



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95104051.0

[51]Int.Cl⁶

G02F 1/133

[43]公开日 1996年2月21日

[22]申请日 95.3.8

[30]优先权

[32]94.3.18 [33]JP[31]49332/94

[32]94.9.30 [33]JP[31]237852/94

[71]申请人 夏普公司

地址 日本大阪市

[72]发明人 山田信明 堀江亘

平井敏幸 神崎修一

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

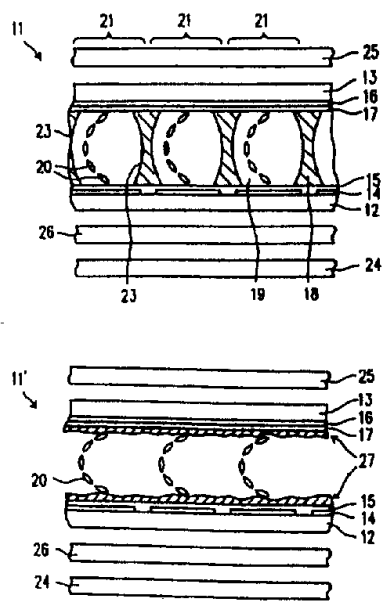
代理人 齐普度

权利要求书 4 页 说明书 37 页 附图页数 11 页

[54]发明名称 一种液晶显示装置及其制造方法

[57]摘要

本发明的液晶显示装置包括：一对包含以矩阵形式设置的一组象素的电极基片和形成在每个电极基片表面上的电极，至少一个表面经过了擦涂处理；形成在所说对电极基片之间的壁形结构，所说壁形结构包括单元壁，每个单元壁对应于一组象素中的一个；至少局部被所说壁形结构分隔开并包含位于一对电极基片中间的液晶区域的液晶层，每个液晶区域对应于一组象素中的一个，其中液晶区域中的液晶分子相对于电极基片中间并与之平行的平面具有平面对称的取向，液晶分子具有弯曲取向。



权 利 要 求 书

1. 一种液晶显示装置,它包括:

一对包含一组以矩阵形式设置的象素的电极基片和形成在每一个电极基片表面上的电极,至少有一个表面经过了擦涂处理,

构成在一对电极基片之间的壁形结构,该壁形结构包括单元壁,每个单元壁对应于一组象素中的一个,以及

至少在局部被壁形结构分隔开并在一对电极基片之间包含液晶区域的液晶层,每个液晶区域对应于一组象素的一个,其特征在於:液晶区域中的液晶分子相对于电极基片中间并与之平行的一个平面具有平面对称性的取向,所说液晶分子具有弯曲取向。

2. 如权利要求1所说的液晶显示装置,其特征在於: 一对电极基片与壁形结构紧密接触。

3. 如权利要求1所说的液晶显示装置,其特征在於: 在构成壁形结构的物质中包括一种液晶态聚物质。

4. 如权利要求1所说的液晶显示装置,其特征在於: 它还包括一对偏振片,每个偏振片形成在每个电极基片的表面,偏振片各自的偏振轴彼此垂直,每个偏振片的偏振轴相对于电极基片所作的擦涂处理的方向成 45° 角。

5. 如权利要求4所说的液晶显示装置,其特征在於: 它还包括在液晶层与一个偏振片之间的单轴光补偿薄膜,单轴光补偿薄膜的主轴垂直于液晶分子的纵轴方向,单轴光补偿薄膜具有光程差 $d\Delta n$,其中 d 表示液晶层的厚度, Δn 表示液晶层的折射率的有效有向度。

6. 如权利要求4所说的液晶显示装置,其特征在于: 它还包括在液晶层与一个偏振片之间的双轴光补偿薄膜, 双轴光补偿薄膜的主轴垂直于液晶分子的纵轴方向, 双轴光补偿薄膜具有光程差 $d\Delta n$, 其中 d 表示液晶层的厚度, Δn 表示液晶层的折射率的有效有向度。

7. 如权利要求1所说的液晶显示装置,其特征在于: 至少一个电极基片的制作材料是能够透过至少某些波长的可见光的聚合物材料。

8. 如权利要求1所说的液晶显示装置,其特征在于: 构成液晶层的液晶材料的正常折射率 n_o 、异常折射率 n_e , 和构成壁形结构的材料的折射率 n_p 之间满足下述关系式:

$$\left| (n_e \text{ 或 } n_o) - n_p \right| \leq 0.1$$

9. 一种制造液晶显示装置的方法, 所说液晶显示装置包括一对包含以矩阵形式设置的一组象素的电极基片, 至少一个基片是透明的; 包含单元壁的聚合物壁, 每个单元壁对应于一组象素中的一个; 以及至少局部被聚合物壁分隔开并包含位于一对电极基片之间的液晶区域的液晶层, 每个液晶区域对应于一组象素中的一个, 其中液晶区域中的液晶分子相对于电极基片中间并与之平行的平面具有平面对称的取向, 液晶分子具有弯曲取向, 该方法包括以下步骤:

将液晶物质、在其分子中带有可聚合官能团的液晶态化合物、可聚合化合物和光聚合反应引发剂注入一对电极基片之间, 至少一个电极基片的表面经过了擦涂处理, 以及

用相对于所说一组象素的具有规则高低强度立体分布的光照射包括所说一对电极基片的液晶显示装置和所说混合物, 与此同时施加电场和磁场中至少一种, 由此, 液晶物质和聚合物物质通过光聚合反应被相分离, 从而分别形成液晶层和聚合物壁。

10. 如权利要求9所述的方法,其特征在於:具有规则高低强度立体分布的光是用光掩模装置产生的。

11. 如权利要求9所述的方法,其特征在於:在包括所说的一对电极基片和所说混合物的液晶片中的混合物通过在等于或者大于液晶物质的均化温度下用具有规则高低强度立体分布的光照射进行了光聚合反应,之后在至少施加电场和磁场中的一种的同时被冷却。

12. 如权利要求11所述的方法,其特性在於:在冷却之后再光照射液晶片。

13. 一种液晶显示装置,由包括一对相对放置的电极基片的显示介质、位于一对电极基片之间的液晶层、和一聚合物层构成,其特征在於:液晶层中的液晶分子具有弯曲取向,从而相对于电极基片中间并与其平行的一个平面是平面对称的,所说聚合物层包含占显示介质重量0.1%到5%的交联聚合物。

14. 如权利要求13所述的液晶显示装置,其特征在於:交联聚合物包括在其分子中包含可聚合官能团的液晶态化合物。

15. 如权利要求13所述的液晶显示装置,其特征在於:还包括一对偏振片,每个偏振片形成在一个电极基片的表面上,偏振片各自的偏振轴彼此垂直,设置在液晶层与一个偏振片之间的一层单轴光补偿薄膜,单轴光补偿薄膜的主轴垂直于液晶分子的纵轴方向,每个偏振片的偏振轴相对于对电极基片所作的擦涂处理方向成 45° 角。

16. 如权利要求13所述的液晶显示装置,其特征在於:它还包括一对偏振片,每个偏振片形成在一个电极基片的表面上,偏振片各自的偏振轴彼此垂直,设置在液晶层与一个偏振片之间的一层双轴光补偿薄膜,双轴光补偿薄膜的主轴垂直于液晶分子的纵轴方向,每个

偏振片的偏振轴相对于对电极基片所作的擦涂处理方向成 45° 角。

17. 一种用于制造由包括一对相对放置的电极基片的显示介质、位于一对电极之间的液晶层、和聚合物层构成的液晶显示装置的方法,其中液晶中的液晶分子呈弯曲取向,因而相对于电极基片中间并与之平行的平面为平面对称的,其特征在于:该方法包括以下步骤:

将0.1%到5%重量的包含在其分子中带有可聚合官能团的液晶态聚合化合物的聚合物交联物质和液晶物质的混合物注入一对电极基片之间,至少一个电极基片是透明的,和

在施加电场和磁场中至少一种来稳定液晶分子的弯曲取向的同时,利用光能和热能中至少一种使液晶层和聚合物层相分离。

一种液晶显示装置及其制造方法

本发明涉及一种液晶显示装置(下文中称之为" π 片"), 其中的液晶分子具有弯曲取向, 并且至少是局部地由聚合物壁分隔开, 从而与像素对应; 本发明还涉及制造这种液晶显示装置的方法。

下面, 首先来描述常规技术。

(π 片及诸如此类者)

图14A和图14b示意性地表示了公开在日本特许公开专利NO. 61-116329中的一个 π 片1的实例。如图14A所示, π 片1包括一对玻璃基片2和3, 在玻璃基片2和3之间是液晶层4。在没有施加电压时液晶层4中的液晶分子5呈发散状取向。在此状态下, 液晶分子5处于热稳定状态。如果在一定条件下用电源6向 π 片1施加一个电压; 液晶分子5被定向, 从而如图14B所示具有弯曲的取向。在弯曲取向状态下, 液晶分子5具有反向预倾斜角和大的预倾斜角, 因而液晶分子能够以很高的响应速度由外加电压轻易地驱动, 而且只需要一个低的驱动电压。此外, 在弯曲取向状态下, 液晶分子5相对于取在基片2和3中间并与之平行的一个平面处于平面对称的位置。所以, π 片1构成了所谓"自补偿片", 其中液晶分子5彼此相互补偿。于是 π 片具有沿 π 片1的左右方向对称的视角特性。

另外, 在日本特许公开NO 1-209424和2-306217中均公开了一种

结构，其中在由一对透明基片和夹在中间的液晶层构成的液晶片上使用了用单轴延展的聚合物材料构成的单轴光补偿薄膜，该单轴光补偿薄膜被垂直于液晶分子的纵轴设置，液晶片的有效光程差 $d\Delta n$ 与单轴光补偿薄膜的光程差 $d\Delta n$ 基本相同。这种液晶片具有无定向的视角特性。

但是，由于上述的液晶片的结构是在基片之间设置液晶材料，并且仅仅在局部带有分隔件，所以当借助用于压迫液晶片表面上的透明位置探测薄膜的所需部分的笔形输入器进行输入操作时就会出现一个问题。即，液晶片的厚度在外力，如通过使用笔形输入器进行的输入操作（下文中称为：“笔输操作”）而引起的外力而变化，从而导致显示质量问题，例如粗糙的显示图象。此外， π 片的取向状态（弯曲状态）不是热稳定的，因此，当停止施加电压时，取向状态就会慢慢回复到稳定的发散状取向状态。所以，当采用 π 片时，需要一个电场以维持弯曲取向状态，因而造成高的能量消耗和复杂的驱动方式。

在日本应用物理协会春季会议预印本，1p-R8第122页（1980）报告了有关无需电压辅助初始取向而实现液晶分子的弯曲取向的 π 片。这种液晶片通过使用高倾斜角基片实现弯曲取向，所说基片通过斜向汽化沉淀 CeO_2 而能够实现液晶分子的高预倾斜角，由于基本各自的预倾斜角不平行因而基片以彼此不平行的方式设置。但是，根据在上述报告中所采用的汽化沉淀技术，是很难以高重复率在大面积的基片上均匀地形成蒸汽沉淀薄膜的，所以这个方法不适用于大规模地生产大面积，高显示质量的液晶显示装置。

（带有聚合物壁的液晶片）

曾有人提出一种方法,在液晶片中使用连接基片的聚合物壁,而不需要偏振片或者取向处理。这个方法利用了液晶的双折射性质,从而用电控制透明态和白色态之间的交换。此方法相当于:使得液晶分子的普通折射率与支撑介质,即聚合物的折射率相同。结果,当施加电压时,由于液晶分子取向相同而显示透明态。当没有电压施加时,由于液晶分子具有随机的取向,引起光在液晶和聚合物内表面的散射而显示白色状态。这种建议的技术的实例包括公开在日本国家专利NO. 61-502128中的方法。根据这个方法,液晶与光聚合树脂或热聚合树脂混合,并被注入基片之间的空间里。之后,树脂被固化,于是使液晶沉淀在基片之间。结果,液晶滴形成在树脂内,并由此得到了聚合物壁。

