



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510005688.3

[43] 公开日 2005 年 7 月 20 日

[11] 公开号 CN 1641425A

[22] 申请日 2005.1.17

[21] 申请号 200510005688.3

[30] 优先权

[32] 2004. 1. 15 [33] JP [31] 2004 - 008444

[32] 2004. 8. 31 [33] JP [31] 2004 - 253425

[32] 2005. 1. 14 [33] JP [31] 2005 - 007497

[71] 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 宫地弘一 芝原靖司 井上威一郎

石原将市 小出贵子

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

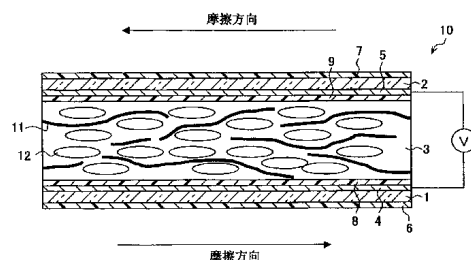
代理人 龙 淳

权利要求书 11 页 说明书 96 页 附图 20 页

[54] 发明名称 显示元件和显示装置以及显示元件的制造方法

[57] 摘要

在两基板中的一个的面上，分别设置电极和进行了摩擦处理的取向膜，在两基板的另一个的面上，设有偏光板。形成有两基板的取向膜的面相对放置，在夹持在两基板间而成的区域的介电性物质层中，注入在负型液晶性化合物中添加了光聚合性单体和聚合引发剂的媒质。然后，将此媒质保持在使液晶相显现的状态下，通过照射紫外线，使光聚合性单体聚合，形成高分子链。由此实现驱动必要的电场(外场)小的显示元件，其通过施加电场(外场)光学各向异性的程度发生变化。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种显示元件(10、30), 包括至少一方透明的一对基板(1、2)和夹持着所述两基板(1、2)之间的物质层(3), 通过在所述物质层(3)上施加外场进行显示, 其特征在于,

5 所述物质层(3)由通过施加外场光学各向异性的程度发生变化的媒质构成, 而且在所述物质层形成取向辅助材料(11)。

2. 如权利要求1所述的显示元件(10、30), 其特征在于,
所述取向辅助材料(11)促进所述光学各向异性程度的变化。

10

3. 如权利要求1所述的显示元件(10、30), 其特征在于,
所述取向辅助材料(11)使所述媒质的有序结构稳定化。

15

4. 如权利要求1所述的显示元件(10、30), 其特征在于,
所述取向辅助材料(11)具有结构上的各向异性。

20

5. 如权利要求1所述的显示元件(10、30), 其特征在于,
所述物质层(3)中封入显示液晶性的媒质,
所述取向辅助材料(11)是在所述媒质中使液晶相显现的状态下形成的。

25

6. 如权利要求1所述的显示元件(10、30), 其特征在于,
所述取向辅助材料(11), 在施加外场时或不施加外场时是光学各向同性的。

7. 如权利要求1所述的显示元件(10、30), 其特征在于,
所述取向辅助材料(11)将所述物质层(3)分割为多个小区域,
使构成所述媒质的分子的取向有序结构固定化。

30

8. 一种显示元件(10、30), 包括至少一方透明的一对基板(1、2)和夹持着所述两基板(1、2)之间的物质层(3), 通过在所述物质层

(3) 上施加外场进行显示, 其特征在于,

所述物质层(3) 由通过施加外场光学各向异性的程度发生变化的媒质构成, 而且, 包含氢键结合体。

5 9. 一种显示元件(10、30), 包括至少一方透明的一对基板(1、2) 和夹持着所述两基板(1、2) 之间的物质层(3), 通过在所述物质层(3) 上施加外场进行显示, 其特征在于,

所述物质层(3) 由通过施加外场光学各向异性的程度发生变化的媒质构成, 而且包含微粒。

10

10. 如权利要求9所述的显示元件(10、30), 其特征在于, 所述微粒的平均粒径在 $0.2\ \mu\text{m}$ 以下。

11. 如权利要求9所述的显示元件(10、30), 其特征在于,

15 所述微粒的含量相对于该微粒和构成所述物质层(3) 的媒质的总重量, 是 0.05 重量%~20 重量%。

12. 一种显示元件(10、30), 包括至少一方透明的一对基板(1、2) 和夹持着所述两基板(1、2) 之间的物质层(3), 通过在所述物质层(3) 上施加外场进行显示, 其特征在于,

20

所述物质层(3) 由通过施加外场光学各向异性的程度发生变化的媒质构成, 而且包含聚合性化合物(11)。

13. 如权利要求12所述的显示元件(10、30), 其特征在于,

25 所述聚合性化合物(11) 的含量, 相对于该聚合性化合物(11) 和构成所述物质层(3) 的媒质的总重量, 在 0.05 重量%以上, 15 重量%以下。

14. 如权利要求12所述的显示元件(10、30), 其特征在于,

30

所述聚合性化合物(11) 由高分子(11) 构成。

15. 如权利要求14所述的显示元件(10、30), 其特征在于,

所述高分子(11)由链状高分子(11)、网状高分子、环状高分子中的任何一种构成。

5 16. 如权利要求12所述的显示元件(10、30), 其特征在于,
所述聚合性化合物(11)具有结构上的各向异性。

17. 如权利要求12所述的显示元件(10、30), 其特征在于,
在所述物质层(3)中封入显示液晶性的媒质,
10 所述聚合性化合物(11)是在所述媒质中使液晶相显现的状态下
聚合的。

18. 如权利要求12所述的显示元件(10、30), 其特征在于,
所述聚合性化合物(11), 在施加外场时或不施加外场时是光学各
向同性的。

15 19. 如权利要求12所述的显示元件(10、30), 其特征在于,
所述聚合性化合物(11), 将所述物质层(3)分割为多个小区域,
使构成所述媒质的分子的取向有序结构固定化。

20 20. 一种显示元件(10、30), 包括至少一方透明的一对基板(1、
2)和夹持着所述两基板(1、2)之间的物质层(3), 通过在所述物质
层(3)上施加外场进行显示, 其特征在于,

所述物质层(3)由通过施加外场光学各向异性的程度发生变化的
媒质构成, 而且在所述物质层上形成多孔结构体。

25 21. 如权利要求20所述的显示元件(10、30), 其特征在于,
所述多孔结构体由多孔无机材料构成。

30 22. 如权利要求20所述的显示元件(10、30), 其特征在于,
所述多孔结构体是微孔薄膜。

23. 如权利要求20所述的显示元件(10、30), 其特征在于,

所述多孔结构体具有结构上的各向异性。

24. 如权利要求 20 所述的显示元件 (10、30)，其特征在于，
所述多孔结构体在施加外场时或不施加外场时是光学各向同性
5 的。

25. 如权利要求 1 所述的显示元件 (10、30)，其特征在于，
所述光学各向异性程度的变化通过构成所述媒质的分子的取向方
向发生变化来显现。

10

26. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件 (10、
30)，其特征在于，
通过施加电场所所述媒质的光学各向异性的程度发生变化。

15

27. 如权利要求 26 所述的显示元件 (10、30)，其特征在于，
所述物质层 (3) 通过封入折射率与电场的二次方成比例地发生变
化的媒质来构成。

20

28. 如权利要求 26 所述的显示元件 (10、30)，其特征在于，
所述物质层 (3) 通过封入含有极性分子的媒质构成。

25

29. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件 (10、
30)，其特征在于，
所述物质层 (3)，在施加外场时或不施加外场时显示出光学各向
同性。

30

30. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件 (10、
30)，其特征在于，
构成所述媒质的分子 (12) 在施加外场时或不施加外场时具有不
到光学波长的有序结构，通过施加外场有序结构发生变化。

31. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件 (10、

30), 其特征在于,

所述媒质具有 400nm 以下的选择反射波段或螺旋间距。

5 32. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件 (10、30), 其特征在于,

所述媒质具有显示立方对称性的有序结构。

10 33. 如权利要求 32 所述的显示元件 (10、30), 其特征在于, 所述媒质由显示立方晶相或近晶 D 相的分子构成。

15 34. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件 (10、30), 其特征在于, 所述媒质由液晶微乳液构成。

20 35. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件 (10、30), 其特征在于, 所述媒质由显示胶束相、逆胶束相、海绵相、立方晶相中任何一种的溶致液晶构成。

25 36. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件 (10、30), 其特征在于, 所述媒质由显示胶束相、逆胶束相、海绵相、立方晶相中任何一种的液晶微粒分散系统构成。

30 37. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件 (10、30), 其特征在于, 所述媒质由枝状聚合物构成。

35 38. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件 (10、30), 其特征在于, 所述媒质由显示胆甾蓝相的分子构成。

39. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件（10、30），其特征在于，

所述媒质由显示近晶蓝相的分子构成。

5 40. 如权利要求 26 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
在所述物质层（3）中，封入显示负型向列液晶相的媒质。

41. 如权利要求 26 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
在所述物质层（3）中，封入显示正型向列液晶相的媒质。

10

42. 如权利要求 5 或 17 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
在所述一对基板（1、2）中的至少一个基板上，
形成取向膜（8、9），以使构成所述媒质的分子（12）在所希望的方向上取向。

15

43. 如权利要求 42 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
所述取向膜（8、9）是水平取向膜。

20

44. 如权利要求 42 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
所述取向膜（8、9）被施以摩擦处理或光照射。

45. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件（10、30），其特征在于，

25

在所述两基板（1、2）上分别形成施行摩擦方向彼此不同的摩擦
处理后的取向膜（8、9）。

46. 如权利要求 26 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
包括在所述两基板（1、2）的基板面法线方向产生电场的电极（4、5）。

30

47. 如权利要求 46 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
只在所述一对基板（1、2）的一个形成开关元件、彩色滤光片和

遮光膜，

在所述物质层（3）形成通过光照射而聚合的聚合性化合物（11）。

48. 如权利要求 47 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
5 与所述形成有开关元件、彩色滤光片和遮光膜的基板（1、2）相对的另一基板（2、1）以及在该另一基板（2、1）上形成的电极（5、4）都是透明的。

49. 如权利要求 26 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
10 在至少一个基板（1、2）上，包括在与基板面平行方向上产生电场的电极（4a、5a）。

50. 如权利要求 49 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
在所述物质层（3）中，形成通过光照射而聚合的聚合性化合物
15 （11），所述电极（4a、5a）是透明的。

51. 如权利要求 50 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
在所述物质层（3）形成通过光照射而聚合的聚合性化合物（11），
在形成有开关元件、彩色滤光片和遮光膜的基板（1、2）上形成
20 所述电极（4a、5a）。

52. 如权利要求 51 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
与形成有所述开关元件、彩色滤光片和遮光膜的基板（1、2）相对
25 的基板（2、1）是透明的。

53. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件（10、30），其特征在于，
在所述物质层（3）中封入添加了手性试剂的媒质。

54. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件（10、30），其特征在于，
30 在所述物质层（3）中封入显示手性的媒质。

55. 如权利要求 1、8、9、12、20 中任一项所述的显示元件（10、30），其特征在于，

5 构成所述媒质的分子，在显示光学各向异性的状态下，其取向方向只构成单方向掌性的扭转结构。

56. 如权利要求 53 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
在所述物质层（3）中，封入添加了 8 重量%以上添加浓度的手性试剂的媒质。

10

57. 如权利要求 7 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
所述被分割的各个小区域的大小在可见光波长以下。

15

58. 如权利要求 1 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
所述取向辅助材料为氢键结合体。

59. 如权利要求 1 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
所述取向辅助材料为微粒。

20

60. 如权利要求 1 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
所述取向辅助材料（11）为聚合性化合物（11）。

61. 如权利要求 1 所述的显示元件（10、30），其特征在于，
所述取向辅助材料为多孔结构体。

25

62. 一种显示装置（100），具有包括至少一方透明的一对基板（1、2）和在所述两基板（1、2）之间夹持的物质层（3）、通过在所述物质层（3）上施加外场进行显示的显示元件（10、30），其特征在于，

30 所述显示装置（100）中的所述物质层（3），由通过施加外场光学各向异性的程度发生变化的媒质构成，而且，在所述物质层（3）中形成取向辅助材料（11）。

63. 一种显示元件（10、30）的制造方法，该显示元件（10、30）包括至少一方透明的一对基板（1、2）和在所述两基板之间夹持的物质层（3），通过在所述物质层（3）上施加外场进行显示，其特征在于，
包括添加工序，其在通过施加外场光学各向异性的程度发生变化的
5 的媒质中，添加取向辅助材料（11）或成为取向辅助材料的材料。

64. 如权利要求 63 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，该方法包括：

10 在所述添加工序中，在所述媒质中添加成为取向辅助材料的材料，
在所述物质层（3）中封入通过施加外场使光学各向异性的程度发生变化的媒质的媒质封入工序，

在所述物质层（3）中封入的媒质中使液晶相显现的液晶相显现工序，以及

15 在所述媒质中使液晶相显现的状态下，在所述物质层（3）中形成取向辅助材料（11）的取向辅助材料形成工序。

65. 如权利要求 63 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，

在所述添加工序中，在所述媒质中添加氢键结合性材料。

20

66. 如权利要求 63 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，

在所述添加工序中，在所述媒质中添加微粒。

25

67. 如权利要求 63 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，

在所述添加工序中，在所述媒质中添加多孔结构体或成为多孔结构体的材料。

30

68. 如权利要求 63 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，该方法包括：

在所述添加工序中，在所述媒质中添加聚合性化合物，
在所述物质层中封入通过施加外场光学各向异性的程度发生变化的媒质的媒质封入工序，
在被封入所述物质层中的媒质中使液晶相显现的液晶相显现工
5 序，以及
使在所述媒质中添加的聚合性化合物聚合的工序。

69. 如权利要求 68 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，
10 使用通过照射光进行聚合的物质作为所述聚合性化合物，
在使所述聚合性化合物聚合的工序中，通过对所述聚合性化合物照射光的光照法使所述聚合性化合物聚合。

70. 如权利要求 68 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，
15 使用通过加热进行聚合的物质作为所述聚合性化合物，
在使所述聚合性化合物聚合的工序中，通过加热所述聚合性化合物的加热法使所述聚合性化合物聚合。

71. 如权利要求 68 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，
20 使用具有通过照射光进行聚合的官能团和通过加热进行聚合的官能团的物质作为所述聚合性化合物，
在所述使聚合性化合物聚合的工序中，通过同时使用光照射法和
25 加热法使所述聚合性化合物聚合。

72. 如权利要求 68 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，
该方法还包括在封入所述物质层中的媒质中使液晶相显现的液晶
30 相显现工序、
在所述媒质中使液晶相显现的状态下进行使所述聚合性化合物聚

合的工序。

73. 如权利要求 68 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，

5 在所述媒质中添加聚合引发剂，使得所述聚合性化合物的聚合得以迅速地进行。

74. 如权利要求 64 或 72 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，在所述液晶相显现工序中，

10 将所述物质层降温到比该显示元件进行显示时更低的温度，从而在所述媒质中使液晶相显现。

75. 如权利要求 61 或 72 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，在所述液晶相显现工序中，

15 通过在所述物质层上施加电压，在所述媒质中使液晶相显现。

76. 如权利要求 64 或 72 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，

20 所述媒质是显示手性试剂的媒质，或者是添加了手性试剂的媒质，或者是在构成该媒质的分子（12）显示光学各向异性的状态下，取向方向成为仅单方向掌性的扭转结构的媒质，

包括在所述一对基板中至少一个基板上形成取向膜（8、9）的工序，使得构成所述媒质的分子（12）在所希望的方向上取向。

25 77. 如权利要求 69 或 71 所述的显示元件（10、30）的制造方法，其特征在于，

使用只在所述一对基板的一方形成有开关元件、彩色滤光片和遮光膜的基板（1、2），而在另一方的基板（2、1）上使用透明基板，并且，

30 在使所述聚合性化合物聚合的工序中，通过从所述透明基板一侧对所述聚合性化合物照射光，使所述聚合性化合物聚合。

显示元件和显示装置以及显示元件的制造方法

技术领域

- 5 本发明涉及减小驱动时必要的外场强度、具有高速应答特性和广视野角特性的显示元件和显示装置，以及显示元件的制造方法。

背景技术

- 10 液晶显示元件在各种显示元件中具有厚度薄、重量轻和消耗电力少的优点。因此，广泛用于包括电视或显示器等图像显示装置，和文字处理器、个人电脑等办公自动化（OA）设备、摄像机、数码相机、移动电话等信息终端等的图像显示装置中。

- 15 作为液晶显示元件的液晶显示方式，以往，使用向列型液晶的扭转向列（TN）模式或使用铁电液晶（FLC）或反铁电液晶（AFLC）的显示模式、高分子分散型显示模式等都是已知的。

 在这些液晶显示方式中，例如 TN 模式的液晶显示元件已经实用化了。但是，在使用 TN 模式的液晶显示元件中，具有响应缓慢、视野角狭窄等缺点，这些缺点对于其超过 CRT（阴极射线管）造成很大的妨碍。

- 20 使用 FLC 或 AFLC 的显示模式具有响应迅速、视野角广阔的优点，可是在耐冲击性能和温度特性等方面存在着很大的缺点，使之不能广泛地实用化。

- 25 利用光散射的高分子分散型液晶显示模式，无须偏光板就有可能进行高辉度的显示，但由于实质上不能通过相位片进行视角控制，在响应特性上具有问题，相对于 TN 模式的优势不大。

- 30 这些显示方式中的任何一种，由于在液晶分子处于一定方向整齐排列的状态下，从相对于液晶分子不同角度的观察都是不同的，所以其视角是有限制的。而这些显示方式中的任何一种，都利用通过施加电场使液晶分子旋转的性能，由于液晶分子保持排列一齐旋转，所以响应是需要时间的。在使用 FLC 或 AFLC 的显示模式情况下，在响应

速度或视野角方面是有利的，但通过外力对取向产生不可逆的破坏成为问题。

另外，与利用通过施加电压使液晶分子旋转的显示方式不同，提出过利用二次电光效应的电子极化的显示方式。

5 所谓电光效应是物质的折射率受到外部电场的影响而变化的现象。在电光效应中，有与电场的一次方成比例的效应和与二次方成比例的效应，分别称为 Pockels 效应和 Kerr 效应。特别是作为二次电光效应的 Kerr 效应，在高速光学光闸中的应用很早已取得了迅速的进展，在特殊的计量设备中已经实用化。

10 Kerr 效应是 J. Kerr 在 1875 年发现的，迄今为止，作为显示出 Kerr 效应的材料，已知有硝基苯或二硫化碳等有机液体。这些材料应用于比如上述的光学光闸、光调谐元件、光偏振元件或电力电缆等高电场强度的测定等。

其后，液晶材料显示出具有比较大的 Kerr 常数，对在光调谐元件、
15 光偏振元件，特别是在光集成电路中的应用进行了基础的研究，已经报告了显示出超过硝基苯 200 倍 Kerr 常数的液晶化合物。

在这样的状况下，开始对 Kerr 效应在显示装置中的应用进行了研究。由于 Kerr 效应是与电场的二次方成比例的，与和电场的一次方成比例的 Pockels 效应相比，能够预见在相对低电压进行驱动，并且实质上
20 显示出几个微秒到几个毫秒的响应特性，所以预期在高速响应的显示装置上具有应用。

由于 Kerr 效应在显示元件上展开了应用，在实用上的一个大问题是其驱动电压要高于现有的液晶显示元件。针对这个问题，在比如日本专利公报中的特开 2001-249,363 号公报（公开日期 2001 年 9 月 14
25 日）中，提出了在基板表面上预先施加取向处理，制成容易显现 Kerr 效应的方法。

在日本专利特开平 11-183,937（公开日期 1999 年 7 月 9 日）中，提出将高分子构成的液晶材料分割为小的区域，用来实现高速、广视野角的液晶光学开关元件的方法。在上述特开平 11-183,937 号公报
30 中，提出了将液晶材料分割为平均直径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下的小区域，对在不施加电压时显示出光学各向同性的液晶，抑制其 Kerr 常数对温度依存

性的方法。

但是，在上述专利中公开的方式中，容易显示 Kerr 效应的范围仅限于基板界面的附近。这就是说，在上述专利的技术中，只是在施加取向处理的基板界面附近的分子发生取向。因此，在上述专利的技术中，只能降低少许驱动电压。

这是由于通过施加电场发生的分子取向，即由于 Kerr 效应造成的分子取向，其远距离的秩序是很小的。也就是说，在比如 TN 模式等的液晶显示装置中，在基板的法线方向上，几乎全部的液晶分子的取向方向都变化了，而在使用 Kerr 效应的液晶显示装置中，在基板附近的分子取向秩序很难向单元 (cell) 内部 (主体 (bulk) 区域) 内传播。因此，按照上述专利的方式得到的降低驱动电压的效果，还不能解决实用上的问题。

在使通过在基板法线方向上产生电场而具有负型液晶性的分子取向的显示元件中，在适用上述专利技术的情况下，在主体区域，分子长轴的方向不能定在一个方向上就是个问题。这就是说，在实施摩擦处理的基板附近，由于施加电场使液晶分子在摩擦方向上取向，但在远离基板的主体区域内，分子的长轴方向的方位向着基板面内的所有方向。这是由于，虽然分子的极化被取向，极化大致是存在于分子的短轴方向上的。这就是说，即使通过施加电场使极化取向，当从正面方向 (基板面法线方向) 观察主体区域时，在光学上为各向同性，无助于光学响应。从而，即使对此显示元件使用上述专利的技术，以实用水平的电压得到的光学响应也只是在基板附近，除非施加远高于实用水平的驱动电压，否则在主体区域就不能得到光学响应。

在使正型液晶取向的显示元件中，通过基板面内方向上的电场在主体区域的取向方向，与电场方向几乎在同一方向上。但是，在使正型液晶取向的显示元件中，即使使用上述专利的技术，通过取向处理而造成取向低电压化的区域，也只是在基板界面的附近，仍然不能把驱动电压降低到实用的水平。

在上述特开平 11-183937 号公报的技术中，由于添加的单体和交联剂的比例高达 16 wt ~40wt%，会导致驱动电压的增大。在上述特开平 11-183937 号公报中叙述了，被分割的小区域也可以不一定完全分割。

但是，在上述特开平 11-183937 号公报中，当用分割为小区域的材料，覆盖住几乎在各个小区域中的整个液晶材料，形成微胶囊，而不分割为独立的各个小区域时，小区域的平均直径必然加大，在没有施加电压时，不显示出光学的各向同性。因此，有必要用高分子等覆盖住几乎整个小区域，致使单体的添加量必然增多。

发明内容

鉴于上述的课题，本发明的目的是提供一种显示元件和显示装置，以及此显示元件的制造方法，该显示元件通过施加外场造成光学各向异性的程度发生变化，而且驱动电压低（或者驱动必需的外场的强度低）。

为了解决上述问题，本发明的显示元件，包括至少一个是透明的一对基板和在上述两基板之间夹持的物质层，通过在上述物质层上施加外场而进行显示，其特征在于，上述物质层由通过施加外场而造成光学各向异性的程度发生变化的媒质构成，而且在上述物质层中形成取向辅助材料。

上述外场只要使上述媒质的光学各向异性的程度发生变化即可，没有特别的限制，但可以使用比如电场、磁场、光等。

所谓取向辅助材料，是使主体区域的分子取向稳定化的材料，或者是使主体区域的分子容易取向的材料（促进取向的材料）。只要能起到这样的作用，上述取向辅助材料的形状就没有特别的限制。从而，上述取向辅助材料也可以不是在比如上述特开平 11-183937 号公报中所述的几乎完全覆盖各个小区域将液晶材料分割为小区域的材料。

在上述特开平 11-183937 号公报中公开了也可以不必完全独立地分割为小区域。但是，在上述特开平 11-183937 号公报的技术中，当通过用分割为小区域的材料覆盖几乎整个液晶材料的各个小区域成为微胶囊的形式，而不独立地分割各个小区域时，小区域的平均直径必然变大，不能显示出光学各向同性。这就是说，在上述特开平 11-183937 号公报的技术中，有必要几乎完全覆盖各个小区域。

在上述特开平 11-183937 号公报中叙述的将液晶分割为小区域的材料，只是以抑制 Kerr 常数的温度依存性为目的。与此相反，在本发

明中的取向辅助材料，则以在媒质中光学各向异性的程度发生变化时，使分子的取向稳定化或促进此取向为目的。因此，在上述特开平11-183937号公报中，完全没有谈到如本发明之类的取向辅助材料。

也就是说，在沿着取向辅助材料构成媒质的分子（比如液晶分子）或分子集合体排列的情况下，它们的取向方向在一定程度上反映了取向辅助材料的结构。比如，在取向辅助材料的取向方向是单轴的情况下，构成媒质的分子或分子集合体的取向也显示出一定程度单轴的倾向。另外，在上述特开平11-183937号公报中，液晶分子的取向方向一致的球状微小区域，在不施加电压和施加电压时都是存在的。因此，这些微小区域是以减小温度依存性为目的形成的，而不是在光学各向异性程度发生变化时，以使分子或分子集合体的取向稳定化或促进取向为目的的。

按照上述结构，由于取向辅助材料使得主体区域的分子取向稳定化或者促进了主体区域的分子取向，因此伴随着施加外场，取向辅助材料能够有助于使物质层中的光学各向异性的程度发生变化。由此，就有可能降低在该显示元件中用来显示所必需的外场强度。

上述物质层，由在施加外场和不施加外场时光学各向异性程度发生变化的媒质构成。在此，所谓光学各向异性程度的变化，意味着折射率椭圆体的形状发生变化。这就是说，本发明的显示元件，利用在施加外场和不施加外场时折射率椭圆体的变化，实现不同的显示状态。

另一方面，在现有的液晶显示元件中，为了进行显示要在媒质上施加电场。因此，在施加电场和不施加电场时，折射率椭圆体的椭圆不变，其长轴的方向发生变化。这就是说，在现有的液晶显示元件中，在施加电场和不施加电场时，通过折射率椭圆体长轴方向变化，实现不同的显示状态。从而，本发明的显示元件和现有的液晶显示元件在显示的原理上是有很大大差别的。

