30分钟的预烘干处理，随后进行使用掩模的紫外线曝光处理。并且，通过顺次进行显影处理、后曝

光处理、130°C、2分钟的第一烘干处理、以及220°C、6分钟的最终烘干处理，在像素区域的中心部位形成上述排列控制结构12B。

并且，把各包含侧链双胺（side chain diamine）的垂直排列膜12C和12D分别涂覆在TFT基板11和对置基板13的表面上，以使垂直排列膜12C  
5 覆盖突起和凹陷图形12以及反射电极12A，并使垂直排列膜12D覆盖电极14A和排列控制结构12B。

然后，使如此制备的基板11和14通过介于这两者之间的直径为3μm的垫片（spacer）相互堆叠，并把一种液晶，即：具有负介电各向异性（ $\Delta\epsilon=-3.5$ ）并且在异常射线和正常射线之间的折射率差 $\Delta n$ 为0.067的液晶  
10 注入在基板11和14之间形成的间隙内。因此，可形成垂直排列模式的液晶板。

并且，通过在基板14的外表面顺次堆叠TAC膜15、1/4波长膜16以及偏光器17，可使反射式液晶显示器10的制造工艺完成。

图5是针对一种情况，即：把垂直排列膜12C和12D中的垂直排列组分  
15 （侧链双胺）的比例相对于整个胺组分设定为5%、10%和25%这种情况，示出本实施例的液晶显示器10中的黑色显示模式的状态的图。

参照图5，可以看出，在把垂直排列膜中的垂直排列组分的比例设定为5%或10%的情况下，产生大范围漏光，并且伴随着这种漏光，产生对比度系数下降的问题。

20 另一方面，在排列膜12C和12D中的垂直排列组分的比例为25%的情况下，可以看出，漏光很少。因此，从图5的结果可以断定，垂直排列膜12C和12D中的垂直排列组分的比例应优选地被设定为25%或以上。

一般，每当液晶分子倾斜时，不管倾斜角有多小，都会产生漏光。  
然而，可以认为，当液晶分子的倾斜角超过某一阈值时，将出现人对这  
25 种漏光情况的识别。

对于在表面上未形成突起或凹陷的透射式液晶显示器，当分子定向膜中的垂直排列组分的比例为5%时，可获得足够的对比度系数。另一方面，图5的结果表明，如果排列膜中的垂直排列组分的比例未被设定为25%或以上，则不能在反射式液晶显示器中获得足够的对比度系数。

与根据第一比较实验和第二比较实验(第一比较例和第二比较例)的反射式液晶显示器的结果相比,下表1对在与液晶板垂直的方向上观察的反射式液晶显示器10中针对白色显示模式获得的反射率(亮度)和对比度系数作了说明,其中,表1的测量是通过使用积分式球面光源进行的。另  
5 一方面,在第一比较实验中,反射式液晶显示器在对置电极14A中使用倾斜缝隙来取代排列控制结构12B,而在第二比较实验中,反射式液晶显示器在基板14上使用与排列控制结构12B类似的排列控制结构,但高度为2.0μm。

表1

	VA组分%	亮度%	对比度
第一实施例	5	13	2.6
	10	13	11.0
	25	13	23.0
	50	13	23.3
第一比较例	50	10	17.7
第二比较例	50	12	21.2

10 参照表1,可以看出,尽管在本实施例中,垂直排列组分(侧链双胺)相对于总双胺组分的比例在5~50%的范围内变化,然而本实施例的反射式液晶显示器10获得的亮度高于第一比较实验和第二比较实验中任何一者的液晶显示器。并且,可以看出,通过把垂直排列组分的比例设定为25%或以上,可获得23.0或以上的对比度系数。

15 考虑到以下事实,即:TN模式反射式液晶显示器可最大提供仅约13%的亮度和18的对比度系数这一事实,将理解的是,与这种TN模式反射式液晶显示器相比,本实施例的反射式液晶显示器10可提供的性能要优越得多。

20 在表1中,要注意的是,与本实施例的反射式液晶显示器10比起来,在第一比较实验的反射式液晶显示器情况下,白色显示模式的亮度减少约30%。可以认为,该结果是由以下效果产生的,即:在形成于对置电极内的缝隙附近的液晶分子不会产生切换。

在第二比较实验中，还要注意的是，所获得的亮度比本实施例所获得的亮度小约8%。可以认为，这是由于在位于排列结构上的部位内的液晶层的延迟减少所致。应注意的是，在第二比较实验中的排列结构的高度大于在本实施例中使用的排列结构。

5 在本实施例的反射式液晶显示器10中，还可形成排列控制结构12B，在这种情况下，该排列控制结构12B可使用介电常数比液晶层13的介电常数大的材料，使得如图6所示，使该排列控制结构12B可填充在与导电插头11F对应的TFT基板11一侧形成的凹陷。根据这种构成，还可实现液晶分子朝像素区域中心倾斜的分子排列。

10 [第二实施例]

以下，将对根据本发明第二实施例的反射式液晶显示器20进行说明。

图7示出了反射式液晶显示器20的构成，其中，与上述部分对应的那些部分由相同参考编号来表示，因而将省略对其说明。

参照图7，反射式液晶显示器20的构成与以上说明的反射式液晶显示器10的构成多少有些类似，只不过从基板11或14上消除了排列控制结构12B。

在本实施例的液晶显示器20中形成有在液晶层13内具有定向的聚合物链13B，其中，该聚合物链13B用于使液晶分子13A朝像素区域的中心部位倾斜。在图7中，应注意的是，参考编号13B仅示意性表示聚合物链，20 而不用于表示聚合物链的实际结构，也不用于表示各个聚合物链。

更详细地说，如图8所示，在本实施例中的TFT基板11上形成有采用伸长图形形式的突起和凹陷图形12，以使各突起图形在基板的纵向或横向延伸。并且，通过使用包含比例为25%的垂直排列组分的垂直排列膜，形成排列膜12C和12D。

25 参照图8，在突起和凹陷图形12中的突起和凹陷都形成在图3中示意性所示的各晶畴区域A-D内，其中，各突起或凹陷均沿区域A-D的外周边沿在纵向或横向延伸。

并且，使基板11和基板12通过直径为3μm的垫片相互堆叠，并且在紫外线照射时把一种与用于形成聚合物链的树脂混合的液晶注入在基板11

和14之间形成的间隙内。该液晶可包含重量比例为0.3%的树脂。使用该液晶，可形成液晶层13。在本实施例中，使用一种树脂，在以2000mJ/cm<sup>2</sup>的强度进行紫外线照射(I-line)时，该树脂产生光致聚合作用。

在如此形成的反射式液晶显示器中，将注意的是，如图8所示，通过5 在TFT基板11上形成横向或纵向伸长的突起和凹陷，可使由突起和凹陷图形12中的突起和凹陷形成的反射光的强度在基板的纵向和横向上增加。另一方面，在图1的突起和凹陷图形12中，如图9所示，在反射光中不会出现这种指向性。

因此，在本实施例中，向如此获得的液晶显示器施加4V驱动电压，10 并且在这种状态下，向基板14施加紫外线照射，以使由突起和凹陷图形12反射的反射光的强度在液晶层13中，在纵向和横向上为2000mJ/cm<sup>2</sup>或以上。由于从紫外线照射形成的纵向和横向上的反射光的作用，因而可在液晶层13内形成聚合物链13B，该聚合物链13B在基板的纵向和横向上延伸，并且，由于垂直排列膜12C和12D以及如此形成的聚合物链13B的作用，因而可对液晶层13中的液晶分子13A如图2所示进行排列。15

与在先前实施例的反射式液晶显示器10的情况一样，在如此形成的反射式液晶显示器上进行的亮度和对比度系数的测量表现出类似的结果。

根据本实施例，通过对反射紫外线照射的突起和凹陷图形12的形状20 进行控制，并通过把可光聚合的化合物包含在液晶层13内，可在光强度为最大的任意方向上使可光聚合的化合物聚合。

### [第三实施例]

图10示出了根据本发明第三实施例的反射式液晶显示器30的构成，其中，与上述部分对应的那些部分由相同参考编号来表示，因而将省略25 对其说明。

参照图10，液晶显示器具有一种把第一实施例和第二实施例的特点进行混合的构成，其中，如图8所示，玻璃基板14在其上设有排列控制结构12B，并且在突起和凹陷图形12内的突起具有伸长形式，该突起在基板的纵向或横向上延伸。并且，液晶层13在其内包括光聚合链13B。

在图10的液晶显示器30中，应注意的是，偏光器17的吸收轴被设定在基板的纵向上，并且1/4波长膜16的延迟轴的方向被设定成与偏光器17的吸收轴形成45度角。

下表2把针对在白色显示模式中如此获得的反射式液晶显示器30获得的亮度和对比度系数与针对一种类似的反射式液晶显示器(第三比较实施例：第三比较例)获得的亮度和对比度系数作了比较，在后者中，偏光器17的吸收轴的方向与基板的纵向之间有45度偏离。

表2

	VA组分%	亮度%	对比度
第三实施例	25	13	24.8
第三比较例	25	13	23.0

参照表2，将注意的是，在本实施例和比较实验之间，在亮度方面没有实质性变化，同时还将注意的是，在本实施例的液晶显示器中，对比度系数提高。

可以认为，这种提高是由于黑色显示模式的改善而实现的，而黑色显示模式的改善则是由于在一向：即：突起和凹陷图形12的反射强度为最大的方向上设定偏光器17的吸收轴而实现的。

#### 15 [第四实施例]

图11示出了根据本发明第四实施例的反射式液晶显示器40的构成，而图12示出了在图11的反射式液晶显示器40中的射线传播。在图12中，应注意的是，只有与光线的光路长度相关的那些部分才予以表示，并省略对其他部分的表示。

20 参照图11，本实施例的液晶显示器40一般包括：下玻璃基板41；上玻璃基板44，其面向下玻璃基板41；以及液晶层43，其具有负介电各向异性，并设置在上玻璃基板44和下玻璃基板41之间，其中，下玻璃基板44在其上设有元件：例如TFT(未示出)，与TFT合作的选通电极41C，以及数据电极(未示出)。为透射式液晶显示器设计的标准TFT基板可用作玻璃基板44。在这种情况下，在与TFT电气连接的状态下，在玻璃基板41上形成有如ITO那样的透明导体的像素电极41D。

应注意的是，TFT、选通电极41C以及数据电极都由诸如树脂那样的绝缘膜覆盖，通过对抗蚀膜进行构图和处理，可在绝缘膜41E上形成突起和凹陷图形42。

突起和凹陷图形42由铝(A1)等反射电极42A覆盖，并且该反射电极通过在绝缘膜41E内形成的接触孔41F，优选地在像素区域的中心部位与像素电极41D连接。

在上玻璃基板44上，在面向基板41的基板44的表面均匀和连续地形成有对置电极44A。

并且，在基板41上形成垂直排列膜42C，以便覆盖突起和凹陷图形42以及反射电极42A，并且在基板44上形成有另一垂直排列膜42D，以便覆盖对置电极44A。

在非激活状态，即：未向液晶层43施加驱动电场的状态下，排列膜42C和42D用于在与基板41或44大体垂直的方向上使液晶分子排列，而如图12所示，由于存在突起和凹陷图形42，因而与突起和凹陷图形42接触的液晶分子产生倾斜。

并且，在基板44的外侧形成优选地由TAC膜形成的相位补偿膜45，并且，1/4波长膜46和偏光器47顺次进一步层叠在相位补偿膜45上。

在本实施例的反射式液晶显示器40中，应注意的是，构成液晶层43的液晶分子43A不限于具有负介电各向异性的液晶分子，而也可以是具有正介电各向异性的液晶分子。甚至在这种情况下，由于以下事实，即：在液晶显示器的非激活状态下，液晶分子43A在与基板41或44的平面大体垂直的方向上排列这一事实，液晶显示器40也是反射式液晶显示器。

在上述实施例中说明的VA模式反射式液晶显示器10~30中，应注意的是，鉴于环境光倾斜照射到液晶层13这一事实，以及鉴于液晶分子13A由突起和凹陷图形42倾斜这一事实，在液晶显示器的非激活状态下，液晶层13也显示出延迟。因此，只有在上述VA模式液晶显示器的非激活状态下，液晶层13的延迟由相位补偿膜等予以补偿之后，才可在上述VA模式液晶显示器的非激活状态下，获得期望的理想黑色显示。

对于VA模式透射式液晶显示器，在第1462978号英国专利中，或者在第10-153802号日本待审专利公开中已提出了一种技术，用于使用相位补偿膜来补偿垂直排列液晶层的延迟。

在这些提议中，把给定为 $df \cdot \{(nx + ny)/2 - nz\}$ 的相位补偿膜的5 延迟设定成与定义为 $d1c \cdot \Delta n$ 的液晶层的延迟大体相等，其中，df表示相位补偿膜的厚度，nx、ny和nz分别表示在x方向、y方向和z方向上的相位延迟膜的折射率，d1c表示液晶层的厚度， $\Delta n$ 表示在液晶层中的异常射线和正常射线之间的折射率差。

在VA模式透射式液晶显示器的这种技术中，相位补偿膜仅用于在黑色显示模式中阻挡倾斜入射光，并用于改善视角，而在应用于VA模式反射式液晶显示器时，却不能获得黑色显示模式的期望补偿。10

应注意的是，在反射表面上具有突起和凹陷的VA模式反射式液晶显示器被设计成用于获取尽可能多的环境光，并用于把所获取的环境光反射到观察者。

15 参照图12，以入射角θ1倾斜入射的环境光以折射角θ2折射，该折射角θ2由空气和相位补偿膜之间的折射率比来确定，并且该环境光以入射角θ3照射到液晶层43内。

在液晶层43和基板44之间的界面处，液晶分子43A的排列状态由图12中未示出的垂直排列膜42D在与基板44的平面大体垂直的方向上进行控制。为此，入射光在液晶层43和基板44之间的界面附近，以角θ3照射到20 液晶分子43A。在此，应注意的是，液晶层的折射率约1.5，并约等于相位补偿膜45的折射率。为此，可认为入射角θ3近似等于入射角θ2。

另一方面，在这种VA模式反射式液晶显示器中，正如参照上述实施例所述，有必要在与基板44垂直的方向上发射倾斜入射的环境光，并且25 为此目的，在TFT基板41上形成突起和凹陷图形42。

在图12中，这种突起和凹陷图形42近似于具有等腰三角形的横断面的锥形。因此，在突起和凹陷图形42上，由于垂直排列膜42C具有覆盖突起和凹陷图形42的功能，液晶分子43A被排列成与三角形的斜边垂直，其中该三角形的斜边与基板41的平面形成角ξ。

因此，在液晶层43中，液晶分子43A使倾斜角在液晶层43的厚度方向上递增，从在液晶层43和基板44之间界面处的0值递增到在液晶层43和突起和凹陷图形42之间界面处的 $\xi$ 值。因此，在液晶层43和基板41之间的界面附近，照射到液晶分子43A的光的入射角由于突起和凹陷图形42在液晶分子43A内产生的倾斜而从上述角 $\theta_3$ 减少角 $\xi$ 。