日本特许公开专利NO. 5-27242中公开了一种方法,从无光散射模式改进液晶片的视角性能。在液晶片上使用了偏振片。按照这个方法,用相分离技术生产液晶和聚合物材料的复合材料,通过相分离将液晶和聚合树脂从液晶与光聚树脂的混合物中分开。更具体地说,由于所制得的聚合物,使得液晶畴处于随机取向状态,从而当施加电压时,处在各个液晶畴中的液晶分子有不同的取向。结果,液晶分子的视在折射率基本上各向相同,与看液晶片的方向,即视角无关。因此,在显示中间灰色调时的视角特性极大地改进了。最近,本发明的发明人提出了一份日本专利申请NO. 4-286487,即根据下述原理而明显改进了视角特性的液晶装置:在用光照射液晶与光聚物质的混合物的光聚合过程中,通过使用光掩模一类的方式控制光的辐照,从而使每一液晶畴在象素区域内具有无定向取向状态。此外,通过施加或不施加电压来控制液晶片,液晶畴中的液晶分子的行为就象被

打开或关闭的雨伞,从而明显地改善了视角特性。

此外,通过利用基片表面对液晶分子的取向控制效应,本发明人申请了一项日本专利NO.5-30996,该申请涉及一种制造液晶显示装置的方法,此方法利用了基片表面在聚合物壁内的取向控制效应。这些发明涉及以TN(扭转向列)模式,STN(超扭转向列)模式、ECB(电控双折射)模式或FLC(铁电液晶)模式工作的液晶器件。

(包含交联聚合物的稳定取向型液晶片)

日本特许公开专利NOS.6-160801和6-106814公开了一种具有稳定取向的液晶显示装置的制造方法,它是将液晶材料和少量光聚树脂的混合物注入基片取向适于STN或TN模式的液晶片中,并用紫外光照射。

(液晶取向的电压磁场控制)

日本显示杂志92.S18-4,699页报导了一种在液晶片中控制液晶取向的方法,其中在施加一个很小的电压的同时,用紫外光照射液晶和光聚合材料的混合物,从而使液晶滴内的液晶分子具有一个非常小的预倾斜角。根据这个方法,液晶片显示的磁滞特性得以改善。

本发明的液晶显示装置包括:一对包含一组以矩阵形式设置的象素的电极基片和在每个电极基片上表面上形成的电极,至少一个表面经过了擦涂处理;在这一对电极基片之间形成的壁形结构,该壁形结构包括单元壁,每个单元壁对应于一组象素中的一个;液晶层至少在局部由壁形结构分隔开,还包括处于一对电极基片之间的液晶区域,每个液晶区域对应于一组象素中的一个,其中液晶区域中的液晶分子相对于处在电极基片中间并与之平行的一个平面具有平面对称取向,液晶分子具有弯曲取向。

在本发明的一个实施例中，这一对电基片是与壁性结构紧密接触的。

在本发明的另一个实施例中，在构成壁形结构的材料中包含有液晶聚合物物质。

在本发明的又一个实施例中，液晶显示装置还包括一对偏振片，每个偏振片构成在这对电极基片中的一个的表面上，偏振片的偏振轴彼此垂直，其中各个偏振片的偏振轴相对于电极基片所作的擦涂处理的广向成 45° 角。

在本发明中再一个实施例中，液晶显示装置还包括位于液晶层与一个偏振片之间的单轴光补偿薄膜，这个单轴光补偿薄膜的一条主轴垂直于液晶分子的纵轴方向，单轴光补偿薄膜的光程差等于 $d\Delta n$ ，其中 d 表示液晶层的厚度， Δn 表示液晶层的折射率的有效有向度。

在本发明的另一个实施例中，液晶显示装置还包括位于液晶层与一个偏振片之间的双轴光补偿薄膜，这个双轴光补偿薄膜的一条主轴垂直于液晶分子的纵轴方向，双轴光补偿薄膜的光程差等于 $d\Delta n$ ，其中 d 表示液晶层的厚度， Δn 表示液晶层的折射率的有效有向度。

在本发明的又一个实施例中，至少有一个电极基片的构成材料是能够透射至少某些波长的可见光聚合物材料。

在本发明的再一个实施例中，构成液晶层的液晶材料的正常折射率 n_o 、异常折射率 n_e ，和构成壁形结构的材料的折射率 n_p 满足下述关系式：

$$\left| (n_e \text{ 或 } n_o) - n_p \right| \leq 0.1$$

用于制造本发明的液晶显示装置的方法，其中液晶显示装置包括：一对包含一组以矩阵形式设置的象素的电极基片，至少一个电极

基片是透明的;包含单元壁的聚合物壁,每个单元壁相应于一组像素中的一个;和至少在局部由聚合物壁分隔开的液晶层,还包括位于一对电极基片之间的若干液晶区域,每个液晶区域对应于一组像素中的一个,其中液晶区域中的液晶分子相对于电极基片中间并与之平行的平面具有平面对称取向,液晶分子具有弯曲取向,所说方法包括以下步骤:向一对电极基片之间注入液晶材料,一种在其分子中具有可聚合的官能团的液晶态化合物,与一种可聚合化合物及一种光聚合引发剂的混合物;至少电极基片的一个表面经过擦涂处理;用相应于一组像素具有规则的高低强度立体分布的光照射包含一对电极基片的液晶片和混合物,同时至少施加电场和磁场之一,由此液晶和聚合物物质通过光聚合反应被相分离,从而分别形成液晶层和聚合物壁。

在本发明的一个实施例中,通过光掩模的方式产生具有规则的高低强度的立体分布的光。

在本发明的另一个实施例中,混合物是放在包括一对电极基片的液晶片中,并通过使用具有规则的高低强度立体分布的光在等于或者大于液晶物质的均化作用温度下照射混合物使其发生光聚合反应,之后在施加至少电场和磁场之一的同时进行冷却。

在本发明的又一个实施例中,液晶片在冷却之后再用光照射。

在另一方案中,本发明的液晶显示装置包括带有一对相对的电极基片的显示介质,夹在这一对电极基片之间液晶层,以及聚合物层,其中液晶层中的液晶分子具有弯曲取向,从而相对于取在电极基片中间并与之平行的平面呈平面对称的取向,聚合物层包含占显示介质重量0.1%到5%的交联聚合物。

在本发明的一个实施例中，交联聚合物包括在分子中具有可聚合官能团的液晶晶体化合物。

在本发明的另一个实施例，液晶显示装置还包括：一对偏振片，每个偏振片形成在这对电极基片中的一个的表面上，偏振片的偏振轴彼此垂直；和位于液晶层和一个偏振片之间的单轴光补偿薄膜，单轴光补偿薄膜的主轴垂直于液晶分子的纵轴方向，其中各个偏振片的偏振轴相对于电极基片所作的擦涂处理的方向成 45° 角。

在本发明的又一个实施例中，液晶显示装置更包括：一对偏振片，每个偏振片形成在这对电极基片中的一个表面上，偏振片的偏振轴彼此垂直，和位于液晶层和一个偏振片之间的双轴光补偿薄膜，双轴光补偿薄膜主轴垂直于液晶分子的纵轴方向，其中各一偏振片的偏振轴相对于电极基片所作的擦涂处理的方向成 45° 角。

另一方面，用于制造本发明的液晶显示装置的方法，其中液晶显示装置包括带有一对相对的电极基片的显示介质，夹在这一对电极基片之间的液晶层，以及聚合物层，其中液晶层中的液晶分子具有弯曲取向，从而相对于取在电极基片中间并与之平行的平面呈平面对称的取向，它包括以下步骤：向一对电极基片之间注入0.1%到5%重量的包含在分子中带有可聚合官能团的液晶晶体可聚化合物的交联聚合物物质和液晶物质的混合物，至少一个电极基片是透明的，通过使用光能和热能中的至少一种处理该混合物而使液晶层和聚合物层相分离，并通过使用电场和磁场中的至少一种使液晶分子的弯曲取向稳定化。

根据本发明的液晶显示装置，液晶与聚合物的相分离（即单体的聚合作用）是在所施加的电压下进行的，即在保持 π 片取向的同时进

行的。所以,在常规 π 片情况为了得到初始取向对电压的需要,在这就变得没必要了,从而确保稳定的取向。此外,由于在液晶显示装置中形成了聚合物壁,从而防止了在笔输入操作中引起显示性能的改变。

此外,根据本发明,液晶物质与至少按0.1%到5%重量加入的可光聚物质(聚合物交联物质)的混合物在施加电压条件下(即在保持 π 片取向的同时)是分离的相,从而分成液晶层和聚合物膜。其结果是无须再施加电压;而在常规的 π 片情况下为了得到一个初始取向从而确保液晶分子的稳定的弯曲取向是需要施加一个电压的。液晶片的显示特性如驱动电压和液晶显示装置的对比度也得以改善。如果可光聚物质的量超过5%的重量,就会在象素区域形成大量的聚合物壁,因而大大增加液晶片的驱动电压,同时由于液晶和聚合物折射率的不同而导致的光散射也变得明显,同时降低了对比度。另一方面,如果可光聚合的量少于0.1%重量,由于受基片中的聚合薄膜的定向化的液晶物质的量会减少,从而且液晶显示装置丧失实用性。

此外,通过使用单轴光补偿薄膜或者双轴光补偿薄膜可以形成宽视角特性。

因此,本申请所描述的发明具有这样的优点:(1)提供了一种液晶显示装置,通过防止由于外力造成的液晶片厚度的任何改变使其具有改进的显示质量,并在保留装置的驱动便利性前提下明显改善了其视角特性;(2)提供了一种可以高生产率制造具有高的显示质量的大液晶显示装置的方法。

对于熟悉本领域的技术人员来说,通过阅读并理解以下结合附图所作的详细描述,本发明的这些和其它优点将变得很明显。

图1A是表示本发明的液晶显示装置的横截面图。

图1B是表示本发明的另一个液晶显示装置的横截面图。

图2为描述本发明的光学机制的示意图。

图3为表示本发明的实施例1中的液晶显示装置的生产步骤的流程图。

图4为用于本发明实施例1的光掩模的一部分的平面图。

图5为表示根据本发明的实施例1产生的液晶区域和聚合物壁的平面图。

图6是根据本发明实施例1制造的液晶显示装置的电光特性曲线图。

图7是描述在根据本发明的实施例1制造出的液晶显示装置中使用单轴光补偿薄膜的情况下的视角特性曲线图。

图8为比较实施例1的液晶显示装置的光电特性图。

图9为用于本发明的实施例4的塑料基片的吸收曲线图。

图10为用于本发明的实施例5中的彩色滤光基片平面图。

图11为用于本发明的实施例5中TFT基片的平面图,该TFT基片带有黑色掩模。

图12是根据本发明的实施例7 而制造的液晶片的电光特性曲线图。

图13是根据本发明的比较实施例6 而制造的液晶片的电光特性曲线图。

图14A 为表示常规的 π 片在施加电压之前液晶分子的取向的横截面图。

图14B 为表示常规的 π 片在施加电压之后液晶分子的取向的横

截面图。

本发明的发明人已经发明了一种液晶显示装置，其内部由聚合物壁分隔开，从而在液晶片内提供抵抗外力的支撑，其中的液晶分子具有弯曲取向。发明人还发现在已有技术中的上述问题可以通过在制造液晶片时就将液晶分子的取向固定在弯曲取向而得到解决。

在下文中，将以实施例的方式描写本发明。

(液晶片结构)

(1)图1A是表示本发明的液晶显示装置的横截面图。该液晶显示装置包括一液晶片11。如图1A所示，液晶片11包括一对基片12和13，至少其中一片能够透过某些波长的可见光。一组透明的电极14形成在基片12上。定位薄膜15形成并覆盖住基片12。透明电极14对应于以矩阵形式设置在基片12和13上的一组象素(象素区域)21。在另一基片13上，有一组透明电极16与基片12上的透明电极14相对，从而构成这组象素21。定位薄膜17用以覆盖基片13。对定位薄膜15和17进行擦涂处理(下文中描述)。具有壁形结构的聚合物壁18形成在基片12和13之间。聚合物壁18生成一组与象素21对应的液晶区域19。聚合物壁18包括局部或者全部将液晶分隔开从而使之对应于相应的象素21的单元壁。在基片12和13的外侧，分别设置了偏振片24和25。