如此一来，由于在现有的液晶显示元件中，是利用液晶分子取向方向的变化，液晶的固有粘度对响应速度有很大的影响。与此相反，在上述的结构中，是使用在媒质中光学各向异性的程度的变化来进行显示的。从而，按照上述结构，就没有像在现有的液晶显示元件中那样的，液晶的固有粘度会严重影响响应速度的问题，就能够实现高速

响应。由于本发明的显示元件具有高速响应性，因此可以用于比如场序制彩色显示装置中。

在现有的利用电光效应的液晶显示元件中，驱动温度的范围被限制在液晶相的相转移点附近，要求极其高精度的温度控制，这就成为问题。与此相反，按照上述的结构，只要保持在上述媒质上施加外场成为光学各向异性发生变化状态的温度就可以了，可以很容易地进行温度控制。

现有的利用电光效应的液晶显示元件，在显示出高速响应特性和广视野角特性优点的反面，有着驱动电压非常高的问题。与此相反，按照上述结构，通过取向辅助材料可使构成媒质的分子取向稳定化，或者能够促进主体区域的分子取向。由此，在更小的外场下，就能够产生光学各向异性程度的变化，在实用水平的外场强度下就能够动作，所以能够实现具有高速响应特性和广视野角特性的显示元件。

由于在如上所述的结构中，使用在媒质中光学各向异性的程度的变化进行显示，与改变液晶分子的取向方向进行显示的现有的液晶显示元件相比，更能够实现广视野角的特性。

本发明的显示元件包括至少一个是透明的一对基板和在上述两基板之间夹持的物质层，通过在上述物质层上施加外场进行显示；上述物质层由通过施加外场造成光学各向异性的程度发生变化的媒质组成，而且其结构中还可以含有氢键结合体、微粒、聚合性化合物和多孔结构体中的任何一种。

按照如上所述的结构，通过上述氢键结合体，或者微粒，或者聚合性化合物，或者多孔结构体，能够促进通过上述施加外场造成的光学各向异性程度的变化。

为了解决上述的课题，本发明显示装置的特征在于，包括上述任何一种显示元件。

按照如上所述的结构，具有通过施加外场造成光学各向异性程度变化的显示元件，进行驱动所必需的外场强度小的显示元件。从而，能够实现用来显示所必需外场强度小的显示装置。

为了解决上述课题，本发明显示元件的制造方法是一种包括至少一个是透明的一对基板和在上述两基板之间夹持的物质层、通过在上

述物质层上施加外场进行显示的显示元件的制造方法，其特征在于，该方法包括在上述物质层中，封装通过施加外场造成光学各向异性程度发生变化的媒质的媒质封装工序；在上述物质层中封装的媒质中产生液晶相的液晶相产生工序；和在上述媒质中产生液晶相的状态下，
5 在上述物质层中形成取向辅助材料的取向辅助材料形成工序。

按照上述制造方法，在使液晶相显现的状态下，构成上述媒质的分子，可以加大上述取向辅助材料沿着取向方向部分的比例。因此，能够实现包括取向辅助材料的显示元件，使得在施加外场时，构成上述媒质的分子，在与上述液晶相状态中的取向方向相同的方向进行取向，
10 而取向辅助材料能够促进该分子的取向，或者使在主体区域中分子的取向固定化。从而，按照上述的制造方法，能够制造通过施加外场造成光学各向异性程度发生变化的显示元件和驱动所必需的外场强度小的显示元件。

按照上述制造方法，能够实现在小的外场强度就能够产生光学各向异性程度的变化、在实用水平强度的外场下就能够动作、具有高速响应特性和广视野角特性的显示元件。

本发明的显示元件制造方法，其特征在于，在包括至少一个是透明的一对基板和在上述两基板之间夹持的物质层，通过在上述物质层上施加外场而进行显示的显示元件中，包含在通过施加外场而产生光学各向异性程度变化的媒质中添加取向辅助材料或可成为取向辅助材料
20 的材料。作为取向辅助材料或可成为取向辅助材料，可以举出氢键结合材料、微粒、可成为多孔结构体的材料、聚合性化合物等。

按照上述制造方法，能够制造出一种显示元件，在该元件中，通过取向辅助材料能够促进由于外场造成构成上述媒质的分子的分子取向，或者使在主体区域的分子取向固定化。从而能够制造出通过施加外场可造成光学各向异性程度变化的显示元件和驱动所需外场强度小的显示元件。
25

本发明的显示元件制造方法是包括至少一个是透明的一对基板和
30 在上述两基板之间夹持的物质层，通过在上述物质层上施加外场而进行显示的显示元件的制造方法，该方法包括在通过施加外场造成光学

各向异性程度变化的媒质中添加聚合性化合物的添加工序；在上述物质层中封装上述媒质的封装工序；和使在上述媒质中添加的聚合性化合物聚合的工序。

5 按照上述制造方法，能够制造出一种显示元件，在该元件中，通过上述聚合性化合物能够促进由于外场造成构成上述媒质的分子的分子取向，或者使在主体区域的分子取向固定化。从而，能够制造出通过施加电压光学各向异性的程度发生变化的显示元件，而且驱动所需外场强度小的显示元件。

通过如下所述的叙述可充分明了本发明的其它目的、特征和优点。
10 通过参照附图和下面的说明，可以明白本发明的有利点。

附图说明

图 1 是表示涉及本发明一个实施方式的显示元件大致结构的截面模式图；

15 图 2 是表示在涉及本发明一个实施方式的显示元件中，取向膜的摩擦方向和偏光板吸收轴方向的说明图；

图 3 (a) ~ 图 3 (c) 是用来说明在比较用显示元件中施加电压和透过率之间关系的说明图；图 3 (a) 表示在没有施加电压的状态；图 3 (b) 表示在两个电极之间施加 V_1 电压的状态；图 3 (c) 表示在两个
20 电极之间施加电压 $V_2 (>V_1)$ 的状态；

图 4 是用来说明在比较用显示元件中，在两基板之间施加电压 V_2 的情况下，分子取向方向的说明图；

图 5 是各种液晶相的结构模型；

图 6 是立方晶相的结构模型（棒状网络模型）；

25 图 7 是立方晶相的结构模型；

图 8 是用来说明在涉及本发明一个实施方式的显示元件中，在物质层中封入 BABH8 的情况下，与现有的液晶显示元件的显示原理不同的说明图；

图 9 是表示液晶微乳液结构的模式图；

30 图 10 是表示液晶微乳液结构的模式图；

图 11 是溶致型液晶（lyotropic）相的分类图；

图 12 是表示在涉及本发明另一个实施方式的显示元件中，取向膜的摩擦方向和偏光板的吸收轴方向的说明图；

图 13 是表示涉及本发明另一个实施方式的显示元件大致结构的截面模式图；

5 图 14 是表示在涉及本发明另一个实施方式的显示元件中，偏光板的吸收轴方向、取向膜的摩擦方向和电场施加方向的说明图；

图 15 是表示胆甾蓝相和在本发明的一个实施方式中固定化机理的说明图；

10 图 16 是表示在涉及本发明一个实施方式的显示元件中，由电压一透过率特性估计的在透过率最大时的电压值、折射率各向异性 Δn 和介电常数 $\Delta \epsilon$ 之积 ($\Delta n \times \Delta \epsilon$) 之间关系的图；

图 17 是表示涉及本发明另一个实施方式的显示元件的大致结构的截面模式图；

15 图 18 (a) 是表示在图 17 中所示的显示元件中未施加电场时，分子取向状态的截面模式图；图 18 (b) 是表示在图 17 中所示的显示元件中，在施加电场时，分子取向状态的截面模式图；

图 19 (a) 是表示在胆甾蓝相中相对于手性节距 (chiral pitch) p 和温度的相变的图；图 19 (b) 是表示在胆甾蓝相中形成的双扭圆柱体 (Double Twist Cylinder, DTC) 结构的说明图；

20 图 20 是示意性地表示光学活性的机理的说明图；

图 21 是表示使用涉及本发明一个实施方式的显示元件的显示装置主要部分大致结构的图；

图 22 是表示在图 21 中所示的显示装置中使用的显示元件周围大致结构的模式图。

25

具体实施方式

[实施方式 1]

30 基于附图说明本发明的一个实施方式。在本说明书的各个实施方式中，主要是说明使用电场作为使媒质的光学各向异性程度变化的手段的情况，但本发明并不限于此，比如也可以使用磁场或光等其它外场。在本实施方式中，使用在施加电场（外场）或不施加电场（外场）

时显示出光学各向同性（从宏观上看，具体地以可见光波长区域，即可见光波长尺度、或更大的尺度来看是各向同性也是可以的）的媒质进行显示的情况为中心进行说明，但本发明并不限于此。这就是说，并非必须使用在施加电场（外场）或不施加电场（外场）时显示光学各向同性的媒质，也可使用在不施加电场（外场）时显示光学各向异性，通过施加电场（外场）造成光学各向异性程度发生变化的媒质。

图 1 是涉及本实施方式的显示元件（本显示元件）的大致结构的截面模式图。本显示元件与驱动电路或信号线（数据信号线）、扫描线（扫描信号线）、开关元件等一起包括在显示装置中。本显示元件使用在不施加电场时显示出各向同性的相，而通过施加电场显示出光学各向异性的媒质进行显示。

图 21 是表示使用本显示元件的显示装置主要部分大致结构的图，图 22 是表示在如图 21 中所示的显示装置中使用的本显示元件（显示元件 10）周围大致结构的模式图。

如在图 21 中所示，涉及本实施方式的显示装置 100 包括将像素 110...配制成矩阵状的显示面板 102、作为驱动电路的源极驱动器 103、栅极驱动器 104、和电源电路 106 等。

如在图 22 中所示，在上述各像素 110 中，设有本显示元件（显示元件 10）和开关元件 21。

在上述显示面板 102 上，设有多根数据信号线 $SL1 \sim SLn$ （ n 表示 2 以上的任意整数）和与各数据信号线 $SL1 \sim SLn$ 分别交叉的多根扫描信号线 $GL1 \sim GLm$ （ m 表示 2 以上的任意整数），在每一个数据信号线 $SL1 \sim SLn$ 和扫描信号线 $GL1 \sim GLm$ 的组合上设置上述像素 110...。

上述电源电路 106 供给上述源极驱动器 103 和栅极驱动器 104 电压，使其在上述显示面板 102 上进行显示，由此，上述源极驱动器 103 驱动上述显示面板 102 的数据信号线 $SL1 \sim SLn$ ，栅极驱动器 104 驱动显示面板 102 的扫描信号线 $GL1 \sim GLm$ 。

作为上述开关元件 21，使用比如 FET（场效应晶体管）或 TFT（薄膜晶体管），上述开关元件 21 的栅极电极 22 连接着扫描信号线 GLi ，漏极电极 23 连接着数据信号线 SLi ，进而源极电极 24 连接着显示元件 10。在显示元件 10 的另一端连接着在图中未显示的全体像素 110...共

用电极线。由此，在上述各个像素 110 中，当选择扫描信号线 GLi (i 表示 1 以上的任意整数) 时，开关元件 21 导通，基于由图中未显示的控制器输入的显示数据信号决定的信号电压，由源极驱动器 103 经由数据信号线 SLi (i 表示 1 以上的任意整数) 施加到显示元件 10 上。显示元件 10，在上述扫描信号线 GLi 选择期间终止而遮断开关元件 21 的期间，在理想上要继续保持遮断时的电压。

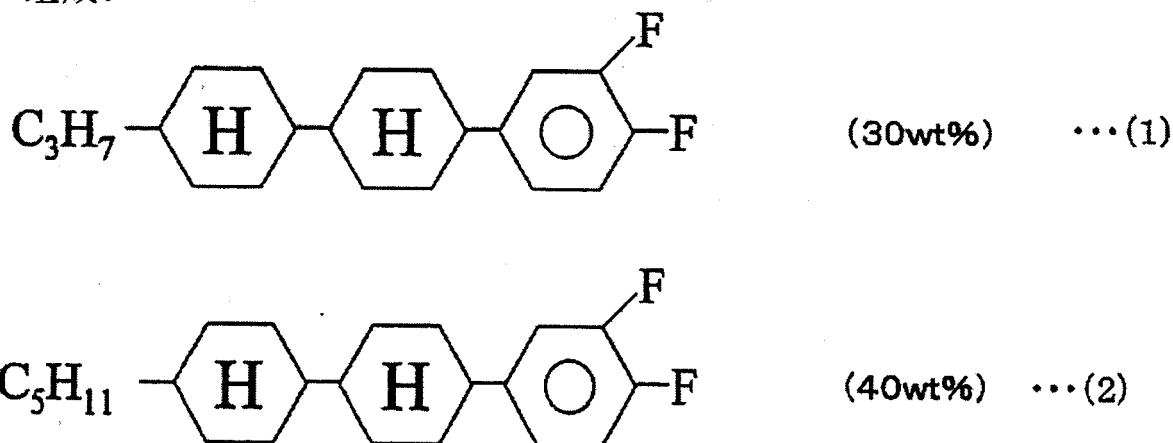
如在图 1 中所示，本显示元件，在相对的两块透明基板（基板 1 和基板 2）之间夹持着作为光学调制层的物质层 3。在基板 1 和基板 2 中，在两基板的相对的面（内侧）上，分别配置用来作为给物质层 3 施加电场的电场施加机构的电极（透明电极）4 和 5。而在电极 4 和 5 的内侧，装有取向膜 8 和 9。在基板 1 和 2 当中，在与两基板相对的面相反的面（外侧）上，分别装有偏光板 6 和 7。

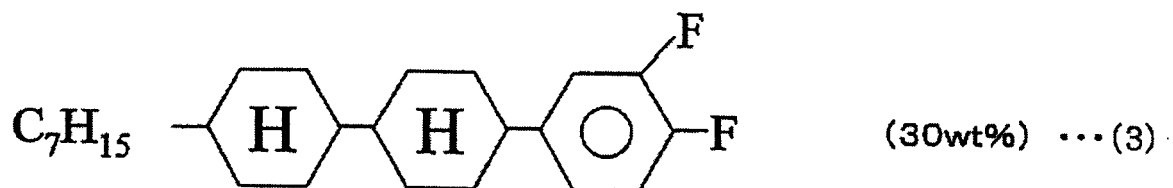
基板 1 和 2 由玻璃基板构成。在本显示元件中，两基板的间隔，即物质层 3 的厚度是 $5\mu\text{m}$ 。电极 4 和 5 由 ITO（铟锡氧化物）构成。

图 2 表示取向膜（水平取向膜）8 和 9 的摩擦方向和偏光板 6 和 7 的吸收轴方向。如图所示，取向膜 8 和 9 被实施水平摩擦处理（摩擦处理）使其摩擦方向互相反平行（平行且相反）。取向膜 8 和 9 是由聚酰亚胺制造的。

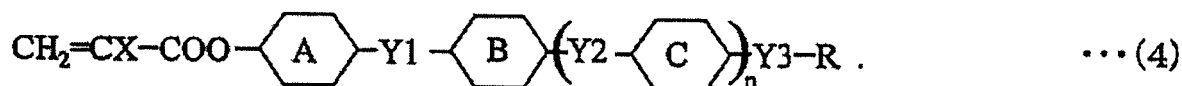
如图所示，偏光板 6 和 7 的吸收轴彼此正交，偏光板 6 和 7 的吸收轴与取向膜 8 和 9 的摩擦方向互相成 45° 角配置。

如在图 1 中所示，物质层 3 包括含有分子 12 的负型液晶混合物（媒质）和高分子链（取向辅助材料）11。此负型液晶混合物由如下的化合物(1)(30wt%(重量%))、化合物(2)(40wt%)和化合物(3)(30wt%)组成。



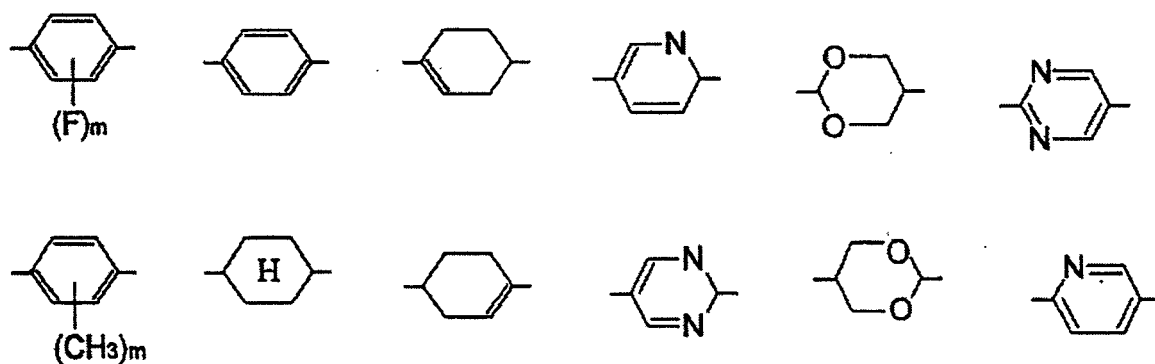


而高分子链 11 是使光聚合性单体（聚合性化合物）聚合（固化）的产物。比如，由如下结构式（4）



表示的化合物（液晶（甲基）丙烯酸酯，聚合性化合物）聚合得到。

在上述结构式（4）中，X 表示氢原子或甲基。n 是 0 或 1 的整数。6 元环 A、B、C 表示 1,4-亚苯基或 1,4-反式亚环己基（trans-1,4-cyclohexylene）等 6 元环结构的取代基。但是，6 元环 A、B、C 不限于这些取代基，在具有如下结构的取代基中，具有任何一种都可以，而无论彼此相同还是不同。在上述取代基中，m 表示 1~4 的整数。



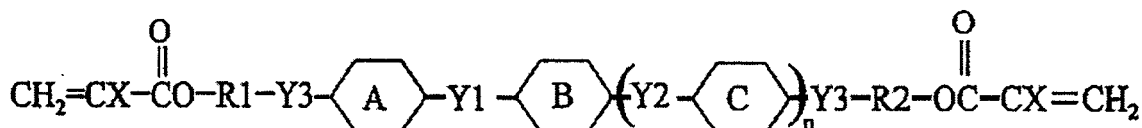
在上述结构式（4）中，Y1 和 Y2 彼此独立地表示单键、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{CF}=\text{CF}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_4-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-$ 。这就是说，Y1 和 Y2 只要具有上述任何一种结构即可，可以彼此相同，也可以彼此不同。

Y3 表示单键、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 。而 R 表示氢原子、卤素原子、氰基、碳原子数 1~20 的烷基、烯基、烷氧基。此化合物在接近室温的温度下显示出液晶相，给予取向限制力很高，作为封入物

质层 3 的媒质是合适的。

作为光聚合单体（聚合性化合物），不限于上述非手性的物质，也可以使用手性物质。作为显示出手性的光聚合单体，可以使用由比如如下结构式（5）组成的聚合性化合物。

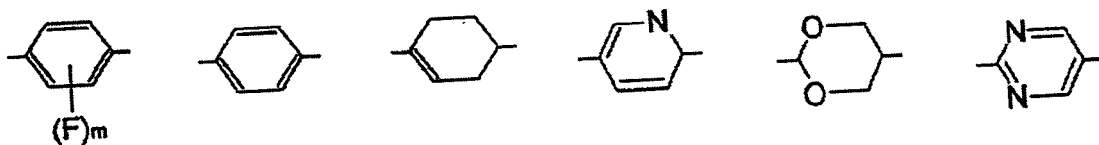
5



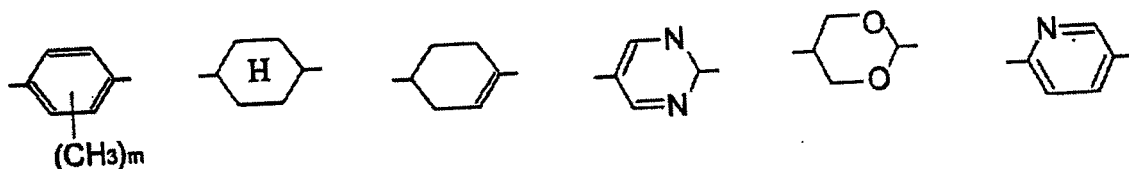
10

在上述结构式（5）中，X 表示氢原子或甲基。n 是 0 或 1 的整数。6 元环 A、B、C 表示具有 1,4-亚苯基 1,4-反式亚环己基（trans-1,4-cyclohexylene）等 6 元环结构的取代基。但是，6 元环 A、B、C 并不限于这些取代基，具有如下结构的取代基中，具有任何一种取代基都是可以的，可以彼此相同，也可以彼此不同。在上述取代基中，m 表示 1~4 的整数。

15



20



25

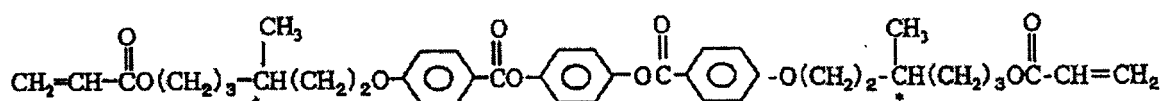
在上述结构式（5）中的 Y1 和 Y2 各自独立地是具有直至 10 个碳原子的直链或支链烷基或烯基，在此基团中存在的一个 CH₂ 基团或不相邻的两个 CH₂ 基团，也可以被—O—、—S—、—CO—O—和（或）—O—CO—取代，还可以包括单键、—CH₂CH₂—、—CH₂O—、—OCH₂—、—OCO—、—COO—、—CH=CH—、—C≡C—、—CF=CF—、—(CH₂)₄—、—CH₂CH₂CH₂O—、—OCH₂CH₂CH₂—、—CH=CHCH₂CH₂O—、—CH₂CH₂CH=CH—。可以包括手性碳，也可以不包括。这就是说 Y1 和 Y2 只要具有如上任何一种结构，可以是相同的，也可以是不同的。

30

Y3 表示单键、—O—、—OCO—、—COO—。R1 表示具有手性碳

而且含有支链结构的碳原子数 3~20 的烷基。R2 表示碳原子数 1~20 的烷基，可以含有手性碳，也可以不包括。由于这些化合物显示出液晶相，具有高的取向限制力，作为封入物质层 3 中的媒质是合适的。作为这样的化合物，可以举出比如如下的化合物 (6)。

5



10

此外，该化合物 (6) 在 69 °C 至 97 °C 的范围内显示胆甾相。

在物质层 3 中添加作为使聚合迅速进行的引发剂（聚合引发剂，图中未显示）的过氧化丁酮。

在此说明本显示元件的制造方法。首先在基板 1 和 2 的表面上形成电极 4 和 5。两个电极 4 和 5 的形成方法，可以使用适合于在现有的液晶显示装置中适用的方法。

然后，在基板 1 上形成取向膜 8，使之覆盖住电极 4。在基板 2 上形成取向膜 9，使之覆盖住电极 5。对取向膜 8 和 9 预先进行摩擦处理。取向膜 8 和 9 的摩擦方向彼此是反平行的。

在基板 1 和 2 形成电极 4 和 5 的面相反的面上贴合上偏光板 6 和 7。此时，偏光板 6 和 7 的吸收轴互相正交，同时偏光板 6 和 7 的吸收轴与取向膜 8 和 9 的摩擦方向成 45°角地贴合。

然后，使用塑料珠等间隔件（图中未显示）将基板 1 和 2 的间隔（即物质层 3 的厚度）调节为 5 μm，用密封材料封住周围使之固定。此时，在成为以后要注入媒质（比如介电性液体）的注入口（图中未显示）处的部分不进行密封，形成开口。对间隔件和密封材料都没有特别的限制，可以使用在现有的液晶显示装置中使用的材料。

然后在两基板之间注入上述媒质，即在由化合物 (1) (30wt%)、化合物 (2) (40wt%) 和化合物 (3) (30wt%) 组成的负型液晶混合物中添加作为光聚合性单体的上述液晶（甲基）丙烯酸酯和作为聚合引发剂的过氧化丁酮的混合物。在此，光聚合性单体的添加量是

0.05wt%~15wt%。而聚合引发剂的添加量在 10wt%以下。

然后，在由外部加热装置（图中未显示）保持两基板的温度在 100℃的状态下，在此单元（本显示元件）上照射紫外线。由此使注入到物质层 3 中的光聚合性单体聚合（固化），形成高分子链 11。上述负型液晶混合物，在不到 113℃时显示出负型向列液晶相，在此温度以上，
5 显示出各向同性相。这就是说，在本实施方式中，在封入物质层 3 中的媒质中使液晶相显现的状态下，使光聚合性单体聚合，形成高分子链 11。

如此在封入物质层 3 的媒质显现液晶相的状态下，在此媒质中的液晶分子（分子 12），受到取向膜 8 和 9 上所受摩擦的影响，沿着摩擦方向进行取向。从而，通过在此状态下使光聚合性单体聚合，使得通过聚合得到的高分子链 11 沿着分子 12 的取向方向的比例增大（参照图 1）。即高分子链 11 向着受到摩擦影响而取向的分子 12 的取向方向的比例增大，具有结构上的各向异性。
10

如此得到的本显示元件，在由外部加热装置保持向列各向同性的相转移点以上附近的温度（比相转移温度稍高的温度，比如高 0.1K），在两个电极 4、5 之间施加电压（电场），使透过率发生变化。这就是说，将封入物质层 3 中的媒质保持在比该媒质的液晶相—各向同性相转移点稍高的温度下使之处于各向同性状态，通过在两个电极 4、5 之间施加电压（电场），就能够使物质层 3 的透过率发生变化。在本显示元件中，在两个电极之间施加 110V 时可得到最大的透过率。
15
20

另外，为了与本显示元件进行比较，准备除了不添加光聚合性单体和引发剂和不进行紫外线照射以外，在与本显示元件同样的条件下制造的比较用单元（比较用显示元件）。然后，将此比较用显示元件与本显示元件一样，保持向列—各向同性的相转移点以上附近的温度，在两个电极之间施加电压（电场）。在此情况下，在两个电极之间施加的电压为 150V 时能够得到最大的透过率。
25