因此，从相位补偿膜45进入液晶层43的入射光以入射角 $\xi$ 照射到突起和凹陷图形42，并也以反射角 $\xi$ 反射。结果，反射光再次以入射角 $\xi$ 照射到在突起和凹陷图形42上垂直排列的液晶分子43A。

在液晶层43和基板41之间的界面处，液晶分子的排列方向被控制成与基板41的平面垂直。因此，液晶分子43A在液晶层43的厚度方向上逐步从基板41到基板44改变排列方向。与此相关联，入射到液晶分子43A的反射光的入射角逐渐递减，并在到基板44的界面处变为零。

在图12的光学系统中，在光路的前半部分（被定义为到达突起和凹陷图形42的入射光的光路）中的相位补偿膜45内的光路长度给定为 $dv/\cos\theta_2$ ，其中，鉴于关系式 $\theta_2 \approx \theta_3$  ( $dv/\cos\theta_2 \approx dv/\cos 2\xi$ )，该光路长度近似等于 $dv/\cos 2\xi$ 。并且，液晶层13中的入射光的光路长度给定为 $d_{lc}/\cos 2\xi$ 。另一方面，由突起和凹陷图形42垂直反射到基板41的主平面的反射光的光路长度在液晶层中给定为 $d_{lc}$ ，并在相位补偿膜45中给定为 $dv$ 。

因此，对于环境光倾斜进入的VA模式反射式液晶显示器40，将注意的是，由于在入射光路和出射光路之间的不同光路长度，即便在液晶显示器的非激活状态下，也会产生延迟，并且延迟大小取决于突起和凹陷图形42的入射角 $\theta_1$ 和角 $\xi$ 。

在一例，即：液晶层43的厚度 $d_{lc}$ 为 $3\mu\text{m}$ ，折射率差 $\Delta n$ 为0.067，并且突起和凹陷图形42提供的平均倾斜角 $\langle\xi\rangle$ 为13度的一例中，如下表3的实例A所示，在非激活状态，即：未向液晶显示器施加驱动电压的状态下，液晶层43的延迟被计算为 $33\text{nm}$ ，但条件是，入射光的入射角 $\theta_1$ 被设定为25度。

表3

反射器	$\langle\xi\rangle$	液晶层的延迟	相位差①	补偿
A	13.06	33.25	15.26	45.9%
B	8.98	15.98	9.05	56.6%
C	7.67	13.01	7.92	60.9%
D	7.48	11.87	7.53	63.4%

表3(续)

反射器	相位差②	补偿
A	29.65	89.2%
B	16.15	101.1%
C	13.71	105.4%
D	12.85	108.3%

表3(续)

反射器	相位差③	补偿
A	36.32	109.2%
B	19.04	119.1%
C	15.94	122.5%
D	14.82	124.9%

表3(续)

反射器	相位差④	补偿
A	51.34	154.4%
B	25.96	162.5%
C	21.42	164.6%
D	19.76	166.5%

在表3中，应注意的是，除了实例A以外，还列举了实例B、实例C和  
5 实例D，其中，实例B表示平均倾斜角 $\langle\xi\rangle$ 被设定为9度的实例，实例C表示  
平均倾斜角 $\langle\xi\rangle$ 被设定为7.7度的实例，实例D表示平均倾斜角 $\langle\xi\rangle$ 被设定  
为7.5度的实例。

为了补偿液晶层43中倾斜产生的这种延迟，可使用一种在与基板垂  
直的方向上具有负介电各向异性的膜。

因此，表1还示出了在倾斜方向上的延迟值以及这些实例的补偿效率，在这些实例中，相位补偿膜45的折射率差 $\{(n_x + n_y)/2 - n_z\}$ 为：0.0006(相位差①)，0.0013(相位差②)，0.0017(相位差③)，以及0.0024(相位差④)。

5 以下，将对通过使用这种具有负介电各向异性的相位补偿膜45获得的倾斜延迟补偿进行说明。

图13A示出了在基板垂直方向上具有负介电各向异性的相位补偿膜45的折射率椭圆体，而图13B示出了具有正介电各向异性的液晶层43的折射率椭圆体。并且，图14A示出了在Y-Z平面内所取的图13A的折射率椭圆体的横断面，而图14B示出了在Y-Z平面内所取的图13B的折射率椭圆体的横断面。在以下论述中，假定在相位补偿膜45和液晶层43的任何一个中均无面内各向异性( $n_x = n_y$ )。

10 参照图13A和13B并参照图14A和14B，将注意的是，以入射角 $\theta$ 入射到X-Y平面的光的正常射线和异常射线的折射率在相位补偿膜45情况中，与椭圆的长轴和短轴对应，并在液晶层43情况下，与椭圆的短轴和主轴对应，该椭圆是在由一平面取断面的折射率椭圆体的横断面上形成的。

15 参照图14A和图14B，对于一种情况，即：入射光与基板的法线方向(Z方向)成角 $\theta$ 照射这种情况，根据下列方程式，获得分别在Y方向和Z方向上表示折射率的视在折射率 $n_y'$ 和 $n_z'$ 。

$$\frac{Y^2}{n_y^2} + \frac{Z^2}{n_z^2} = 1$$

$$\frac{n_y'^2 \cos^2 \theta}{n_y^2} + \frac{n_y'^2 \sin^2 \theta}{n_z^2} = 1$$

$$n_y'^2 = \frac{1}{\frac{\cos^2 \theta}{n_y^2} + \frac{\sin^2 \theta}{n_z^2}}$$

$$n_y'^2 = \frac{n_y n_z}{\sqrt{n_z^2 \cos^2 \theta + n_y^2 \sin^2 \theta}} = \frac{n_z}{\sqrt{\frac{n_z^2}{n_y^2} \cos^2 \theta + (1 - \cos^2 \theta)}} = \frac{n_z}{\sqrt{1 - \nu \cos^2 \theta}}$$

式中：

$$\nu = \frac{n_y^2 - n_z^2}{n_y^2}$$

$$\frac{Y^2}{n_y^2} + \frac{Z^2}{n_z^2} = 1$$

$$\frac{n_z^2 \sin^2 \theta}{n_y^2} + \frac{n_z^2 \cos^2 \theta}{n_z^2} = 1$$

$$n_z^2 \frac{1}{\frac{\sin^2 \theta}{n_y^2} + \frac{\cos^2 \theta}{n_z^2}}$$

$$n_z^2 = \frac{n_y n_z}{\sqrt{n_z^2 \sin^2 \theta + n_y^2 \cos^2 \theta}} = \frac{n_z}{\sqrt{\frac{n_z^2}{n_y^2} (1 - \cos^2 \theta) + \cos^2 \theta}} = \frac{n_z}{\sqrt{\frac{n_z^2}{n_y^2} + v \cos^2 \theta}}$$

5

上表3中表示的液晶层和相位补偿膜的延迟值以及补偿效率值都是根据视在折射率 $n_x'$ 、 $n_y'$ 和 $n_z'$ 以及入射角 $\theta$ 计算的，因此，包含入射光倾斜光路的效应。

再参照表3，可以看出，相位补偿膜①和④不能提供充分补偿，而相  
10 位补偿膜②和③能提供近100%补偿。

应注意的是，这种延迟补偿随着液晶层的延迟 $d_{lc} \cdot \Delta n$ 而变化，因此，当液晶层的延迟改变时，延迟补偿也须改变。

一般，延迟值由在与基板平行或垂直的方向上的值来表示。因此，优选的是，相位补偿膜的延迟也用与在基板平行或垂直的方向上的值来表示，而不用与基板的倾斜值来表示。  
15

因此，针对平均倾斜角 $\xi$ 为13度的反射器A的情况，上述获得的优选延迟值被表示为：

$$0.5 \leq [df \cdot \{(n_x + n_y)/2 - n_z\}] / (d_{lc} \cdot \Delta n) \leq 0.7$$

在该范围内，尽管会存在延迟补偿与最佳值偏离约10%这种情况，然  
20 而针对黑色显示模式也可获得显著效果。

另一方面，在使用平均倾斜角 $\xi$ 为7~9度的反射器B~D的情况下，液晶层43在非激活状态下的延迟在11~16nm范围内。在该情况下，相位补偿膜②提供最佳结果。在这种情况下，该相位补偿膜的优选延迟范围被确定为：

$$25 \quad 0.4 \leq [df \cdot \{(n_x + n_y)/2 - n_z\}] / (d_{lc} \cdot \Delta n) \leq 0.6$$

包括最佳值的容许裕量。

总结上述结果可以断定，反射式液晶显示器40的相位补偿膜45的优选延迟范围被确定在以下范围内，即：

$$0.4 \leq [df \cdot \{(nx + ny)/2 - nz\}] / (dlc \cdot \Delta n) \leq 0.7$$

5 当倾斜角 $\xi$ 减少到约7度以下时，用于获取环境光的入射角 $\theta_1$ 太小，并且难以获取环境光。

在图11的构成中，特别有利的是使用在相位补偿膜45的面内方向上具有约10nm延迟以及法线方向上具有约50nm延迟的TAC膜。使用该膜，可以低成本实现大体理想的黑色模式补偿。

10 应注意的是，偏光器47一般具有TAC防潮膜，但这种TAC膜设置在1/4波长膜46和偏光器47之间。因此，采用这种防潮膜获得的补偿效果无法与使用相位补偿膜45获得的补偿效果可比。这点将在以下说明。

15 在图11的液晶显示器40中，1/4波长膜45设置在相位补偿膜45和偏光器47之间，其中，这种1/4波长膜与液晶层43相比，显示出较少的波长分散。

因此，通过把这种波长分散较少的相位补偿膜设置在偏光器47和液晶层43之间，并且通过实现偏振面的90度旋转，可实现以波长分散少为特征的优良黑色模式显示，并因此可实现可见光的少量泄漏。

20 通过这样做，把1/4波长膜46（即第二相位补偿膜）设置在相位补偿膜45（即第一相位补偿膜）的外部是不优选的。应注意的是，相位补偿膜45的折射率椭圆体具有方位依赖性，并且这种把1/4波长膜46设置在相位补偿膜45和液晶层43之间的构成将产生一种情况，即：途经偏光器的线性偏振光得到补偿。在这种情况下，会存在一个问题是，使用特定方位角可获得令人满意的补偿，而使用其他方位角却不能获得这种令人满意的补偿。因此，总补偿效果下降。

如果1/4波长膜46形成在相位补偿膜45的外部，则相位补偿膜45对途经1/4波长膜46的圆偏振光的光相位进行补偿，并且方位依赖性的效果被消除。应注意的是，圆偏振光在所有方位方向上是等效的，因此，即使

在相位补偿膜45的折射率椭圆体上存在方位依赖性时，都能针对这种情况下所有方位方向实现光补偿。

同时，诸如TAC膜45那样的相位补偿膜具有面内延迟轴。因此，产生一个问题，当这种TAC膜45与1/4波长膜46层叠时，1/4波长膜46的延迟受到5影响。如果1/4波长膜46和相位补偿膜45在一种状态，例如，各个延迟轴相互重合这种状态下层叠，则这种层叠结构在面内方向上的延迟值为相位补偿膜45和1/4波长膜46的延迟值之和。如果它们设置成使各自延迟轴垂直相交，则延迟为相位补偿膜45和1/4波长膜46的延迟值之差。

因此，如果把1/2波长膜和1/4波长膜层叠形成的元件用于1/4波长膜10 46，用以把波长分散减至最少，则会出现一个问题，如果相位补偿膜45的面内延迟轴偏离1/4波长膜46的面内延迟轴，则相位补偿膜45被包括在层叠结构中。因此，会存在波长分散特性受到影响的可能性。

为了避免该问题，优选的是使形成相位补偿膜45的TAC膜的面内延迟轴与构成层叠式1/4波长膜46的1/2波长膜或1/4波长膜的面内延迟轴重15 合。在这种情况下，除了延迟增加或减少之外，不会产生其他影响。

特别是，通过采用一种关系设置相位补偿膜45和1/4波长膜46以使各自的面内延迟轴相互平行延伸并使面内延迟之和为可见波长的几乎1/4，可实现黑色显示的完全补偿。通过这样做，可抑制由1/4波长膜46的面内延迟所产生的1/4波长膜46的延迟偏差。

尤其是，如果1/4波长膜46是上述层叠结构中的元件，则使相位补偿膜45的面内延迟轴与1/4波长膜或1/2波长膜的任何一者的面内延迟轴对准就足够了。并且，进行延迟调整，以使1/4波长膜和相位补偿膜45的面20 内延迟之和等于1/4波长，或者以使1/2波长膜和相位补偿膜45的面内延迟之和等于1/2波长。在这种情况下，相位补偿膜45和层叠式1/4波长膜46的面内延迟之和并不总是与可见波长的1/4相等。然而，当对层叠式1/4波长膜46内的其中一个相位补偿膜的延迟进行调整，以使层叠式1/4波长膜46整体的面内延迟等于1/4的可见波长时，可获得类似效果。

以下，将对图11的反射式液晶显示器40的制造工艺进行说明。

在本实施例中，采用旋转涂敷法把厚度约 $1\mu\text{m}$ 的抗蚀膜涂敷到TFT基板41上，并进行 $90^\circ\text{C}$ 、30分钟的预烘干处理。之后，使如此形成的抗蚀膜暴露于紫外线照射，同时使用与突起和凹陷图形对应的掩模。通过在曝光后使抗蚀膜显影，并随后进行 $135^\circ\text{C}$ 、40分钟的烘干处理以及 $200^\circ\text{C}$ 、5分钟的最终烘干处理，可使用 $7.7$ 度的平均倾斜角 $\langle\xi\rangle$ 形成突起和凹陷图形42。应注意的是，通过改变烘干温度和烘干时间，可任意改变该倾斜角。

并且，采用蒸发淀积法，可使厚度为 $200\text{nm}$ 的铝(Al)膜42A淀积在如此形成的突起和凹陷图形42的表面上。

10 并且，把垂直排列分子定向膜42C和42D涂敷到如此处理的TFT基板41以及对置基板44上，并且通过直径均为 $3\mu\text{m}$ 的介入垫片把如此处理的基板41和44组装在一起，并获得空板。

15 然后，把一种液晶，即：具有负介电各向异性( $\Delta\epsilon=-3.5$ )并且在异常射线和正常射线之间的折射率差 $\Delta n$ 为0.067的液晶注入在上述基板41和42之间形成的间隙内。使用该液晶，可获得液晶板。

20 然后，把面内延迟为 $10\text{nm}$ 和法线方向延迟为 $47\text{nm}$ 的两个双轴TAC膜层叠在基板44上，作为相位补偿膜45，以使面内延迟轴具有 $85$ 度的方位角，并把面内延迟为 $135\text{nm}$ 的 $1/4$ 波长膜和面内延迟为 $250\text{nm}$ 的 $1/2$ 波长膜依次层叠，并把延迟轴的方位角分别设定为 $140$ 度和 $85$ 度。因此，形成层叠式 $1/4$ 波长膜46。并且，在 $1/4$ 波长膜46上形成偏光器47，以使吸收轴被定向在 $75$ 度的方位方向上。