本发明的液晶片11具有对应于象素的微胞结构。在每个微胞结构中，有一个液晶区域19，其基本上被聚合物壁18所包围，从而被夹在一个透明电极14和一个透明电极16之间，并在基片12和13之间保持弯曲取向。本发明的聚合物壁与公开在日本特许公开专利NO. 4

-323616中的聚合物壁或者此类者是不同的,其是在一对基片中的一个上预先制出聚合物壁,将两个基片相对并用密封胶固定构成一个腔,然后在基片之间注入液晶物质。聚合物壁18的特征在于它是与基片12和13紧密接触或者粘在其上的。通过将聚合物壁18粘在基片12和13上,本发明的液晶片11能够进一步防止液晶片的厚度由于所施加的外力而产生不稳定的变化。这样,当用笔形输入装置按压常规液晶片上的透明位置探测薄膜的所需部分进行笔输操作时,就能够防止液晶片色彩的任何变化。此外,液晶片11当掉落时具有改进的抗震性等。

在包括由基片和注入其中的液晶层构成的液晶片的大显示屏液晶显示装置直立向上放置的情况下,液晶片的厚度由于液晶物质本身的质量而向底部方向逐渐增加,从而导致沿垂直方向显示的不均匀性。另一方面,根据本发明,包括粘在基片12和13上的聚合物壁18的液晶片11在厚度上具有非常小的涨落。此外,当对基片12和13作用于液晶分子上的取向力具有较小影响的聚合物液晶物质被固定在聚合物壁18中时,相对于基片12和13沿水平方向从基片12和13的表面产生一个取向力,并且相对于基片12和13沿垂直方向从聚合物壁18的垂直面23也产生一个取向力。所以,具有高倾斜角并因此具有低稳定的液晶分子的弯曲取向被极大地稳定化了。

与将聚合物壁18设置在任意位置的情况相比,通过有意使聚合物壁18的大部分位于象素以外,可以用象素中的聚合物物质防止由于显示在交联尼克尔状态下的黑色图象而造成的对比度的降低。此外,在形成聚合物壁18的过程中,可以在每个液晶区域19之间的界面上形成一层薄的聚合物膜。基片12和13的取向力通过聚合物传送到

液晶分子20,从而使液晶分子20具有均匀一致的取向。而且,因为聚合物壁18和上述的聚合物薄膜以三维方式包裹着液晶区域19,本发明的液晶片11还具有抵抗诸如在笔输操作中施加的外力的改进强度。

(2)图1B表示本发明的具有另一结构的液晶显示装置的横截面。与上述(1)中所描述的结构相比,这种结构的液晶片11'不包括聚合物壁,但包括覆盖定位薄膜15和17的聚合物薄膜27。因为这种结构的其他方面与上述结构相同,在图1B中相似的构成元件用相同的标号表示,并且对其描述也予省略。按照这种结构,基片12和13的取向力通过聚合物传送到液晶分子20,从而液晶分子可以具有均匀一致的取向。结果,使得稳定的弯曲取向。

(生产方法)

根据生产本发明的液晶显示装置的一个方法,在制造图1A或者图1B中所示的液晶片11或者11'时,利用了基片12和13作作用于液晶分子的定向力(这使液晶分子产生一个反向预倾角),并且聚合物壁18基本上是形成在象素21的外边。然后,将液晶物质与可光聚合物物质(包括液晶可聚物质和可光聚合引发剂)的混合物注入基片12和13之间,对其已进行了定向处理;之后,用紫外光局部照射液晶片11或者11',同时向液晶片11或者11'至少施加电场和磁场之一,如此基本上没有紫外光照射到象素21上。

按照生产本发明的包括聚合物壁的液晶显示装置的方法,聚合物物质是在用紫外光照射的混合物区域(下文中称之为"强辐射区")通过聚合作用形成的,从而将液晶投入没有被紫外光照射的区域(下文中称之为"弱辐射区域")。这样,就在强辐射区形成了聚合物壁18,

而在弱辐射区形成了液晶区域19。为了利用基片12和13的定向力，可以将具有液晶结晶度的光聚物质(液晶态聚物质)用作部分或者全部的光聚物质，从而能够在不破坏液晶与光聚物质的混合物的液晶结晶度的前提下进行光聚合反应。因为在液晶和聚物质的相分离过程中，从外界施加了电场和磁场中的至少一种，已经相分离的液晶区域19就这样生长，即由于基片12和13以及外加场的定向的作用，在液晶区域19中的液晶分子20被定位为弯曲取向。

最后，周围的聚物质在液晶区域19中的液晶分子20保持在弯曲取向状态时固化，从而粘在基片12和13上的聚合物薄膜变成使液晶分子具有大的预倾角的定位薄膜。结果液晶的取向状态被稳定化。

此外，根据生产本发明的液晶显示装置的方法，上述的混合物被注入由一对基片12和13在等于或者高于混合物的均化作用温度下用密封胶粘合构成的腔中，并用具有规则的高低强度分布(分别对应于强辐射区和弱辐射区)的紫外光进行照射，从而产生具有预定规律的光聚合作用。另外，为了使混合物具有液晶结晶度，液晶片的温度被逐渐降到对应于向列相或者层列相的温度，以产生进一步的光聚合反应，由此，液晶分子20在基片12和13的表面上具有均匀一致的取向状态。如果所使用的液晶接近向列相液晶，这种液晶具有比较好的结晶度，混合在液晶中的光聚物质就能够更有效地从液晶中排出，从而可以防止由于在象素中存留任何聚物质而降低对比度。这样，液晶片11就可具有更好的显示质量。

(获得具有规则的高低强度分布的紫外光的方法)

根据本发明，如何获得具有规则的高低强度分布的紫外光是重

要的。通过使用光掩模、微透镜、干涉片或者诸如此类者来得到具有规则的高低强度分布的紫外光是可取的(下文中称之为"光强分布调整装置")。只要能够得到具有规则分布的紫外光,光掩模或者此类器件的位置可以在液晶片的内部或者外部。光掩模最好是尽可能靠近液晶物质和可光聚合作物质的混合物。如果基片和光掩模之间的距离增大,光掩模所带的图象(或图案)产生并形成在混合物上的光学图象会变得模糊,从而降低本发明的效果。因为这样的一个光掩模将与液晶物质和可光聚合作物质的混和物接触,所以如果用于隔断紫外光的光掩模是放在液晶片的内部,将是特别可取的。具体地说,当本发明的液晶片被用于反射型液晶显示装置时,较为可取的是只让反射片上对应于象素部分来反射光,而让另一部分透射光。换一种方式,在一个基片上强辐射区域以外的区域规则地形成用于透射可见光和隔断紫外光的薄膜以对应于象素21也是可取的。这个方法可以通过使用彩色滤光片或设置在液晶片中的有机聚合物薄膜来实现。

在本发明中,所用的紫外光最好是平行光,从而在上述的混合物上得到清晰的光学图象。如果紫外光不是十分平行,它们将会令人讨厌地进入弱辐射区域,从而使相对于象素21的聚合作物质被固化。结果导致液晶显示装置的对比度由于上述理由而降低。

根据本发明的研究,通过使用具有掩模部分的光强分布调整装置,其中所说掩模部分形成弱辐射区域,该弱辐射区域的面积为象素21的30%或者更小,所得到的液晶滴19(液晶区域)的面积也只有象素21的30%或者更小,从而在象素21之内的液晶与聚合作物质之间产生一组界面。于是,对比度就会由于在这样的界面上的散射而降低。但

是,光强分布调整装置最好具有相对于象素21面积足够大的掩模,以在象素21内的液晶和聚合物物质之间生成足够数量的界面。换句话说,液晶与聚合物物质之间界面的数目不应该特别少。能够确保仅有除象素以外的区域被紫外光照射的光掩膜或者此类器件是可取的。

只要紫外光强度在每个象素21的30% 或者更多的面积上是局部降低的,各个掩模部分可以具有任何的形状。例如,各个掩模部分的结构(尽管如此,并不局限于这里所罗列的形状)可以是圆形、方形、梯形、矩形、六角形、菱形、字母形,或者由曲线和/或直线包围构成的形状。也可以使用由以上的形状等中的一些结合而成的结构。能够确保变成象素21的区域被较弱辐照的光掩模或者此类物是可取的,因为它可以降低象素21内的光散射强度,并提高液晶显示装置的显示对比度。在应用本发明时,可以选择这些形状中的一种或者几种。为了提高液晶滴的均匀性,将其结构限定为一种形状是可取的。

本发明的一个特征是液晶区域19沿水平方向,即对应于象素21的规则设置。所以掩模部分的设置是重要的。可取的是掩模部分以与象素21相同的间隔设置。在一个象素21内只使用一个掩模部分是可取的。

此外,一个掩模可以用于多个象素21。每个掩模可以用于以矩阵形式设置的一列象素,或者用于由不止一个象素构成的一组象素。更进一步说,掩模部分不需要是彼此独立的,而可以是彼此在端部相联的,只要非常有效地阻挡紫外光的部分具有一种或者几种上述的结构和/或设置。在象素21相对来说比较大的情况,聚合物壁可以有意地构成在象素内。在这种情况下,对比度会降低,但可以使对外力的支撑强化。

(施加电场和/或设置磁场的方法)

在施加电场和磁场中的至少一种的同时，用紫外光照射液晶与可光聚合物质的混合物对于形成用于本发明的弯曲取向状态是非常关键的。在此之前呈发散状取向的液晶层由于有电场作用而成弯曲取向。为了将液晶固定在这种取向状态用紫外光将紫外光致物质固化。所施加的电场和/或磁场的强度极依赖于液晶片的厚度、介电常数的有向性和液晶材料的弹性系数，诸如此类等等。本发明并不特别限制电场和/或磁场的强度，只要这个强度等于或者大于某一个强度，在这个强度下弯曲取向取向变得比发散取向更稳定。

此外，可以施加一个刚好足够高的电压，只要在这个电压下液晶不会从弯曲取向状态转变为发散取向状态。

(显示的粗度)

如上所述，由于聚合物和液晶物质具有不同的折射率，常规的聚合物弥散型液晶显示装置是无法避免发生在聚合物与液晶的界面上的光散射现象的。具有由聚合物壁包围的大液晶区域的无光散射模式液晶显示装置，也发生简单的光散射现象，这类装置中，液晶分子的取向是通过偏振器测出的。这种光散射现象导致显示的粗度，从而降低了液晶显示装置的显示质量。但是，根据本发明，即使是聚合物，它们在光聚合物质固化前后，相对于液晶物质的取向也是处在简单的取向状态的，从而液晶物质和液晶状光聚合物质基本上具有相同的折射率。结果明显地改善了显示的粗度问题。此外，因为只有少量的光聚合物质被加入液晶物质，就是说，聚合物在液晶中的比率很小，上述的光散射现象被减弱。

(液晶状态聚合物)

根据本发明生产液晶显示装置的方法,液晶物质与聚合物物质(包括液晶态聚合物物质)的均匀混合物,通过在保持一对基片12和13中间的液晶状态的同时,固化聚合物物质而被相分离,以产生液晶和聚合物物质。于是可以得到这样的结构,其中液晶体聚合物物质被稳定在聚合物壁18和聚合物薄膜上。结果,液晶分子20 受到来自聚合物壁垂直面23以及基片12和13表面的定向力(如图1A所示),从而稳定了液晶分子的取向,并且在聚合物壁18附近的取向的均匀性也是可靠的。

相比之下,在一块基片上构成聚合物壁以后固定另一块基片的常规方法使得在聚合物壁附近出出随机的取向,从而降低显示的均匀性。本发明解决了这个不均匀显示的问题。

为了稳定本发明中的弯曲取向,可取的是在保持液晶与可光聚物质的混合物处在液晶状态并施加一个电压时用紫外光照射。于是,本发明的效果得以稳定。从这一点考虑,使用一种具有同样可以表现光聚物质中的液晶性的官能团的液晶体聚合物物质是可取的。

在本发明中所用的分子中包含液晶性官能团的化合物的例子包括以下列分子式I和II所表示的化合物:



其中A表示可聚合官能团,更具体地说表示具有带有一种张力的杂环结构,如环氧基或者非饱和键的官能团,例如 $CH_2=CH-$, $CH_2=CH-COO-$, CH_2-CH- , $-N=C=O$;