图 3（a）~图 3（c）是用来说明在比较用显示元件中，施加电压和透过率之间关系的说明图。图 3（a）表示没有施加电压（电场）的状态；图 3（b）表示在两个电极 4、5 之间施加电压 V_1 的状态；图 3（c）表示在两个电极 4、5 之间施加电压（电场） $V_2 (>V_1)$ 的状态。
30

如图 3 (b) 中所示, 在两基板 4、5 之间施加电压 V_1 的情况下, 位于物质层 3 中基板附近 (区域 A) 的分子沿着在取向膜 8 和 9 上施加的摩擦的方向上取向。但是, 在主体区域 (区域 B) 中分子的取向方向没有变化。这就是说, 通过界面的取向处理 (摩擦处理) 的效果, 由于降低了使界面附近分子取向的电压, 在区域 A 中的分子就沿着摩擦方向取向。但是, 由于分子间的相互作用没有达到主体区域, 在区域 B 分子的取向方向没有变化。

另外, 如在图 3 (C) 中所示, 在两基板 4、5 之间施加电压 V_2 的情况下, 不仅是区域 A, 就是区域 B 的分子取向也发生了变化。但是, 区域 B 的分子几乎无助于光学响应。关于其原因, 用图 4 来说明。

图 4 是用来说明在两基板 4、5 之间施加电压 V_2 的情况下, 在区域 A 和区域 B 中分子取向方向的说明图。图 4 的上半部分表示从与基板平行的方向观察的情况下分子的取向方向及其极化方向, 下半部分表示在从基板面的法线方向 (电场方向) 观察的情况下的分子取向方向和双偶极方向 (极化方向)。

如在此图中所示, 在两基板 4、5 之间施加电压 V_2 的情况下, 在区域 A 由于电场使分子的极化与电场方向相一致, 而由于界面取向处理的效果, 分子处于沿着摩擦方向取向的取向 a 的状态。另外, 在区域 B, 分子的极化与电场方向相一致, 但由于分子之间几乎没有相互作用, 取向处理的效果达不到区域 B。因此, 分子的取向方向向着基板面内方向 (与基板面平行的方向) 的所有方向 (取向 b 的状态)。因此, 区域 B 是光学各向同性的, 无助于光学的响应。

在这样的比较用显示元件中, 通过两基板 4、5 之间施加电压 V_2 , 在物质层 3 中的所有区域 (区域 A 和区域 B) 都施加电场, 但有助于光学响应的只是在基板附近 (区域 A)。为了扩大有助于光学响应的区域, 必须提高两基板 4、5 之间施加的电压。因此就提高了比较用显示元件的驱动电压。

另外, 如图 1 中所示的模式图所示, 本显示元件在单元内形成链状高分子 (高分子链 11)。此高分子链 11 是通过预先降低媒质 (比如介电性液体) 的温度使之显现向列相, 在此状态下使聚合性单体发生反应而形成的。因此, 此高分子链 11 与向列相分子取向的方向大致平

行存在的部分的比例增多。

将具有这种状态的本显示元件保持在向列一各向同性的相转移点附近的温度下，使之处于液体状态（各向同性态），当在两个电极 4、5 之间施加电压 V_1 时，不仅在界面附近，在包括主体区域的全部区域内分子都开始取向。当再升高电压时，在物质层 3 的所有区域中分子取向的秩序上升，得到很大的光学响应。

这是由于，与在比较用显示元件中，仅施加于基板表面（取向膜 8 和 9）的取向处理承担分子取向的作用相反，在本显示元件中，在原先希望的取向方向形成的高分子链 11，在单元内的所有区域里都存在。这就是说，在本显示元件中，除了对取向膜 8 和 9 实施了摩擦处理以外，形成的高分子链使沿着此摩擦方向取向部分的比例增多，承担了促进分子在摩擦方向上取向的作用。由此，本显示元件在比比较用显示元件更低的电压下就得到了最大的透过率。

如上所述，与在不施加电场时处于各向同性状态的媒质相反，本显示元件通过施加电场使构成媒质的分子取向来进行显示，而通过在媒质中形成的聚合性化合物（取向辅助材料）促进施加电场时分子的取向。此聚合性化合物（取向辅助材料），是在媒质中使液晶相显现，即构成媒质的分子显示光学各向异性的取向状态形成的。在这样的状态下形成的聚合性化合物（取向辅助材料），在对显示各向同性状态的媒质上施加电场时，构成媒质的分子促进了分子的取向，成为形成聚合性化合物（取向辅助材料）时的取向状态（液晶相的取向状态）。从而，本显示元件通过此聚合性化合物（取向辅助材料）的作用，能够在低电压下驱动。

在本实施方式中，作为在形成聚合性化合物（取向辅助材料）时显现液晶相的方法，是在低温下显现出向列相，但并不限于此方法。比如，即使不是在低温下，通过施加在通常显示中不使用的高电压，即比本显示元件的驱动电压高得多的电压，使分子被强制取向来显示液晶也是可以的。这就是说，为了使液晶相显现，温度（典型是低温）或施加电场等外场都是可以的。用于显示液晶所给予的外场，优选取与显示时不同的环境。

在形成聚合性化合物（取向辅助材料）时显示的液晶相也并不限

于向列相。通过给予与显示元件的驱动状态不同的外场，显示出光学各向异性也是可以的，比如，也可以是近晶液晶相、结晶相等。但是，为了形成良好的聚合性化合物（取向辅助材料），更希望如比如向列相或近晶 A 相那样，在取向时具有柔软性，而且不容易发生取向缺陷。

5 作为封入物质层 3 中的媒质，优选是具有负的介电各向异性的媒质，比如，在特开 2001-249363 号公报中所述的液晶物质中，3HPFF、5HPFF 和 7HPFF 的混合物（由 1,2-二氟-4-[反式-4-(反式-4-正丙基环己基)环己基]苯、1,2-二氟-4-[反式-4-(反式-4-正戊基环己基)环己基]苯和 1,2-二氟-4-[反式-4-(反式-4-正戊基环己基)环己基]苯等形成的混合物）等都是适用的。

10 封入物质层 3 中的媒质并不限于具有介电性的媒质，也可以是通过施加外场使其光学各向异性的程度发生变化的媒质。典型地是在不施加电场（外场）时是大致光学各向同性的，通过施加电场（外场）引起光学调制的媒质。这就是说，典型地也可以是伴随着施加电场（外场）使分子或分子集合体（簇）的取向秩序的程度上升的物质。

15 作为封入物质层 3 中的媒质，可以是比如具有不到光学波长的秩序结构的，在光学上可以观察到各向同性的液晶相，介电各向异性可适用负型的。或者，还可以使用由液晶分子在不足光线波长的尺寸下呈放射状取向的集合体填充的、在光学上是各向同性的系统。可通过在其上面施加电场，使分子或集合体的微细结构产生变形，从而引起光学调制。即使在使用此类媒质的情况下，由于能够通过形成聚合性化合物（取向辅助材料）促进分子的取向，就能够在低电压（低强度外场）下进行驱动。

20 作为这样的媒质，可以使用比如 3HPFF、5HPFF 和 7HPFF 的混合系统。此混合系统具有负的介电各向异性。

25 如上所述，3HPFF、5HPFF 和 7HPFF 的混合系统，由于其秩序结构不到光学波长，所以是透明的。这就是说，在不施加电场的情况下，显示出光学各向同性。从而，在本显示元件中使用此混合系统的情况下，在正交的尼科耳棱镜片之下能够进行良好的黑显示。

30 另外，将上述混合系统控制在不施加电场时显示出光学各向同性的温度范围内，而在电极 4、5 之间施加电场时，在显示光学各向同性

的结构上产生变形，显现出光学各向异性。这就是说，上述混合系统，在不施加电场的状态下是光学各向同性的，通过施加电场显现出光学的各向异性。

如此，在上述结构的本显示元件中，通过施加电场在显示光学各向同性的结构上产生变形，发生了双折射，所以能够进行良好的白显示。而发生双折射的方向是一定的，其大小随着施加的电场而变化。表示在电极 4、5 之间施加的电压（电场）和透过率之间关系的电压透过率曲线成为稳定的曲线。这就是说，在上述结构的本显示装置中，在不施加电场时显示出光学各向同性的温度范围内，能够得到稳定的电压透过率曲线，温度的控制是极其容易的。

在此说明了在使用如上混合系统的通过施加电场使分子的光学各向异性发生变化的媒质的情况下，本显示元件和现有显示方式的液晶显示元件在显示原理上的不同之处。

图 8 是用来说明使用上述混合系统的本显示元件和现有显示方式的液晶显示元件，在显示原理上的不同之处的说明图，示意性地表示了施加电场时和不施加电场时折射率椭圆体的形状和方向。在图 8 中，表示了作为现有显示方式的 TN 方式、VA（Vertical Alignment，垂直取向）方式、IPS（In Plane Switching，平面内响应）方式的显示原理。

如在此图中所示，TN 方式的液晶显示元件，是在相对的基板间夹持着液晶层，在两基板上分别包括了透明电极（电极）而构成的。在不施加电场时，液晶层中的液晶分子，其长轴方向扭转为螺旋状取向，但在施加电场时，液晶分子的长轴方向就沿着电场取向。在此情况下，平均折射率椭圆体如在图 8 中所示，在不施加电场时的长轴方向向着与基板面相平行的方向，而在施加电场时，长轴方向向着基板面的法线方向。这就是说，在不施加电场时和施加电场时，折射率椭圆体的形状都是椭圆形，由于施加了电场，其长轴方向发生了变化（折射率椭圆体旋转）。而在不施加电场时和施加电场时的折射率椭圆体的形状则几乎没有变化。VA 方式的液晶显示元件，与 TN 方式是一样的，在相对的基板间夹持着液晶层，在两基板上分别形成透明电极（电极）。但是，在 VA 方式的液晶显示元件中，在不施加电场时，液晶层中的液晶分子，其长轴方向相对于基板面大致垂直的方向取向，而在施加电

场时，液晶分子的长轴方向在与电场相垂直的方向上取向。在此情况下的平均折射率椭圆体，如在图 8 中所示，在不施加电场时，长轴方向向着基板面法线，而在施加电场时，长轴方向向着与基板面平行的方向。这就是说，在不施加电场时和施加电场时，折射率椭圆体的形状都是椭圆形，通过施加电场使其长轴方向（折射率椭圆体的方向）发生变化（折射率椭圆体旋转）。而在不施加电场时和施加电场时，折射率椭圆体的形状则几乎没有变化。

IPS 方式的液晶显示元件，在一个基板上设置了一对相对的电极，在两个电极之间的区域内形成液晶层。通过施加电场使液晶分子的取向方向发生变化，在不施加电场时和施加电场时，能够实现不同的显示状态。从而，在 IPS 方式的液晶显示元件中，也是如在图 8 中所示，在不施加电场时和施加电场时，折射率椭圆体的形状都是椭圆形，其长轴方向发生变化（折射率椭圆体旋转）。而在不施加电场时和施加电场时，折射率椭圆体的形状是几乎不变化的。

因此，在现有显示方式的液晶显示元件中，在不施加电场时，液晶分子向着某些方向（典型是一个方向）取向，通过施加电场，使各个分子的取向方向处于一致的状态，其取向方向同时发生变化来进行显示（透过率调制）。在不施加电场时和施加电场时，折射率椭圆体的形状几乎不发生变化。这就是说，在现有显示方式的液晶显示元件中，在不施加电场时和施加电场时，折射率椭圆体的形状是椭圆形，通过施加电场，利用其长轴方向的变化（折射率椭圆体旋转）进行显示。因此，折射率椭圆体的长轴方向，相对于电场施加的方向是垂直还是平行并没有限制。与此相反，在本显示元件中，如在下面所叙述的，折射率椭圆体的方向，相对于电场施加的方向是垂直的或者是平行的。

如此，在现有显示方式的液晶显示元件中，液晶分子在可见光以上的取向有序度是几乎一定的，通过取向方向的变化进行显示。

与此显示方式相反，在使用 3HPFF、5HPFF 和 7HPFF 混合系统的本显示元件中，在不施加电场时，分子向着所有的方向。但是，由于这样的分子具有小于光波波长尺度（scale）的有序性（有序结构和取向有序性），并不显现出光学的各向异性（在可见光尺度上的取向有序度 ≈ 0 ），如在图 8 中所示，折射率椭圆体与现有的液晶显示元件不同，

是球形的。

然而，当施加电场时，由于各个分子具有负的介电各向异性，取向状态向着基板面内的方向（与基板面平行的方向）变化。此时，在小于光波波长的有序结构中产生变形，显示出光学的各向异性（在可见光以上尺度的取向有序度 >0 ），折射率椭圆体变成椭圆。此时，折射率椭圆体的长轴方向垂直于电场方向。更详细说，在封入物质层 3 的媒质的介电各向异性是负的情况下，折射率椭圆体的长轴方向，垂直于电场方向，在封入物质层 3 中的媒质的介电各向异性是正的情况下，折射率椭圆体的长轴方向平行于电场方向。这就是说，在使用上述混合系统的本显示元件中，在不施加电场时，折射率椭圆体的形状是各向同性的（ $n_x=n_y=n_z$ ），通过施加电场，在折射率椭圆体的形状中显现出各向异性（ $n_x>n_y$ ）。在此， n_x 、 n_y 和 n_z 分别表示与基板面平行而且在图 8 的左右方向、与基板面平行而且在图 8 的纵深方向、以及相对于基板面垂直的方向的折射率。

所谓在可见光以上的取向有序度近似于 0（几乎没有取向有序度），意味着在小于可见光的尺度下观察的情况下，液晶分子等在某一个方向上并行的比例比较大（有取向有序性），但在大于可见光的尺度下观察时，取向方向被平均化，取向有序度消失。

这就是说，在本发明中，所谓在可见光波长以上的尺度下，取向有序度近似于 0，表示取向有序度对可见光波长区以及对大于可见光波长的光线，小到没有任何影响的程度。比如，在交叉尼科耳棱镜下表现出实现黑显示的状态。另外，在本发明中，所谓在可见光波长以上的尺度下取向有序度 >0 ，表示在可见光波长以上的尺度下，取向有序度大于几乎为 0 的状态，比如表示在交叉尼科耳棱镜下实现白显示的状态（在此情况下，也包括表示灰度等级中的灰色）。

此外，在本实施方式的显示元件中，由于物质层 3 具有负的介电各向异性，上述在施加电场时折射率椭圆体的长轴方向，一直是垂直于电场施加方向的（再有，在物质层 3 具有正的介电各向异性时，折射率椭圆体的长轴方向，平行于电场方向）。与此相反，在现有的液晶显示元件中，由于是通过施加电场使折射率椭圆体的长轴方向旋转来进行显示的，折射率椭圆体的长轴方向并不限于要一直垂直于电场方

向。

这样一来，在使用 3HPFF、5HPFF 和 7HPFF 混合系统的本显示元件中，光学各向异性的方向是一定的（电场的施加方向不变化），通过对在可见光以上的取向有序度进行调制来进行显示。这就是说，在使用上述混合系统的本显示元件中，媒质本身的光学各向异性（或在可见光以上的取向有序性）的程度发生变化。从而，使用上述混合系统的本显示元件的显示原理与其它显示方式的液晶显示元件有很大的不同。

在使用上述混合系统的本显示元件中，由于是使用在显示光学各向同性的结构中产生的变形，即在媒质中光学各向异性的程度变化进行显示的，比起使液晶分子取向方向的变化进行显示的现有显示方式的液晶显示装置，更能够实现广视野角的特性。特别是，在使用上述混合系统的本显示装置中，发生双折射的方向是一定的，光轴的方向不发生变化，就更能够实现广视野角的特性。

在使用上述混合系统的本显示装置中，使用通过微小区域的结构（结晶状晶格）的变形显现的各向异性进行显示。因此，没有如在现有的显示原理那样的液晶固有粘度对响应速度产生很大影响的问题，能够实现 1ms 程度的高速响应。这就是说，由于在现有方式的显示原理中利用了液晶分子取向方向的变化，液晶的固有粘度对响应速度有很大的影响，而在使用上述混合系统的本显示装置中，由于利用的是微小区域结构的变形，液晶的固有粘度的影响变小，能够实现高速响应。从而，由于本显示元件具有高速响应性，适合于用在比如场序制彩色方式的显示装置中。

被封入物质层 3 中的媒质，可以是在单一化合物时显示液晶性的物质，也可以是多种物质混合呈现液晶性的物质。或者是在秩序物质中混入其它非液晶性物质得到的物质。

在本显示元件中，用玻璃基板构成基板 1 和 2，但并不限于此。在本显示元件中两基板之间的间隔取为 $5\mu\text{m}$ ，但也并不限于此，可以任意地设定。电极 4 和 5 是用 ITO 构成的，但也并不限于此，只要其中之一是透明的电极材料即可。

在本显示元件中，使用了由聚酰亚胺制造的取向膜 8 和 9，但并不

限于此。比如，使用由聚酰胺酸构成的取向膜也是可以的。或者还可以使用聚乙烯醇、硅烷偶联剂、聚肉桂酸乙烯酯(Polyvinyl cinnamate)等。

5 在使用聚酰胺酸或聚乙烯醇的情况下，只要在基板上涂布这些材料形成取向膜以后，进行摩擦处理即可。在使用硅烷偶联剂的情况下，可以像 LB 膜那样通过提拉法制造。而在使用聚肉桂酸乙烯酯的情况下，只要在基板上涂布聚肉桂酸乙烯酯以后进行 UV（紫外线）照射即可。

10 在本显示元件中，对取向膜 8 和 9 进行的摩擦方向是相互反平行的，但并不限于此。比如，两者的摩擦方向可以的平行而且同方向的，或者两者的摩擦方向是不同方向也是可以的。还可以只摩擦任何一方。

15 在本实施方式中，作为取向膜 8 和 9，使用进行了摩擦处理的水平取向膜，但也并不限于此。比如使用实施了光照射的水平取向膜也是可以的。在此情况下，照射光线可以进行偏振光照射，也可以从斜处进行非偏振光照射。而且并不限于水平取向膜，比如使用垂直取向膜也是可以的。但是，在使用水平取向膜的情况下，具有在现有的液晶显示元件等当中使用的实绩，而且能够原封不动地转用与液晶材料具有非常好相容性的取向膜材料。垂直取向膜则不同，能够利用水平取向膜赋予液晶分子的在基板面内方向很强的取向限制力，能够更加促进在施加电场时光学各向异性的显现。

20 光聚合性单体（聚合性化合物）并不限于上述化合物，比如，也可以是在分子内具有液晶骨架和聚合性官能团的以外的液晶（甲基）丙烯酸酯。作为液晶性（甲基）丙烯酸酯，为了既有利于显示中间色调又有利于低电压驱动，优选在液晶骨架和聚合性官能团之间不具有亚甲基间隔的单官能液晶性丙烯酸酯。这就是说，优选具有以含两个或三个 6 元环的液晶骨架作为部分结构的化合物丙烯酸或丙烯酸酯来作为单官能（甲基）丙烯酸酯等。

30 这样的单官能（甲基）丙烯酸酯（(meta) acrylate），在（甲基）丙烯酰氧基（acryloyl oxy group）和液晶骨架之间没有亚烷基或氧化烯基等柔性连接基团。因此，以这种单官能（甲基）丙烯酸酯聚合得到的聚合物主链，不通过连接基团直接连接在刚性的液晶骨架上，由于

液晶骨架的热运动受到高分子主链的限制，使得由此主链所影响的液晶分子，其取向更加稳定化。

5 作为在封入物质层 3 中的媒质中添加的光聚合性单体，可以使用环氧丙烯酸酯。作为环氧丙烯酸酯，可以使用比如双酚 A 型环氧丙烯酸酯、溴化双酚 A 型环氧丙烯酸酯、线形酚醛环氧丙烯酸酯等。环氧丙烯酸酯，在一个分子中同时具有由光照射进行聚合的丙烯酰基和由加热进行聚合的羰基和羟基。因此，可以同时使用光照射法和加热法作为固化方法。在此情况下，就提高了至少任何一个官能团进行反应而聚合（固化）的可能性。从而，未反应部分变少，能够进行充分的聚合。

10 在此情况下，并非必须同时使用光照射法和加热法，使用任何一种方法都是可以的。这就是说，本显示元件并不限于通过紫外线(光)使光聚合性单体聚合来形成聚合性化合物（取向辅助材料）的方法，只要符合使用的聚合性化合物（取向辅助材料）的特性，就可以对聚合方法进行适当的选择。换句话说，在本显示元件中用来形成聚合性化合物（取向辅助材料）而在媒质中添加的聚合性单体，并不限于由光照射进行聚合的光聚合性单体，用光照射以外的方法进行聚合的聚合性单体也是可以的。

15 作为在封入物质层 3 的媒质中添加的聚合性单体，除此以外可以使用丙烯酸酯单体（比如 Aldrich 公司制造的 EHA、TMHA）和二丙烯酸酯单体（比如 Merck 公司制造的 RM257）的混合物等。

20 在使用上述任何一种聚合性化合物的情况下，聚合性化合物的添加量优选在 0.05wt%~15wt% 的范围内。这是由于在固化部分的浓度不到 0.05wt% 时，这会降低作为取向辅助材料的功能（减弱取向限制力），而多于 15wt% 时，在取向辅助材料上施加的电场的比例增大，使驱动电压增大。

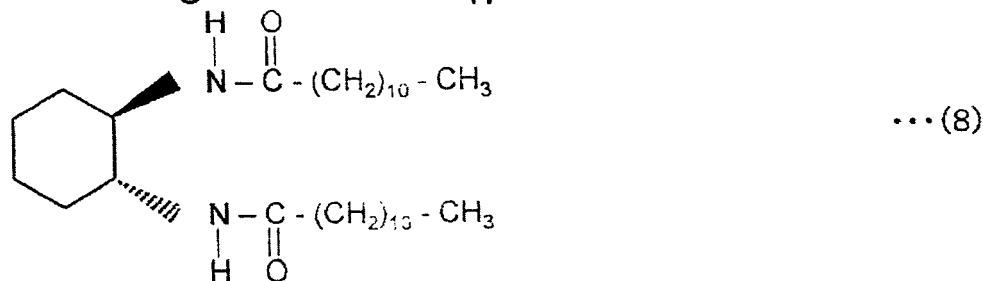
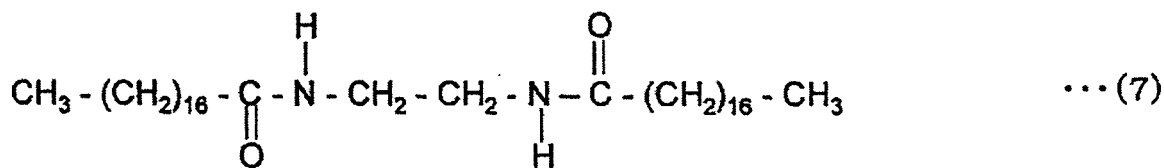
25 在本实施方式中，形成了作为聚合性化合物（取向辅助材料）的高分子链（链状高分子）11，但并不限于此。只要通过施加电场（外场）能够辅助（促进）使分子取向即可，比如也可以使用网状高分子（材料）和环状高分子（材料）等。

30 取向辅助材料也不一定非要由聚合性化合物形成。比如，可以使

用多孔无机材料作为取向辅助材料。在此情况下，可以在被封入物质层 3 中的媒质（比如介电性液体）中预先加入比如钛酸钡等溶胶凝胶材料（多孔无机材料）。作为另外的例子，可以用聚苯乙烯粒子和 SiO_2 粒子制造多孔无机层。比如，在混合分散了粒子直径 100nm 的聚苯乙烯粒子和粒子直径 $5\text{ }\mu\text{m}$ 的 SiO_2 粒子的水溶液中，浸渍装有带狭缝透明电极的玻璃基板，通过提拉法利用混合微粒自聚集的现象制成几个 μm 的厚度，然后在高温下烧结，使聚苯乙烯粒子气化，就能够得到具有形成 100nm 的孔隙的微孔逆卵状结构的多孔无机层。然后，将此基板相对制成室状，在其中注入媒质，通过将媒质充满孔隙制成单元体。在使用这样的多孔无机材料的情况下，能够得到与使用由高分子链 11（聚合性化合物）得到的取向辅助材料同样的效果。

作为在物质层 3 中形成的取向辅助材料，能够使用氢键结合网络（氢键结合体、氢键结合性材料）。在此，所谓氢键结合网络，意味着不使用化学键而是使用氢键形成的结合体。

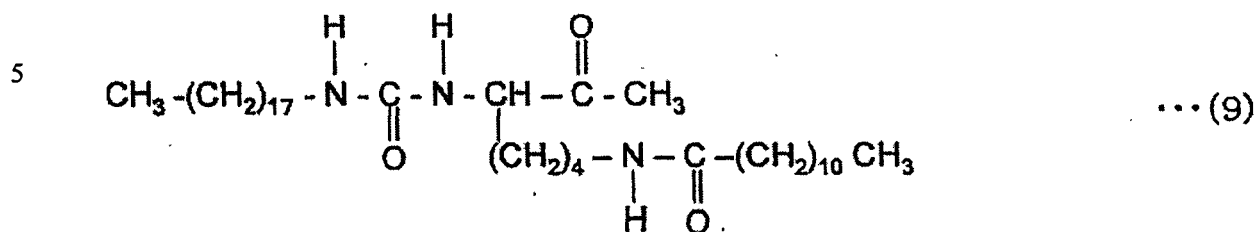
这样的氢键结合网络是通过在封入物质层 3 中的媒质中混合凝胶化剂（氢键结合性材料）而得到的。所谓凝胶化剂，优选含有酰胺基团的凝胶化剂，更优选在一个分子内至少含有两个酰胺基团的凝胶化剂、尿素系、蓖麻碱系(ricin)凝胶化剂等。比如可以使用由如下结构式（7）和（8）构成的凝胶化剂（凝胶化剂 A 或凝胶化剂 B）。