25 在如此形成的VA模式反射式液晶显示器40中，通过使用层叠式 $1/4$ 波长膜作为 $1/4$ 波长膜46，可抑制波长分散。并且，通过把相位补偿膜45的面内延迟轴的方向设定成与构成层叠式 $1/4$ 波长膜46的 $1/2$ 波长膜的面内延迟轴重合，可使 $1/2$ 波长膜的面内延迟值减少相位补偿膜45的面内延迟量，并且 $1/4$ 波长膜46整体在绿色波长( $540\text{nm}$ )时显示出与 $1/2$ 波长对应的面内延迟值，其中在该绿色波长，人眼的灵敏度最大。

另一方面，相位补偿膜45是一种具有负介电各向异性的膜，用于在施加电场的状态下补偿液晶层的延迟，其中，相位补偿膜45的面内延迟

$df \cdot \{(nx + ny)/2 - nz\}$  针对液晶层43的面内延迟  $d_{lc} \cdot \Delta n$ , 满足以下关系式:

$$df \cdot \{(nx + ny)/2 - nz\} / (d_{lc} \cdot \Delta n) = 0.47$$

下表4示出了针对白色显示模式和黑色显示模式中的各方, 通过施加预定驱动电压而如此获得的反射式液晶显示器40的反射率的测量结果。

表4的测量是通过使用分光计进行的, 该分光计使用积分式球面光源(第四实施例)。应注意的是, 积分式球面光源是一种用于在所有角度和所有方位方向上发射光的扩散光源, 并可提供接近于诸如室内照明或日光那样的环境光的照明。

10 表4

	定向	反射率		对比度
		黑色	白色	
第四实施例	VA	0.53	12.64	24.1
第四比较例	VA	0.68	12.66	18.6
第五比较例	VA	0.66	12.55	18.9
第六比较例	VA	0.71	12.74	18.1
第七比较例	水平	0.71	12.86	18.0

参照表4, 可以看出, 本实施例的反射式液晶显示器40可在黑色显示模式时获得0.53的反射率, 并可在白色显示模式时获得12.64的反射率。使用该反射式液晶显示器40, 可获得24.1的对比度系数。

15 在表4中, 也列举了第四比较实验至第七比较实验(第四比较例至第七比较例)的结果。

在第四比较实验中, 使相位补偿膜45和层叠式1/4波长膜46的顺序反向, 因此, 基板44首先用层叠式1/4波长膜46的1/4波长膜覆盖, 然后用层叠式1/4波长膜46的1/2波长膜覆盖, 最后在上述1/2波长膜上覆盖相位补偿膜45。否则, 第四比较实验的液晶显示器的构成与第四实施例中使用的构成相同。

另一方面, 在第五比较实验中, 使用与在第四实施例中使用的液晶显示器类似的液晶显示器, 只不过构成层叠式1/4波长膜46的上层的1/2

波长膜用一个面内延迟为270nm的单轴膜替代。并且，把层叠式1/4波长膜46中的1/4波长膜设置成使1/4波长膜的延迟轴与液晶层的锚定定向(摩擦定向)一致。由此，与第四实施例的1/4波长膜相比，可使面内延迟减少20nm。

5 另一方面，在第六比较实验中，可取消第四实施例的液晶显示器的相位补偿膜45。并且，把面内延迟为270nm的单轴膜用于1/2波长膜，该1/2波长膜构成层叠式1/4波长膜的一部分。

10 另一方面，在第七比较实验中，把水平排列膜涂覆到基板41和44，并且通过直径为3μm的垫片把基板41和44相互组装。并且，把一种液晶，即：一种具有正介电各向异性( $\Delta\epsilon=6.0$ )并且在异常射线和正常射线之间的折射率差 $\Delta n$ 为0.067的液晶封闭在基板41和42之间形成的间隙内。因此，本比较实验的液晶显示器是TN模式反射式液晶显示器。

15 再参照表4，将注意的是，本实施例的液晶显示器在黑色显示模式中的反射率比这些比较实验中的任何其他液晶显示器低，结果，使用第四实施例的液晶显示器，可获得最高对比度系数。

20 图15和图16针对使用点光源以25度的入射角照射液晶显示器40的情况，示出了根据本实施例(第四实施例)的VA模式反射式液晶显示器40的黑色显示模式的反射率和对比度系数，其中，图15示出了反射率，而图16示出了对比度系数。并且，图15和图16示出了与第六比较实验的装置相关的类似测量结果。

参照图15和图16，可以看出，针对整个方位角，与比较实验的液晶显示器比起来，在本实施例的反射式液晶显示器40中，黑色显示模式的反射率减少，并可实现对比度系数的提高。

一般，有一种倾向是，黑色显示模式中的反射率在具有单偏光器的反射式液晶显示器中，在与偏光器的吸收轴对应的方位方向上最小，而在与透射轴对应的方位方向上最大。

在图15和图16中，也可看出，黑色显示模式中的反射率在与偏光器47的吸收轴对应的近255度方位角时取得最小值，并且在该方位角时获得最大对比度系数。

下表5示出了与第六比较实验的液晶显示器相比，第四实施例的液晶显示器40的在偏光器的吸收轴的方向上的黑色显示模式和白色显示模式的反射率，以及对比度系数与方位的依赖关系。

表5

	模式	反射率		对比度
		黑色	白色	
第四实施例	VA	0.36	24.10	67.5
第六比较例	VA	0.44	21.47	48.7

5 参照图5，可以看出，在与偏光器的吸收轴的方向对应的约255度方位角时，与该比较实验相比，黑色显示模式的反射率在本实施例中减少18%。并且，表5表明，在该方位角时，对比度系数从48.7%增至67.5%。

#### [第五实施例]

10 以下，将对根据本发明第五实施例的反射-透射式液晶显示器进行说明。

图17示出了常规反射-透射式液晶显示器的一般构成。

15 参照图17，反射-透射式液晶显示器50基本上包括：一对玻璃基板51和52，以及液晶层53，其设置在玻璃基板51和52之间，其中，在玻璃基板52的内表面均匀地形成透明电极52A。另一方面，在玻璃基板51的内表面形成平面化膜51A，并在该平面化膜51A中形成开口51a，作为光学透射窗。

在平面化膜51A的表面形成具有突起和凹陷的反射电极51B，并且对应于上述开口51a，在基板51上形成透明电极51C。

20 并且，在基板51的外侧形成一圆偏光器54，并在基板52的外侧形成另一圆偏光器55。

在这种通过对液晶层53的延迟进行调制来实现光切换的反射-透射式液晶显示器50中，有必要把液晶层53中的通过玻璃基板52入射到液晶层53并在由反射电极51B反射之后从液晶层53出射的光的光路长度设定成与从基板51通过光学窗51a进入液晶层53并在途经液晶层53和玻璃基

板52之后出射的光的光路长度相等。也就是说，有必要形成厚度为液晶层53厚度1/2的平面化膜51A。

然而，鉴于需要以下步骤，这种液晶显示器的制造是复杂的，这些步骤除了包括用于制造液晶显示器的普通制造步骤之外，还包括：在基板51上形成厚平面化膜51A；在平面化膜51A上形成反射电极51B；形成光学窗51a；以及对应于光学窗51a，在基板51上形成透明电极51C。因此，常规反射-透射式液晶显示器50会遇到成本增加的问题。

并且，在图17的反射-透射式液晶显示器50中，需要在铝(A1)反射电极51B和ITO透明电极51C之间的界面处形成阻挡金属膜51b，用于防止电解效应产生的腐蚀。

另一方面，图18示出了用于消除上述问题的根据本发明第五实施例的反射-透射式液晶显示器60的构成。

参照图18，液晶显示器60基本上包括：一对玻璃基板61和62，以及聚合物网络液晶层63，其设置在玻璃基板61和62之间，其中，在玻璃基板62的内表面均匀地形成透明电极62A。

在玻璃基板61的内表面形成具有缝隙状开口61a的反射电极图形61A，并且液晶层63在液晶显示器的非激活状态，即：未向液晶层63施加驱动电压的状态下采用光学透明状态。另一方面，在激活状态，即：向液晶层63施加驱动电场的状态下，液晶层63采用散射状态。通过使用例如在第5-27228号日本待审专利公开中揭示的聚合物网络液晶，可实现这种液晶层63。

并且，在玻璃基板61的外侧设有圆偏光器64，并在玻璃基板62的外侧设有线性偏光器65。

图19A和图19B是用于分别对图18的反射-透射式液晶显示器在黑色显示模式和白色显示模式中的操作进行说明的图。

参照图19A，该图左侧示出了反射模式操作，而右侧示出了透射模式操作，其中，将注意的是，来自液晶板前侧的入射光由线性偏光器65在反射模式操作中转换为线性偏振光，并由处于非散射状态的液晶层63进一步转换为圆偏振光。应注意的是，液晶层63的延迟约为入射光波长的

1/4，并具有延迟轴，该延迟轴相对于偏光器65的吸收轴形成45度角。在此，应注意的是，在非散射状态下的液晶层63的延迟决不限于入射光波长 $\lambda$ 或可见波长的1/4，而是可具有以下值，即： $(0.5n+1/4)\lambda$ ； $n=0, 1, 2 \dots n$ ，其中， $n$ 是自然数。

5 然后，如此转换为圆偏振光的入射光由反射电极61A在圆偏振光状态下反射，并被转换为具有偏振面的线性偏振光，该偏振面与初始偏振面垂直相交。然后，这种具有该线性偏振状态并从液晶层63出射的反射光由线性偏光器65切断，并获得期望的黑色显示。

10 在透射模式操作中，从液晶板的背侧入射到基板61的入射光在途经圆偏光器64时被转换为圆偏振光，并通过反射电极61A中的光学窗61a被导入液晶层63。

15 由于液晶层63处于非散射状态，因而入射的圆偏振光在途经液晶层63时被转换为具有与线性偏光器65的吸收轴相交的偏振面的线性偏振光，这与上述反射的圆偏振光的情况类似，并且，途经液晶层63的透射光也由线性偏光器65切断。

另一方面，在图19B的白色显示模式中，液晶层63处于散射状态，并且途经线性偏光器65并入射到液晶层63的线性偏振光被散射，并且该散射光由反射电极61A反射。应注意的是，该散射光在反射之后反向途经液晶层63时进行进一步散射，结果，线性偏光器65接收一种光，该光除了包括具有与线性偏光器65的吸收轴平行的偏振面的偏振组分之外，还包括各种偏振面的各种偏振组分。

因此，这种具有与吸收轴相交的偏振面的偏振组分以线性偏振光的形式途经偏光器65，并获得期望的白色显示。

25 相同说明也适用于透射光的情况。因此，通过圆偏光器入射到基板61的入射光在液晶层63被散射，并且因散射而形成的并具有与偏光器65的吸收轴相交的偏振面的那些偏振组分途经偏光器65。

在这种构成的反射-透射式液晶显示器中，无需形成厚平面化膜51A或者具有散射结构的电极51B，也无需形成与光学窗51a对应的透明电极51C。只需形成反射电极61A就足够了，该反射电极61A被构图成在基板61

的内表面形成缝隙。并且，应注意的是，反射电极61A不会与透明电极接触，因此，无需形成阻挡金属层。

因此，本实施例的液晶显示器的制造工艺容易执行，并且制造成本显著降低。

5 并且，应注意的是，这种对非散射状态和散射状态之间的液晶层状态转换加以利用的液晶显示器不存在视角受限的问题，并可获得优良的视角特性。

10 在图18的例子中，应注意的是，在非散射状态下，液晶层的延迟值为入射光波长的1/4。另一方面，也可使用图20所示的具有极少延迟的液晶层，其中，应注意的是，图20示出了根据本实施例的修改的液晶显示器70。在图20中，与上述部分对应的那些部分由相同参考编号来表示，因而将省略对其说明。

15 参照图20，在反射式液晶显示器70中使用一种在非散射状态下具有极少面内延迟的聚合物分散液晶层73，以取代液晶层63。液晶层73的面内延迟比散射层所用液晶的积 $\Delta n \cdot d$ 要小，其中， $\Delta n$ 表示双折射率， $d$ 表示单元厚度。因此，优选的是把面内延迟设定成在液晶层73内可忽略不计。与此相关联，用圆偏光器66来取代线性偏光器。

图21A和图21B分别示出了图20的反射-透射式液晶显示器70在黑色显示模式和白色显示模式中的操作。

20 参照图21A，该图左侧示出了黑色显示模式中的反射模式操作，而该图右侧示出了透射模式操作。因此，在反射模式中，来自液晶板前侧的入射光由圆偏光器66转换为圆偏振光，其中，鉴于液晶层73的延迟小到可忽略不计，如此形成的圆偏振光在圆偏振光状态下途经液晶层73。该液晶层处于非散射状态。

25 如此途经液晶层73的入射光由反射电极61A在圆偏振光状态下反射，并反向途经液晶层73，同时保持圆偏振光状态。如此途经液晶层73的圆偏振光反向进入圆偏光器66，并被切断。

另一方面，在透射模式操作中，从背侧入射到基板61的入射光由圆偏光器64转换为圆偏振光，并通过反射电极61A中的光学窗61a被引入液晶层73。

由于液晶层73处于非散射状态，因而入射的圆偏振光途经液晶层73，  
5 同时保持圆偏振状态，并由圆偏光器66切断，这与上述反射的圆偏振光类似。

在图19B的白色显示状态中，液晶层73处于散射状态，因此，入射到液晶层73的圆偏振光在液晶层73中进行散射。然后，该散射的入射光由反射电极61A反射，并在通过液晶层73反向传播时进行进一步散射。结果，  
10 圆偏光器66在前侧接收具有各种偏振面的各种偏振组分。

因此，这种具有与吸收轴垂直的偏振面的组分途经偏光器66，并获得期望的白色显示。

同样状况也适用于透射光的情况，即：从背侧通过圆偏光器64入射到基板61的入射光在液晶层73中被散射，并且因散射而形成的并具有与偏光器66的吸收轴相交的偏振面的偏振组分途经偏光器66。  
15

与常规反射-透射式液晶显示器70相反，在这种构成的反射-透射式液晶显示器70中，无需形成厚平面化膜51A或者在上面设有散射结构的电极51B，也无需形成与光学窗51a对应的透明电极51C，并且在基板61的内表面形成根据缝隙形状构图的反射电极61A就足够了。并且，将注意的是，  
20 反射电极61A不会与透明电极接触，因此，无需形成阻挡金属层。因此，就可简化制造工艺，并可显著降低液晶显示器的成本。

在这种对非散射状态和散射状态之间的液晶层状态转换加以利用的液晶显示器中，不存在视角受限的问题，并可获得优良的视角特性。

下表6把图17的常规反射-透射式液晶显示器50的制造工艺和本发明  
25 的反射-透射式液晶显示器70作了比较。

表6

	常规	本发明
平面化膜	需要	不需要
表面散射结构	需要	不需要
透明电极	需要	不需要
反射电极	需要	需要

参照表6，将注意的是，本发明可取消以下步骤，即：形成平面化膜51A；在平面化膜51A上形成突起和凹陷图形51B；以及在光学窗上形成透明电极51C。

5 因此，在本发明中，只需对反射电极进行构图就足够了，并且可大大简化反射-透射式液晶显示器的制造工艺。

同时，在图18的反射-透射式液晶显示器60中，或者在图20的反射-透射式液晶显示器70中，即：在前基板上形成均匀电极并在后基板上形成缝隙状电极图形的反射-透射式液晶显示器中，如图22~24所示，存在  
10 多个可能驱动模式，用于把驱动电场施加给液晶层63。