B表示连接聚合物官能团和液晶化合物的连接基,更具体地说,表示

一个烷基链 $(-\text{CH}_2)_n-$ ，酯键 $(-\text{COO}-)$ ，醚键 $(-\text{O}-)$ ，聚乙二醇链： $(-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-)$ ，和它们的结合。从聚合官能团到液晶分子的坚固部分具有6个或者更多个键的连接基是可取的，因为在形成聚合物壁18以后响应电场而在聚合物壁上容易移动是可取的。

分子式I中的 LC_1 表示一种液晶化合物。这种化合物的实例包括用下面的分子式III 或者胆甾醇环，或者其衍生物。

D-E-G : 分子式III

其中G表示一个使液晶显示介电常数的有向性的极性基，更具体地说，表示一个苯环、环己烷环、对二苯环、苯基环己烷环、三联苯环和二苯环己烷环或此类具有诸如 $-\text{CN}$ 、 $-\text{OCH}_3$ 、 $-\text{F}$ 、 $-\text{Cl}$ 、 $-\text{OCF}_3$ ，或 OCCl_3 的官能团者；E表示连接官能团D与极性基G的官能团，如单键 $-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ，和 $-\text{CH}=\text{CH}-$ ；D表示能够键合到分子式I或II中的B的官能团，其影响到介电常数的有向性和折射率的各向异性的程度，更具体地说，表示对二苯环，1,10-二苯环1,4-环己烷环，1,10-苯基环己烷环，及此类者。分子式II中的化合物 LC_2 的实例包括刚性分子，如对苯环，1,10-二苯环，1,4-环己烷环和1,10苯基环己烷环。可以单独使用这些分子中的一个，或者是由一组这些分子构成的分子，它们连接基，如单键 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{N}=\text{CH}-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{N}=\text{N}-$ ，和 $-\text{COS}-$ 所连接。

在用于本发明的液晶显示装置中的液晶物质具有正的介电常数有向性时，上述的分子式III中的极性基G最好是放置在使介电常数有向性 $\Delta\epsilon$ 变成正值的位置。更具体地说，包含在极性基G的实例中的苯环在其2-位3-位或者2,3-位有一个官能团是可取的。在用于本发明的液晶显示装置中的液晶物质具有负的介电常数有向性时，上述

的分子式III中的极性基G最好是放置在使介电常数有向性 $\Delta\epsilon$ 变成负值的位置。更具体地说,包含在极性基G的实例中的苯环在其4-位,3,4,5-位,或者3,4-位有一个官能团是可取的。

当上述极性基的一组取代体都出现在同一分子中时,并不需要所有取代体彼此一致。在上述的两种情况中,没有必要只用其中一种液晶化合物,但是只有当其中包括至少一种上述化合物时才可以使用一组液晶化合物。不要求上述的化合物本身显示液晶性,但是要求其不特别低于基质液晶物质的液晶性。根据本发明液晶聚合物的范围包括上述结构的其本身不显示液晶性质的化合物。

(光聚物质)

作为光聚物质,可以使用诸如带有三个或更多个碳原子长链的烷基或者苯环的丙烯酸和丙烯酸酯。更具体地说,可光聚物质的实例包括异丁基丙烯酸酯,硬脂基丙烯酸酯,月桂基丙烯酸酯,异戊基丙烯酸酯,n-丁基异丁烯酸酯,n-月桂基异丁烯酸酯,十三烷基异丁烯酸酯,2-乙基己基丙烯酸酯,n-硬脂基异丁烯酸酯,环己基异丁烯酸酯,苯甲基异丁烯酸酯,2-苯氧基乙基异丁烯酸酯,异冰片基丙烯酸酯,和异冰片基异丁烯酸酯。为了加强聚合物的物理强度,可以使用带有两个或者更多个官能团的多官能化合物,如 R-684(由 Nippon kayaku 有限公司生产),双酚A二异丁烯酸酯,双酚A二丙烯酸酯,1,4-丁二醇二异丁烯酸酯,1,6-己二醇二异丁烯酸酯,三羟甲基丙烷三异丁烯酸酯,三羟甲基丙烷三丙烯酸酯,四羟甲基甲烷四丙烯酸酯,和新戊基二丙烯酸酯。此外,降低在聚合物-液晶界面上的固着强度和降低驱动电压,可以使用卤化物,特别是氯化物或者氟化物。

此类化合物的例子包括2,2,3,4,4,4-六氟(代)丁基异丁烯酸酯,2,2,3,4,4,4-六氟丁基异丁烯酸酯,2,2,3,3-四氟(代)丙基异丁烯酸酯,2,2,3,3-四氟(代)丙基异丁烯酸酯,全氟(代)辛基乙基异丁烯酸酯,全氟(代)辛基乙基异丁烯酸酯,全氟(代)辛基乙基丙烯酸酯,和全氟(代)辛基乙基丙烯酸酯。

(液晶物质)

用于本发明的液晶物质是在室温下显示液晶晶态的有机混合物。向列型液晶(对于双频率驱动,包括其 $\Delta\epsilon < 0$ 的液晶),胆甾基液晶,或者加有手性试剂的向列型液晶由于其特性而较为可取。在这种情况下,手性间距为 $10\mu\text{m}$ 或者更大,如果手性间距为 $10\mu\text{m}$ 或更小,基片12和13的定向力是不够强的,所以液晶分子20的取向变成螺旋形的,对此使用单轴光补偿薄膜26(如图1A所示)是很难实现光补偿的。更可取的是,液晶物质应当具有优异的耐化学反应性因为在生产本发明的液晶显示装置11过程中始终受到光聚合反应的影响。这种液晶物质的实例包括那些在化合物中包含诸如氟原子一类官能团的液晶材料。更具体地说,可以使用ZLI-4801-000,ZLI-4801-001,ZLI-4729,ZLI-4427(由Merck 有限公司生产)。

在选择这种液晶物质和在分子中具有一个可聚合官能团的液晶体化合物时,为了使其彼此兼容,各个化合物中显示液晶性的部分相类似是可取的。特别是,当选择一种氟型或者一种氯型液晶物质时,由于它们产生了一个特殊的化学环境,所以具有可聚合官能团的液晶体化合物也应当是氟型的或者是氯型的。

至于液晶物质的各种折射率,即构成液晶层的液晶物质的正常折射率 n_o ,和反常折射率 n_e ,以及构成聚合物壁18的聚合物质的折射

率 n_p 最好是满足下列关系式:

$$\left| (n_e \text{ 或 } n_o) - n_p \right| \leq 0.1 \quad \text{: 关系式1}$$

如果上述折射率不满足关系式1,液晶与聚合物质的折射率就是不匹配的,从而显示粗度增加,而对比度降低。更可取的是, n_p 取 n_o 与 n_e 之间的值。如果折射率 n_p 是在这个范围内,而即使是当液晶分子20被电压驱动时也仅在聚合物壁18与液晶物质的折射率之间存在很小的差别,那么由液晶物质和聚合物质之间的界面产生的光散射就可以被大大减少。

(物质的混合比率)

添加的液晶态聚合物质的量应当使液晶态聚合物质,液晶物质,光聚合反应引发剂,和光聚合物质的混合物能够处于液晶状态。液晶态聚合物质的适当量根据材料的不同而有所变化。尽管本发明并没有特别的限制,但是在光聚合物质中包含30%到90%重量的液晶态聚合物质是可取的。如果液晶聚合物质的量少于30%重量,就会使混合物处于液晶状态的温度范围变小,从而不可能使 π 型片的液晶片11的基片12和13中的液晶分子20调整。如果液晶态聚合物质的量多于90%重量,液晶态聚合物质的弹性系数在固化后就会变低,从而使液晶片不具有足够的支撑以抵抗外力。

当液晶物质和聚合物质混合时,其混合比率可取地应在50:50到97:3的重量比范围,最好为70:30到95:5。如果液晶物质的量少于上述混合物重量的50%,聚合物壁18的连接体会产生过度的影响,使得液晶显示装置的驱动电压大大增加。此外,较少的液晶区域19被基片12和13的定向力所调整,从而破坏了液晶显示装置的实用性。另

一方面,如果液晶的量超过97%,聚合物壁18将不能充分形成,因而其物理强度降低,结果导致液晶显示装置不稳定的性能。

此外,在没有聚合物壁18形成的情况下,如图1B所示,本发明人发现,关于液晶物质和聚合物(包括液晶态聚合物)的混合比率,光聚合物占液晶物质和光聚合物总重量的0.1%到5%是可取的。原因是,因为在这种情况下不需要光掩模,超过5%重量的光聚合物会在象素区域内产生大量的聚合物壁,从而极大地增加了液晶片的驱动电压,并且由于液晶物质与聚合物折射率的不同而产生的光散射的现象变得明显了,因而会降低对比度。另一方面,如果光聚合物的重量少于0.1%,被基片上的聚合物的定向力调整的液晶区域的数目会减少,因而减小了装置的实用性。

(光程差: $d\Delta n$)

根据本发明的液晶片11或者11',液晶区域19处于与普通 π 片相似的取向状态,从而液晶片11或11'的最佳光程差和插入装置中的相差片(光补偿薄膜)的光程差与在普通 π 片情况下所取的光程差值相似。考察利用液晶和有效折射率的有向性 Δn_1 乘以液晶片厚度 d_1 所得到的积,发现:当 $d_1\Delta n_1/\lambda_1$ 是用一个整数乘以1/2得到的值时,其中波长相当于绿光的波长($\lambda=550\text{nm}$),可以得到最明亮的显示。所以 $d_1\Delta n_1$ 的值最好应满足上述条件。特别是,为了提高对比度和消除不喜欢的色彩,让 $d_1\Delta n_1$ 等于250到350nm是可取的。尤其是,本发明的液晶显示装置利用了由于光程差产生的光透射效应,从而最可取的是光程差 $d_1\Delta n_1$ 为275nm左右,这样最容易被人眼接受的绿光($\lambda=550\text{nm}$)能够最有效地透过。但是,液晶片11或者11'的使用,

相对于液晶分子轴的一个方向,只是具有沿左右方向对称的视角特性,而不是无定向的视角特性。

为了解决这个问题,由单轴光补偿薄膜构成的光补偿薄膜26被设置在偏振器24与基片12之间,以具有如图2所示的光学机制。于是可得到无定向的视角特性。如图2所示,一对基片24和25各自的偏振方向51和52与每个液晶分子20的分子轴,即纵向50分别形成 45° 角,并且偏振方向51和52彼此垂直。此外,光补偿薄膜26的主轴方向53垂直于分子轴方向50。为了实现这种光学机制,具有光学相补偿功能的基片的折射率有向性系数 Δn_2 乘以同一基片的厚度 d_2 所得到的积是非常关键的。两个积之差($d_1\Delta n_1 - d_2\Delta n_2$)基本上等于零是可取的。此外,具有光学相补偿功能的基片的光轴和基片12和13上液晶分子的取向方向是重要的。液晶分子20的纵轴最好基本上垂直于单轴光补偿薄膜26的光轴,如图2所示。

(光聚合作用引发剂)

作为聚合反应引发剂(或者催化剂),可以使用Irgacure 184, Irgacure 651, Irgacure 907, Darocure 1173, Darocure 1116, Darocure 2959。光聚合反应引发剂的添加量最好在液晶物质和聚合物总重量的0.3%到5%的范围。如果光聚合反应引发剂的添加量少于0.3%重量,就无法发生充分的光聚合反应。另一方面,如果光聚合反应引发剂的添加量超过5%重量,液晶和聚物质的相分离率变得如此之大以至于对应于象素21的液晶区域19的形成,例如说,变得难以控制。结果,液晶滴变小,从而增大了驱动电压。

在以塑料基片用作液晶显示装置11或者11'的基片12和13的情

况下,紫外线会被基片12和13吸收,从而防碍了混合物的光聚合反应。所以,利用在可见光范围具有吸收带和在可见光范围可聚合的光聚合反应引发剂是可取的。更具体地说,可以使用Lucirin TPO(由BASF公司生产),KYACURE DETX-S(由NipponKayaku有限公司生产),和CGI 369(由CIBA-GEIGY公司生产)。