这样的凝胶化剂，可以在液晶性物质等介电性物质中混入少量凝胶化剂而使之凝胶化。

比如在 Norihiro Mizoshita, Kenji Hanabusa, Takashi Kata, "Fast and High-Contrast Electro-optical Switching of liquid-Crystalline Physical Gels: Formation of Oriented Microphase-Separated Structures", Advanced

Functional Materials, APRIL 2003, Vol. 13, No. 4, p. 314. Fig.2 中叙述的凝胶化材料（氢键结合性材料）是通过在封入物质层 3 中的媒质里混合 0.15mol% 的 Lys 18（参照(9)结构式）得到的。



这就是说，可以使用通过在媒质中混合 0.15mol% 的 Lys 18 而制造的，如 Norihiro Mizoshita, Kenji Hanabusa, Takashi Kata, "Fast and High-Contrast Electro-optical Switching of liquid-Crystalline Physical Gels: Formation of Oriented Microphase-Separated Structures", Advanced Functional Materials, APRIL 2003, Vol. 13, No. 4, p. 314. Fig.1 之类的显示凝胶状的氢键结合网络作为取向辅助材料。在使用这样的氢键结合网络作为取向辅助材料的情况下，得到与使用通过聚合性化合物聚合得到的取向辅助材料同样的效果。在使用高分子网络的情况下，会产生所谓紫外线照射的处理过程的延长，基于紫外线照射的材料的老化，基于未反应基团的可靠性下降的悬念，而在这样的凝胶化剂的情况下，则不会发生，此为有利之处。

也可以使用微粒作为取向辅助材料，在物质层 3 中分散了微粒的系统中，液晶分子等介电性物质受到微粒界面的影响而取向。因此，在分散有微粒的系统中，由于此分散状态使得介电性物质的取向状态稳定化。

在此情况下，物质层 3 被封入液晶性物质等的介电性材料和微粒。介电性物质和微粒，各由一种或两种以上构成。由于在介电性材料中分散了微粒，希望在物质层中的微粒呈分散的形态。

在此情况下，优选使用平均粒径 $0.2 \mu\text{m}$ 以下的微粒。由于使用平均粒径 $0.2 \mu\text{m}$ 以下微小尺度的微粒，使得在物质层 3 内的分散性稳定化，即使经历了长时间微粒也不会凝集而互相分离。从而，能够充分抑制由于微粒沉淀造成的局部微粒不均匀，从而导致的显示元件产生的不均匀。

各个微粒的粒子间距离优选在 200nm 以下，更优选在 190nm 以下。

当光线射入三维分布的粒子中时，在一定的波长会发生衍射。如果能够抑制此衍射光的产生，就能够提高光学的各向同性，提高显示元件的对比度。

5 三维分布的粒子的衍射光线依存于入射的角度，而衍射光线的波长 λ 可以由 $\lambda=2d$ 大致给出。在此 d 是粒子之间的距离。

在此，如果衍射光线的波长在400nm以下，人的眼镜几乎察觉不到。因此，优选 $\lambda \leq 400\text{nm}$ ，在此情况下，粒子间距离 d 可以在200nm以下。

10 特别是国际照明委员会 CIE (Commission Internationale del'Eclairage) 将人类眼睛不能识别的波长定为380nm以下。因此，特别优选 $\lambda \leq 380\text{nm}$ ，在此情况下，粒子间距离 d 在190nm以下。

当延长粒子间距离时，由于粒子间的相互作用不够充分，很难显示胶束相、海绵状相、立方晶相和逆胶束相等相，由此观点出发，粒子间距离优选在200nm以下，更优选在190nm以下。

15 在物质层3中微粒的浓度(含量)，相对于此微粒和被封入物质层3中的媒质的总重量，优选为0.05 wt%~20wt%。通过将物质层3中的微粒的浓度调节在0.05 wt%~20wt%之间，就能够抑制微粒凝结。

被封入物质层3中的微粒没有特别的限制，可以是透明的，也可以是不透明的。此微粒可以是高分子等有机微粒，也可以是无机微粒或金属微粒。

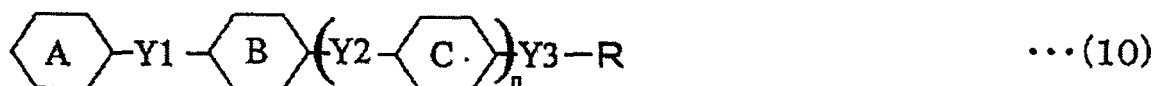
在使用有机微粒的情况下，优选使用比如聚苯乙烯珠、聚甲基丙烯酸甲酯珠、聚羟基丙烯酸酯珠、聚乙烯基苯珠等聚合物珠形态的微粒。这些微粒可以是交联的，也可以是未交联的。在使用无机微粒的情况下，优选使用玻璃珠或二氧化硅珠。

25 在使用金属微粒的情况下，优选碱金属、碱土金属、过渡金属、稀土类金属。比如，优选使用氧化钛、氧化铝、钇、银、金、铜或者这些金属的氧化物构成的微粒。可以只用这些金属微粒中的一种，也可以形成两种以上金属的合金、复合物。比如可以将银粒子周围覆盖上氧化钛或钇，当只用银构成微粒时，有由于银氧化而使显示元件的特性变化的危险，通过在表面上覆盖钇等金属来防止银的氧化。珠状的金属微粒可以原封不动使用，也可以进行热处理或在珠的表面上赋

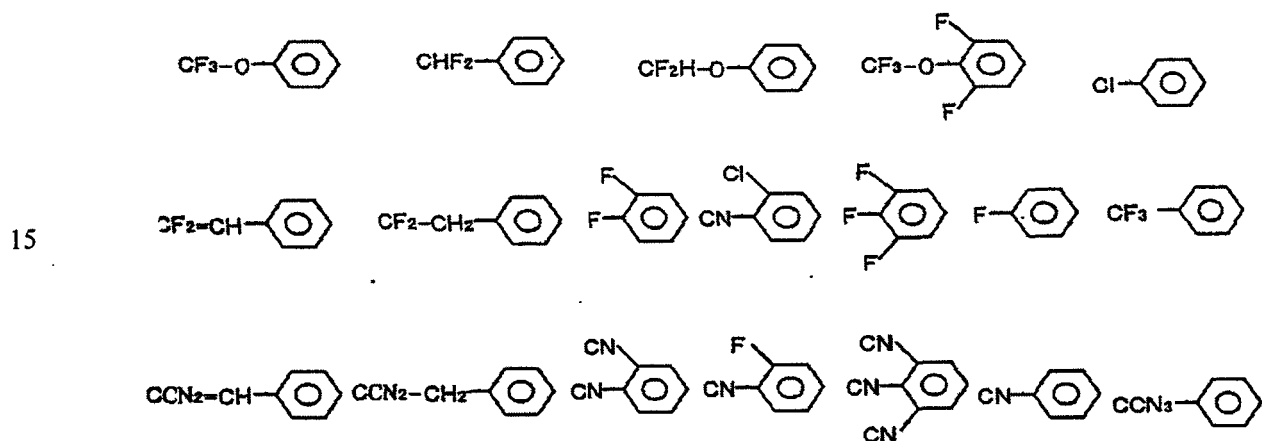
30

上有机物后使用。作为被赋予的有机物优选显示出液晶性。通过在珠的表面赋上呈现液晶性的有机物，使得周围的媒质（介电性物质）容易沿着液晶性分子取向。这就是说，提高了作为取向辅助材料的机能（取向限制力加强）。

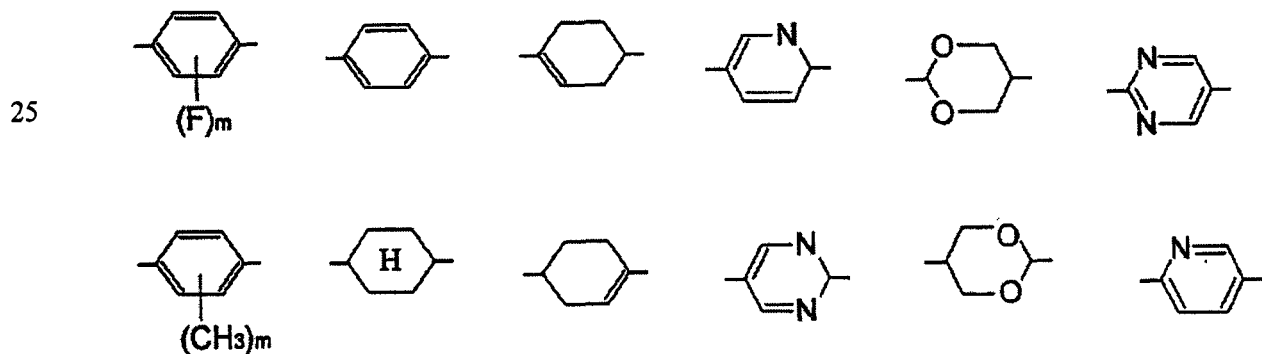
5 比如，优选由如下结构式（10）表示的化合物。



10 在此，n 是 0~2 的整数。6 元环 A 优选是任何一个如下的官能团。



20 而 6 元环 B 和 C 表示具有 1,4-亚苯基或反式-1,4-亚环己基等 6 元环结构的取代基。但是，6 元环 B、C 不仅限定为上述例子的取代基，可以具有如下所示当中的任何一种取代基。



在上述取代基中，m 表示 1~4 的整数。而 6 元环 B、C 不管它们是相同还是不同的均可。

在上述结构式（10）中的 Y1、Y2 和 Y3 分别是具有直至 10 个碳

原子的直链或分支的烷基或烯基，在这些基团中存在的一个 CH_2 基或不相邻的两个 CH_2 基，可以被 $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 、 $-\text{CO}-\text{O}-$ 和/或 $-\text{O}-\text{CO}-$ 取代，还可以包括单键、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{CF}=\text{CF}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_4$
5 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-$ 。可以含有手性碳，也可以不含。只要具有如上所述任何一种结构，Y1、Y2 和 Y3 可以相同，也可以不同。

在上述结构式 (10) 中，R 表示氢原子、卤素原子、氰基、碳原子数 1~20 的烷基、烯基、烷氧基中的任何一种。

10 而赋予金属微粒表面的有机物，相对于 1mol 的金属，优选在 1mol 以上，在 50mol 以下的比例。

上述赋予了有机物的金属微粒，是通过比如将金属离子溶解或分散于溶剂，与上述有机物混合，再将其还原而得到的。作为上述溶剂，可以使用水、醇类、醚类等。

15 作为被分散的微粒，也可以使用由富勒烯和/或碳纳管形成的微粒。作为富勒烯，只要是碳原子配置在球壳状上即可，比如优选碳原子数 n 是 24~96 的稳定结构。作为这样的富勒烯，可以举出比如由 60 个碳原子构成的 C_{60} 球状闭壳碳分子群。而作为碳纳管，优选比如使厚度为几个原子层的石墨状碳原子面变圆的圆筒状的纳米管。

20 微粒的形状没有特别的限制，可以是比如球状、椭圆体状、块状、柱状、锥状或在这些形状上具有突起的形状、在这些形状上开孔的形状都是可以的。至于微粒的表面形态也没有特别的限制，可以是平滑的，也可以具有凹凸或孔、槽。

相对于微粒和介电性物质的总重量，微粒的含量优选为 0.05 wt%~20wt%。在不到 0.05wt% 时，由于微粒的混合比较小，难以充分发挥微粒作为取向辅助材料的效果，而当超过 20wt% 时，微粒的混合比例过大会使微粒凝集，由此造成不能发挥作为取向辅助材料的作用，而且会造成光线的散射。

30 在本实施方式中，添加了聚合引发剂，但有时在由聚合性化合物形成取向辅助材料，此时就不一定添加聚合引发剂。但是，为了使聚合性化合物通过比如光或热聚合成高分子，优选添加聚合引发剂。通

过添加聚合引发剂能够迅速地进行聚合。

在本实施方式中，使用过氧化丁酮作为聚合引发剂，但并不限于此。作为聚合引发剂，除了过氧化丁酮以外，可以使用比如过氧化苯甲酰、过氧化羟基异丙苯、过氧化叔丁基、过氧化二枯基或苯甲酰基
5 烷基醚系、苯乙酮系、苯甲酮系、咕吨酮系、苯偶因醚系、苜基缩酮系聚合引发剂等。在商品中可以原封不动地使用 Merck 公司制造的 darocure 1173、1116，chibachemical 公司制造的 irugacure 184、369、651、907、日本化药社制造的 cayacure DETX、EPA、ITA；Aldrich 公司制造的 DMPAP 等（都是注册商标）或者适当混合使用。

10 聚合引发剂的用量，优选是相对聚合性化合物为 10wt%以下。当添加多于 10wt%时，聚合引发剂就起着杂质的作用，会降低显示元件的比电阻。

本实施方式的显示元件，以在基板面的法线方向施加电场的结构（纵向电场）、使用负型液晶作为被封入物质层 3 中的媒质的结构（负
15 型液晶）、使在两基板上具有的取向膜的摩擦方向平行的结构（平行摩擦）、在物质层 3 中形成取向辅助材料以辅助取向的结构（聚合物固定）等作为基本结构，都是可以显示的。

由于本发明适合于利用 Kerr 效应的显示装置，能够得到利用显示高速响应特性的 Kerr 效应的显示装置。在此情况下，能够大幅度降低
20 驱动电压，其实用价值极高。本发明的目的就是提供由于 Kerr 效应而将驱动电压降低到实用水平的显示元件，并使之能够显现。

通过形成使用本显示元件的显示装置，能够提供在实用水平的驱动电压（外场强度）下就能够动作，具有高速响应特性和广视野角特性的显示装置。

25 在如上所述的制造方法中，在基板 1 和 2 相对的面上形成电极 4 和 5、取向膜 8 和 9，在与基板 1 和 2 上形成电极 4 和 5 的面相反的面上贴合上偏光板 6 和 7，在两基板之间封入添加了光聚合性单体和聚合引发剂的媒质以后，通过照射紫外线使光聚合性单体聚合，但并不限于这些。

30 比如，也可以在基板 2 上贴上彩色滤光片，在基板 1 上形成 TFT（薄膜晶体管）的状态下进行紫外线照射。但是，在此情况下，由于

是在面板的表侧（贴上彩色滤光片的基板 2 侧）进行曝光（照射紫外线），而且彩色滤光片吸收了相当一部分紫外线，就不能有效地进行光聚合。因此，与没有彩色滤光片的情况相比，需要更强的紫外线，这就成为很大的问题。由于彩色滤光片由于像素而具有红色、绿色和蓝色区域，而在红色、绿色和蓝色区域各自的紫外线透过率有很大差别，通过彩色滤光片照射紫外线进行光聚合时，在像素上会产生很大的偏差。

因此，也可以从面板的背侧（形成 TFT 的基板 1 一侧）进行曝光。然而，在从面板的背侧进行曝光的情况下，存在信号线、扫描线。TFT（薄膜晶体管）等遮光部分。这些部分难以用透明电极（透明材料）形成。由于 ITO 等透明电极的电阻比铝或铜、钼等金属高，不适合在信号线或扫描线中使用。特别是在液晶电视等大型大画面的显示元件的情况下，信号线或扫描线都很大，使它们透明化是不合适的。从而，在从面板的背侧进行曝光的情况下，在信号线、扫描线、TFT 上的区域就成为了遮光部分，这些区域的媒质不能进行光聚合。因此，信号线、扫描线、TFT 的修边部分，有必要用遮光膜进行覆盖，成为开口率降低的原因。特别是由于在遮光部分中未反应的光聚合性单体或引发剂成为电压保持率降低等可靠性劣化的原因，优选没有未反应部分。

为了解决此问题，也可以在 TFT 基板（形成 TFT 的基板 1）一侧形成彩色滤光片和遮光膜的同时，从反对侧的基板（基板 2）一侧进行曝光。由此因为无须经过 TFT（开关元件）、彩色滤光片、遮光膜进行光照射，能够在物质层 3 的更广泛的区域进行曝光。从而，由于没有遮光部分，能够使物质层 3 全面曝光。因此就无须用遮光膜覆盖如上所述的修边部分，也就提高了开口率。由于不残留未反应的聚合性单体和引发剂等，就能够防止可靠性劣化。

在此情况下，优选透明材料形成反对侧的基板（原来贴上彩色滤光片的基板 2）和在反对侧的基板上形成的电极 5。由此能够削减紫外线的照射量。

[实施方式 2]

基于附图说明本发明的另一个实施方式。出于说明上的方便，对于涉及实施方式 1 的显示元件同样的结构和具有同样功能的部件给予

同样的符号，省略了对其的说明。

施加本实施方式的显示元件，是在涉及实施方式 1 的显示元件中，在取向膜 8 和 9 上施加摩擦的方向不同的显示元件。这就是说，涉及本实施方式的显示元件，除了取向膜 8 和 9 的摩擦方向不同以外，包括与涉及实施方式 1 的显示元件同样的结构。涉及本实施方式的显示元件，可以使用在实施方式 1 中所述的各种媒质中介电各向异性为负的媒质作为封入物质层 3 中的媒质。在显示装置 100 中，以本实施方式的显示元件代替比如实施方式 1 的显示元件。

图 12 是说明在涉及本实施方式的显示元件中取向膜 8 和 9 的摩擦方向和偏光板 6 和 7 的吸收轴方向的说明图。如在此图中所示，取向膜 8 和 9 的摩擦方向是互相正交的。而在基板 1 一侧的取向膜 8 上施加摩擦的方向是与偏光板 6 的吸收轴方向平行的。在基板 2 一侧的取向膜 9 上施加摩擦的方向是与偏光板 7 的吸收轴方向平行的。而偏光板 6 的吸收轴方向与偏光板 7 的吸收轴方向是正交的。

在各个取向膜上的摩擦方向并不限于此。比如取向膜 8 的摩擦方向可以与偏光板 6 的吸收轴方向正交，而取向膜 9 的摩擦方向可以与偏光板 7 的吸收轴方向正交。取向膜 8 和 9 的摩擦方向不一定非要正交，彼此的方向不同即可。

涉及本实施方式的显示元件制造方法，除了如上所述取向膜 8 和 9 的摩擦方向互相正交以外，都与涉及实施方式 1 的显示元件制造方法一样。

因此，在两基板 1、2 上分别具有的取向膜 8 和 9 的摩擦方向不同的情况下，将封入物质层 3 中的媒质保持在显现液晶相的温度下，能够使在物质层 3 中的分子取向成为扭转结构。这就是说，在施加电场（外场）时，分子的长轴方向向着与基板面平行的方向的同时，从一方的基板侧向着另一方的基板侧依次扭转着取向。

然后，在保持这样的扭转结构的状态下，使光聚合性单体聚合（固化）时，高分子链 11 沿着分子取向方向的部分的比例加大。这就是说，高分子链 11 的纵向沿着分子取向方向的部分的比例加大，具有了结构的各向异性。

如此得到的显示元件，与涉及实施方式 1 的显示元件同样，通过

外部的加热装置保温，使之处于在液晶相—各向同性相的相转移点以上附近显示出各向同性的温度下，通过在两个电极 4 和 5 之间施加电场，能够使透过率发生变化。在此情况下，在维持扭转结构的状态下，形成的高分子链 11 沿着分子取向方向部分的比例增大，从而担当了促进分子取向的任务。因此，在涉及本实施方式的显示元件中，能够制成通过施加电场而扭转分子取向方向的结构。

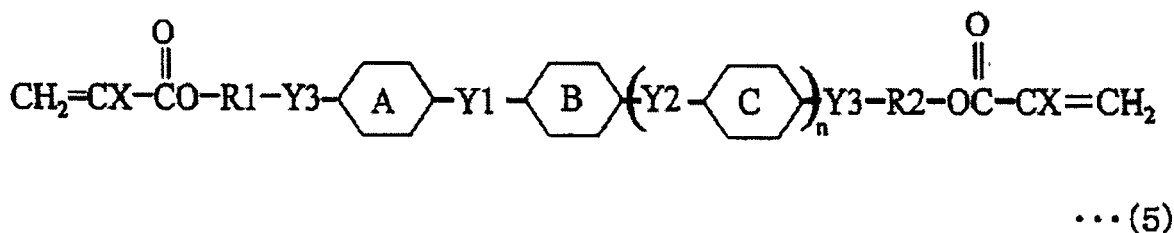
从而，涉及本实施方式的显示元件，与涉及实施方式 1 的显示元件一样，在低电压下就能够得到最大的透过率。

因此，涉及实施方式 1 的显示元件，是分子在一个方向上取向的均相结构。在此情况下，有可能由于媒质（比如介电性液体）的波长分散而引起显色。与此相反，涉及本实施方式的显示元件，分子取向成为如上所述的扭转结构。因此发挥了缓和由于波长分散造成的显色的现象。

上述扭转结构存在有左转和右转两种，形成多区域（domain）。因此，在区域的边界上有透过率下降的可能性。

封入物质层 3 的媒质中，也可以预先添加手性试剂。通过如此在媒质中添加手性试剂，由于只取左转或右转中的任何一种，所以能够提高透过率。

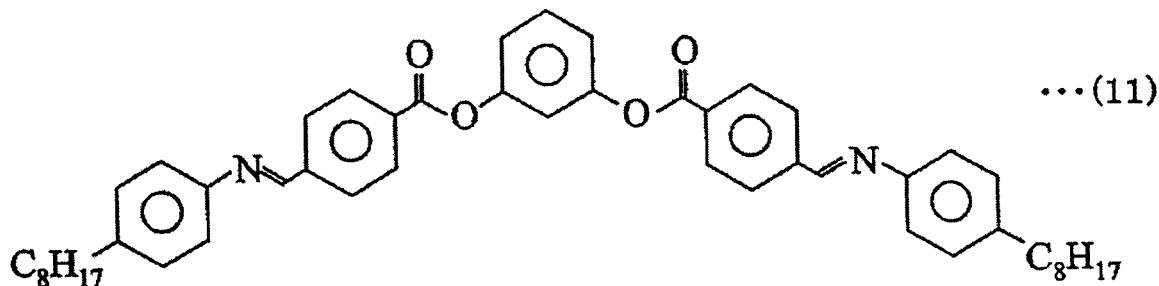
作为封入物质层 3 中的媒质（比如介电性液体），该媒质本身也可使用具有手性的媒质（手性物质）。在此情况下，可以只是取向辅助材料（例如聚合性化合物或氢键结合体）具有手性，或者只是取向辅助材料（例如聚合性化合物或氢键结合体）以外的物质具有手性，也可以它们两者都具有手性。作为取向辅助材料（例如聚合性化合物或氢键结合体）本身显示出手性的物质，可以举出如下的化合物（5）



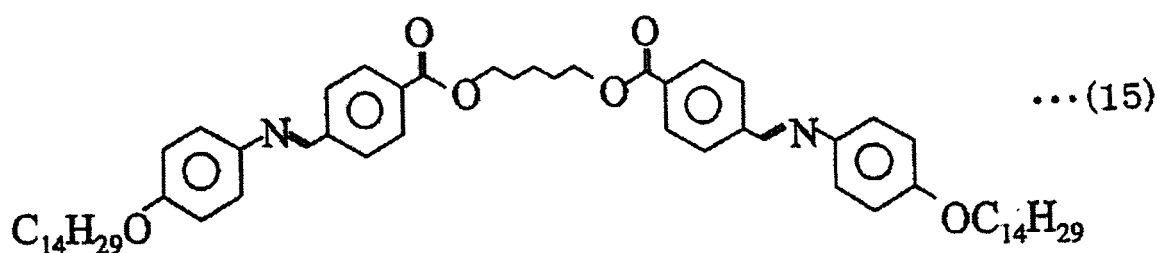
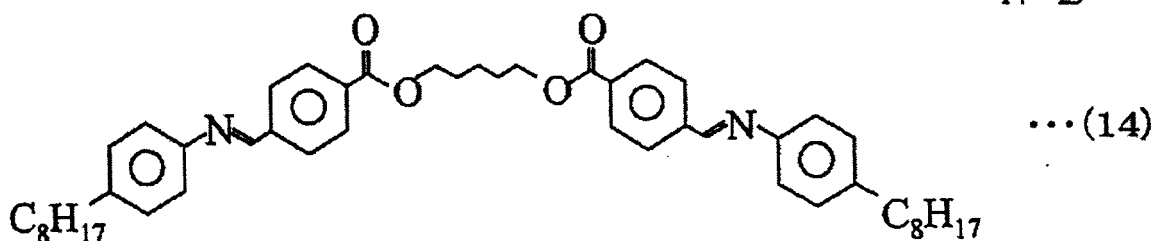
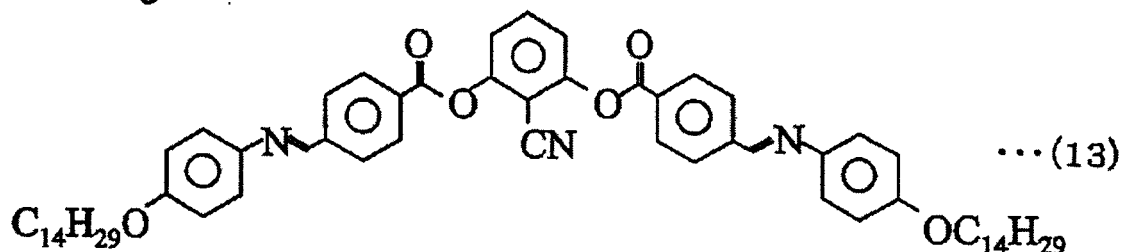
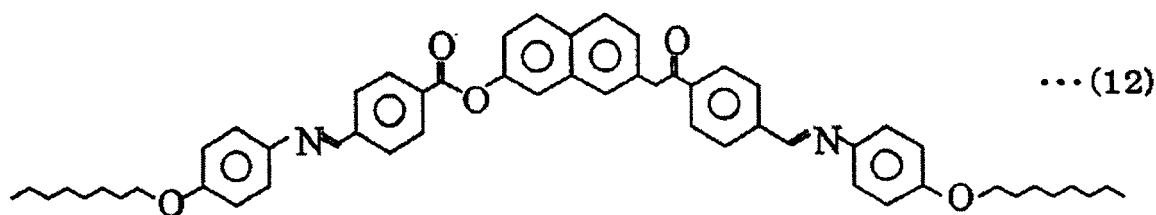
由于手性光聚合性单体自身是手性的，成为自发扭转的结构。因此，通过光聚合使此状态固定化，就能够形成具有右转或左转的取向