图22是所谓的横向电场模式或IPS模式，并且在构成反射电极的叉指式电极（interdigital electrode）的一对相互邻接的电极指之间施加驱动电压。

另一方面，图23示出了在本文中被称为垂直电场模式或S模式的驱动  
15 模式，用于与IPS模式区别开，其中，在对置电场62和反射电场61A之间施加驱动电压。

并且，图24示出了以下被称为单侧垂直电场模式或sS模式的驱动模式，其中，上述的IPS模式和S模式被组合。因此，在图24的驱动模式中，  
20 对置电极62和其中一个电极指按照第一电压电平被驱动，并且在两侧的电极指按照第二驱动电压被驱动。

图25A示出了在图23的S驱动模式中使用的反射电极61A的构成一例，而图25B示出了在图22的IPS驱动模式或者图24的sS驱动模式中使用的反射电极61A的构成。

参照图25A，在玻璃基板61上形成有：TFT 61T，选通电极61G和数据电极61D，并且一个具有与透射区域61a对应的缝隙的电极被形成为反射电极61A。

另一方面，在图25B的构成中，除了TFT 61T、选通电极61G和数据电极61D以外，在玻璃基板61上还交替形成有多个叉指式电极61A1和61A2，其中，叉指式电极61A2与公共线61C连接。并且，对应于透射区域61a，在电极61A1和电极61A2之间形成间隙。

通过把图25A或图25B的TFT基板用作基板61，并通过直径为 $5\mu\text{m}$ 的垫片把基板61和62组装在一起，分别制造出具有图18的液晶显示器60的构成的液晶显示器，用于对IPS驱动模式、S驱动模式和sS驱动模式进行测试。因此，在基板61和62上均形成水平排列膜，并对该排列膜进行摩擦处理，以使液晶分子在与缝隙方向垂直的方向上实现同类排列。

并且，把一种可由紫外线固化（UV-curable）的液晶和一种双折射率 $\Delta n$ 为0.2306以及介电各向异性 $\Delta \epsilon$ 为15.1的液晶混合而成的一种液晶混合物封入在基板61和62之间形成的间隙内。并且，通过进行紫外线照射，在液晶层63中形成聚合物网络散射层。

图26针对一种情况，即：把电极图形61A的宽度E设定为 $4\mu\text{m}$ 并对缝隙61a的宽度G作各种更改的情况，示出了如此形成的反射-透射式液晶显示器60的施加驱动电压和透射率之间的关系。在图26中，应注意的是，电极宽度E和缝隙宽度G是以微米为单位来表示。并且，透射率采用非激活状态下的透射率进行规格化。

参照图26，将注意的是，驱动电压随着缝隙宽度G的减少而减少，并且最小驱动电压是在使用S驱动模式的情况下获得的。

在本实施例的另一实验中，通过使用图25A或图25B所示构成的TFT基板，形成具有图18的构成的液晶显示器。

在本实验中，水平排列膜由PVA膜或可溶性聚酰亚胺膜在基板61或对置基板62的表面形成。在向排列膜施加摩擦处理以便在液晶分子中实现同类排列之后，使用直径均为 $2.3\mu\text{m}$ 的介入垫片把基板61和62组装在一起，并把一种液晶混合物导入在基板61和62之间形成的间隙内，该液晶

混合物包含：双折射率 $\Delta n$ 为0.067的向列型液晶，以及添加的重量比例为10%的可由紫外线固化的包含聚合引发剂的液晶。

并且，通过向如此形成的液晶板施加紫外线照射，可形成延迟为154nm的聚合物网络液晶层。

5 并且，在基板62的外侧设有线性偏光器65，以使偏光器65的透射轴按照与液晶排列方向约成45度角定向。并且，在基板61的外侧设有圆偏光器64。

因此，可低成本生产反射-透射式液晶显示器60。

在另一实验中，通过把具有图25A或图25B的构成的TFT基板用作TFT 10 基板61，可制造图20的反射-透射式液晶显示器70。

在本实验中，通过直径为6 $\mu\text{m}$ 的介入垫片把基板61和对置基板62组装在一起，并把一种液晶混合物导入在基板61和62之间形成的间隙内，该液晶混合物包含：双折射率 $\Delta n$ 为0.23的液晶，以及添加的重量比例为20%的可由紫外线固化的树脂单体。通过向如此形成的液晶层施加紫外线照射，可获得聚合物分散液晶层73。

通过在TFT基板61和对置基板62的各自外侧设置圆偏光器64和66，可获得反射-透射式液晶显示器70，该反射-透射式液晶显示器70在非激活状态，即：未施加驱动电压的状态下提供白色显示模式，并在激活状态下提供黑色显示模式。

20 在另一实验中，通过把具有图25A或图25B所示构成的TFT基板用作基板61，可形成图20的反射-透射式液晶显示器70。

在本实验中，在基板61和62的表面形成PVA或可溶性聚酰亚胺垂直排列膜，并且通过直径为5 $\mu\text{m}$ 的垫片把基板61和62组装在一起。并且，把一种液晶混合物导入在基板61和62之间形成的间隙内，该液晶混合物包含：25 双折射率 $\Delta n$ 为0.23的液晶，以及添加的重量比例为10%的可由紫外线固化的包含聚合引发剂的液晶。并且通过施加紫外线照射，可形成聚合物网络液晶层73。

然后，通过在TFT基板61和对置基板62的各自外侧设置圆偏光器64和66，可制成反射-透射式液晶显示器70，其中，如此形成的液晶显示器

70在非激活状态，即：未施加驱动电压的状态下提供黑色显示模式，并在激活状态下提供白色显示模式。

图27示出了把滤色片CF设置到图18的反射-透射式液晶显示器60或图20的反射-透射式液晶显示器70的任何一个上的一例。

5 参照图27，将注意的是，通过基板62从前向入射的并由反射电极61A反射的光两次途经滤色片CF，而从背侧通过TFT基板61入射的光仅一次途经滤色片CF。

因此，如果滤色片CF具有均匀色纯度，则会出现一个问题，反射光的色纯度和透射光的色纯度可能会不同。

10 因此，在图27的构成中，形成与透射区域61a对应的滤色片CF的部分CF1，以使其厚度是滤色片CF剩余部分的两倍，因此，透射光和反射光具有相同的色纯度。

图28示出了图27的修改，其中，将注意的是，在基板61上形成滤色片CF，并且通过使用反射电极61F，可调整滤色片CF的厚度。

15 因此，通过在基板61上形成厚度是反射电极61A厚度两倍的滤色片CF，可针对位于透射区域61a上的部分，把滤色片CF的厚度设定为在电极61A上的滤色片CF厚度的两倍。在图29的构成中，这种对滤色片CF的厚度进行的调整是采用自调整方式实现的，并且无需任何构图处理。

图29示出了图28的修改，其中，由抗蚀膜等在反射电极61A下面形成20 图形61B，与反射电极61A一致。

根据这种构成，与图28的情况相比，反射电极61A形成在基板61上的升高位置。应注意的是，当反射电极61A的厚度较小并且在图28的构成中不能充分实现反射光的着色时，图29的构成尤其有效。