(驱动方法)

如此生产的液晶片11可以用简单的矩阵驱动方法,和在各个象素21中使用a-Si TFT(即由非晶硅构成的薄膜晶体管),p-Si TFT(即由多晶硅构成的薄膜晶体管)或者MIM(即金属-绝缘体-金属结构的开关元件)的有源驱动方法来驱动。但是,本发明对于驱动方法并不特别限制。

(用作基片的材料)

用作基片12和13的材料,可以使用诸如玻璃和聚合物薄膜等的透明固体材料。当液晶显示装置采用反射型的时,可以使用诸如设置在薄金属片中的基片、硅基片一类的不透明固体材料,以及类似者。

用作此类塑料基片的材料,在可见光区域之外具有吸收区的材料是可取的。这种材料的实例包括PET,丙烯酸聚合物,聚苯乙烯,聚碳酸脂。

由不同材料制成的两个基片可以彼此固定形成一个片。进一步说,具有不同厚度的基片也可以彼此结合构成一个片,而不考虑各自的构成材料是否相同。

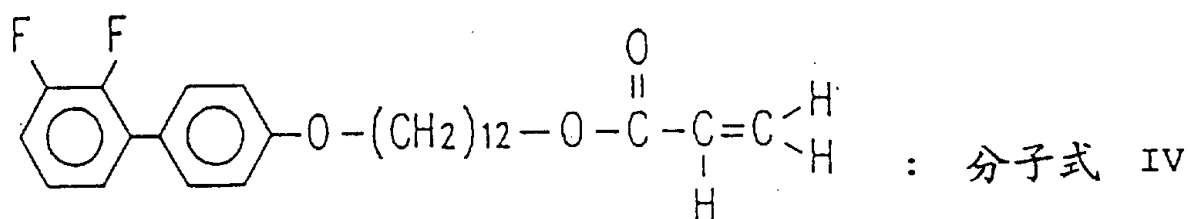
在下文中,将通过参附图解释实施例来描述本发明。应指出本发明并不局限于下例实例。

实施例1

本实施例中的液晶显示装置包括与图1A 中所示相同的液晶片11。一种用于生产本实施的液晶显示装置的方法将参照图3 进行描述。

在步骤A1,由氧化铟锡制成的透明电极14和16(厚度50nm) 分别形成在玻璃基片12和13上(厚度1.1mm)。将聚酰亚胺喷覆在制成的基片12和13上,以构成定位薄膜15和17。用一块尼龙布沿一个方向对定位薄膜15和17进行擦涂处理。在步骤A2,基片12和13 被彼此固定在一起,其各自的定位方向是一致的。将粒度为 $7\mu\text{m}$ 的分离胶注入基片12和13之间。然后,将基片12和13 用密封以构成一个空腔。在步骤A3,将掩模30放置到空腔上,使像素21被掩盖住。如图4所示,光掩模30具有以矩阵形式排列的方形的掩盖区域31和形成在各个掩盖区域之间的透光区域32。

在步骤A4,将0.10克R-684(由Nippon Kayaku公司生产),0.05克苯乙烯,0.75克以下列分子或IV表示的化合物A,0.10克异冰片丙烯酸酯,4克液晶材料E7(由Merck公司制造, $\Delta n=0.225$;均化温度为 60.5°C);和0.025克光聚合物反应引发剂(Irgacure 651)在 40°C 的均化温度下均匀混合以制成注入空腔中的混合物。



在步骤A5,将混合物利用毛细管注射入空腔中。之后,在步骤A6,按如下方式用紫外光进行照射。

在透明电极14和16之间施加±4伏的电压的同时,在高压汞灯下用10mW/cm²的紫外光照射液晶片。然后,将液晶片加热到100°C,并在此条件下,用紫外光通过光掩模30照射液晶片10分钟。这时,紫外光是照射到呈上述的规则重复弱辐射区的液晶片上的。

接着,在施加的电压下,液晶片以10°C/小时的速度被逐渐冷却到25°C。在这个温度下,液晶转变为向列相状态。紫外光继续连续照射液片3分钟,以使聚物质聚合。在冷却步骤中,由于基片12和13的定向力的作用,液晶分子被更加令人满意地定位。结果,进一步增进了显示质量。然后,在步骤A7,将光掩模30从液晶片上剥离。

利用偏振光显微镜观察刚刚制成的液晶片,它显示出液晶区域19是按照掩盖区域31和透光区域32的图案形成的。如图5所示,以矩阵形式形成的象素区域21具有与掩盖区域31相同的图案,分别形成的一组液晶区域19具有基本上与象素区域21相同的大小。在各个液晶区域19之间形成了聚合物壁18。在这个液晶片中,液晶区域19保持与常规π片相同的结构,在施加的电压作用下呈弯曲取向,如在比较实施例1中所示。进一步,液晶态聚物质被聚合,从而聚合物壁18包含了液晶态聚物质(在其分子中包含可聚合官能团的液晶态化

合物)。

在步骤A8, 偏振片24和25被安到液晶片上, 偏振片24和25各自的偏振方向分别相对于基片12和13的擦涂方向呈 45° 角, 偏振片24和25各自的偏振方向彼此成 90° 角, 偏振片24和25各自的偏振方向彼此成 90° 角。于是制成了 π 片型液晶显示装置。

比较实施例1

只有与在实施例1中相同的液晶材料象在实施例1中一样被注入相同的空腔, 以构成液晶片。将偏振片安到液晶片上, 于是以与实施例1同样的方式制成了一个常规的 π 片。

图6是表示实施例1中所施加的电压与液晶片11的透光性关系的图。表1表示液晶分子的取向状态。从图6和表1可以理解实施例1中的液晶片11即使没有施加电压也是处在热稳定的弯曲取向状态的, 并且具有至少与实施例1中的液晶片相同的电光特性。即使当用笔之类的东西压迫实施例1中的液晶片11时, 也几乎没有观察到色彩变化。更具体地说, 因为形成了大量的聚合物壁18的单元壁, 实施例1中的液晶片能够承受诸如笔的压力一类的外力。在没有聚合物壁的比较实施例1的情况, 就没有均匀显示的结果。

表 1

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	比较实施 例3和4	比较实施 例5
取向状态	弯曲	弯曲	弯曲	发散	垂直

为了评估实施例1中的液晶片的聚合物壁18与基片12和13之间的粘合程度,从液晶片11上切下一块仅仅包含聚合物壁18和液晶区域19的方形部分(大小20毫米),将基片12和13中的一块拉开,但是,它是很不容易剥离的。另一方面,由于在比较实施例1的液晶片中没有形成聚合物壁,所以从液晶片上切下的一方形部分(大小20毫米)上的基片彼此容易剥离。

如图1A所示,在偏振片24和基片12之间有一相差为655nm的单轴光补偿薄膜26,补偿薄膜的光轴与液晶分子轴构成 90° 角。测量所得到的液晶片的视角特性。图7表示测量的结果,即液晶片的电光特性,如视角与光透射性之间的关系。从图7可以理解,实施例1中的液晶片的视角特性由于有补偿薄膜26而成为无定向的。

图8表示比较实施例1中所施加电压与液晶片的光透性之间的关系。如从图8所看到的,比较实施例1中的液晶片在一定的电压下从发散的取向转变为弯曲的取向。当比较实施例1中的液晶片从施加电压状态转变到无电压施加状态时,液晶分子逐渐从弯曲取向状态转变到发散取向状态。进一步,当用笔压迫比较实施例中的液晶片

时,在笔压部分周围极易出现不均匀的显示。

比较实施例2

按实施例1相同的方法制成一个空片。将与实施例1相同的混合物注入空片中。然后,在与实施例1相同的条件下用紫外光照射液晶片,除了不作用光掩模,于是,制成了一块液晶片。如此生产的液晶片的电光特性如表2所示。用偏振光显微镜对液晶片的观察表明,在象素中形成了聚合物壁。这引起了如上所述的对比度降低。

表 2

	实施例1	比较实施例2
10伏时的透光性	8%	25%

实施例2和3,以及比较实施例3,4和5

用于实施例1一样的方法制成空片。在进行聚合反应的同时,将下述电压施加到这些空片上;0伏(比较实施例3); ± 1 伏(比较实施例4); ± 3 伏(实施例2); ± 5 伏(实施例3); ± 25 伏(比较实施例5)。每个液晶片中的液晶分子的取向状态根据其电光特性(施加电压与透光性之间的关系)推导出来,如表1所示。在比较实施例5中,施加电压几乎没有引起任何透光性的变化。于是,可以推论,液晶分子已经被垂直定位。

实施例4

两块带有与实施例1中相同电极的丙烯酸塑料基片(厚度 $400\mu\text{m}$)被制出,并以与实施例1相同的方式进位定位处理。基片彼此连接,粒度为 $7\mu\text{m}$ 的分离胶被注入基片之间以构成一个空腔。将与实施例1中一样的光掩模放在空片上。图9表示入射光波长与光透射率之间的关系。如从图9中看到的,基片部分地挡住了波长在 350nm 或以下的光。

接着,将 0.10 克R-684(由Nippon Kayaku公司生产), 0.01 克苯乙烯, 0.75 克以分子式IV表示的化合物A₅, 0.14 克异冰片丙烯酸酯, 4 克液晶材料E7(由Merck公司制造),和 0.025 克光聚合反应引发剂(Lucirin TPO,由BASF制造;在波长 400nm 附近光吸收最强)均匀混合。在真空条件下将混合物注入空片中。更具体地说,混合物的注入量在空腔内部压力为 100 帕,空腔与混合物的温度为 30°C 的条件下开始的。在注入开始后很短时间里,将基片和包含要注入的混合物的注入片加热到 60°C 。

将液晶片加热到 100°C ,并用紫外光在与实施例1同样的强度和条件下连续照射 10 分钟,同时在基片上的透明电极之间施加 ± 5 伏的电压。将液晶片逐渐冷却到 25°C ,不移走光掩模,用紫外光再照射 3 分钟。之后,将液晶片加热到 100°C ,然后在 8 小时内冷却到 25°C 。这样制得的液晶片的光程差($d_1\Delta n_1$)为 650nm 。

将偏振方向彼此相交成直角的一对偏振片和一个具有光相补偿功能的相差板($d_2\Delta n_2=655\text{nm}$) 26用与图1A中所示的实施例1中相同的方法连接到液晶片上。于是,制成了聚合物一矩阵 π 片。这样造出的液晶片的电光特性基本上与实施例1相同。在本实施例中,具有上述特性的光补偿薄膜26是设置在基片12和偏振片24之间的。

实施例5

在本实施例中,使用了如图10所示的彩色滤光基片40和如图 11所示的TFT基片45。彩色滤光基片40 包括对应于像素的彩色滤光片41,和对应于像素以外区域的透光区域42。TFT基片45具有显示电极,电极构成在像素区域21,由黑色树脂材料制成的黑色掩模44形成在像素区域21以外的部分。用与实施例1同样的方法对彩色滤光基片 40和TFT基片45进行了定位处理,并在与实施例1 相同的条件下相互连接在一起。然后,在真空条件下,将与实施例1 中相同的混合物注入彩色滤光基片40和TFT基片45之间。用紫外光以与实施例1相同的方式透过彩色滤光基片进行照射,以提供一种TFT-聚合物-矩阵型 π 片。在本实施例中,彩色滤光片被用于提供紫外光强度的规则分布。

在本实施例中,液晶接近光掩模,即彩色滤光基片40,与实施例1比较,间隔彩色滤光基片40的厚度。所以,由于光掩模引起的光衍射,从而防止了在像素区域21形成聚合物。特别是,本实施例用于具有小像素区域21的液晶片。进一步,根据本实施例,在实施例1到4中所用的将分开的光掩模连接到一起的步骤可以省略,从而可以通过减少部件数量和生产步骤而真正降低成本。

实施例6

按照与实施例1相同的方法制出一个空液晶片。然后,将0.01克R-684(由Nippon Kayaku生产,折射率:1.5036),0.10克p-氟苯乙烯(折射率:1.515),0.30克用分子式IV表示的化合物A,0.30克异冰片丙烯酸酯(折射率1.474)和0.20克作为聚合物质的全氟(代)辛基丙烯酸酯(折射率1.334)和液晶材料E7混合并以与实施例1相同的方式注入空液晶片中构成一个液晶片。