辅助材料。

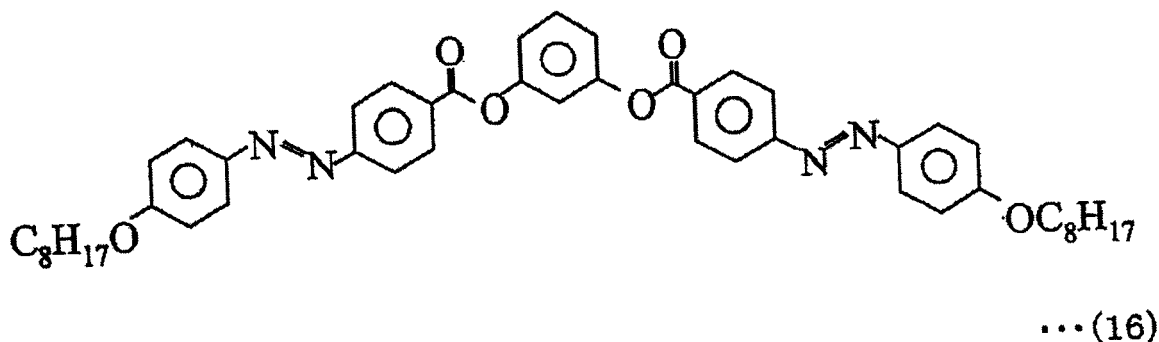
如香蕉型（弯曲型）液晶那样，含有不具备非对称碳（分子自身不具有手性），但由于分子形状的各向异性和堆积（packing）结构使整个系统显现手性的分子的媒质也是可以的。作为香蕉型（弯曲型）液晶，可以举出比如 P8PIMB（参照下述的结构式（11））。



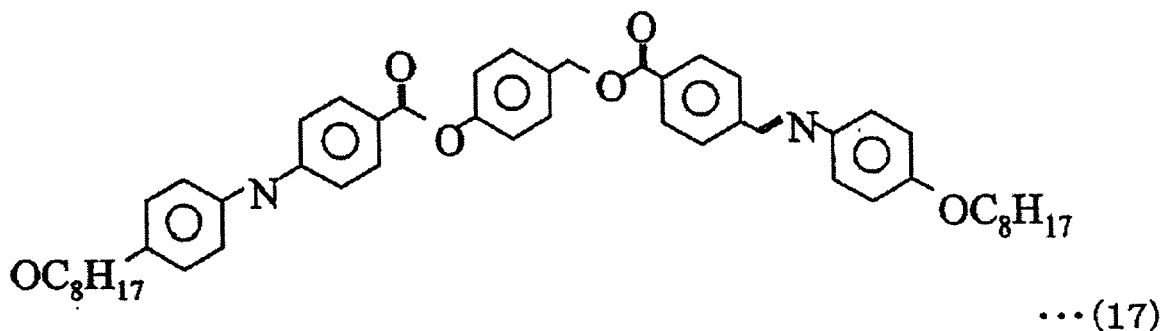
作为香蕉型（弯曲型）液晶，并不限定在 P8PIMB。比如在化学结构式中的弯曲部分，也可以是亚苯基等苯环，或者还可以是萘环或亚甲基链结合的结构。作为这样的香蕉型（弯曲型）液晶，可以举出比如如下所述的结构式（12）～（15）中所示的化合物。



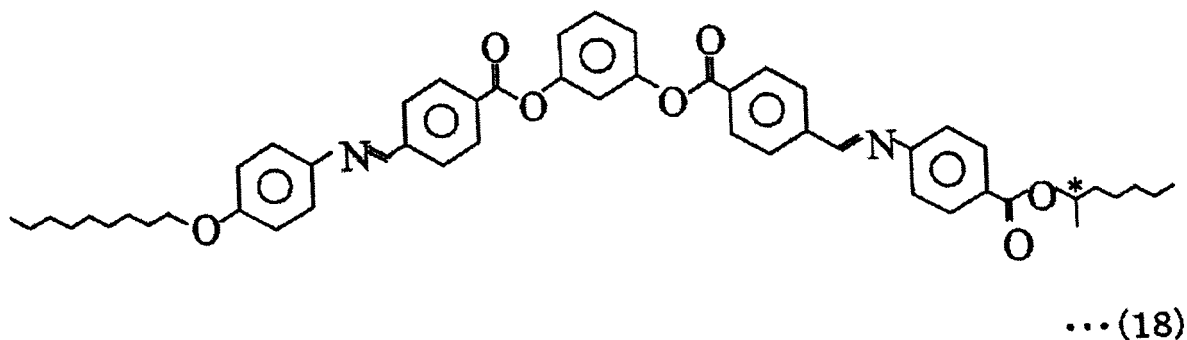
也可以使用含有偶氮基的香蕉型（弯曲线）液晶。作为这样的香蕉型（弯曲线）液晶，可以举出如下的结构式（16）中所示的化合物等。



上述香蕉型（弯曲线）液晶，具有在结合部分左右对称的化学结构，但也可以在结合部分（弯曲线部分）的左右具有非对称化学结构。作为这样的香蕉型（弯曲线）液晶，可以举出如下结构式（17）中所示的化合物。



如上所述的香蕉型（弯曲线）液晶分子不含有手性碳，但也并不限于此，也可以含有一个或多个手性碳。作为这样的香蕉型（弯曲线）液晶，可以举出比如如下结构式（18）的化合物。



在使用这样的香蕉型（弯曲线）液晶分子的情况下，能够诱发左

转或右转中任何一种扭转结构，从而能够提高透过率。

在物质层 3 中所含的媒质中，分子取向的方向成为一个方向的掌性，即成为右转或左转当中任何一种的扭转结构的情况下，各个扭转结构即使与彼此的方位不相关也具有一定的旋光性。因此，作为物质层整体能够显现出很大的旋光性。由此就能够在低电压下得到最大的透过率，能够将驱动电压降低到可实用的水平。在物质层 3 中形成了在施加电场时促进光学各向异性的取向辅助材料，通过施加电场有助于上述媒质中的分子取向，这就能够更有效地显现光学的各向异性。

涉及本实施方式的显示元件，可以取在基板面法线方向施加电场的结构（纵向电场）、使用负型液晶作为被封入物质层 3 中媒质的结构（负型液晶）、在两基板上具有的取向膜的摩擦方向不同的结构（扭转摩擦）、在物质层 3 中形成取向辅助材料以辅助分子取向的同时，通过在物质层 3 中添加手性试剂，使分子的取向方向的扭转只是左右任一个的结构（聚合物固定（+手性））作为基本结构，它们都可以进行显示。

通过使用涉及本实施方式的显示元件形成显示装置，能够以实用水平的驱动电压（外场）进行动作，也就能够提供具有高速响应特性和广视野角特性，特别是缓和了显色现象的显示装置。

涉及本实施方式的显示元件，与实施方式 1 同样，可以在 TFT 基板（形成 TFT 的基板 1）一侧形成彩色滤光片和遮光膜的同时，使反对侧的基板（以前贴上彩色滤光片的基板 2）透明化，从此反对侧的基板（基板 2）进行曝光。

[实施方式 3]

基于附图说明本发明的另一个实施方式。出于说明上的方便，对于涉及实施方式 1 的显示元件同样的结构和具有同样功能的部件给予同样的符号，省略了对其的说明。

图 13 是表示涉及本实施方式的显示元件（显示元件 30）的大致结构截面模式图。在显示装置 100 中包括显示元件 30，代替比如涉及实施方式 1 的显示元件。如在此图中所示，显示元件 30，是在相对的两基板（基板 1 和 2）之间夹持作为光学调制层的物质层 3 构成的。在基板 1 中与基板 2 相对的面上，相对地配置用来给物质层 3 施加电场的

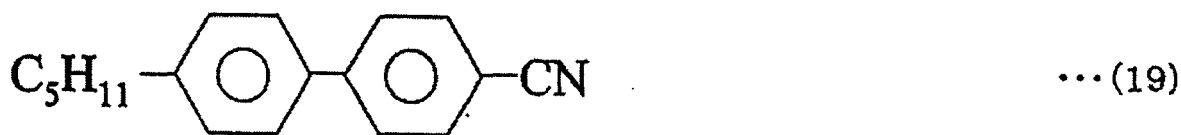
作为电场施加机构的梳齿电极（梳齿状电极）4a 和电极 5a，使得电场施加方向向着基板面内方向（与基板平行的方向）。在基板 1 和 2 的相对的面上，形成取向膜 8 和 9。形成基板 1 侧的取向膜 8，使得覆盖住在基板 1 上形成的电极 4a 和 5a。在基板 1 和 2 中，在与两基板相对面的反对侧的面上，分别装有偏光板 6 和 7。

基板 1 和 2 由玻璃基板构成，但并不限于此，只要其中之一是透明基板即可。两基板之间的间隔是 $10\mu\text{m}$ ，但也不限于此，也可以任意地设定。

电极 4a 和电极 5a 互相相对地配置在基板 1 的与基板面 2 相对的面上。使用 ITO（铟锡氧化物）作为电极 4a 和 5a 的材料，但并不限于此，可以使用历来公知的各种材料作为电极材料。

图 14 是表示在显示元件 30 中偏光板 6 和 7 的吸收轴方向、取向膜 8 和 9 的摩擦方向和电场施加方向的说明图。如在此图中所示，在显示元件 30 中，偏光板 6 和 7 的吸收轴方向是互相正交的。在取向膜 8 和 9 中的摩擦方向是互相反平行的同时，与偏光板 6 和 7 的吸收轴方向成 45° 的角度。由电极 4a 和 5a 施加电场的方向与取向膜 6 和 7 的摩擦方向平行，与偏光板 8 和 9 的吸收轴方向成 45° 的角度。作为取向膜 8 和 9 的材料，可以使用与涉及实施方式 1 的显示元件同样的材料。

在物质层 3 中封入由如下结构式 (19) 组成的正型液晶化合物（媒质）。此正型液晶性化合物，在不到 33.3°C 时显示出向列相。



25

在显示元件 30 的物质层 3 中，与在实施方式 1 的物质层 3 中一样，形成由高分子链组成的取向辅助材料（图中未显示）。在封入上述物质层 3 中的上述正型液晶性化合物中，添加作为使聚合迅速进行的聚合引发剂过氧化丁酮。

30

下面说明显示元件 30 的制造方法。

首先，在基板 1 的表面上形成电极 4a 和 5a。其形成方法可以使用与历来的液晶显示元件同样的形成方法。

然后，在基板 1 上形成取向膜 8，使之覆盖住电极 4a 和 5a。在基板 2 上形成取向膜 9。在取向膜 8 和 9 上预先实施了摩擦处理。取向膜 8 和 9 的摩擦方向是互相反平行的。

在与基板 1 和 2 的相对面相反的面上，贴合上偏光板 6 和 7。在此，如在图 14 中所示，偏光板 6 和 7 的吸收轴在互相正交的同时，偏光板 6 和 7 的吸收轴方向与取向膜 8 和 9 的摩擦方向成 45°角贴合。

然后，经过塑料件等间隔件（图中未显示）将基板 1 和基板 2 两者之间的间隔（物质层 3 的厚度）调节到 $5\mu\text{m}$ ，用密封材料（图中未显示）将周围封闭固定。此时，在以后要成为注入媒质（比如介电性液体）的注入口（图中未显示）部分不进行密封，形成开口。此间隔件和密封材料没有特别的限制，可以使用在历来的液晶显示元件中使用的各种材料。

然后，在两基板之间，在由上述正型液晶性化合物构成的媒质中注入添加了作为聚合引发剂的过氧化丁酮，作为光聚合性单体的液晶（甲基）丙烯酸酯。在此，光聚合性单体的添加量取 0.05 wt%~15wt%，聚合引发剂的添加量在 10wt%以下。

然后，在用外部加热装置（图中未显示）保持两基板的温度为 25℃的状态下，用紫外线照射此显示元件 30。由此使注入到物质层 3 中的光聚合性单体聚合，形成高分子链（图中未显示）。上述正型液晶性混合物，在不到 33.3℃时显示向列相，而在此温度以上则显示出各向同性。这就是说，在被封入物质层 3 中的媒质中使液晶相显现的状态下，使光聚合性单体聚合，形成高分子链。

这样一来，在被封入物质层 3 中的媒质中使液晶相显现的状态下，在此媒质中的分子，受到在取向膜 8 和 9 上实施的摩擦的影响，沿着摩擦方向取向。从而，通过使在此状态下的光聚合性单体聚合，使得通过聚合得到的高分子链，沿着分子取向方向部分的比例增大。这就是说，由于在纵向摩擦的影响，高分子链向着分子取向方向而取向的比例增大，具有结构上的各向异性。

如此得到的显示元件 30，通过外部加热装置保持在向列相一各向

同性相的相转移温度以上附近显示出各向同性的温度，通过施加电场能够使其透过率发生变化。这就是说，通过将被封入物质层 3 中的媒质保持在比该媒质的液晶相一各向同性相的相转移点稍高的温度下而成为各向同性状态，通过在两个电极 4a 和 5a 之间施加电场，可以使物质层 3 的透过率变化。在显示元件 30 中，在两个电极之间施加 60V 的电压时能够得到最大的透过率。

另外，为了与显示元件 30 进行比较，准备除了不添加光聚合性单体和引发剂，也不实施紫外线照射的工序以外，在与显示元件 30 同样的条件下制造的比较用元件，此比较用元件与显示元件 30 的情况一样，被保持在比向列相一各向同性相的相转移点稍高的温度下，在两个电极之间施加电场。在此情况下，在两个电极之间的电压是 90V 时能够得到最大的透过率。

如此，显示元件 30 在比较用显示元件更低的电压下得到最大透过率的原因，与实施方式 1 是同样的。这就是说，在比较用显示元件中，在基板界面上的取向处理只促进分子取向，在低电压下分子的取向只是在基板附近。而在显示元件 30 中，除了由于基板界面的取向处理促进了分子取向以外，由高分子链促进了整个区域内的分子取向。这就是说，由于高分子链和分子的相互作用，使得在低电压下使分子取向的效果在整个区域内有效地显示出来。因此，显示元件 30 在比较用显示元件更低的电压下能够得到最大透过率。

在如上所述的制造方法中，在基板 1 的表面上，形成电极 4a 和 5a，以及取向膜 8，在基板 2 的表面上形成取向膜 9，在与基板 1 和基板 2 的形成取向膜 8 和 9 的面的反对侧的面上，分别贴合上偏光板 6 和 7，在两基板之间封入添加了光聚合性单体和聚合引发剂的媒质以后，照射紫外线使光聚合性单体聚合，但也并不限于这些。

比如，可以在基板 1 上形成 TFT，在基板 2 上贴上彩色滤光片的状态下，进行紫外线照射。但是，在此情况下，当从面板的表侧（贴上彩色滤光片的基板 2 一侧）进行曝光时，彩色滤光片会吸收相当一部分的紫外线，不能有效地进行光聚合。因此，与不使用彩色滤光片的情况相比，必须使用更强的紫外线，这就成为一个很大的问题。彩色滤光片按照像素有红色、绿色和蓝色区域，但由于红色、绿色和蓝

色各个区域对紫外线的透过率有很大差别，通过彩色滤光片照射紫外线进行光聚合时会产生很大的偏差。从而使从面板的表侧进行曝光是不合适的。

因此，也可以从面板的背侧（形成 TFT 的基板 1 一侧）曝光。但是，当从面板背侧曝光时，会由于电极 4a 和 5a（像素电极和对向电极）遮挡紫外线，使得不能在电极 4a 和 5a 附近曝光。因此，在电极 4a 和 5a 处的感光性单体不能聚合。而由于不能聚合的区域不能使胆甾蓝相（cholesteric blue phase）稳定化，胆甾蓝相只能在很窄的温度范围显现。结果，没有经过电极 4a 或 5a 进行光照射区域的媒质在很宽的温度范围内显示胆甾蓝相，而没有进行光照射的电极 4a 或 5a 的媒质显示出非胆甾蓝相的胆甾相等液晶相。在胆甾蓝相和胆甾相边界处的取向状态有缺陷而成为漏光等的原因。这就是说，成为在不同区域显示出不同取向状态的显示元件。因此，在如上所述形成的显示元件中，在作为使用胆甾蓝相的显示元件的情况下，不仅在电极 4a 或 5a 处，在其修边部分也有必要用遮光膜遮蔽，使开口率降低。

因此，可以将电极 4a 或 5a 制成透明的。这就是说，如果用 ITO（铟锡氧化物）等透明电极形成电极 4a 和 5a，就能够在这些电极上区域进行紫外线照射。

可是，在从面板背侧进行曝光的情况下，除了电极 4a 和电极 5a 外，还有信号线、扫描线、TFT（薄膜晶体管）等遮光部分。这些部分与电极 4a 或 5a 不同，很难由透明电极形成。ITO 等透明电极的阻抗比铝、铜或钽等金属要高，所以不适宜用于信号线或扫描线。特别是在液晶电视等大型、大画面显示元件的情况下，由于信号线或扫描线很大，不宜将它们透明化。在从面板背侧进行曝光的情况下，信号线上、扫描线上和 TFT 上的区域成为遮光部分，这些区域的媒质不能进行光聚合。因此，与电极 4a 和电极 5a 的情况一样，信号线、扫描线和 TFT 的修边部分有必要用遮光膜覆盖，成为开口率降低的原因。由于在遮光部分的区域未反应光聚合单体或引发剂成为电压保持率降低等可靠性劣化的原因，此未反应部分是不优选的。

为了解决这个问题，在 TFT 基板（形成 TFT 的基板 1）一侧形成彩色滤光片、遮光膜的同时，要使反对侧的基板（以往是贴上彩色滤

光片的基板 2) 透明化, 可以从此反对侧的基板 (基板 2) 曝光。在此情况下, 由于没有遮光部分, 能够将物质层 3 全面曝光。从而, 由于没有必要用遮光膜覆盖如上所述的边缘部分, 就提高了开口率。特别是由于没有残留未反应的聚合性单体和聚合引发剂等, 就防止了可靠性劣化。

作为在物质层 3 中形成的聚合性化合物 (取向辅助材料), 并不限于液晶 (甲基) 丙烯酸酯, 可以使用与在实施方式 1 中所述同样的材料。与实施方式 1 同样, 光聚合性单体的添加量, 优选为 0.05wt%~15wt%。

在使用由光聚合性单体形成聚合性化合物 (取向辅助材料) 的情况下使用的聚合引发剂, 并不限于过氧化丁酮, 可以使用与在实施方式 1 中所述的同样材料。与实施方式 1 同样, 聚合引发剂并非必须使用, 在使用的情况下, 其添加量优选在 10wt% 以下。

在本实施方式中被封入物质层 3 中的媒质, 并不限于如上所述的化合物, 只要是介电各向异性为正的媒质即可。

被封入物质层 3 中的媒质, 典型是在不施加电场时大致是光学各向同性, 而通过施加电场能够诱发光学调制的媒质。这就是说, 典型是伴随着施加电场使分子或分子集合体 (簇) 的取向有序性上升的物质。

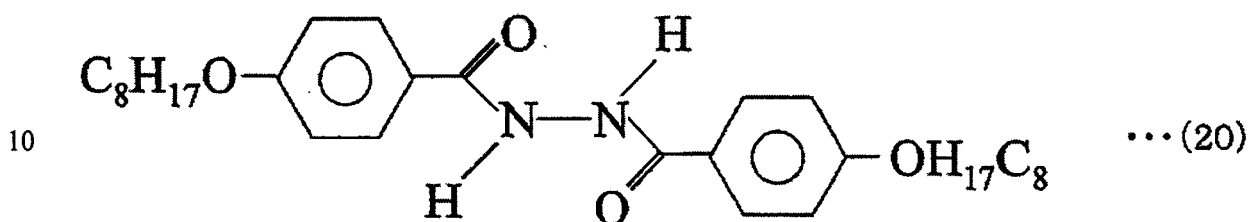
在本实施方式中作为被封入物质层 3 中的媒质, 是比如具有不足光学波长的有序结构 (取向有序性), 在光学上见到各向同性的液晶相, 可使用介电各向异性是正的物质。或者可以使用由液晶分子在不足光线波长的尺寸下呈放射状取向的集合体填充的、可见到光学上是各向同性的系统。通过在这上面施加电场, 赋予分子或分子集合体的微细结构以变形, 就能够诱发光学调制。在使用这样的媒质的情况下, 通过形成聚合性化合物 (取向辅助材料) 能够促进分子取向, 所以能够在低电压下进行驱动。

作为媒质例, 下面叙述这些媒质的例子。但是如下所述的媒质例只是可能利用的媒质的一个例子, 在本显示元件中能够利用的媒质并不限于这些。

[媒质例 1]

作为封入物质层 3 中的媒质, 可以使用由比如不足光学波长(不足可见光波长)尺度的、具有立方晶型对称性的有序结构构成的, 显示出立方晶相的媒质。

作为这样的媒质, 是在米谷慎, “用分子模拟研究液晶相纳米结构”, 液晶, 第 7 卷, 第 3 号, p238-245, 2003 年以及“Handbook of Liquid Crystals”, Vol. 2B, p887-900, Wiley-VCH, 19986 中叙述的 BABH8。此 BABH8 用如下结构式 (20) 表示。



15 此 BABH8 在 136.7℃以上和 161℃以下, 表现由不足光学波长(不足可见光波长)尺度的有序结构组成的立方晶相。在“用分子模拟研究液晶相纳米结构”中, 显示出如图 5~图 7 的立方晶相模型。

20 如上所述, BABH8 由于晶格常数为大约 6nm, 比光学波长小一个数量级以上, 其有序结构(取向有序性)不到光学波长, 所以是透明的。这就是说, 在上述温度范围内, 在不施加电场时显示出光学各向同性。从而, 在本显示元件中使用 BABH8 的情况下, 在正交尼科耳棱镜下, 可以进行良好的黑显示。

25 另外, 当一边将物质层 3 的温度控制在 136.7℃以上和 161℃以下, 同时在电极 4、5 之间施加电场时, 在具有立方对称性的结构中产生变形, 显现出光学各向异性。这就是说, 在上述温度范围内, BABH8 在不施加电场的状态下是光学各向同性的, 而通过施加电场显现出光学各向异性。

30 如此, 在如上结构的本显示装置中, 由于通过施加电场, 在具有立方对称性的结构中产生变形, 从而产生双折射, 所以能够进行良好的白显示。双折射发生的方向是一定的, 其程度随着施加的电场而变化。此外, 表示在电极 4、5 之间所施加的电压和透过率之间关系的电压-透过率曲线, 在如上所述的温度范围内是稳定的曲线。这就是说, 在上述结构的本显示装置中, 在 136.7℃以上和 161℃以下的大约 20K

的温度范围内能够得到稳定的电压—透过率曲线，使温度极容易控制。

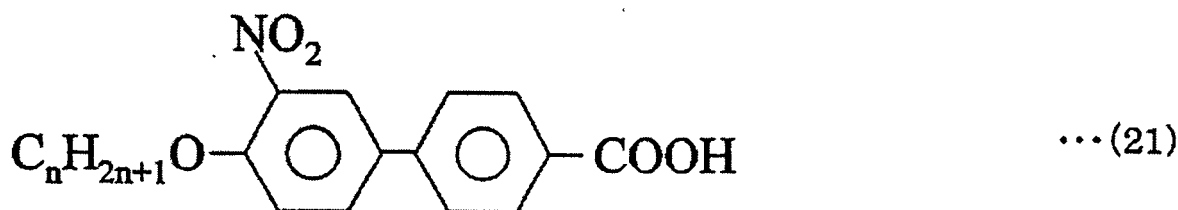
在使用 BABH8 的本显示元件中，使用在具有立方对称性的结构中产生的变形，即利用在媒质中光学各向异性的程度的变化来进行显示，与历来的由液晶分子取向方向变化进行显示的历来的显示方式的液晶显示装置相比，能够实现广视野角的特性。特别是，在使用 BABH8 的本显示装置中，发生双折射的方向是一定的，光轴的方向没有变化，所以能够实现很广的视野角特性。

在使用 BAH8 的本显示装置中，使用由于微小区域的结构（结晶之类的晶格）的变形产生的各向异性进行显示。因此，就没有如现有的显示原理那样的液晶的固有粘度对响应速度有很大影响的问题，能够实现 1ms 程度的高速响应。这就是说，在现有方式的显示原理中，利用的是液晶分子取向方向的变化，因此液晶固有粘度对响应速度有很大影响，而在使用 BABH8 的本显示装置中，利用的是在微小区域中结构的变形，这就减小了液晶固有粘度的影响，能够实现高速响应。另外，由于本显示元件具有高速响应性，所以能够适用于比如场序制彩色方式的显示装置中。

[媒质例 2]

作为封入物质层 3 中的媒质，可以使用由显示作为液晶相一种的近晶 D 相 (SmD) 分子组成的媒质。

作为显示近晶 D 相的液晶性物质，存在有比如 ANBC16。关于 ANBC16，在齐藤一弥、徂徠道夫，“光学各向同性的独特的热变性液晶的热力学”，液晶，第五卷，第一号，p.21，图 1 构造 1 (n=16)，或“Handbook of Liquid Crystals”，Vol.2B，Wiley-VCH，1998，p.888，Table1，化合物 (compound no.) 1、化合物 1a、化合物 1a-1) 中有所叙述。其分子结构如下面所示。