并且，本发明不限于至此所述的实施例，而是可在不背离本发明范25 围的情况下作各种改动和修改。

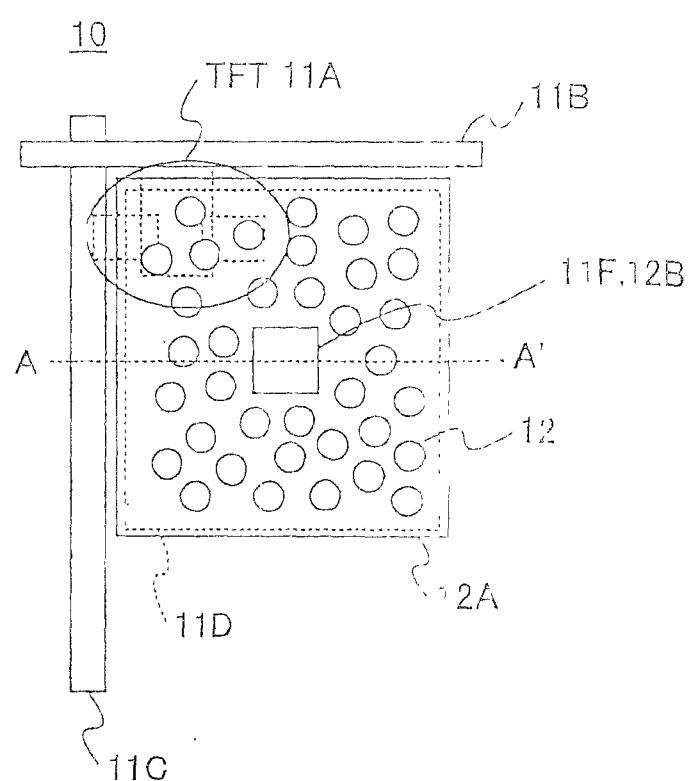


图 1

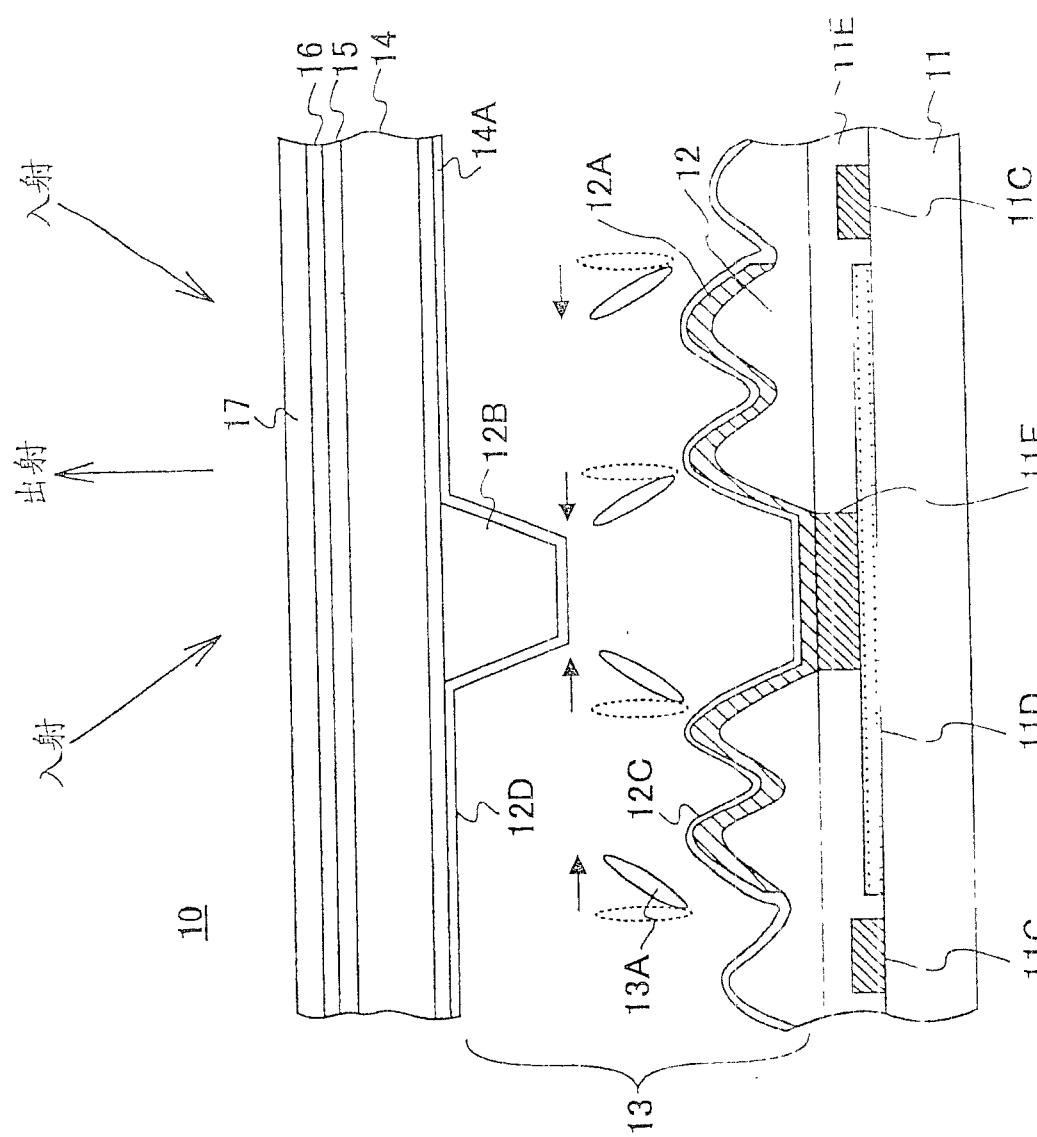


图 2

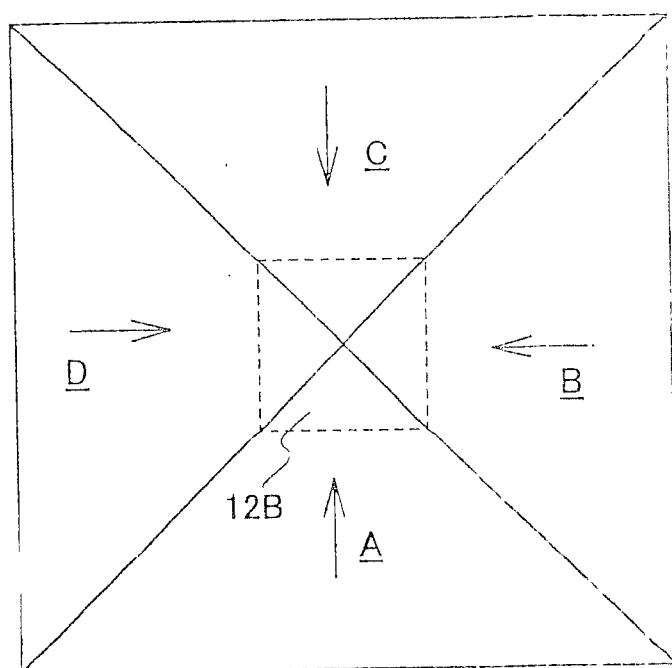


图 3

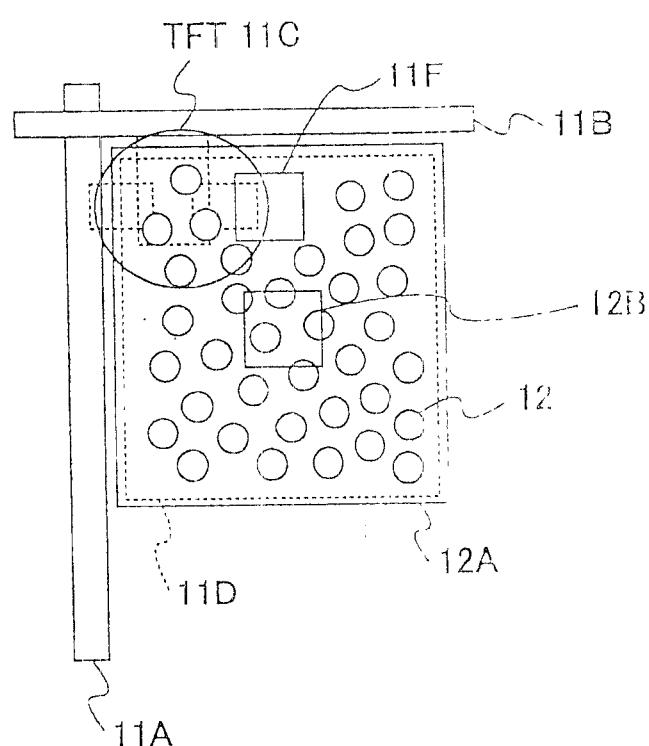


图 4

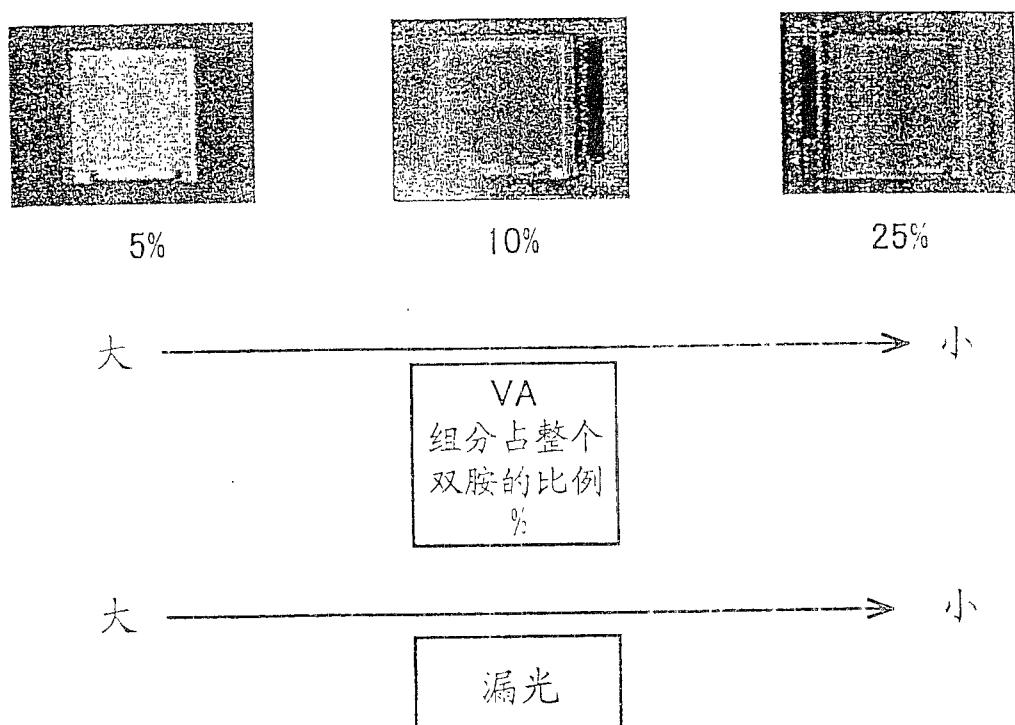


图 5

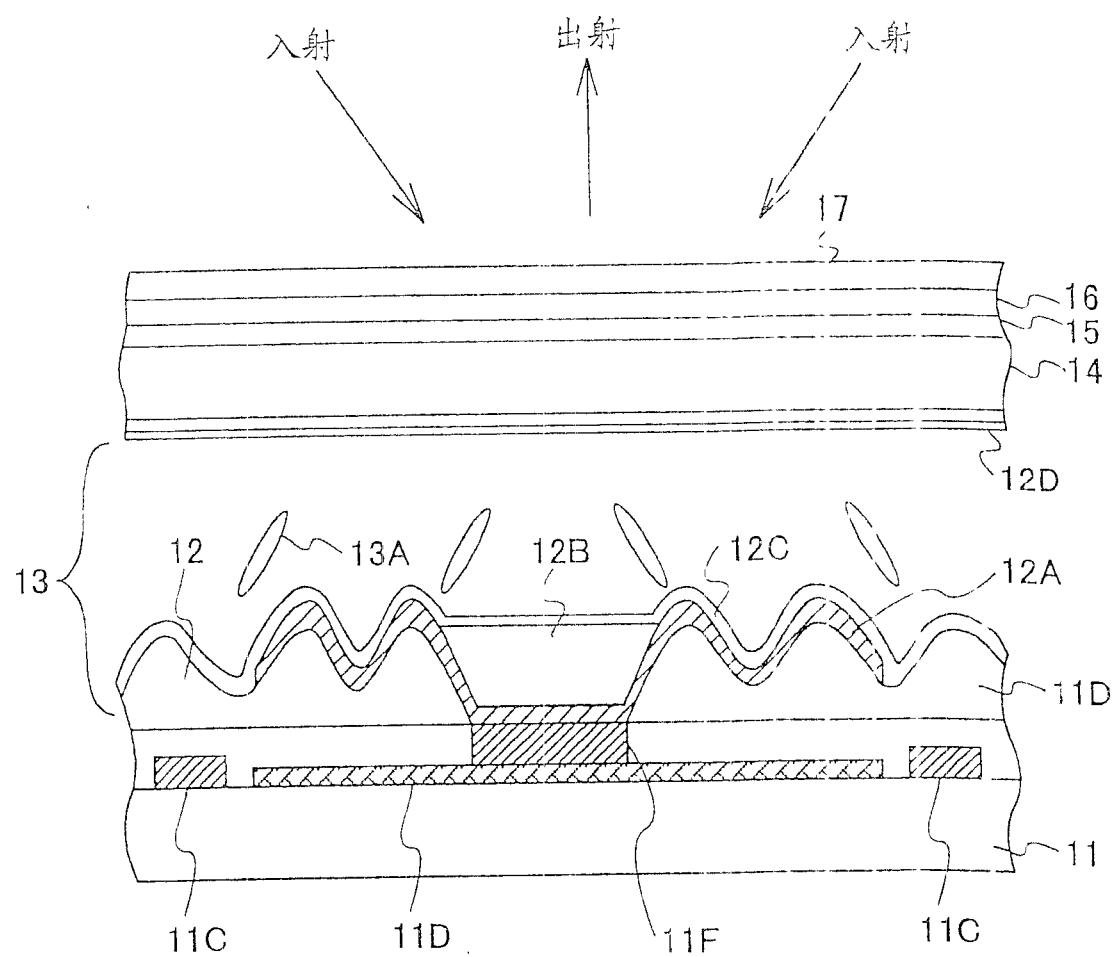


图 6

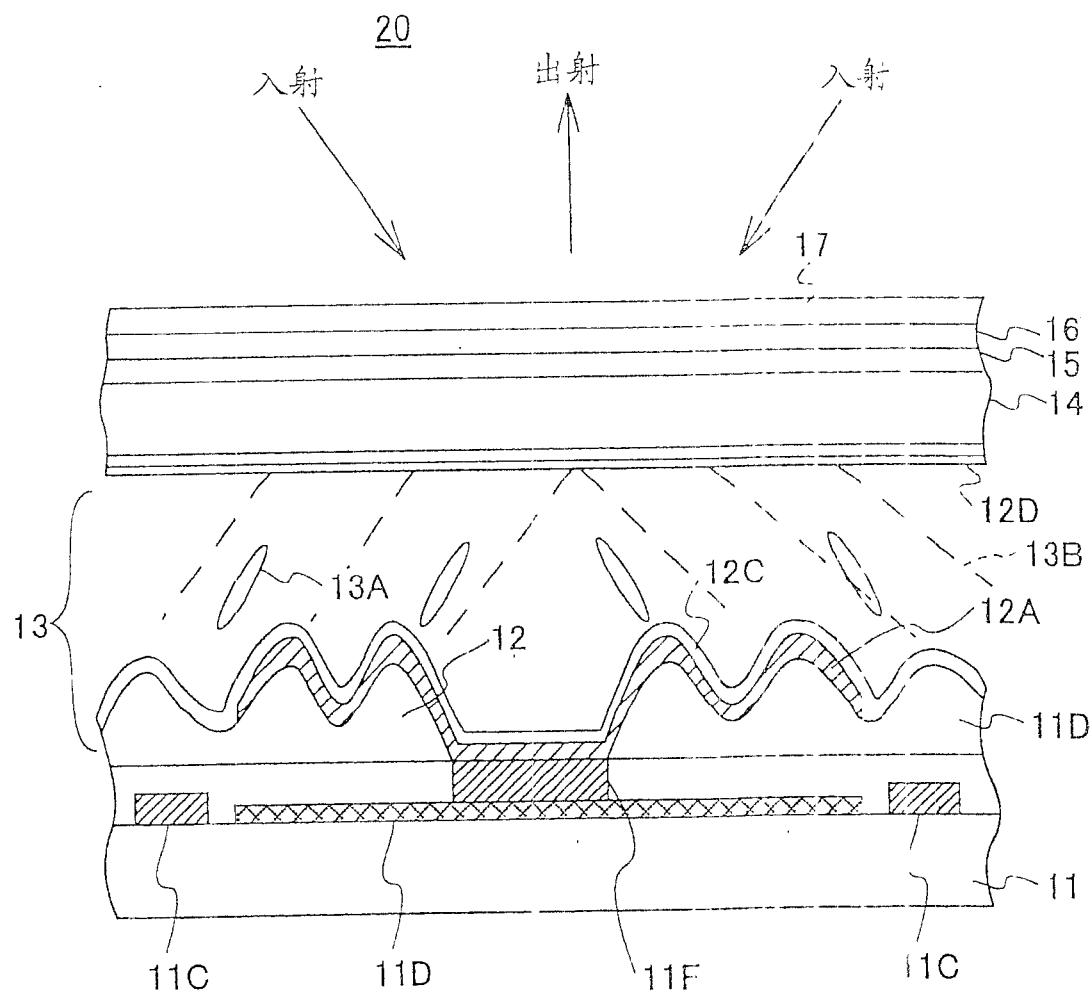


图 7

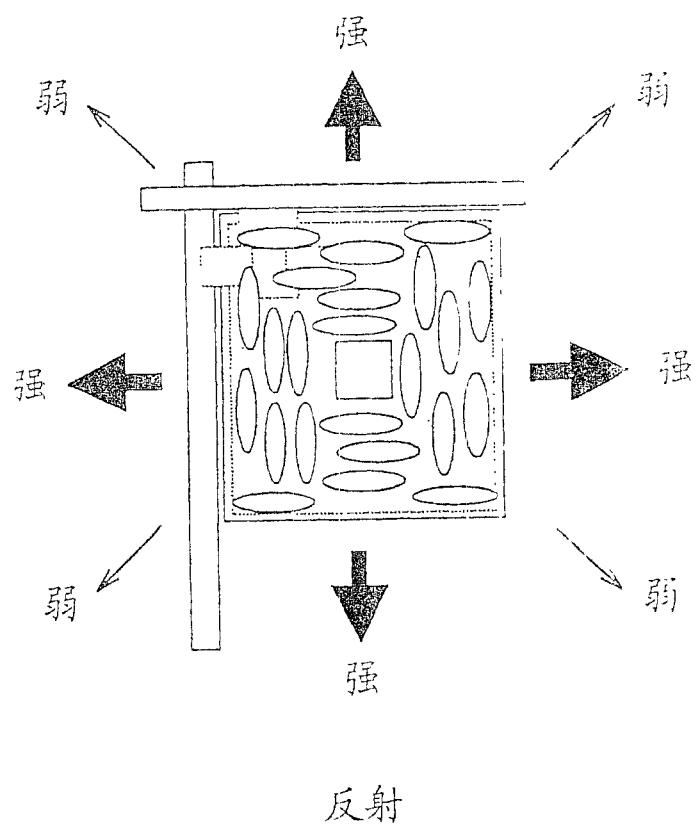