用与实施例1相同的方式将一对偏振片安到液晶片上,然后测量液晶片的电光特性。在本实施例中,为了评估在液晶和象素区21的聚合物壁18之间的界面上的光散射程度,使用了具有不同会聚角(2.7°和27°)的透镜。可以看到,具有较大会聚角的透镜能够更容易将从液晶片上散射的光会聚。当在无光状态下的比值($R=T_{27^\circ}/T_{2.7^\circ}$),即在饱和状态下接近1时,只有较少的光被散射(其中 T_{27° 表示用会聚角为27°的透镜得到的光透射率, $T_{2.7^\circ}$ 表示会聚角为2.7°的透镜得到的光透射率)。在本实施例中,测得R为1.1。

只有聚合物质被固化而变成聚合物时,亦测量聚合物的折射率。聚合物的折射率为1.49,聚合物的折射率与液晶的正常折射率 n_o (1.52)之间的差为0.03。本实施例的测量结果和实施1的结果一起表示在表3中。

表 3

	$n_o - n_p$	R 值
实施例1	0.09	1.5
实施例6	0.03	1.1

实施例1到6中的液晶片与下述的常规液晶片相比具有改进的性能。

(1) 局部或者全部包围着液晶区域19的聚合物壁18的使用可防

止基片之间的间隔由于外力作用而发生变化。在本发明的液晶片中，基片之间的间隔即使是在使用笔一类的东西所引起的外力作用下也不会变化。这就避免了不均匀显示的问题。因此，本发明的液晶显示装置能够被用于带有笔输终端的笔输装置。在这种情况下，用于探测位置的薄膜就形成在各个实施例的液晶片表面，用一支笔或者类似的东西压迫用于探测位置薄膜的所需部分就可以输入各种命令。

(2) 液晶区域19中的液晶分子20被相对于在基片12和13 中间所取并与之平行的平面对称地定位在各自的象素区内。更具体地说，液晶分子20处于自补偿取向状态。于是，本发明的液晶片的视角特性得以改善。此外，由于液晶分子所具有的弯曲取向，使得本发明的液晶片具有快的响应。

(3) 本发明的液晶片不需要常规的 π 片那样为了取得初始取向而施加电压。用于常规液晶片的驱动方法可以用于本发明的液晶片。

由于上述改进的特性，使得本发明各个实施例的液晶片能够适用于需要笔输入的便携式显示装置、为许多人服务的显示装置、以及大屏幕显示装置，等等。进一步说，本发明的液晶片可用于许多使用液晶显示装置的领域。例如，这种液晶片可以用作个人计算机或者诸如此类的平面显示装置、液晶电视、使用薄膜片的便携式显示装置，和防护镜一类的显示装置。

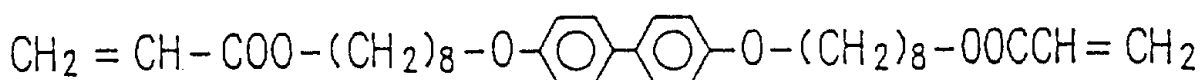
实施例7

本实施例的液晶显示装置具有图1B所示的结构。

一层ITO薄膜(厚度:500埃)被分别用作一对玻璃基片(厚度:1.1毫米)的每一个上的透明电极。将用作定位薄膜的聚酰亚胺旋覆到玻璃基片上的各自的ITO薄膜上，然后用尼龙布沿一个方向对覆盖的聚酰亚胺进

行擦涂处理。将制得的基片彼此连接在一起,使其定位方向一致,将粒度为 $7\mu\text{m}$ 的分离胶注入基片之间以形成一个空腔。

将0.1%到5%重量的、包含在其分子中具有官能团的液晶态可聚合化合物的聚合交联物质(聚合物)和液晶材料的均匀混合物利用毛细管注射入空腔中。更具体地说,将0.1克用分子式V表示的液晶态聚合物X,0.02克p-苯苯乙烯,9.88克液晶材料E7(由merck公司制造, $\Delta n:0.225$;均化温度 60.5°C),和0.04克光聚合反应引发剂(Irgacure 651)均匀混合,并利用毛细管注射入空腔中。



:分子式V

接着,将所制得的液晶片在高压汞灯下用 $10\text{mW}/\text{cm}^2$ 的紫外光在 100°C 温度下照射10分钟,与此同时在基片之间施加 ± 4 伏的电压。于是,混合物被相分离为液晶和聚合物,以形成液晶层和聚合物薄膜27。之后,让液晶片以 $10^\circ\text{C}/\text{小时}$ 的速度逐渐冷却到 25°C ,在这个条件下,液晶处于向列相状态。同紫外光再继续照射液晶片3分钟以使聚合物薄膜27中的聚合物聚合。在这个冷却步骤中,液晶分子被沿着基片的定向力的方向定位以提高显示质量。

即使在没有施加电压的条件下,上述的液晶区域也具有如在比较实施例6中所示的在施加电压时呈弯曲取向的常规 π 片相同的结构。而且,由于液晶态聚合物被聚合,聚合物薄膜27中包含了处于弯曲取向的液晶态聚合物(在其分子中具有可聚合官能团的液晶态化合

物)。

然后,将偏振片安到液晶片上,使各个偏振片相对于基片的擦涂方向构成 45° 角,各偏振片的偏振方向彼此相交成 90° 。于是,制成了一块 π 片型液晶显示装置。更具体地说,是将偏振方向彼此相交成 90° 的一对偏振片安在液晶片上,使每一条偏振光轴相对于基片的擦涂方向形成约 45° 角。

这样制得的液晶片的电光特性如图12所示。从图12中可以明确,本实施例中液晶片并不需要为了取得初始取向而施加电压,但是常规的 π 片是需要的。因此,实施例7中的液晶片中的液晶分子所具有的弯曲取向即使没有施加电压也是热稳定的,并且其电光特性(所施加电压与光透射率之间的关系)与比较实施例6的一样。

在偏振片与基片之间设置了相差为655nm的单轴光补偿薄膜,并使补偿薄膜的光轴相对于液晶分子轴形成 90° 角。可以肯定,这样制得的液晶片具有宽的视角特性。

如上所述,根据本实施例,0.1%到5%重量的聚合交联物质和液晶的混合物在施加一电压的条件下(即 π 片的取向状态)被相分离成液晶层和聚合物薄膜²⁷。所以,与常规的 π 片不同,为了取得初始取向而施加电压,对于本实施例是不需要的。结果,液晶分子可以处于稳定的弯曲取向状态,并且驱动电压和液晶片对比度等显示特性变得优异。

在实施例中,在其中一个偏振片与液晶层之间设置了至少一个单轴光补偿薄膜,并且液晶分子的纵轴方向与补偿薄膜的主轴相交成直角。值得推荐的是可以用双轴光补偿薄膜代替单轴光补偿薄膜。

比较实施例6

用与实施例7相同的方法制得一个空液晶片。只将与在实施例7中所用相同的液晶材料注入空片中,以构成一个液晶片。然后,用相同的方式将偏振片安到液晶片上,以构成一个常规的 π 片。

如此制得的液晶片的电光特性示于图13。如图13所示,在施加一定的电压一定长时间后,液晶分子处于弯曲取向。在将液晶片从有电压施加状态转变为无电压施加状态时,弯曲取向恢复到发散状态。因此发现在无电压状态下,发散取向是热稳定的。

如上所述,根据本发明,常规的 π 片型液晶显示装置是准结晶化的,体现为聚合物基质中的微晶胞。因此,本发明中的液晶片的厚度是不容易被外力所改变的,这种液晶片可以用于不带保护膜的笔输装置,这种保护膜会引起显示位置与笔输位置之间的视觉象差。此外,由于有包围对应于象素的液晶区域的聚合物壁,液晶显示装置能够防止由于外力作用产生的显示不均匀现象。这种液晶显示装置可以用作使用笔输终端的笔输液晶显示装置。还有,这种液晶显示装置即使在没有施加电压的情况下也具有稳定的弯曲取向,从而不需要象常规液晶片一样为了将发散取向转变为弯曲取向而施加电压这样的初始设置。即使当液晶显示装置从通电压状态变为断电压状态,也不会发生弯曲取向恢复到发散取向的情况。此外,由于具有弯曲取向,能够实现高速响应。通过使用单轴光补偿薄膜或者双轴光补偿薄膜而使液晶分子被无定向定位,所以可以得到卓越的视角特性。