4'-正烷氧基-3'-硝基联苯-4-羧酸 (4'-alkoxy-3'-nitro-biphenyl-4-carboxylic acids)

n-15, Cr 127 SmC 187 Cub 198 SmA 204 I

此液晶性物质 (ANBC16, 在上述化学结构式 (21) 中, $n=16$), 在 171.0~197.2℃ 的温度范围内显示出近晶 D 相。近晶 D 相是多数分子形成如 jungle gym (注册商标) 之样的三维晶格, 其晶格常数在几十个 nm 以下, 不到光学波长。这就是说, 近晶 D 相具有分子排列显示出立方对称性的有序结构 (取向有序性)。上述 ANBC16 的晶格常数为大约 6nm。因此, 近晶 D 相显示出光学各向同性。

在 ANBC16 显示近晶 D 相的上述温度范围内, 如果在 ANBC16 组成的物质层 3 上施加电场, 由于在分子自身存在着介电各向异性, 使得分子向着电场方向在晶格中产生变形。这就是说, 在物质层 3 中显示出光学各向异性。

从而, 适合将 ANBC16 作为封入显示元件的物质层 3 中的媒质。但并不限于 ANBC16。只要是显示出近晶 D 相的物质, 在施加电场时和不施加电场时光学各向异性程度的发生变化, 就适合于作为封入本显示元件物质层 3 中的媒质。

[媒质例 3]

作为封入物质层 3 中的媒质, 可以使用液晶微乳液。在此, 所谓“液晶微乳液”是由山本等命名的、将 O/W 型微乳液 (由表面活性剂将水以水滴的形式溶解在油中的系统, 油成为连续相) 的油分子被向热型液晶分子取代的系统 (混合体系) 的总称 (参照山本润, “液晶微乳液”, 液晶第四卷, 第三号, p.248-254, 2000 年)。

作为液晶微乳液的具体例子, 是在上述“液晶分子模拟”中叙述的作为显示向列液晶相的向热型液晶 (温度转移型液晶) 的戊基氰基联苯 (Pentylcyanobiphenyl, 5CB) 和作为显示逆胶束相的溶致液晶 (lyotropic liquid crystal, 浓度转移型液晶) 的二(十二烷基)溴化铵 (Didodecyl ammonium bromide, DDAB) 的水溶液混合体系。此混合体系具有如图 9 和图 10 中所示的模式图表示的结构。

此混合体系, 典型的逆胶束直径为 50Å 的程度, 而逆胶束之间的距离是 200Å 的程度。此尺度比光学波长小一个数量级。这就是说, 上述混合体系 (液晶微乳液) 具有不到光学波长的有序结构 (取向有序性)。而逆胶束是在三维空间中随机存在的, 各个逆胶束在中心的 5CB

呈放射状取向。从而，上述混合体系显示出光学各向同性。

而如果在由上面的混合体系构成的媒质上施加电场，由于 5CB 中存在着介电各向异性，分子自身向着电场方向。这就是说，在由于逆胶束在中心呈放射状取向而在光学上具有各向同性的体系中，显现出取向的各向异性，也就呈现出光学的各向异性。因此，可将上述混合体系作为封入本显示元件的物质层 3 中的媒质使用。并不限于上述的混合体系。只要是在施加电场时和不施加电场时有光学各向异性程度变化的液晶微乳液，就适合于作为封入本显示元件物质层 3 中的媒质。

[媒质例 4]

作为被封入物质层 3 中的媒质，可以使用具有特定相的溶致液晶。在此，所谓“溶致液晶”意味着将一般形成液晶的主要分子，溶解于具有其它性质的溶剂（水或有机溶剂）中形成的其它成分系的液晶。作为上述特定相，是在施加电场时和不施加电场时，其光学各向异性的程度发生变化的相。作为这样的特定相，有比如在例如有山本润，“液晶科学实验讲座第一次：液晶相的鉴定：（4）溶致液晶”，液晶，第 6 卷，第一号，p.72-82 中叙述的胶束相、海绵相、立方晶相、逆胶束相等。图 11 表示溶致液晶的分类图。

在作为亲水亲油性物质的表面活性剂中，有呈现胶束相的物质。比如，作为离子性表面活性剂的十二烷基硫酸钠水溶液或棕榈酸钾水溶液等就形成球状的胶束。而在作为非离子性表面活性剂的聚氧亚乙基壬基酚醚(polyoxyethylenenonylphenylether)和水的混合物中，壬基酚基(nonylphenyl)起着疏水基团的作用，而聚氧亚乙基链起着亲水基团的作用，由此形成胶束。另外，苯乙烯—环氧乙烷嵌段共聚物的水溶液也会形成胶束。

比如，球状胶束显示出分子在空间的各个方位上堆积（形成分子集合体）的球状。而由于球状胶束的尺寸不到光学波长，在光学波长的范围内不能显示出各向异性。这就是说，球状胶束具有不到光学波长的有序结构（取向有序性）。但是，如果在这样的球状胶束上施加电场，由于球状胶束产生变形而显现出各向异性。由此，可以将显示球状胶束的溶致液晶作为被封入本显示装置的物质层 3 中的媒质加以使用。当然并不限于球状胶束，也可以将显示其它形状的胶束相，即带

状胶束相、椭圆形胶束相、棒状胶束相等的溶致液晶封入物质层 3 中，能够得到大致同样的效果。

一般已知，由于浓度、温度、表面活性剂的条件等不同会形成亲水基团和疏水基团互换的逆胶束。这样的逆胶束在光学上显示出与胶束同样的效果。因此，通过将显示逆胶束相的溶致液晶作为被封入物质层 3 中的媒质，能够起到与使用显示胶束相的溶致液晶时同样的效果。在媒质例 2 中说明的液晶微乳液就是显示逆胶束相（逆胶束结构）的溶致液晶的一个例子。

而在非离子性表面活性剂季戊四醇十二烷基醚（Pentaethylenglychol-dodecylether, $C_{12}E_5$ ）的水溶液中，如在图 11 中所示，存在着显示海绵相或立方晶相的浓度和温度区域。由于这样的海绵相或立方晶相具有不到光学波长的有序性（有序结构、取向有序性），在光学波长区域是透明的物质。这就是说，由这样的相构成的媒质，显示出光学各向同性。而在由这些相构成的媒质上施加电场时，在有序结构（取向有序性）中产生变形而呈现出光学各向异性。从而，显示海绵相或立方晶相的溶致液晶也作为封入本显示元件物质层 3 中的媒质使用。

[媒质例 5]

作为被封入物质层 3 中的媒质，可以使用胶束相、海绵相、立方晶相、逆胶束相等在施加电场时和不施加电场时显示出光学各向异性程度变化的液晶相微粒分散系。在此，所谓“微粒分散系”是微粒混合在溶剂（液晶）中的混合体系。

作为这样的液晶微粒分散系，比如是在非离子性表面活性剂季戊四醇十二烷基醚（Pentaethylenglychol-dodecylether, $C_{12}E_5$ ）的水溶液中，混入表面被硫酸基团改性的直径 100Å 左右的胶乳粒子形成的液晶微粒分散体系。在这样的液晶微粒分散系中，显现出海绵相。而海绵相的有序性结构（取向有序性）是不到光学波长的。从而，与上述媒质例 3 同样，上述液晶微粒分散系作为被封入本显示装置物质层 3 中的媒质使用。

通过用如上所述的乳胶粒子与媒质例 2 的液晶微乳液中的 DDAB 置换，能够得到与媒质例 2 的液晶微乳液同样的取向结构。

[媒质例 6]

作为被封入物质层 3 中的媒质, 可以使用枝状聚合物 (dendrimer) (树枝状分子)。在此, 所谓“枝状聚合物”是按各单体单元分支的三维高支化聚合物。

5 由于枝状聚合物具有很多分支, 当在一定程度以上的分子量时就成为球状结构。由于此球状结构具有不到光学波长的有序性 (有序结构、取向有序性), 所以在光学波长区域是透明物质, 而通过施加电场能够发生取向有序性程度的变化, 显现出光学各向异性 (光学各向异性程度变化)。从而, 可将枝状聚合物作为封入本显示元件物质层 3 中的媒质使用。

10 通过将上述媒质例 2 的液晶微乳液中的 DDAB 置换为枝状聚合物, 能够得到与上述媒质例 2 的液晶微乳液同样的取向结构, 可作为封入本显示元件物质层 3 中的媒质使用。

[媒质例 7]

15 作为被封入物质层 3 中的媒质, 可以使用由显示胆甾蓝相的分子构成的媒质。在图 5 和图 15 中显示了胆甾蓝相的大致结构。

 如在图 5 和图 15 中所示, 胆甾蓝相具有很高的对称性的结构。而由于胆甾蓝相具有不到光学波长的有序性 (有序结构、取向有序性), 在光学波长的范围内是大致透明的物质, 通过施加电场能够使取向有序性的程度发生变化而显现出光学的各向异性 (光学各向异性的程度变化)。这就是说, 由于施加电场使液晶分子朝向电场方向发生晶格变形, 从而显示出各向异性。由此, 适合于将由显示胆甾蓝相的分子组成的媒质作为封入本显示装置的物质层 3 中的媒质。

25 作为显示胆甾蓝相的物质, 是比如由 48.2mol% 的 JC1041xx (向列液晶混合物, CHISSO 公司制造)、47.4mol% 的 5CB (4-氰基-4'-戊基联苯 (4-cyano-4'-pentylbiphenyl), 向列相液晶, Aldrich 公司制造) 和 4.4mol% ZLI-4572 (手性试剂, Merck 公司制造) 的混合物。此物质在从 330.7K 至 331.8K 的温度范围内显示胆甾蓝相。

30 在此混合物中, 可以加入聚合性单体或者同时加入聚合性单体和聚合引发剂。这就是说, 通过取向辅助材料 (聚合性化合物), 使得在物质层内形成多个小区域 (微细区), 从而使构成由上述混合物组成媒

质的分子取向有序结构固定化。但是，通过聚合性化合物等将媒质分割为微胶囊式的小区域，所以不是优选的。这就是说，当制成的结构使用聚合性化合物等独立地覆盖住各个小区域中的液晶分子时，会扰乱胆甾蓝相的结构，不能被固定化。在此情况下，也可以作为在将此媒质封入本显示装置的物质层 3 中以后，即使在物质层 3 上不施加电场时也使分子取向有序结构固定化的结构。这就是说，可以通过取向辅助材料（聚合性化合物）使不施加电场时光学各向同性的有序结构（在不施加电场时被封入物质层 3 中的媒质的有序结构）稳定化。

按照上述的结构，由取向辅助材料（聚合性化合物）可以使不施加电场时光学各向同性的有序结构稳定化。由此，即使使用由于驱动电压显示出很大的温度依存性，而在实用的温度范围内在实质上低电压下不能驱动的媒质（在低电压下能够驱动的温度范围很窄，没有取向辅助材料（聚合性化合物）就不能实用的媒质）的情况下，由于使用了取向辅助材料（聚合性化合物）就能够很宽的温度范围内，使驱动电压低电压化。从而，由于能够在低电压下显示光学各向异性（光学各向异性的程度发生变化），能够制造在实用水平的驱动电压下可以动作，而且具有高速响应特性和广视野角特性的显示元件。

比如，可以按照如下所示的分量比加入作为光聚合性单体的 EHA（丙烯酸 2-乙基己酯（2-ethylhexyl acrylate），Aldrich 公司制造）和 RM257（二丙烯酸酯单体(diacrylate monomer)，Merck 公司制造）和作为光聚合引发剂的 DMPAP（2,2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮（2,2-dimethoxy-2-phenyl acetophenon），Aldrich 公司制造）。

EHA	4.0mol%(2.4wt%)
RM257	2.6mol%(5.0wt%)
DMPAP	0.33mol%(0.28wt%)
JC-1041xx	44.7mol%(47.1wt%)
5CB	43.4mol%(35.2wt%)
ZLI-4572	4.9mol%(10.1wt%)

按照上述的分量比混合以后，调节温度使混合物一直处于胆甾蓝相，同时不施加电场进行紫外线照射得到媒质，此媒质在 326.4~260K

以下显示出稳定的胆甾蓝相。这就是说能够将温度范围从现有的 1.1K 大幅度地扩大。由此，能够使具有比液体相更低的驱动电压，没有实用的温度范围的相的温度范围飞跃地扩大。这样的胆甾蓝相，能够驱动比如图 13 中所示的电极结构，作为显示元件能够在很宽的温度范围内以低电压驱动。图 15 表示胆甾蓝相和固定化的机理。

各个物质的分量比并不限于如上所示。但是，当光聚合性单体（单体）的含量减小时，不能使显示胆甾蓝相的温度范围变宽。比如在以 45.1mol% 的 JC1041xx、45.8mol% 的 5CB、5.1mol% 的 ZLI-4572、2.4mol%（1.4wt%）的 EHA、1.5mol%（2.9wt%）的 RM257 和 0.2mol% 的 DMPAP 的分量比（组成）进行混合的情况下（在此情况下光反应性单体含量是 3.9mol%（4.3wt%））、胆甾蓝相的范围是 326.3K~319.5K，温度比上述混合比的例子更窄。而在增大单体含量时，在作为显示元件使用时，与不施加电场时相比，施加电场时有助于光学各向异性变化的部分变小，使驱动电压升高。因此，光聚合性单体（光反应性单体）的含量，优选在 0.05 重量%以上和 15 重量%以下。优选在 2 mol%~20mol% 的范围内，较优选在 3 mol%~15mol% 的范围内，更优选在 5 mol%~11mol% 的范围内。

通过添加单体和用紫外线（UV）照射，使各向同性相—液晶相的相转移温度降低。因此，含有单体以前的液晶混合物的各向同性相—液晶相的相转移温度优选在 55℃以上，以使作为显示元件使用时的使用温度的范围不过窄。这就是说，决定上述混合物的分量比优选使得含有单体以前的液晶混合物的各向同性相—液晶相的相转移温度在 55℃以上。

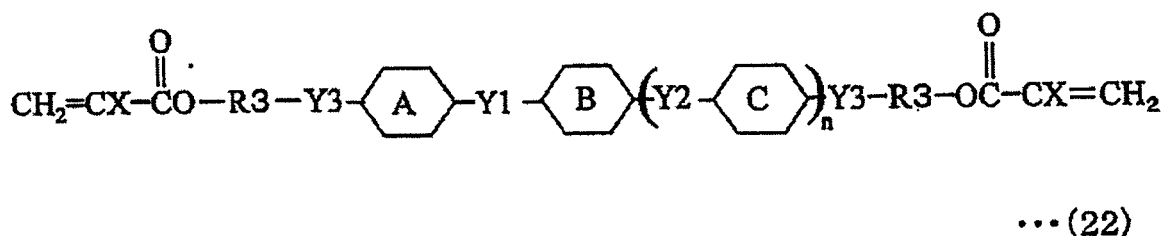
在实际上将显示元件应用在电视等商品中使用的情况下，只要在含有单体前，液晶混合物的各向同性—液晶相相转移温度在 55℃以上，就不会有问题。比如，在按照 48.2mol% 的 JC1041xx、47.4mol% 的 5CB 和 4.4mol% 的 ZLI-4572 的组成配制以后用紫外线照射的情况下，各向同性—液晶相的相转移温度是如上所述的 331.8K，而在按照 44.7mol% 的 JC1041xx、43.4mol% 的 5CB、4.9mol% 的 ZLI-4572、4mol% 的 EHA、2.6mol% 的 RM257 和 0.33mol% 的 DMPAP 的组成配制以后、用紫外线照射的情况下，各向同性—液晶相的相转移温度降低到

326.4K。

液晶相—固体相的相转移温度优选在 -10°C 以下，更优选在 -30°C 以下。这就是说，决定上述混合物的分量比优选使得液晶相—固体相的相转移温度在 -10°C 以下，更优选在 -30°C 以下。

5 作为光聚合性单体（光反应性单体），优选使用丙烯酸酯系的单体。特别优选液晶性二丙烯酸酯单体和非液晶性丙烯酸酯单体的混合体系。这是由于在液晶性二丙烯酸酯单体和液晶性丙烯酸酯单体混合体系的情况下，显示胆甾蓝相温度范围扩大的幅度变小。比如在按照46.2mol%的 JC1041xx、44.7mol%的 5CB、5.0mol%的 ZLI-4572、10 2.8mol%的 6CBA（液晶性丙烯酸酯单体，丙烯酸 6—(4'-氰基联苯-4-基氧)己酯（6-4'-cyanobiphenyl-4-yloxy）hexyl acrylate）、1.1mol%的 RM257 和 0.2mol%的 DMPAP 组成进行配制的情况下，显示胆甾蓝相的温度范围变为 329.8~327.7K。

15 作为液晶性单体，希望使用在主骨架上具有两个或三个 6 元环的二丙烯酸酯化合物。这样的化合物显示出液晶性，赋予取向限制力的能力高。作为这样的液晶性单体，可以举出比如下面的化合物（22）。



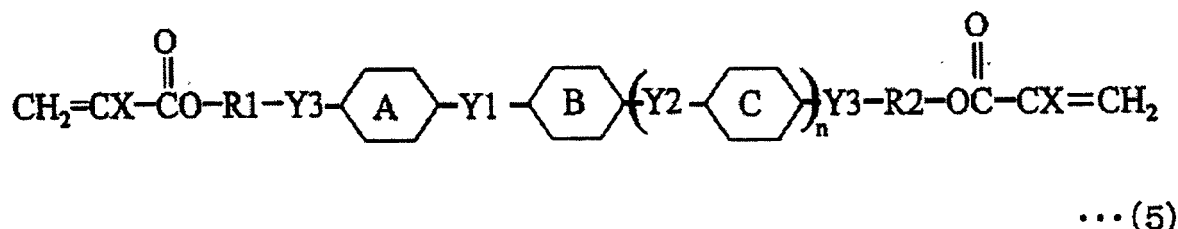
在上述化合物（22）中，R₃ 表示不含手性碳的碳原子数 1~20 的烷基。

25 作为非液晶性单体，优选是在分子结构中含有丙烯酰基或甲基丙烯酰基的丙烯酸酯系单体，特别作为侧链优选是具有烷基的分支结构的丙烯酸酯系单体。作为烷基，优选是碳原子数 1~4 的烷基。优选每个单体单位具有至少一个以上由这样的烷基构成的侧链的化合物。作为这样的单体，除了上述的 EHA 以外，还可以举出比如 TMHA（丙烯酸 3,5,5-三甲基己酯（3, 5, 5-trimethylhexyl acrylate），Aldrich 公
30 司制造）。

用不具有分支结构的丙烯酸酯系单体进行聚合时，胆甾蓝相温度

范围的扩大幅度变小。比如，在按照 44.1mol% 的 JC1041xx、44.3mol% 的 5CB、5.2mol% 的 ZLI-4572、4.0mol% 的 HA（不具有分支结构的丙烯酸酯系单体，丙烯酸正己酯(n-hexyl acrylate)，Aldrich 公司制造）、2.0mol% 的 RM257 和 0.3mol% 的 DMPAP 的组成进行配制的情况下，
 5 显示胆甾蓝相的温度范围成为 326.2~318.0K。但是，即使在使用不具有分支结构的丙烯酸酯系单体（比如 HA）的情况下，如果增加此丙烯酸酯系单体的比例，也能够增加胆甾蓝相温度范围的扩大幅度。在使用不具有分支结构的丙烯酸酯系单体的情况下，优选使用烷基链长的单体。如果使用这样的丙烯酸酯单体，可以起到与具有分支结构的丙烯酸酯几乎同样的效果。作为不具有分支结构，但烷基链比较长的丙烯酸酯单体，可以举出比如丙烯酸正辛酯（n-octyl acrylate，Aldrich 公司制造）。

作为光反应性单体，不止限于如上所述的手性物质，也可以使用手性的光反应性单体。作为显示手性的光反应性单体，可以举出比如下面的化合物（5）。



手性光聚合性单体，由于其自身的手性而自发地采取弯曲结构，与胆甾蓝相的扭转结构具有良好的相容性，提高了稳定性。

在上述说明中，说明了由光聚合性的聚合性化合物（取向辅助材料）使构成媒质的分子取向有序结构固定化的情况，但本发明的聚合性化合物（取向辅助材料）的结构，并不限于这些。

比如，也可以使用通过加热而聚合的热反应单体、通过光照射和加热而聚合的单体。可以是链状高分子，也可以是网状高分子（网状高分子材料）或环状高分子（环状高分子材料）。取向辅助材料不一定都由聚合性化合物构成，比如也可以使用如上所述的氢键结合网络（氢键结合体）、微粒、多孔结构体（例如，多孔无机材料）。

作为多孔结构体也可以使用膜片过滤器等微孔薄膜。作为微孔薄

膜,可以使用比如 Nuclepore (野村 Micro Science 社制造)、Isopore (日本ミリポア社制造)、Hipore (旭化成社制造)、Millipore (Japan milipore 社制造)、Hipore (宇部兴产制造)等。

5 作为微孔薄膜的材质,优选聚碳酸酯、聚烯烃、纤维素混合醚、醋酸纤维素、聚偏氟乙烯、乙酰基纤维素、醋酸纤维素和硝酸纤维素的混合物等、与封入微孔薄膜中的媒质(比如液晶性物质等介电性物质)不起反应的材质。为了在封入媒质时能够看到各向同性,同时可以实现能够将媒质固定化的体系,微孔的尺寸(直径)优选在可见光波长的 1/4 以下,特别优选在 50nm 以下。由此,该物质层对可见光能够显现出透明的状态。而微孔薄膜的厚度优选在 50 μm 以下,更优选在 10 μm 以下。

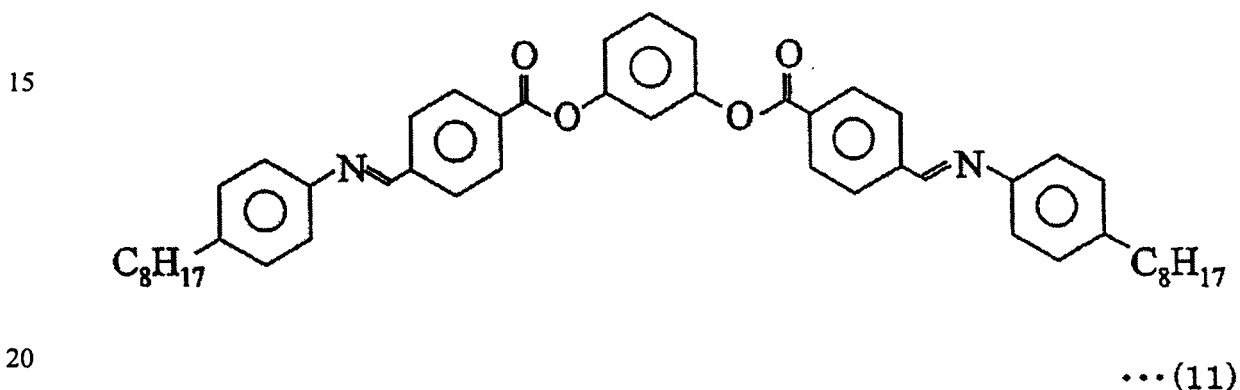
15 在上面的说明中,说明了在显示胆甾蓝相的媒质中将分子的取向有序结构固定化的结构,但固定化的媒质并不限于此。也可以在使用本说明书中叙述的以外的媒质(显示具有其它有序结构相的媒质)的情况下,使分子的取向有序结构固定化。由此,就能够飞跃地扩大作为显示元件而使用时的使用温度范围。在使用这样的媒质的情况下,在这些物质被封入本显示装置的物质层 3 中以后,即使在没有施加电场的情况下,也可以成为使分子的取向有序结构固定化的结构。

20 作为微孔薄膜的结构,可以是螺旋状的结晶等、具有扭转结构者。比如可以举出聚烯烃系统的薄膜或多肽系的薄膜。作为具有扭转结构的多肽系薄膜,优选能够形成螺旋结构,即 α -螺旋的某些合成多肽。作为能够形成 α -螺旋的某些合成多肽,可以举出聚 L-谷氨酸-Y-苄基酯、聚-L-谷氨酸-Y-甲酯、聚-L-谷氨酸-Y-乙酯等聚谷氨酸衍生物、聚-L-天门冬氨酸- β -苄酯等聚天门冬氨酸衍生物、25 聚-L-亮氨酸、聚-L-丙氨酸等。这些合成多肽,可以原样使用市售的商品或者按照文献中叙述的方法制造的产物,也可以使用不溶于水的螺旋溶剂,比如 1,2-二氯乙烷、二氯甲烷等稀释以后使用。作为市售的能够形成 α -螺旋的合成多肽,可以举出比如 ajicoat A-2000、XB-900[味の素(株)制造]、PLG-10、-20、-30[协和发酵工业(株)制造]等聚-L-谷氨酸-Y-甲酯。

30 在使用具有螺旋结构的薄膜的情况下,当媒质显示出手性时,由

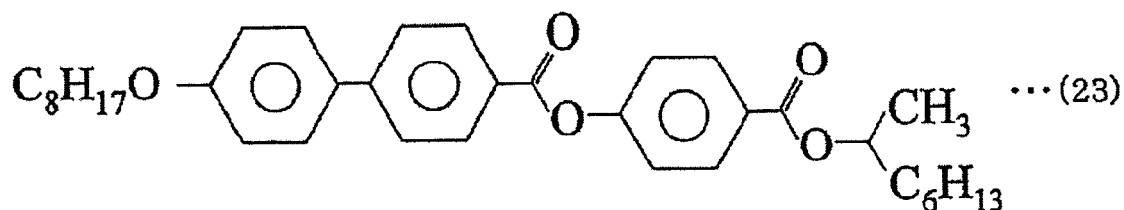
于其媒质的螺旋结构和薄膜的扭转结构比较接近的情况下不会产生大的变形，提高了媒质的稳定性。而在媒质不显示手性的情况下，由于媒质沿着薄膜的扭转结构取向，媒质就显示出与显示手性时相近似是性质。