图 8

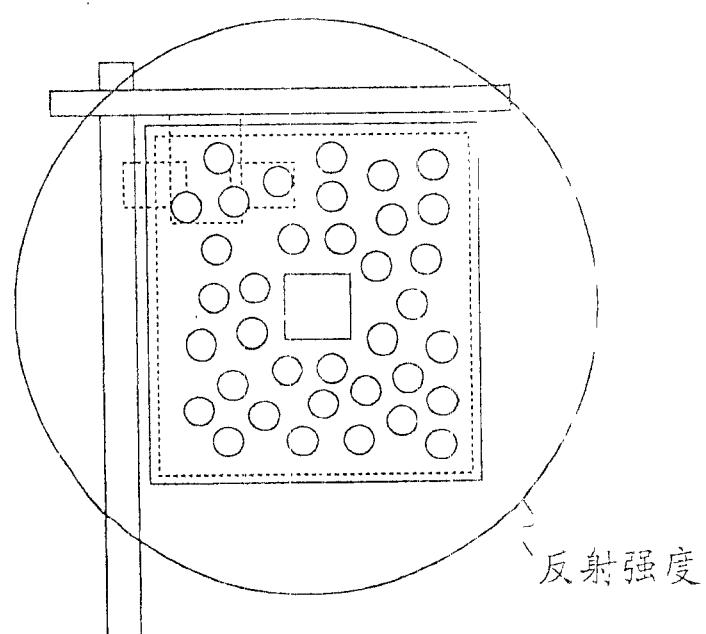


图 9

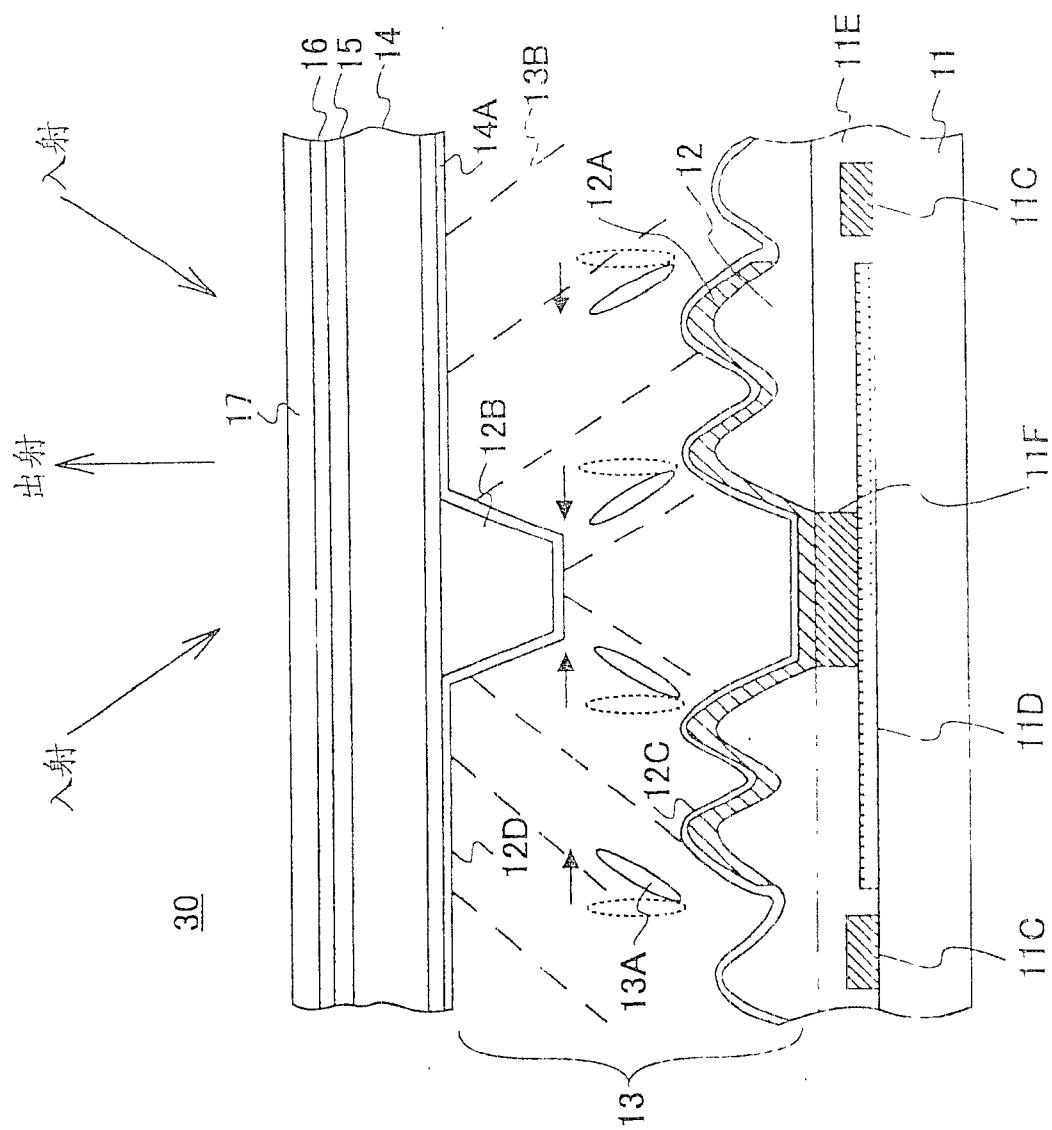


图 10

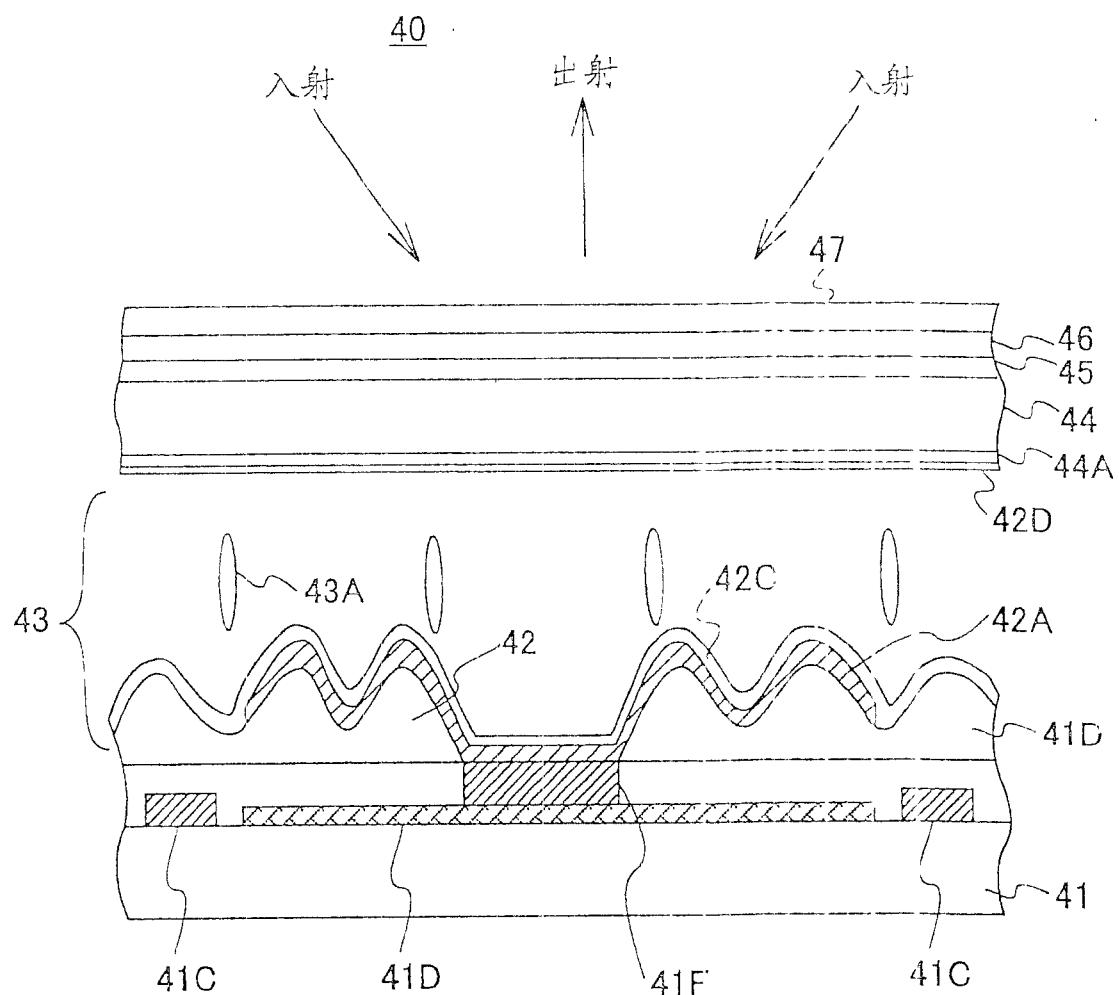


图 11

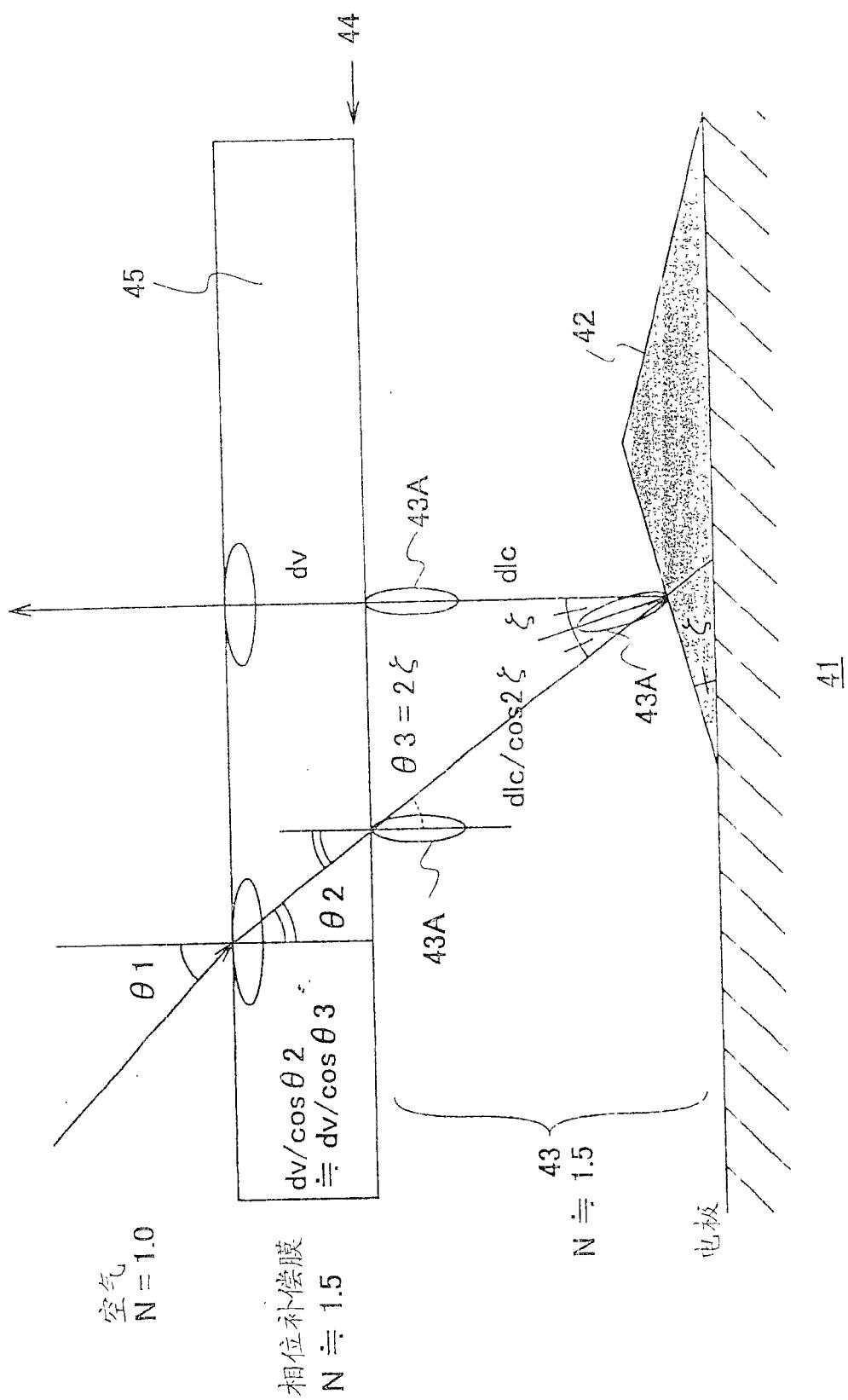


图 12

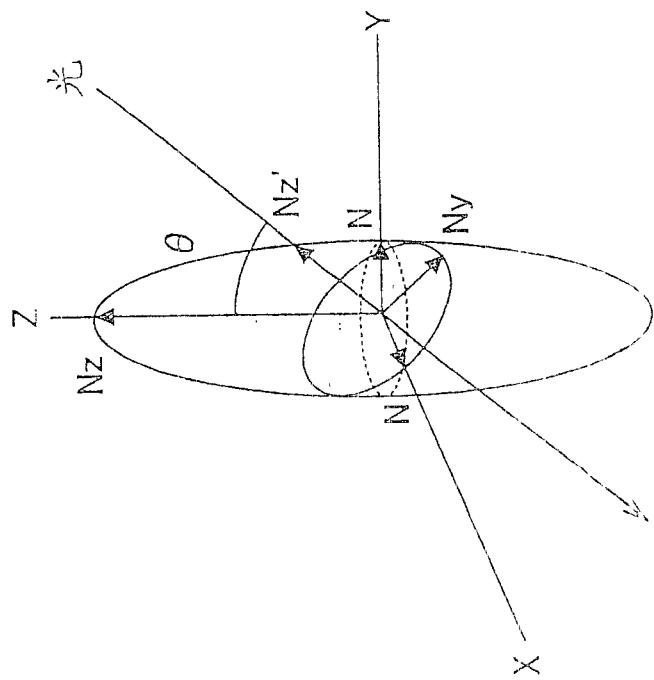


图 13B

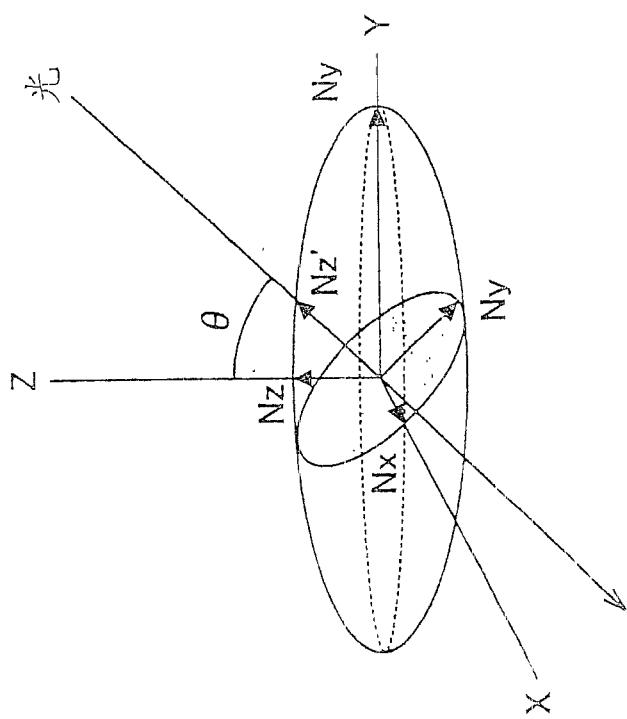


图 13A

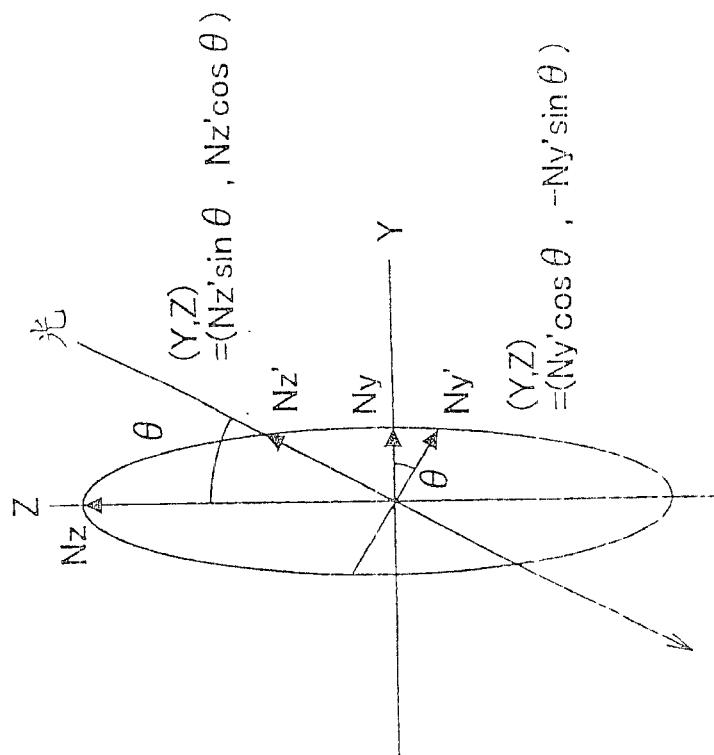


图 14B

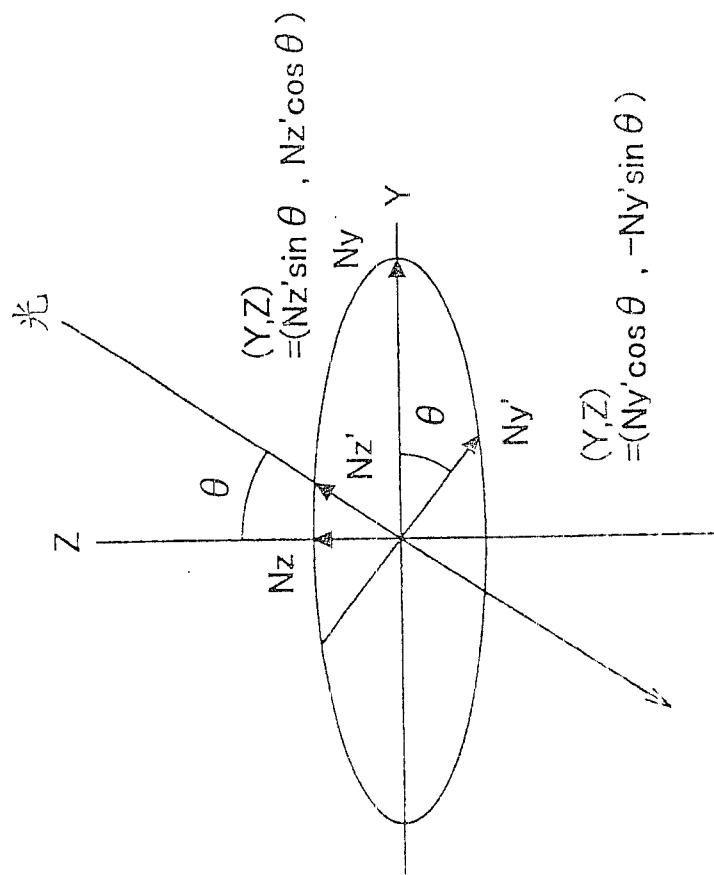