由于具有上述的特性和优点,本发明的液晶显示装置可以用作大面积高清晰度液晶显示装置,便携式信息终端装置,等等。

本发明的各种其它改进对于本领域技术人员是明显的,并且在

不脱离本发明的范围和实质构思的前提下可以很容易作出。所以，本发明的保持范围并不局限于以上所描述的内容，而更广泛地由权利要求来表示。

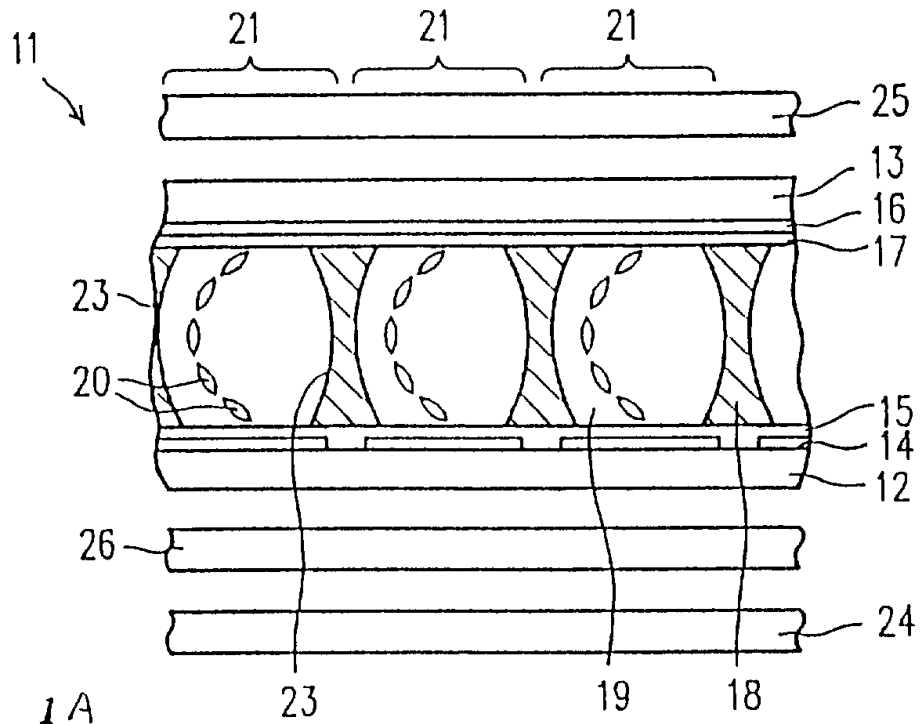


图 1A

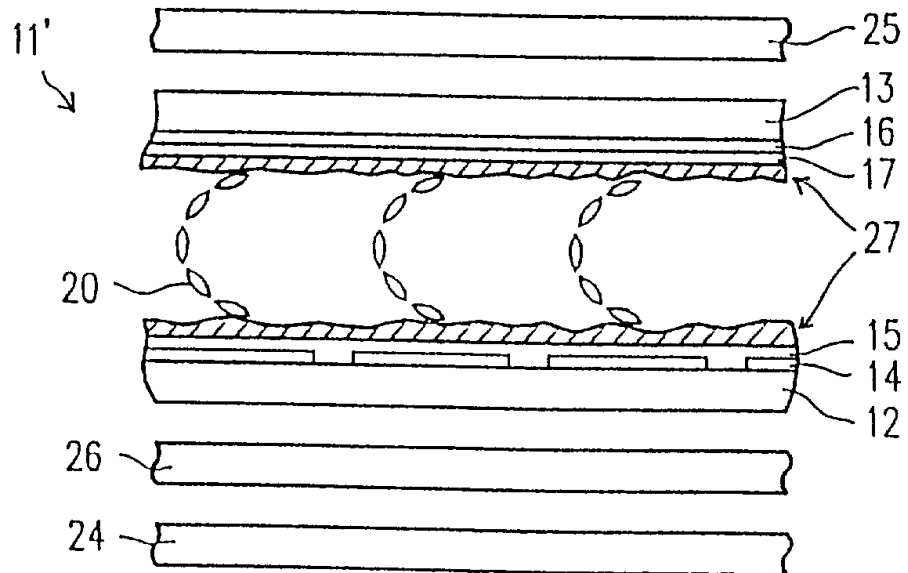


图 1B

图 2

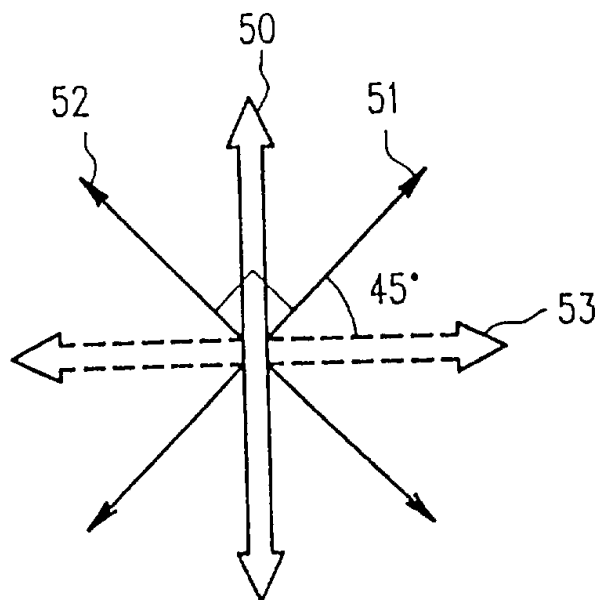
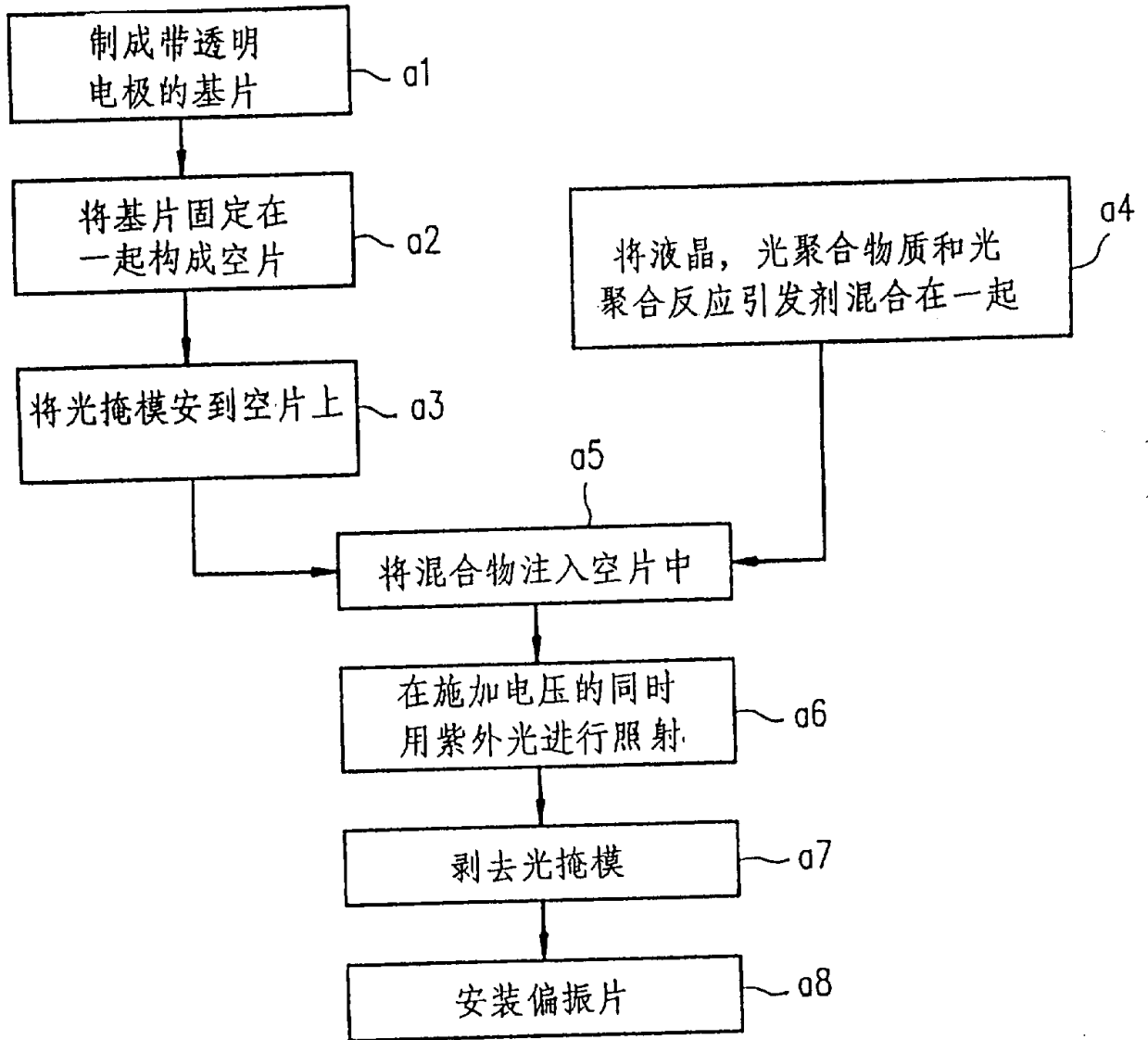


图 3

本发明液晶显示装置的生产步骤



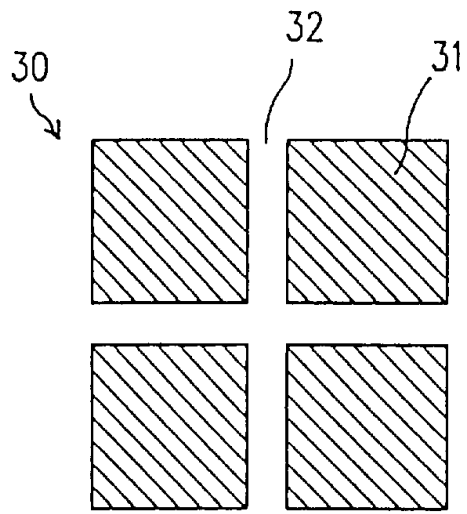


图 4

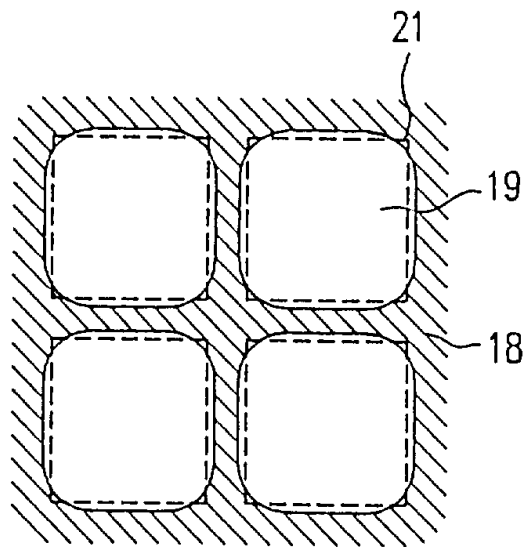


图 5

图 6

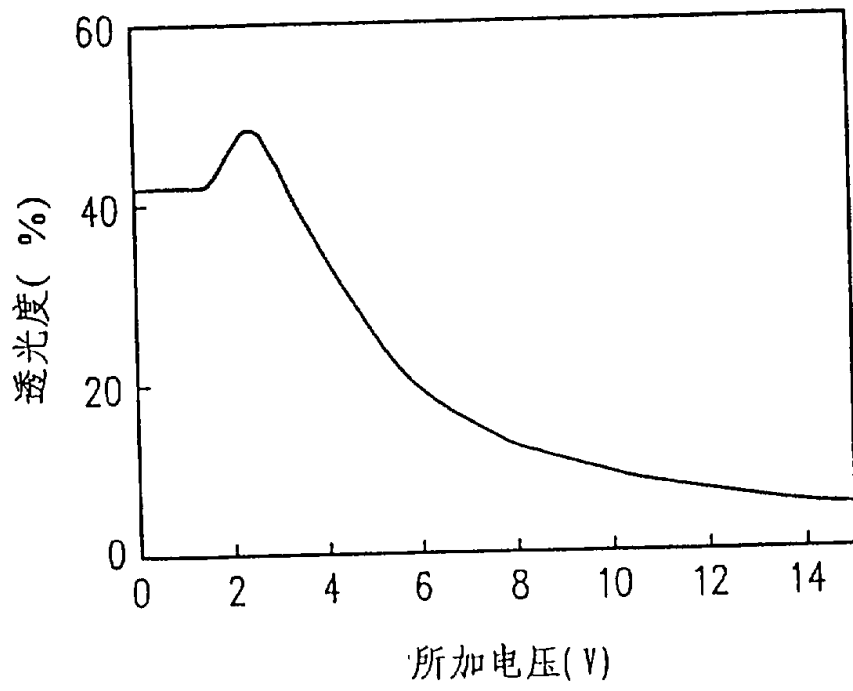
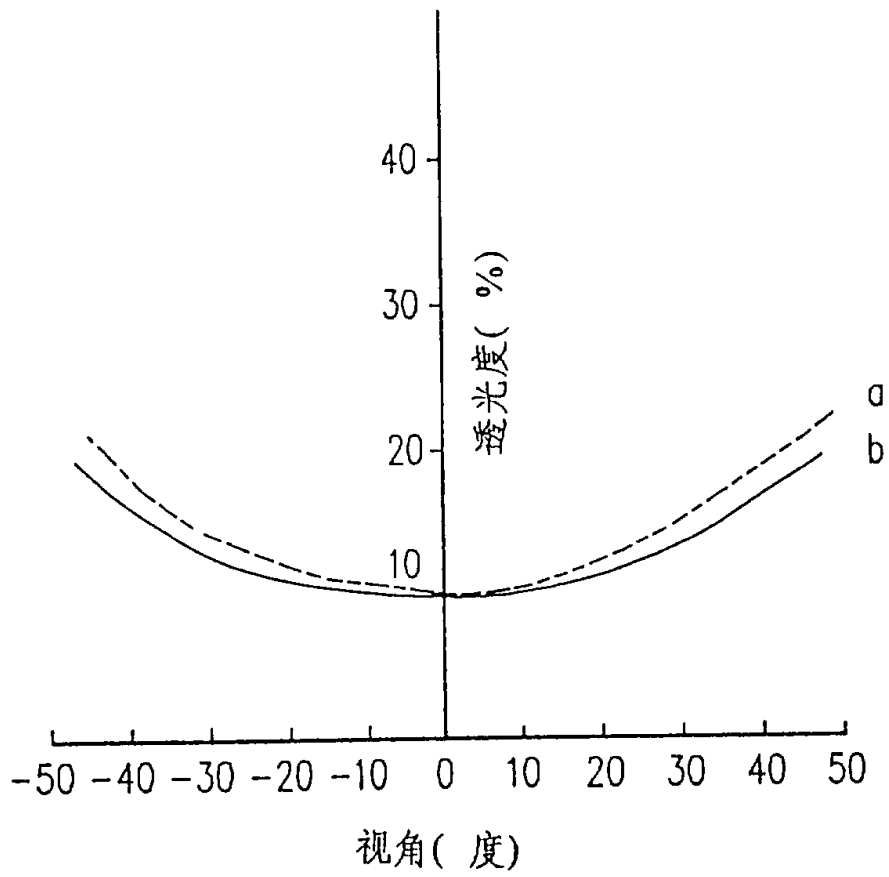