5 作为显示胆甾蓝相的其它物质，也可以使用比如将 67.1mol% 的 ZLI-2293（混合液晶，Merck 公司制造）、15wt% 的 P8PIMB（二[4-(4-8-烷基苯基亚氨基甲基-苯甲酸)]-1,3-亚苯基酯（4-(4-8-alkylphenyliminomethyl-benzoate)，香蕉型（弯曲型）液晶，参照下面的结构式(11)）和 17.9wt% 的 MLC-6248（手性试剂，Merck 公司制造）混合的物质。此物质在 77.2℃~82.1℃ 的温度范围内显示胆甾蓝相。也可以将上述各物质适当变更混合比来使用。比如将 69.7wt% 的 ZLI-2293、15wt% 的 P8PIBM 和 15.3wt% 的 MLC-6248（手性试剂）混合得到的物质，在 80.8~81.6℃ 的温度范围内显示胆甾蓝相。



25 作为显示胆甾蓝相的其它物质，可以使用比如将 67.1wt% 的 ZLI-2293（混合液晶，Merck 公司制造）、15mol% 的 MHPOBC（4'-辛基羧基联苯-4-羧酸 4-(1-甲基庚基氧羰基)苯基酯（4-(1-methylheptyloxycarbonyl)phenyl-4'-octylcarboxybiphenyl-4-carboxylate)，线形液晶，参照如下结构式(23)）和 17.9wt% 的 MLC-6248（手性试剂，Merck 公司制造）混合得到的物质。此物质在 83.6~87.9℃ 的温度范围内显示胆甾蓝相。也可以使用变更了各物质混合比例的上述物质。比如，将 69.7wt% 的 ZLI-2293、15wt% 的 MHPOBC 和 15.3% 的 MLC-6248（手性试剂）混合得到的物质，在 87.8~88.4℃ 的温度范围内显示胆甾蓝相。

30

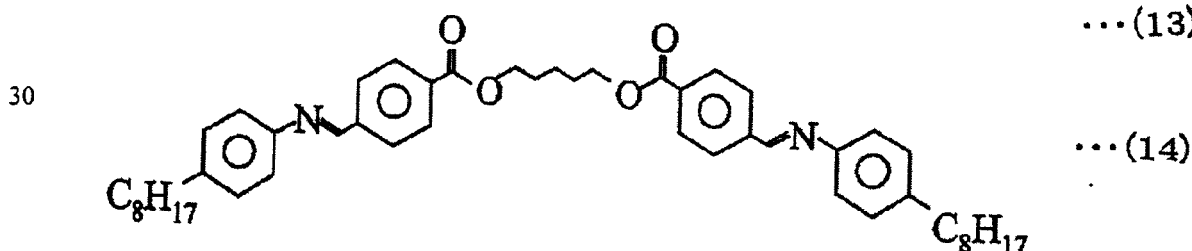
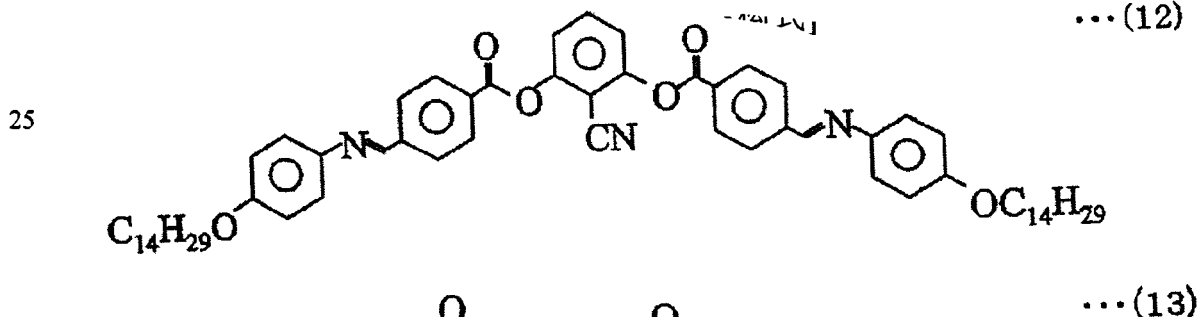
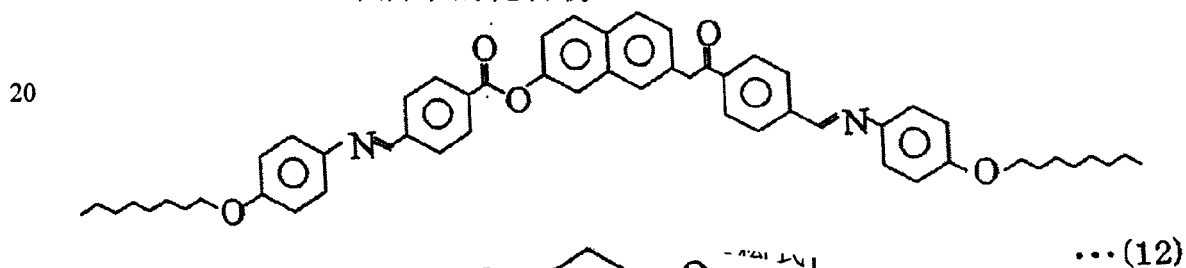


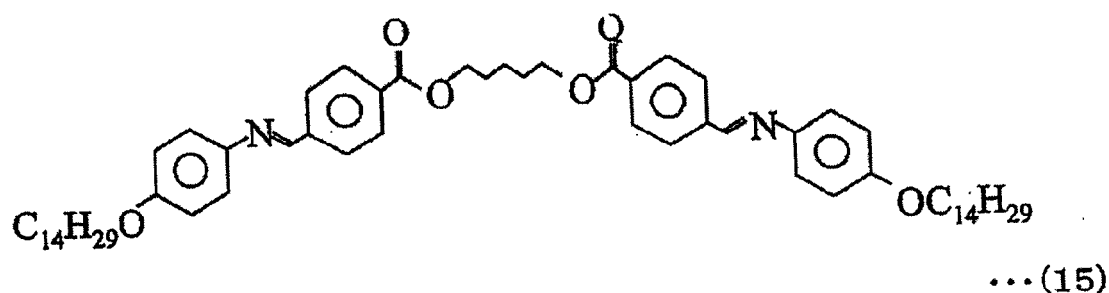
5 只是混合 ZLI-2293 和 MLC-6248 不能显示胆甾蓝相, 但通过添加制成香蕉型(弯曲型)液晶的 P8PIBM 或线形液晶 MHPOBC 就显示出胆甾蓝相。

10 在上面的例子中, 使用外消旋体为线形液晶, 但也不一定限定为消旋体, 也可以使用手性体。在使用线形液晶的情况下, 优选使用如线形液晶 MHPOBC 那样具有逆步结构(向着完全不同的方向)的物质。

所谓线形液晶, 是表示在化学结构式中横向长几乎为直线的液晶分子而使用的总称, 实际上的立体配置并不限于像化学结构式那样在一个平面内, 不用说弯曲的结构也是可以的。

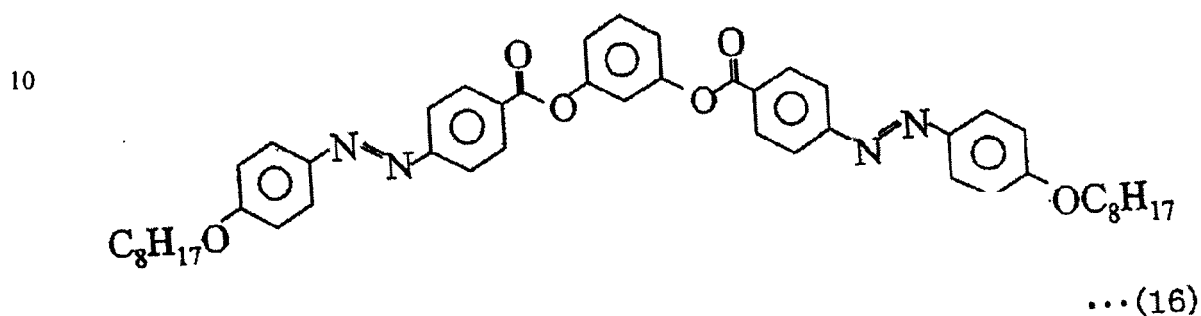
15 所谓香蕉型(弯曲型)液晶, 是表示在化学结构式中具有弯曲部分的液晶分子的总称。并不限于 P8PIBM。比如, 在化学结构式中的弯曲部分, 可以用亚苯基等苯环, 或者是萘环或亚甲基链等结合分子。作为这样的香蕉型(弯曲型)液晶, 可以举出比如如下结构式(12)~(15)中所示的化合物。





5

还可以使用含有偶氮基的香蕉型（弯曲线）液晶，作为这样的香蕉型（弯曲线）液晶，可以举出比如在下边的结构式（16）中所示的化合物。



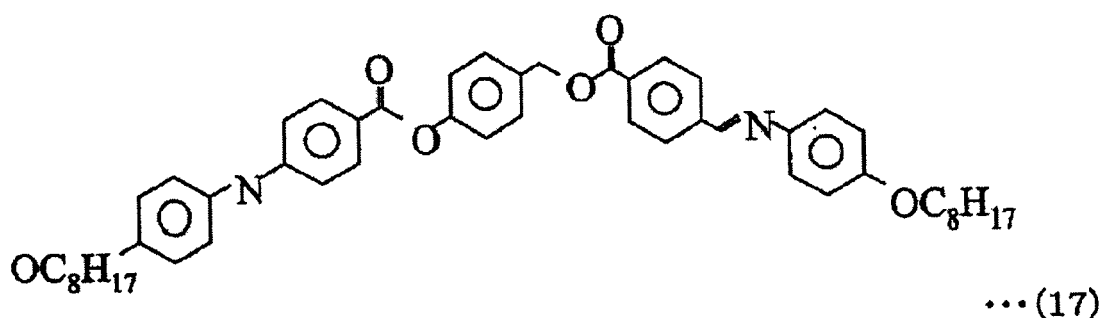
10

15

上述香蕉型（弯曲线）液晶，在结合部分具有左右对称的化学结构，但在结合部分（弯曲线部分）具有非对称的化学结构也是可以的。作为这样的香蕉型（弯曲线）液晶，可以举出比如在如下结构式（17）中所示的化合物。

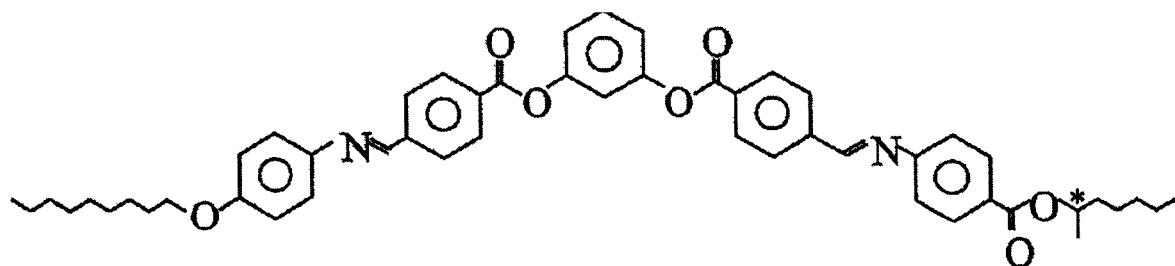
20

25



30

上面的香蕉型（弯曲线）液晶分子不含有手性碳，但也并不限定为此，也可以具有一个或几个手性碳。作为这样的香蕉型（弯曲线）液晶，可以举出用如下结构式（18）表示的化合物。



... (18)

如上所述，由于适合于本发明的胆甾蓝相具有不到光学波长的缺陷有序性，在光学波长的范围内大致是透明的，显示出大致的光学各向同性。在此，所谓显示出大致的光学各向同性，意味着胆甾蓝相呈现出反映液晶的螺旋间距的颜色，而除了此由螺旋间距所呈现的颜色以外，显示出光学各向同性。选择性地反射反映螺旋间距波长的光线的现象就叫做选择反射。在此选择反射的波段不在可见光范围内的情况下，就不呈现出颜色（呈现的颜色不能被人的视觉辨认），而在可见光范围内，就呈现出对应其波长的颜色。

在此，在具有 400nm 以上的选择反射波段或螺旋间距的情况下，在胆甾蓝相（蓝相）中，就呈现反映此螺旋间距的颜色。这就是说，由于反射的是可见光，由此呈现的颜色是人的视觉可以识别的。因此，在用本发明的显示元件实现彩色显示而用于电视的情况下，其反射峰优选不在可见光的范围内。

选择反射的波长，取决于向上述媒质所具有的螺旋轴入射的角度。因此，当上述媒质的结构不是一维时，即如胆甾蓝相那样具有三维结构的情况下，光相对于螺旋轴的入射角是具有分布的。因此选择反射波长的宽度也可是具有分布的。

因此，蓝相的选择反射波长或螺旋间距，优选在可见光区域以下，即在 400nm 以下。如果蓝相的选择反射波段或螺旋间距在 400nm 以下，那么如上所述呈现的颜色是人类的视觉几乎不能识别的。

国际照明委员会 CIE（Commission Internationale de l'Eclairage）将人类视觉不能识别的波长定为 380nm 以下。所以，蓝相的选择反射波段或螺旋间距优选在 380nm 以下。在此情况下，就能够防止如上所述呈现的颜色被人类的视觉识别。

如上所述呈现颜色不仅与螺旋间距、入射角有关，与媒质的平均

折射率也有关系。此时，呈现颜色的光线，是以波长 $\lambda = nP$ 为中心，波长的宽度 $\Delta \lambda = P \Delta n$ 的光线。在此 n 是平均折射率， P 是螺旋间距，而 n 是折射率的各向异性。

Δn 随物质不同而异，但在使用比如液晶性物质作为被封入物质层 3 中的物质的情况下，液晶性物质的平均折射率在 1.5 左右， Δn 为 0.1 左右，此时，为使所呈现的颜色不在可见光的范围内，在 $\lambda = 400$ 时，螺旋间距 P 取 $P = 400/1.5 = 267\text{nm}$ 。而 $\Delta \lambda$ 为 $\Delta \lambda = 0.1 \times 267 = 26.7$ 。因此，为使上述所呈现的颜色是人类的视觉不能识别的，只要上述媒质的螺旋间距从 267nm 当中减掉 26.7nm 的大约一半，即 13.4nm，得到 253nm 即可。这就是说，为了防止如上所述的呈现颜色，上述媒质的螺旋间距优选在 253nm 以下。

在上面的说明中，在 $\lambda = nP$ 的关系式中，取 λ 为 400nm，但在国际照明委员会 CIE 将人类的视觉不能识别的波长定为 380nm 的情况下，用于使所呈现的颜色在可见光的范围以外的螺旋间距为 240nm 以下。这就是说，通过将上述媒质的螺旋间距取在 240nm 以下，就能够可靠地防止如上所述的呈现颜色。

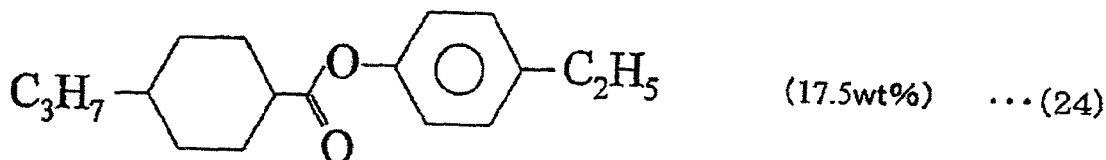
比如，按照 50.0wt% 的 JC1041（混合液晶，チッソ社制造）、38.5wt% 的 5CB（4-氰基-4'-戊基联苯（4-cyano-4'-pentylbiphenyl），向列液晶）和 11.5wt% 的 ZLI-4572（手性掺杂剂，Merck 公司制造）的组成混合（配制）的试样，在大约 53℃ 以下由液体各向同性相转移为光学各向同性，螺旋间距大约是 220nm，由于在可见光区域以下，所以不呈现出颜色。

将 87.1wt% 的上述混合试样与 5.4wt% 的 TMPTA（三丙烯酸三羟甲基丙烷酯（trimethylolpropane triacrylate），Aldrich 公司制造）、7.1wt% 的 RM257、0.4wt% 的 DMPA（2,2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮（2,2-dimethoxy-2-phenyl-acetophenone））混合，在将胆甾蓝相保持在胆甾相—胆甾蓝相相转移温度附近的同时，用紫外线照射，制成使光反应性单体聚合的试样。此试样显示胆甾蓝相的温度范围要比上述混合试样更宽。

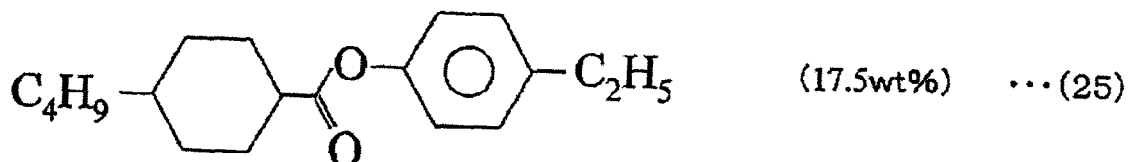
作为另外一个例子，将如下结构式（24）～（28）的各个化合物，以在各个结构式右边所示的比例（即对应结构式（24）～（28）所示的

化合物, 分别是 17.5wt%、17.5wt%、17.5wt%、17.5wt%和 30wt%) 混合成为试样, 这些试样在大约 20℃以下从各向同性相转移到蓝相, 但由于螺旋间距在可见光区域以下, 所以不呈现颜色。在此混合体系中, 如下结构式 (28) 中所示, 混合 30wt%的手性试剂。

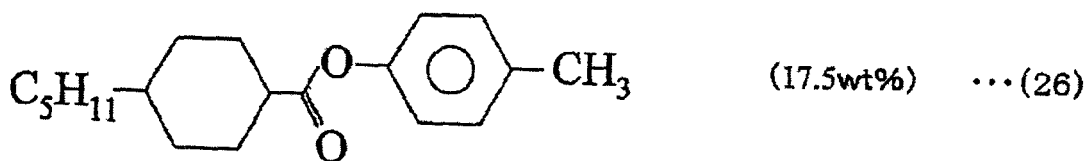
5



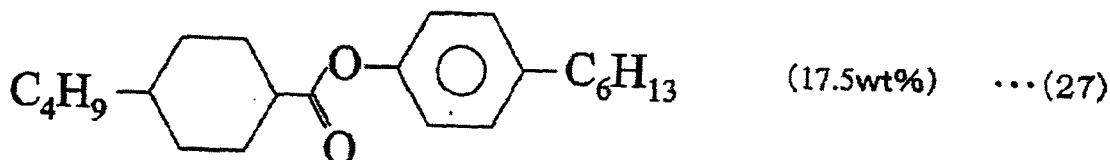
10



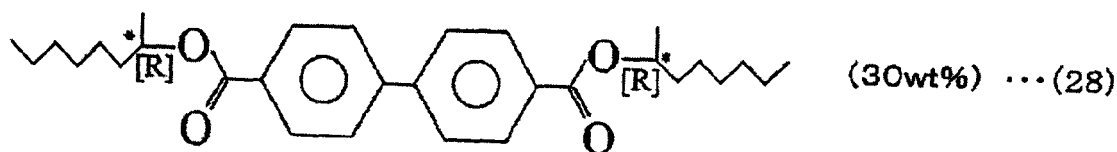
15



20



25



30

如上所述, 适合于本发明的胆甾蓝相具有不到光学波长的缺陷有序性。由于缺陷结构起因于相邻分子的大的扭转, 为了将显示胆甾蓝相的媒质显示出大扭转的结构, 显现出手性是有必要的。为了使大扭转的结构显现, 优选如在上述媒质例中所示, 在媒质中加入手性试剂。手性试剂的浓度, 根据手性试剂所具有的扭转力不同, 优选在 8wt%或 4mol%以上。在意图扩大由高分子网络 (使光反应性单体光聚合) 而

显示出胆甾蓝相的温度范围的情况下，如果手性试剂占媒质的比例在 8wt%或 4mol%以上，胆甾蓝相的温度范围就变成大约 1℃以上。在手性试剂的比例不到 8wt%或 4mol%的情况下，胆甾蓝相的温度范围变窄，光聚合时的温度调节就很困难。

5 手性试剂的浓度在 11.5wt%以上是更优选的。在手性试剂的浓度添加到 11.5wt%的情况下，螺旋间距变成大约 220nm，就不会呈现颜色。

手性试剂的浓度，更优选在 15wt%以上。在通过添加香蕉型（弯
曲型）液晶或具有逆步结构的线形液晶而显现胆甾蓝相的情况下，如
果手性试剂的浓度在 15wt%以上，胆甾蓝相的温度范围成为大约 1℃。
10 将手性试剂的浓度增加到 17.9wt%或更多，胆甾蓝相的温度范围就更
宽。

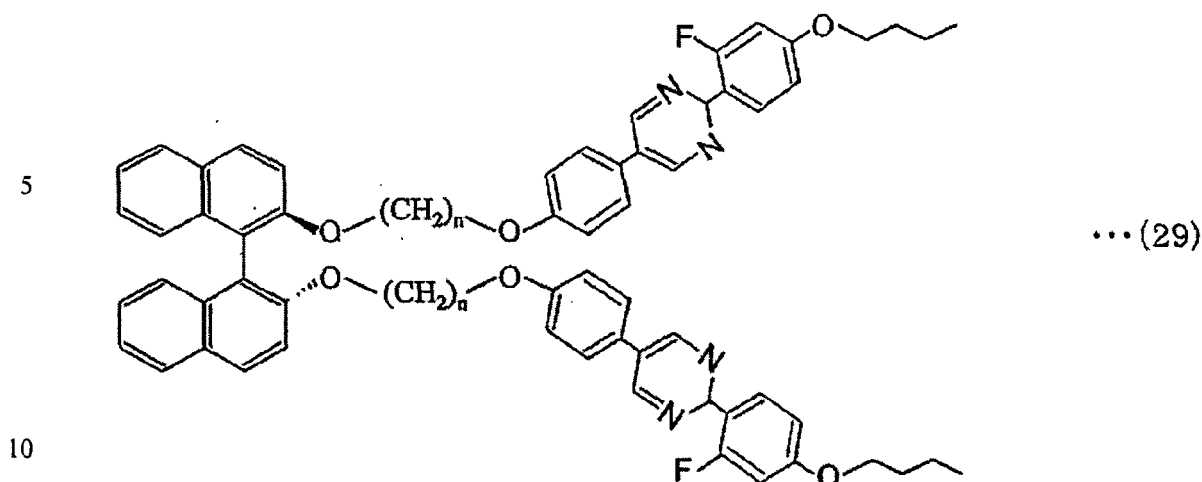
手性试剂的浓度更优选在 30wt%以上。用上述结构式 (24)~(28)
表示的化合物以在右面所示的比例进行混合的情况下（当用结构式
(28)表示的手性试剂的浓度在 30wt%时），由于螺旋间距在可见光区
15 域以下，胆甾蓝相不会呈现颜色。据认为，这是由于含有比较多的手
性试剂，使螺旋间距变短的缘故。

由于在胆甾蓝相中呈现出反映其螺旋间距的颜色，所以在将其用
于实现全彩色显示的电视等的情况下，其反射峰在可见光区域不为优
选。而手性试剂的浓度从 30wt%开始减少时，胆甾蓝相的温度范围就
20 变窄。

但是，当手性试剂的添加量过多时，会产生物质层 3 的整体液晶
性降低的问题。液晶性的欠缺是与施加电场时光学各向异性发生的程
度有关，导致其作为显示元件性能的降低。由于液晶性降低，相应胆
甾蓝相的稳定性也就降低，就不能期望胆甾蓝相温度范围的扩大程度。
25 基于上述原因来决定手性试剂添加浓度的上限，按照本发明人的分析
可以看出，其上限的浓度为 80wt%。这就是说，手性试剂的浓度优选
在 80wt%以下。

在本实施方式中，作为手性试剂，使用了 ZLI-4572 或 MLC-
6248，但并不限于这些。作为一个例子，也可以使用 S811（E. Merck
30 公司制造）等市售的商品。也可以使用轴不齐的手性试剂。作为轴不
齐的手性试剂，可以使用比如轴不齐联二萘衍生物（参照如下化合物

(29))。



在此， n 是 4~14 的整数。

15 此化合物 (29) 在 n 是奇数时单独显示蓝相。比如在 $n=7$ 的情况下，在从大约 103°C 至大约 94°C 的范围内显示蓝相。即使在 $n=9$ 和 $n=11$ 时，也显示蓝相（但是，在 $n=9$ 和 $n=11$ 的情况下，与 $n=7$ 时相比，蓝相的温度范围变窄）。因此，在此化合物 (29) 单独显示蓝相（存在液晶性）的情况下，作为被封入物质层 3 中的媒质，可以单独使用此化合物 (29)。化合物 (29) 也可以被用作手性试剂。

20 如此一来，当手性试剂的浓度高时，容易显示胆甾蓝相，而由于具有胆甾蓝相的螺旋间距变短，所以是优选的。

在上面的说明中，叙述了通过在胆甾蓝相中添加手性试剂的效果，但由于添加手性试剂所得到的效果并不限定在胆甾蓝相中，在近晶蓝相或向列相等液晶相的媒质中，能够得到大致同样的效果。

25 通过添加手性试剂，使手性试剂所具有的扭转力（Helical twist power）有效地发生作用，能够产生分子间的短程相互作用（short-range-order）。也就是说，在不施加电场时具有各向同性的媒质中，通过施加电场能够使媒质中的分子以小集团（簇）的形式予以响应。由此能够在本来仅在比较窄的温度范围内显现光学各向异性的媒质中，通过添加手性试剂，而扩大了显现光学各向异性的温度范围。

30

在添加了手性试剂的媒质中，通过向起因于手性试剂自发扭转的方向扭转，使入射的光线产生旋光性，就能够有效地取出光线。

[媒质例 8]