图 14A

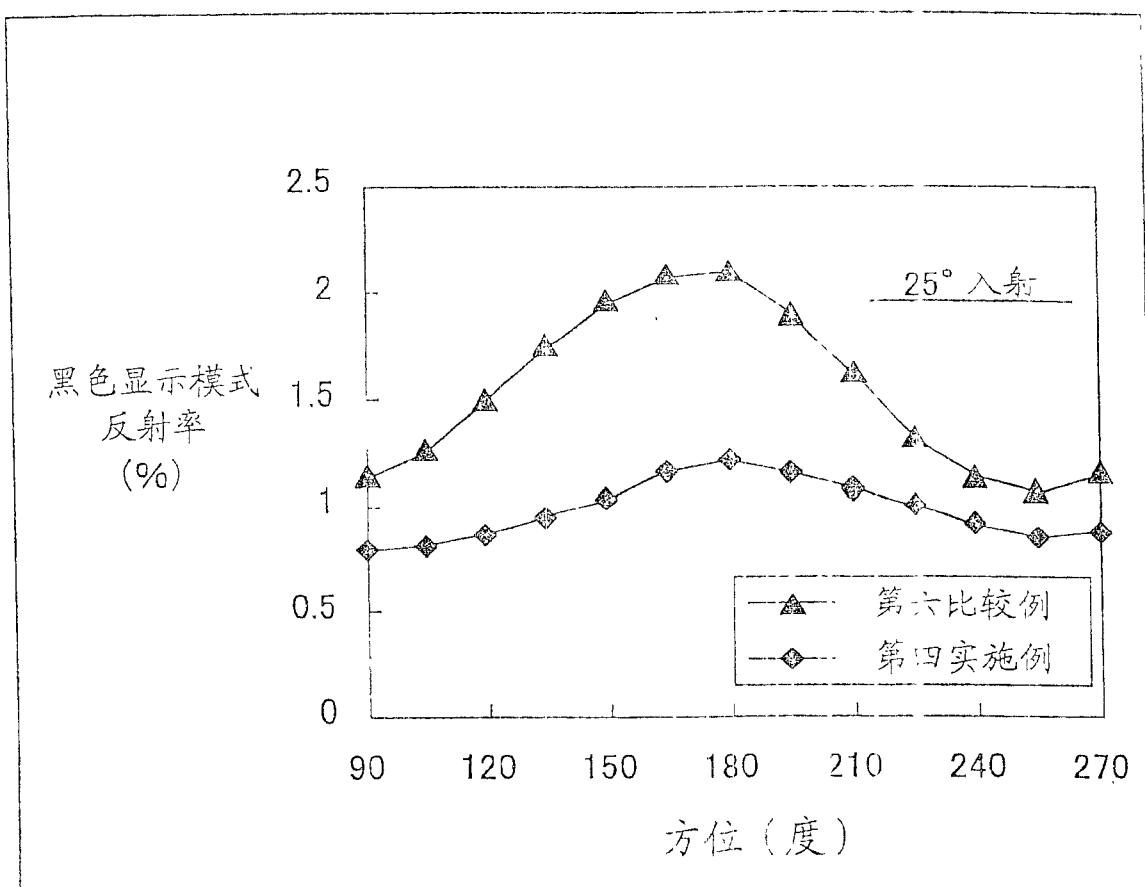


图 15

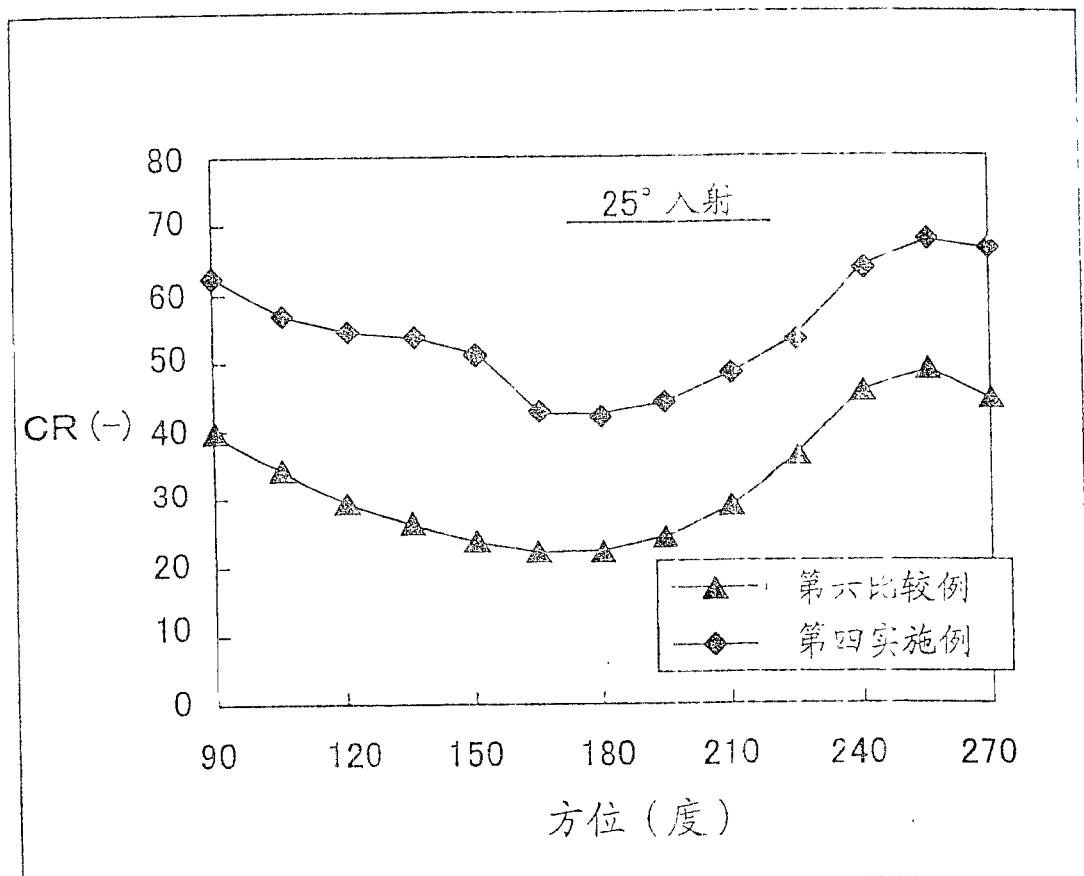


图 16

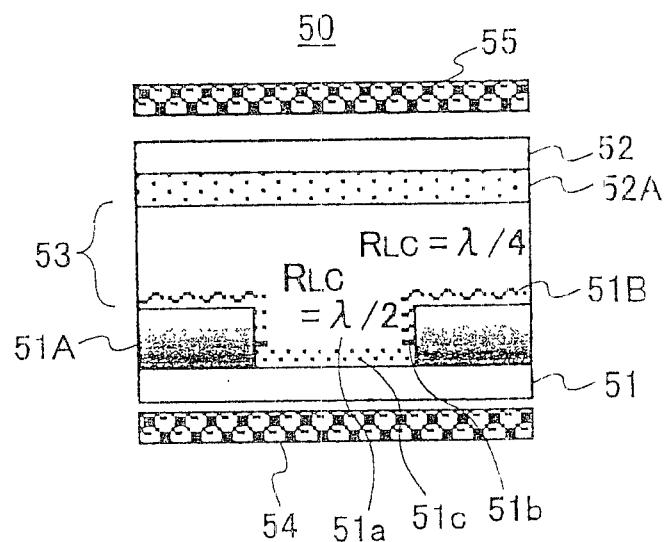


图 17 现有技术

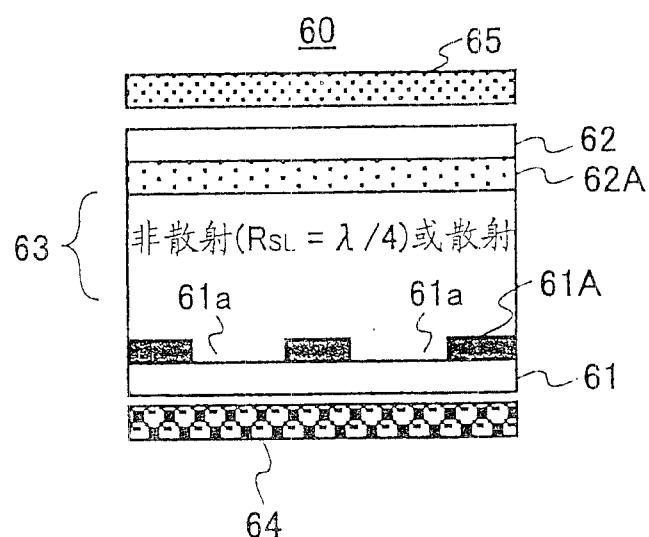


图 18

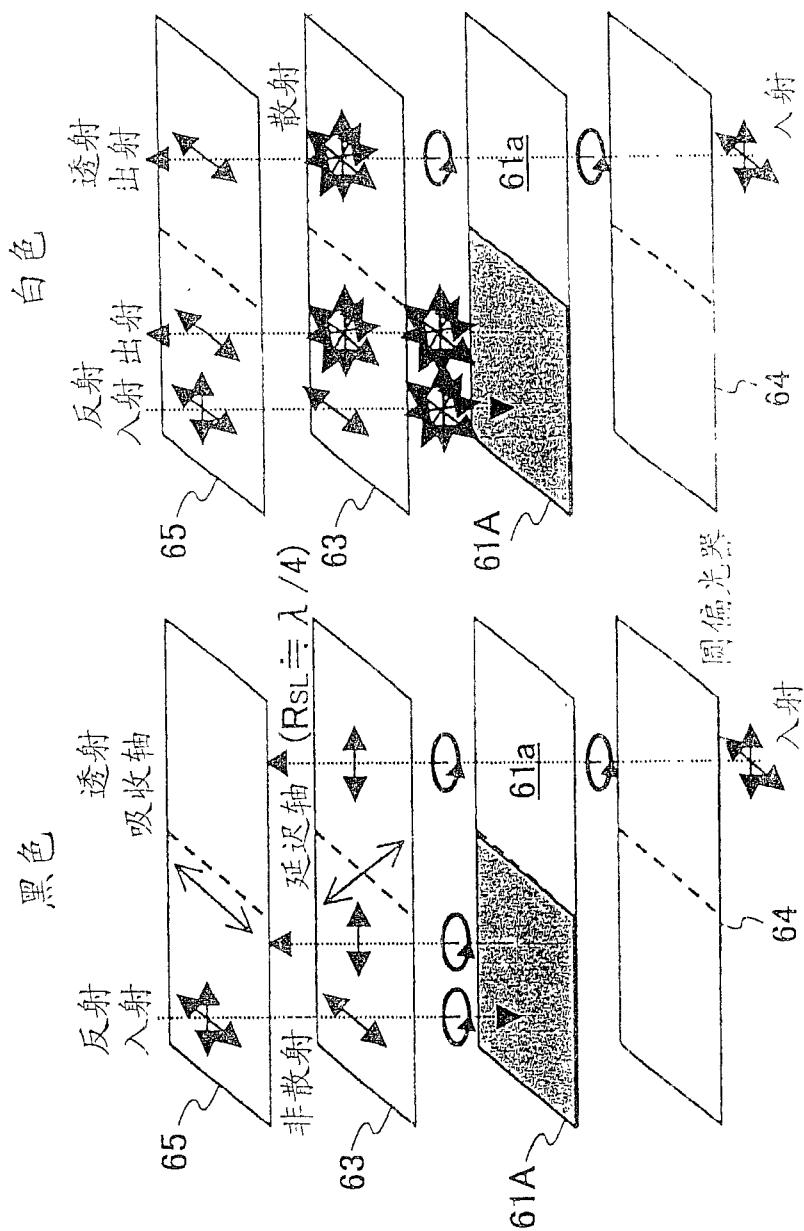


图 19A  
图 19B

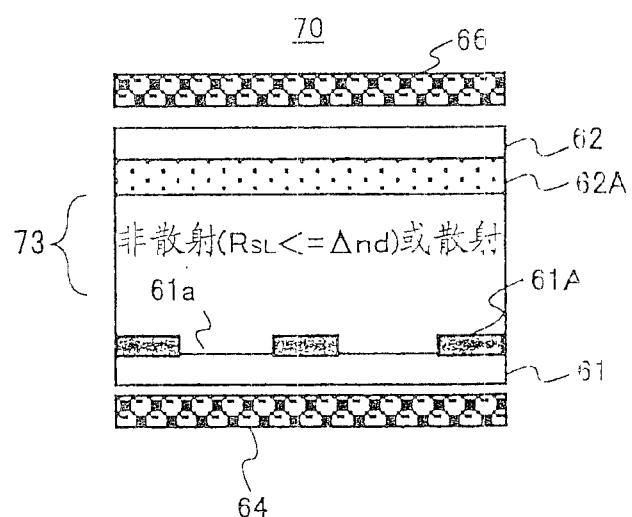


图 20

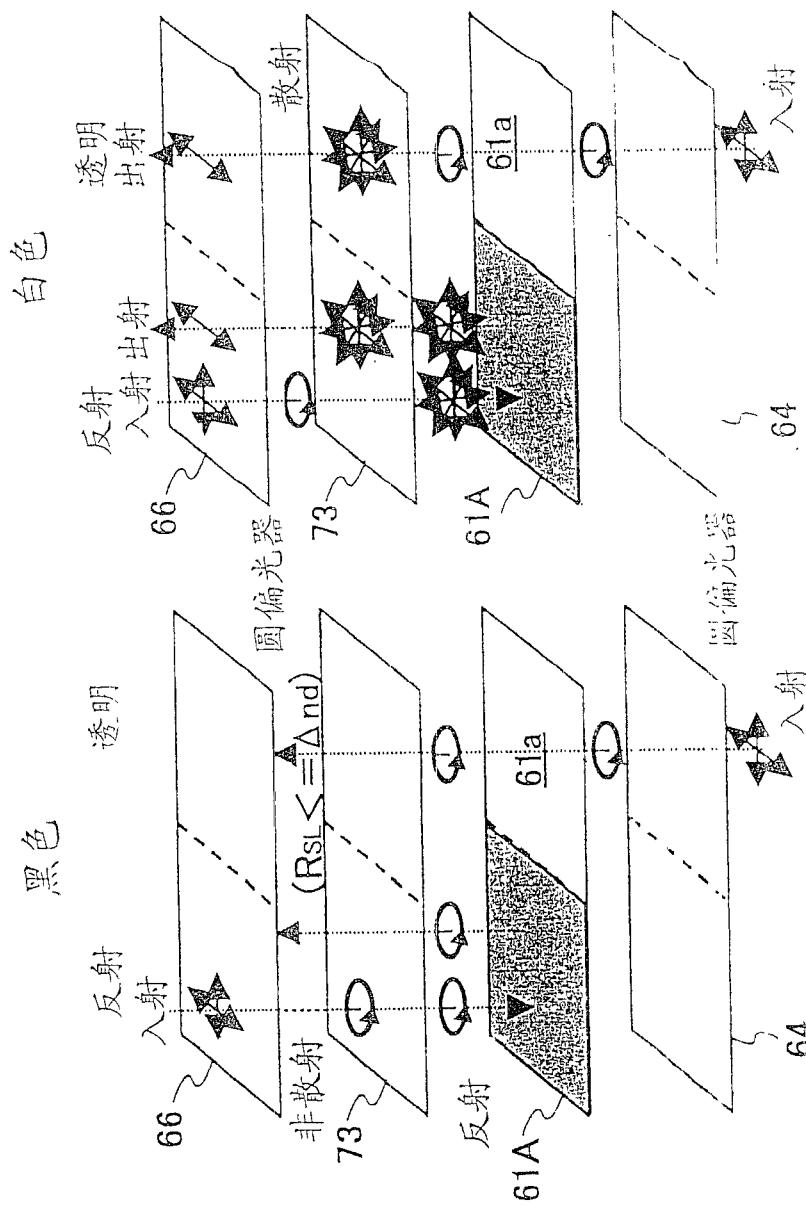


图 21A  
图 21B

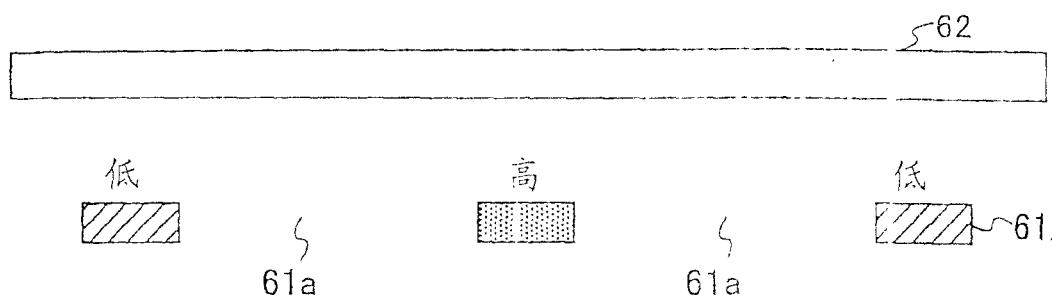