图 7



a: 加10V 电压时, 沿分子轴向的透射曲线

b: 加10V 电压时, 沿偏振片轴向的透射曲线

图 8

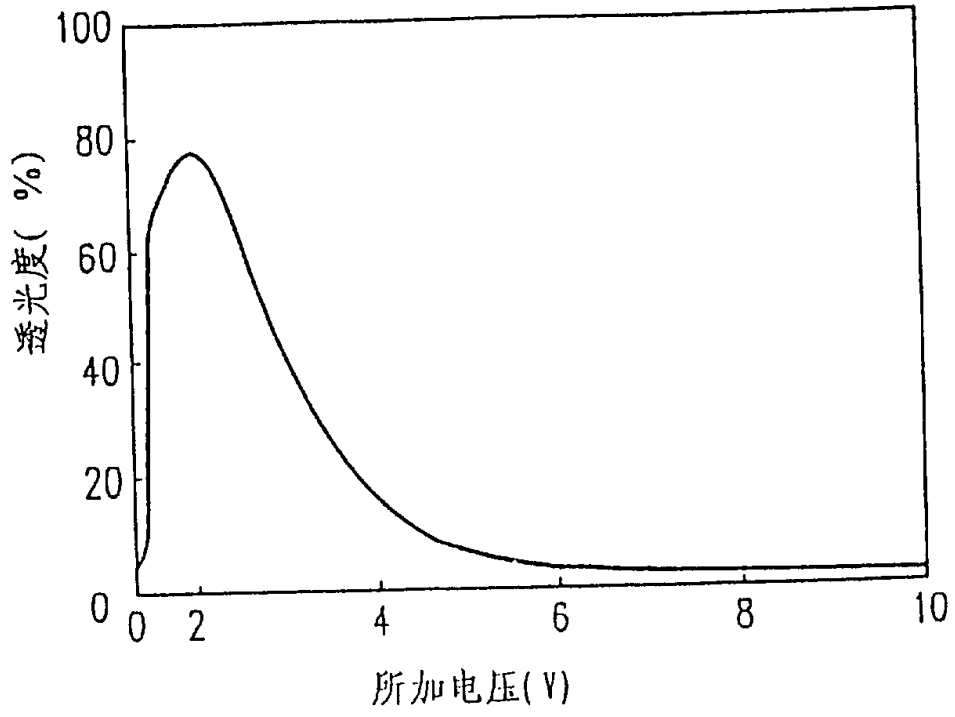


图 9

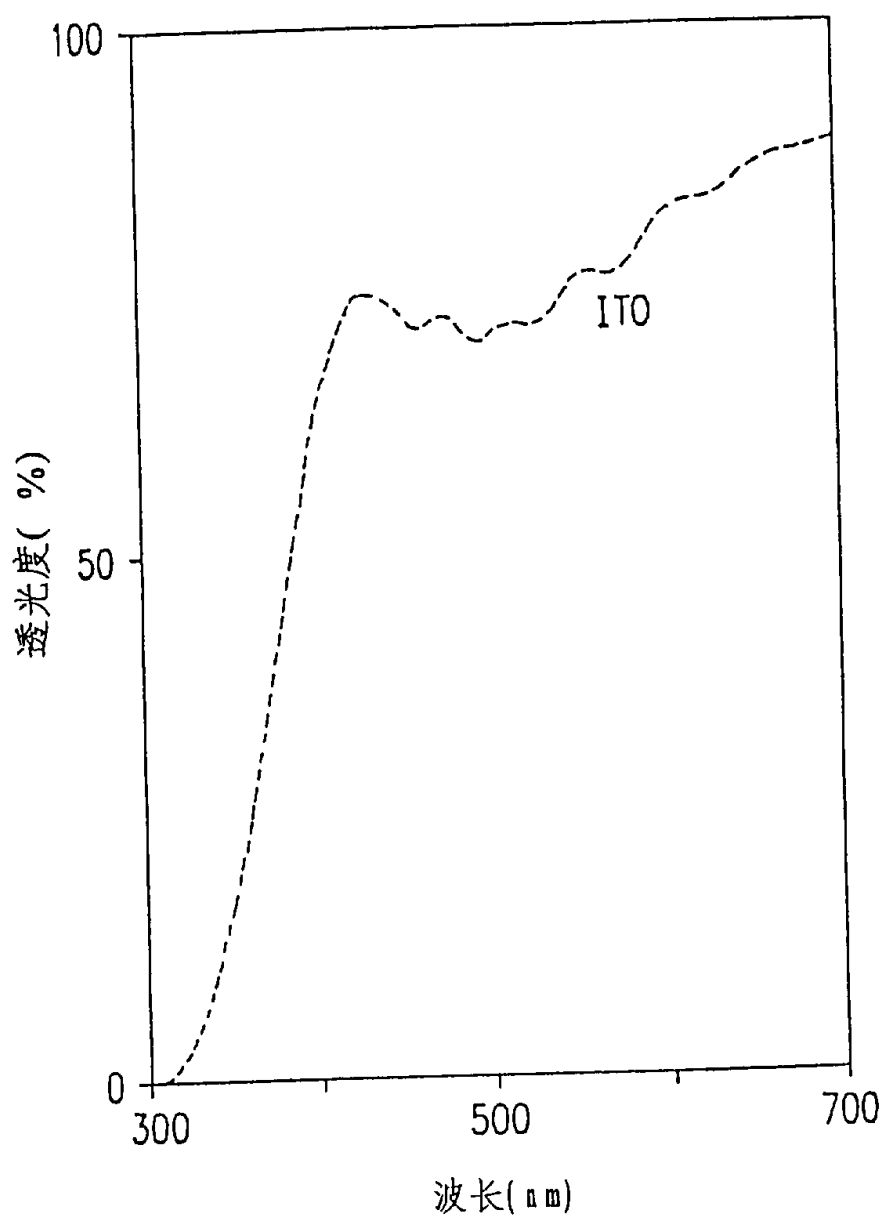


图 10

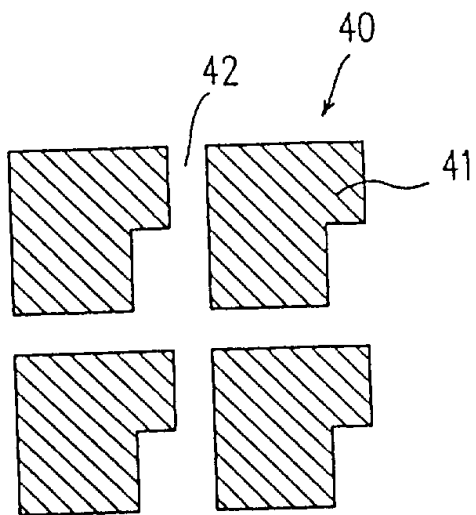
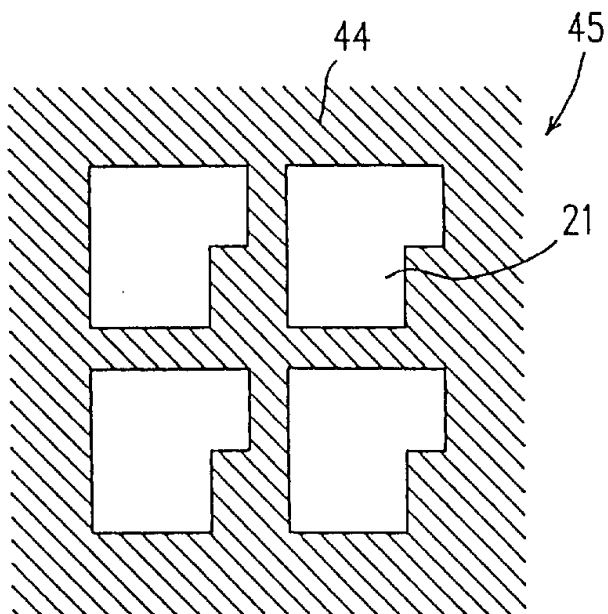


图 11



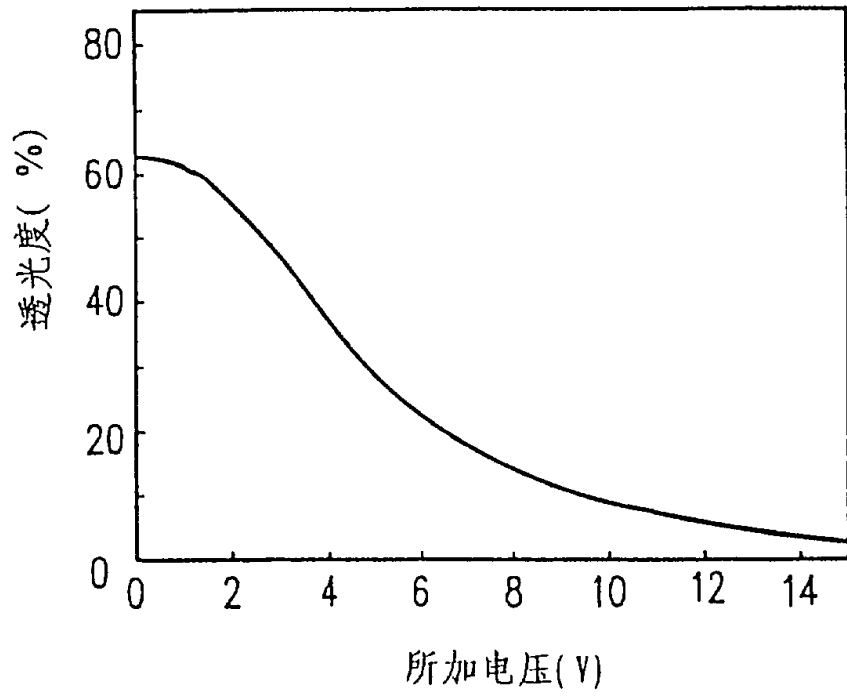


图 12

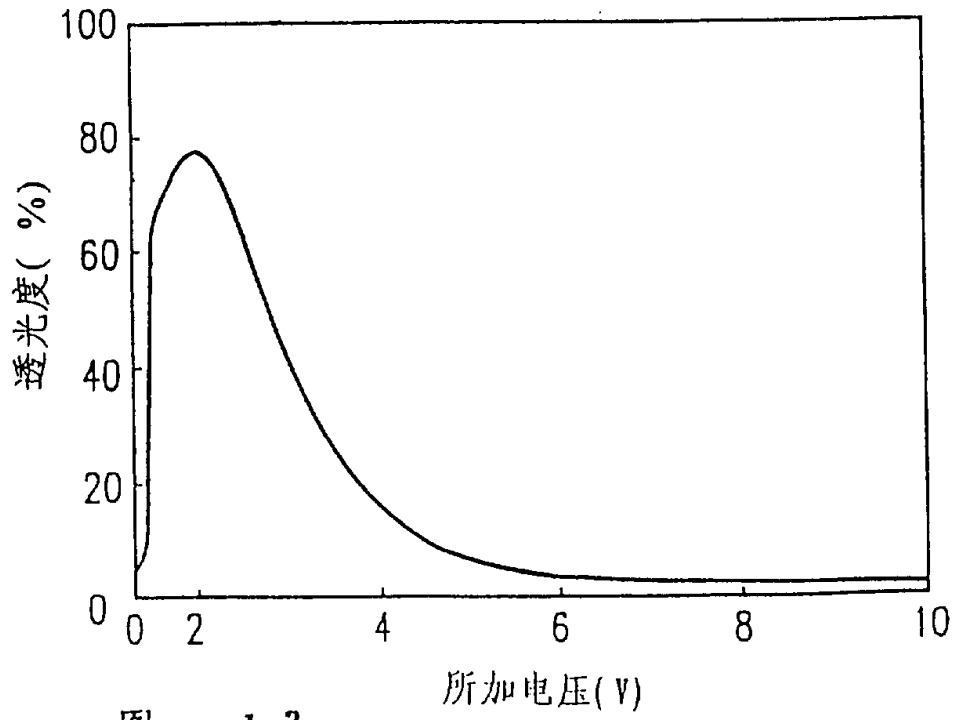


图 13

图 14A

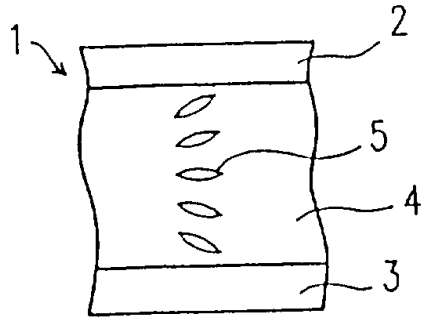


图 14B