图 22

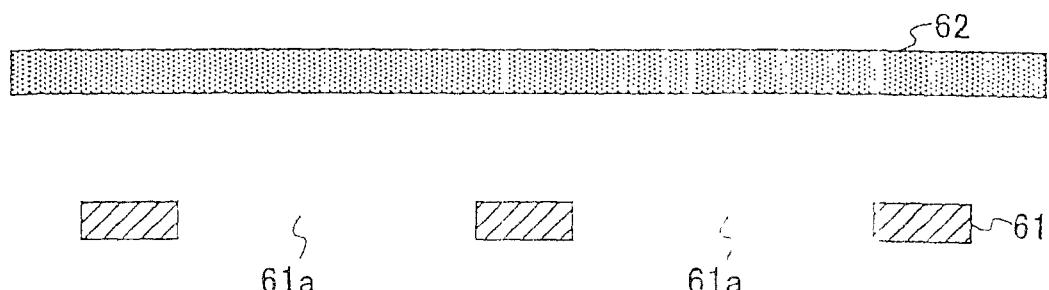


图 23

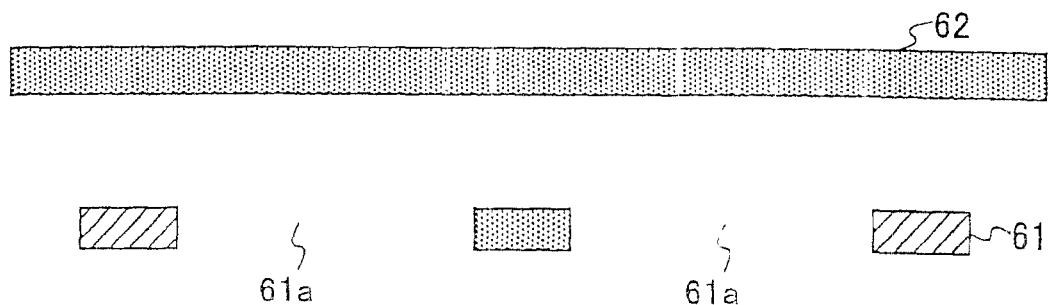


图 24

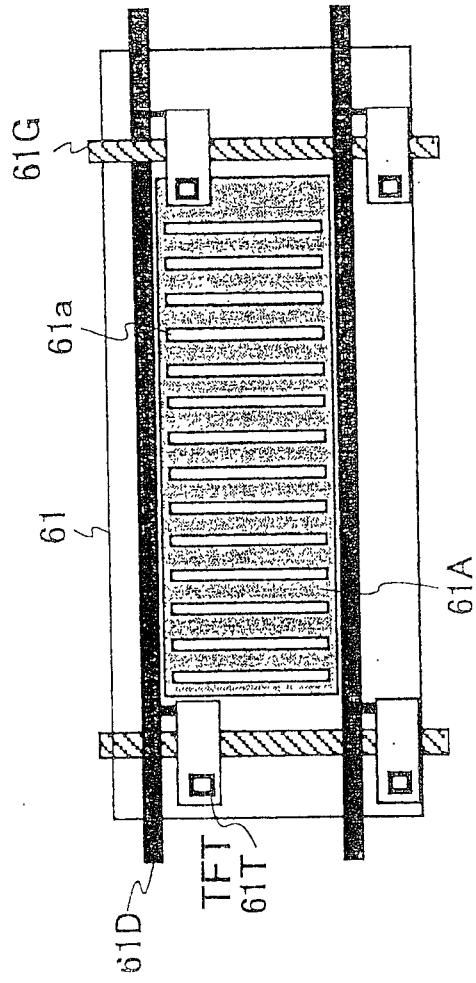


图 25A

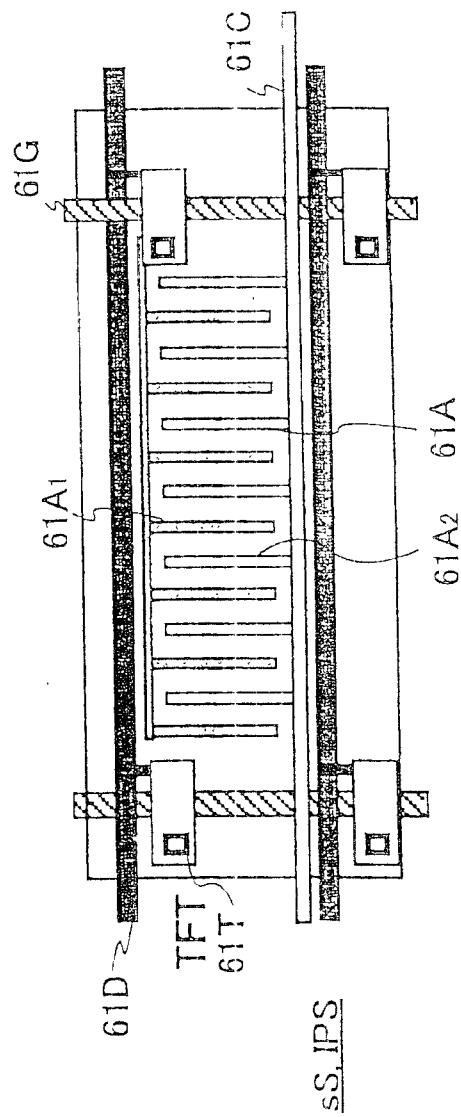


图 25B

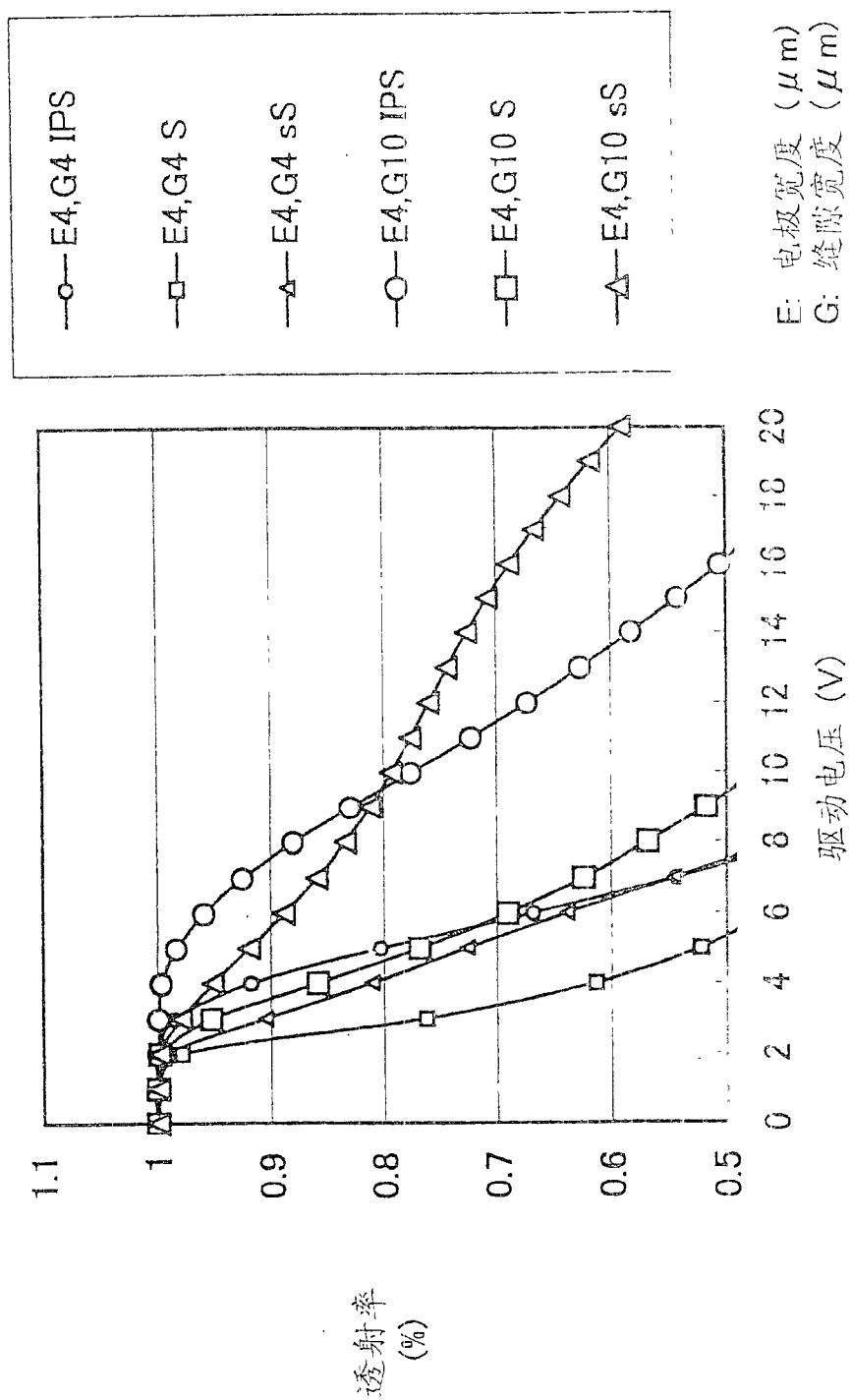


图 26

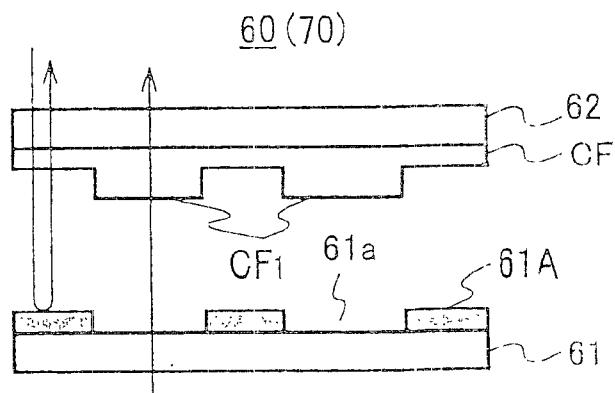


图 27

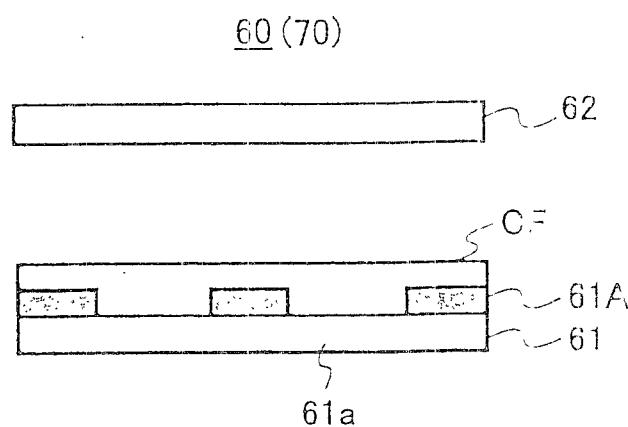


图 28

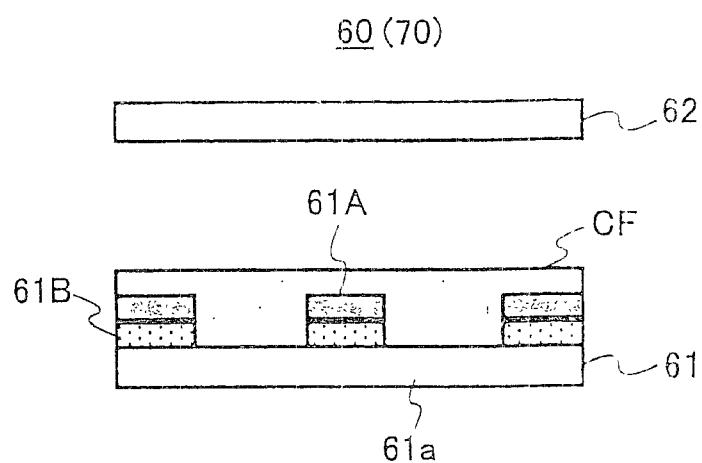


图 29