作为被封入物质层 3 中的媒质, 适合使用由显示近晶蓝相 (Smectic blue phase, BP_{sm}) 的分子构成的媒质。

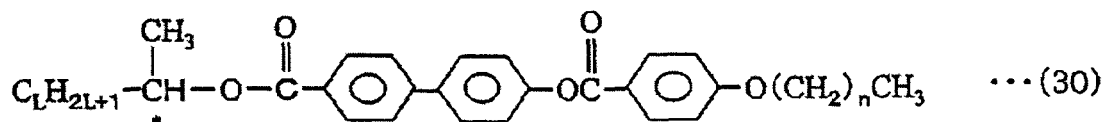
近晶蓝相与胆甾蓝相一样, 具有高对称性的结构。由于具有不到
5 光学波长的有序性 (有序结构、取向有序性), 在光学波长的区域内是透明的物质, 通过施加电场使取向有序性的程度发生变化, 显示出各向异性 (光学各向异性程度发生变化), 这就是说, 近晶蓝相大致显示出光学的各向同性, 而通过施加电场使液晶分子朝向电场方向, 使晶格产生变形, 显现出各向异性。由此, 由显示近晶蓝相的分子构成的
10 媒质, 可以作为封入本显示元件的物质层 3 中的媒质使用。

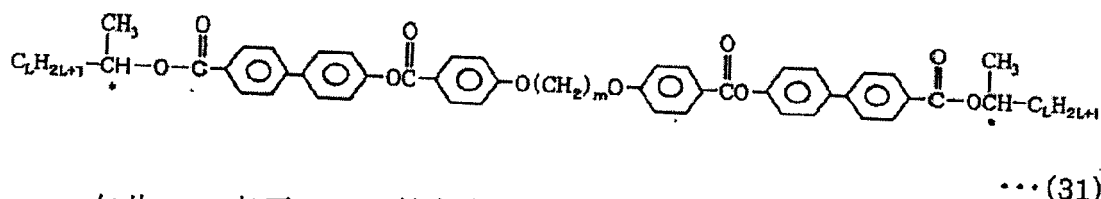
作为显示近晶蓝相的物质, 有比如在 Eric Grelet、另外三人
“Structural Investigations on Smectic Blue Phases”, PHYSICAL
REVIEW LETTERS, The American Physical Society, 23 APRIL 2001,
VOLUME 86, NUMBER 17, p.3791-3794 中所述的 FH/FH/HH -
15 14BTMHC。此物质在 74.4~73.2℃, 显示出 BP_{sm}3 相, 在 73.2~72.3℃,
显示出 BP_{sm}2 相, 在 72.3~72.1℃, 显示出 BP_{sm}1 相。

在使用显示近晶蓝相的媒质的情况下, 与使用胆甾蓝相的情况相同, 蓝相的选择反射波段或螺旋间距优选在 400nm 以下, 更优选在 380nm 以下。而螺旋间距优选在 253nm 以下, 更优选在 240nm 以下。

20 作为在本显示元件的物质层 3 中使用的媒质, 只要是具有不到光学波长的有序结构 (取向有序性), 通过施加电场使光学各向异性的程度发生变化的媒质即可, 也可以是具有与近晶蓝相或胆甾蓝相相类似相的物质。

25 作为显示出与近晶蓝相或胆甾蓝相相类似的相的物质, 可以举出比如如下的化合物 (30) 和 (31) 的混合物。





在此，L 表示 2~10 的任何一个整数，m 表示 2~14 中任何一个整数，n 表示 0~6 中任何一项整数。

在将化合物 (30) 和化合物 (31) 混合的情况下，优选使混合满足 $2 \times (n+1) = m$ 的关系。而化合物 (30) 与化合物 (31) 混合的比例，适当进行设定即可。在比如 L=6、m=6、n=2 的情况下，将化合物 (30) 与化合物 (31) 等量混合时，在从大约 143℃ 至大约 130℃ 的范围内显示出与近晶蓝相相类似的相（具有不到光学波长的有序结构（取向有序性）的相）。而在 L=6，m=6，n=2 的情况下，当以化合物 (30) 为 30%、化合物 (31) 为 70% 的比例混合时，在从大约 132℃ 至大约 120℃ 的范围内显示出具有不到光学波长的有序结构（取向有序性）。

在介电性物质（被封入物质层 3 中的物质）的向列相状态下，取在 550nm 时的折射率各向异性为 Δn ，在 1kHz 时的介电常数各向异性为 $\Delta \epsilon$ ，那么优选 $\Delta n \times \Delta \epsilon$ 在 2.6 以上。

在此，当取施加电场时的椭圆（折射率椭圆体）的主轴方向（即光波的偏振光成分的方向）的折射率（异常光折射率）为 n_e ，垂直于上述椭圆主轴方向的折射率（正常光折射率）为 n_o 时，折射率的各向异性（ Δn ），用 $\Delta n = n_e - n_o$ 表示。这就是说，在本发明中，上述折射率各向异性（ Δn ）显示出用 $\Delta n = n_e - n_o$ （ n_e 是异常光折射率， n_o 是正常光折射率）表示的双折射变化。

介电常数各向异性（介电常数变化）（ $\Delta \epsilon$ ）表示介电常数的各向异性，在取液晶分子长轴方向的介电常数为 ϵ_e ，液晶分子短轴方向的介电常数为 ϵ_o 时，其值用 $\Delta \epsilon = \epsilon_e - \epsilon_o$ 表示。

下面说明针对在物质层 3 中封入上述媒质例 5 的液晶微粒分散系的本显示元件进行的驱动电压测定的结果。

使用上述化合物 (2) 作为溶剂。此介电性物质（液晶微粒分散系）的 $\Delta n \times \Delta \epsilon$ 为大约 2.2。物质层 3 的厚度为 $10 \mu\text{m}$ ，梳型电极 4 和 5 的电极间距离是 $3.3 \mu\text{m}$ 。使用阿贝折光仪（ATAGO 制造“4T”（商品名））在 550nm 的波长下测定上述折射率各向异性 Δn 。使用阻抗分析

仪（东洋技术公司制造“SI1260（商品名）”）在 1kHz 的频率下测定上述介电常数各向异性 $\Delta \epsilon$ 。

对于如此形成的本显示元件，在改变驱动电压时测定透过率时，透过率最大时的驱动电压是大约 28V（参照图 16）。

5 因此，按照“Handbook of Liquid Crystals”，Vol.1, p.484-485, Wiley-VCH, 1998,, 可以用

$$\Delta n(E) = \lambda B E^2$$

来描述通过施加电场而产生的双折射 $\Delta n(E)$ 。在此， λ 是波长， B 是 Kerr 常数， E 是施加的电场强度。

10 由于双折射变化使透过率按照如下公式发生变化。

$$T = \sin^2(\pi \times \Delta n(E) \times d / \lambda) = \sin^2(\pi B E^2 d)$$

在此， d 是物质层 3 的厚度。

因此，由上式可知，使透过率最大的情况是在 $\pi B E^2 d = \pi / 2$ 时。

15 由上式得到， $\Delta B = \Delta n(E) / \lambda E^2 = \Delta nQ(E) / \lambda E^2$ 。此处 $Q(E)$ 是取向有序性参数。

按照“Handbook of Liquid Crystals”，Vol.1, p.484-485, Wiley-VCH, 1998,, $Q \propto \Delta \epsilon \times E^2$ 。

因此，当取梳型电极 4 和 5 的电极间距离为 S 时，使透过率最大的驱动电压 V 就等于

20
$$V = ES = S \times \sqrt{1 / (2 \times B \times d)} \propto S \times \sqrt{1 / (\Delta n \times \Delta \epsilon) \times d}$$

基于上述结果，图 16 表示将上述介电性物质封入本显示元件中测定的电压—透过率特性以及由上述驱动电压和 $\Delta n \times \Delta \epsilon$ 关系式估计的、使透过率最大的电压值 ($V(V)$) 和 $\Delta n \times \Delta \epsilon$ 的关系。

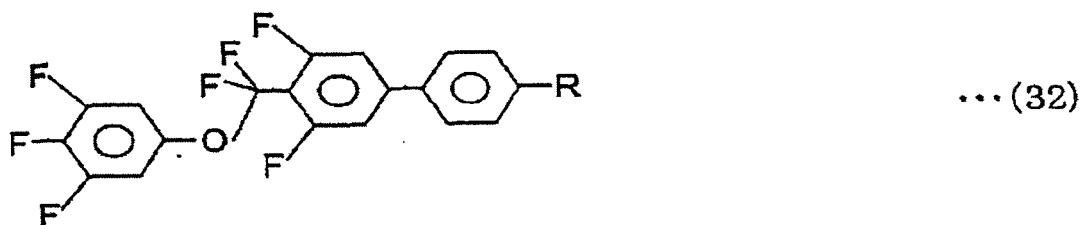
25 如在图 16 中所示，在使用折射率各向异性 Δn 和介电常数各向异性 $\Delta \epsilon$ 的乘积 ($\Delta n \times \Delta \epsilon$) 为 2.6 以上的介电性物质，物质层 3 的厚度为 $10 \mu m$ ，梳型电极 4、5 的电极间距离为 $3.3 \mu m$ 的情况下，透过率最大时的驱动电压是 24V。

30 在本显示元件使用于有源矩阵驱动的显示装置的情况下，使用了将在梳型电极 4、5 上施加的电场进行开/关切换的开关元件（TFT 元件）。在将开关元件（TFT 元件）的栅极的膜厚和膜质进行最优化的情况下，在测定可在栅极上施加的耐压（电压）时，最大是 63V。因此，

由此耐压得到, 在高栅极电位(即栅极处于“开”)时的电压是 10V, 在低栅极电位(即栅极处于“关”)时的电压是-5V, 相减得到 48V_{pp} (63-10-5=48V_{pp} (峰-峰(peak-to-peak)电压)), 这是在物质层 3 上能够施加的最大限度的电压。此电压值按有效值(均方根值: root-mean-square)说是 $\pm 24\text{V}$ 。

因此, 在物质层 3 的厚度是 $10\mu\text{m}$, 梳型电极 4、5 的电极间距离是 $3.3\mu\text{m}$ 的情况下, 使用折射率各向异性 Δn 和介电常数各向异性 $\Delta \epsilon$ 的乘积 ($\Delta n \times \Delta \epsilon$) 为 2.9 以上的介电性物质, 在开关元件的耐压范围内能够使透过率最大。

作为 $\Delta n \times \Delta \epsilon$ 在 2.9 以上的介电性物质, 可以举出比如化合物 (32)。



在此 R 表示烷基。化合物 (32) 的 $\Delta \epsilon$ 约为 25, Δn 约为 0.15, 所以 $\Delta n \times \Delta \epsilon = 3.75$ 。

在梳型电极结构的本显示元件中, 为了降低使透过率最大时的驱动电压, 考虑要使梳型电极间的间隔变窄, 但由于制造上精度或加工裕量、制造成本等的限制, 梳型电极电极间间隔的变窄是有限度的。

在梳型电极结构的本显示元件中, 为了降低驱动电压, 还考虑进一步加厚物质层 3 的厚度。但是, 即使单纯地加厚物质层的厚度, 被施加电场的厚度也未必随着物质层厚度的增加而增加。因此, 物质层 3 的厚度从 $10\mu\text{m}$ 即使进一步增加也没有降低驱动电压的效果。

在本实施方式中所述的媒质例 1~8 当中, 对于具有负的介电各向异性的媒质, 可使用于实施方式 1 和 2, 以及下面叙述的实施方式 4 的显示元件。

涉及本实施方式的显示元件, 以在基板面的平行方向施加电场的结构(横向电场)、使用正型液晶作为被封入物质层 3 中的媒质的结构(正型液晶)、在两基板上形成的取向膜的摩擦方向平行的结构(平行

摩擦)、在物质层 3 中形成取向辅助材料以辅助分子的取向的结构(聚合物—固定)作为基本结构,也可以表现为这些结构。

并不限于如上所述这些媒质例,即使是有序结构的尺寸太大,难以使用于本申请的发明的媒质,只要通过取向辅助材料在微小区域进行强制的固定化,也能够使用于本申请的显示元件。比如,如果在媒质中形成由如上所述的高分子网络、凝胶化剂、微孔薄膜等构成的取向辅助材料(微细结构),即使在向列相或胆甾相,也都几乎能够成为光学的各向同性状态。

作为高分子网络,可以使用比如在 5CB 中混入丙烯酸酯单体,然后在各向同性下进行紫外线照射,在各向同性相中形成的微细高分子网络。在形成这样的高分子网络以后,通过降低温度使向列相析出时,就由微细的高分子网络成为整个的取向缺陷。这就是说,如果形成的高分子网络处于不到光学波长的尺度,就不会成为通常的单轴取向的向列取向,能够得到在光学上各向同性的向列相。而在不能得到完全的光学各向同性相,而使光线稍微散射的情况下,可以预先混入手性试剂。由此,由于在上述高分子网络内形成的微小区域中能够诱发扭转结构,所以能够降低微小区域的光学各向异性。结果就能够抑制光的散射。

[实施方式 4]

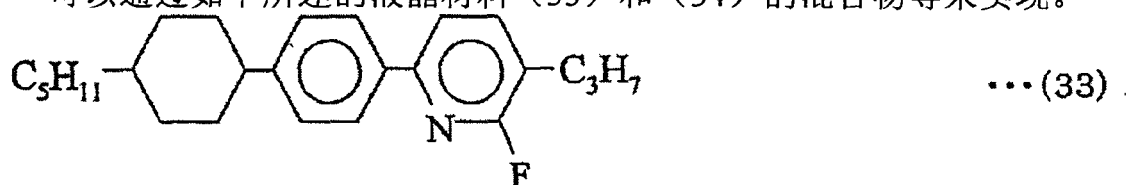
基于附图说明本发明的另一个实施方式。为了说明上的方便,对于与涉及实施方式 1 的显示元件同样的结构或具有同样功能的部件,赋予同样的符号,省略了对其的说明。

涉及本实施方式的显示元件,是在涉及实施方式 1 的显示元件中,在变更了被封入物质层 3 中的媒质的同时,还在此媒质中添加了手性试剂。图 17 是涉及本实施方式的显示元件 10 的截面图。在此图中,省略了取向辅助材料 11。

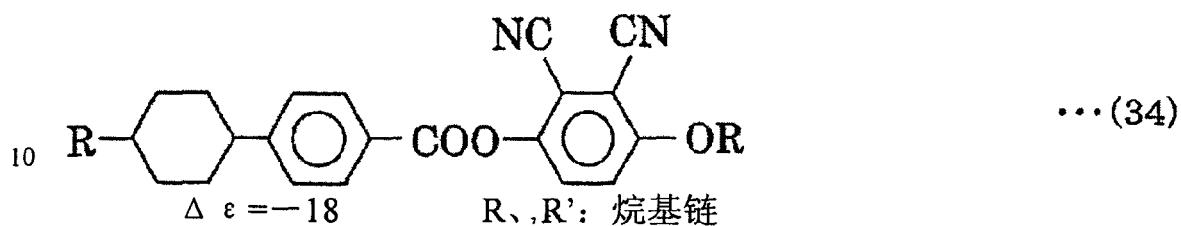
在本实施方式中,使用 JSR(株)制造的水平取向膜 JALS-1048(聚酰亚胺)作为取向膜 8 和 9。在涉及本实施方式的显示元件中,两基板之间的间隔,即物质层 3 的厚度取 $1.3\mu\text{m}$ 。

物质层 3 含有由负型液晶混合物构成的媒质。图 17 示意性地表示构成此负型液晶混合物的液晶分子 12 的取向状态。此负型液晶混合物,

可以通过如下所述的液晶材料 (33) 和 (34) 的混合物等来实现。

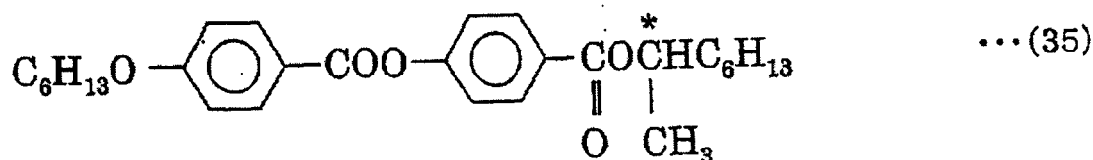


$$\Delta n = 0.155, \quad \Delta \varepsilon = -4.0$$



此负型液晶材料在向列相状态下的折射率各向异性 Δn 是 0.14, 介电常数各向异性 $\Delta \varepsilon$ 是 -14, 向列相—各向同性相的相转移温度 (T_{ni}) 是 62°C。

在本实施方式中, 在上述液晶材料中添加手性试剂。手性试剂具有的结构, 使得通过扭转力使构成液晶性物质的液晶分子互相结合, 在液晶分子排列的每个平面上, 使分子的长轴变形扭转 (螺旋), 能够形成胆甾相。在本实施方式中, 使用如下的结构式 (35) 表示的手性试剂 S811 (E. Merck 公司制造) 作为手性试剂。



手性试剂 S811 和上述负型液晶混合物的混合物 (添加了手性试剂的液晶材料) 被调节到使手性试剂 S811 的重量%浓度 c 为 30wt%。在此, 在手性试剂 S811 和上述负型液晶材料的混合物中, 当测定向列相—各向同性相的相转移温度 (T_{ni}) 时, 此温度为 38°C。由于只是上述负型液晶材料时是 62°C, 据认为添加手性试剂引起凝固点降低, 使相转移温度下降。在此情况下, 在物质层 3 中, 在 T_{ni} 温度 (38°C) 以下就变成胆甾液晶相 (手性向列液晶相)。上述添加手性试剂的液晶材料, 其自发扭转量 (自然手性螺旋间距) p , 在将添加了手性试剂的液晶材

料注入楔形室中用外插法估计时, $p=0.59\mu\text{m}$ 。确认是在可见光波长的程度。在此, 一般已知螺旋间距 p 和手性试剂浓度 c 符合如下公式 1 的关系。

$$p=1/Ac \quad (\text{式 } 1)$$

5 A 是比例常数, 是表示手性试剂的所谓 HTP (Helical twist power, 扭转力) 的指标。这就是说可以看出, 在增大手性试剂的添加浓度时, 手性 (螺旋) 间距就要缩短。 A 的值是根据手性试剂而不同的材料固有值, 随着混合的对象的液晶材料 (主液晶材料) 而不同。

通过外部加热装置 (图中未显示) 将涉及本实施方式的显示元件
10 10 加热到比 T_{ni} 稍高的温度, 在此保持在 $T=T_{ni}+0.1\text{K}$ 的温度下在基板的法线方向上施加电场 (纵向电场)。当在上述物质层 3 中添加负型液晶材料和手性试剂时, 通过在上述基板的界面上形成水平取向膜, 使在显示元件 10 中的液晶分子, 在比较低的电压下产生分子簇 (分子小集团), 在施加电场时, 这种分子簇具有如在图 17 中所示的右转或左
15 转的一个方向掌性的扭转结构。可以看出, 分子簇的尺寸就是螺旋间距的程度。

在如上所述涉及本实施方式的显示元件 10 中, 作为在比较低的电压下显现具有单方向掌性扭转结构的原因, 据认为是在显示元件 10 中在基板界面上预先设置了水平取向膜。如在图 18 中示意性地显示, 在
20 不施加电场时, 物质层 3 作为整体呈现光学各向同性, 而基板界面的分子, 由于水平取向膜 8、9 的取向限制力而在基板面内的方向上取向, 或者说被吸附。此界面的分子层与整个室的厚度相比是非常薄的, 完全不会影响整个单元的光学特性。而在施加电场时, 如在同一个图中所示, 由在界面上被取向或吸附的分子层起始, 在单元内的分子就有效地在基板面内方向上取向, 同时受手性试剂的掌性影响而显现扭转
25 结构。结果, 在比较低的电压下, 在本显示元件中就显示光学的各向异性。

在本实施方式的显示元件中, 使用施加纵向电场 (基板法线方向的电场) 的平板透明电极的结构是个前提, 但在施加横向电场的梳型
30 电极结构 (Inter-digital electrode structure) 中, 也能够比不添加手性试剂时有更低的驱动电压。通过本发明人的研讨可以明白, 在此情况

下, 正如涉及本实施方式的显示元件 10 那样, 所谓在基板的法线方向施加电场的单元, 驱动电压和显现光学各向异性的阈值电压不能是同样的, 但维持与不添加手性试剂时的大小关系或定性的关系。

5 在除了不添加手性试剂以外, 与涉及本实施方式的显示元件 10 同样形成的比较用显示元件中, 测定显示元件的温度和阈值(在到达最大透过率 5% 时的电压)时, 阈值相对于温度变化为平坦的区域是完全不存在的。另外, 在涉及本实施方式的显示元件 10 中, 在相转移点以上大约 0.5K 的温度范围内, 阈值几乎是平的。也就是说, 在涉及本实施方式的显示元件 10 中, 30wt% 地大量添加手性试剂能够实现温度范围
10 的扩大, 在多量添加手性试剂时, 在不施加电场时显示光学各向同性的媒质中, 通过施加电场能够有效地显示出光学的各向异性。

这暗示着, 添加手性试剂, 在光学各向同性的媒质中通过施加电场形成了手性试剂的扭转力能够达到的区域(分子簇), 认为这些分子簇相对于温度上升是比较稳定的存在, 与在更宽的温度范围内能够显
15 现光学的各向异性是有关的。

已经确认, 此阈值平的温度范围是手性试剂的添加量增加时进一步变宽。可以看出, 为了使温度范围变宽, 手性试剂的添加浓度的下限是 30wt%。比如, 在チャンドラセカル著, 木村初男, 山下护共译, “液晶物理学(原书第二版), 1996, 吉冈书店, p330” 非专利文献
20 中叙述了在添加多量的手性试剂的液晶材料中, 呈现出胆甾蓝相。

图 19(a) 和图 19(b) 是用来说明胆甾蓝相的说明图, 图 19(a) 是表示相状态相对于手性间距 p 和温度而变化的图, 图 19(b) 是表示在胆甾蓝相中形成的双扭转圆柱体(Double Twist Cylinder, DTC) 结构的说明图。

25 如在图 19(a) 中所示, 胆甾蓝相是作为在各向同性相和胆甾相之间的相而显现的。对于此显现, 手性试剂具有很大的关系, 从显示各向同性相开始, 手性螺旋间距 p 减小, 到达某个临界螺旋间距以下时, 胆甾蓝相就显现出来。

对于蓝相在学术上已经有了众多的分析, 但其未知部分还是很多的。据报道在胆甾蓝相中也还有几个相存在。从低温开始它们被称为
30 BPI 相、BPII 相和 BPIII 相。在胆甾蓝相中, 由于手性试剂附近的扭转

力,在其扭转力所及的区域内具有被称为 Double Twist Cylinder (DTC) 结构的筒状结构(参照图 19 (b))。此筒状结构是由于手性试剂的扭转力和与液晶分子的连续取向有关的连续弹性性质的抵抗而产生的。在此筒状结构的外侧,是手性试剂的扭转力不能达到的区域,其中存在着取向缺陷(Disclination, 向错)。由 X 射线分析可以知道,此筒状结构在蓝相中具有体心立方结构(参照图 15 中央表示缺陷位置的图)或面心立方结构的三维周期结构。

在本实施方式的显示元件 10 中,还没有对相的结构进行详细地分析,而是认为如在上述文献中所述的那样呈现出胆甾蓝相。此胆甾蓝相是在某个温度范围内显现的相,预想在此温度范围内显示出一定的光学特性(比如阈值是一定的或者到达最大透过率的电压是一定的等)。本发明的显示元件,只要在很宽的温度范围得到如上所述的光学特性即可,而即使这样的光学特性的起因是胆甾蓝相也无关系。也就是说,被封入物质层 3 中的媒质可是胆甾蓝相,或者是在上述近晶相中显示近晶蓝相都是可以的。上述光学特性,也可以是如在前面所叙述的,起因于多量添加手性试剂而形成分子簇。

从上面的结果看,在涉及本实施方式的显示元件 10 中,在能够低电压驱动的同时,还能够提高光的利用率实现明亮的显示。涉及本实施方式的显示元件 10,即在使用由手性试剂 S811 和上述负型液晶材料组合而成的媒质的情况下,如果手性试剂的添加浓度为至少 30wt%以上,就能够在低电压下驱动,提高光的利用率,实现明亮的显示。这是由于在涉及本实施方式的显示元件 10 的情况下,手性试剂的添加浓度在 30wt%以上,手性螺旋间距至少等于可见光的波长,或者在其以下的缘故。因此,在本实施方式中使用的手性试剂 S811 和上述负型液晶材料进行组合时,在手性试剂的添加浓度在 30wt%以上得到所谓优选的结果,但更为重要的是,作为最终的添加了手性试剂的液晶,其手性(螺旋)间距在可见光波长或在其以下的范围内。在制造这样的结构时,即使使用手性试剂 S811 和上述负型液晶材料组合以外的媒质,也能够如在本实施方式那样,实现低电压驱动,而且光的利用率优异的显示元件。

下面,本发明人进行有关在涉及本实施方式的显示元件 10 中取出

光线的理由。正如在涉及本实施方式的显示元件 10 中作为媒质使用的，添加了多量手性试剂的液晶材料一般被称为光学活性物质（参照物理学辞典編集委员会编，“物理学辞典”，1992，培风馆，p631 参照）。

图 20 是示意性地说明光学活性机理的说明图。如在此图中所显示的，考虑使直线偏振光入射的情况。直线偏振光能够分解为相位和振幅都一致的左右圆偏振光。当其入射到光学活性物质中时，由于光学活性物质自身固有的结晶结构或扭转结构，对于左右圆偏振光的折射率是不同的。在图 20 中，为了简化右转的圆偏振光的折射率表示为 n_+ ，左转的圆偏振光的折射率表示为 n_- ，这样，当从光学活性物质射出时， n_+ 和 n_- 折射率之差，就成为由光学活性物质的厚度 d 等决定的量，左右圆偏振光的相位被互相错开。因此当射出时的左右圆偏振光被合成时，与入射时直线偏振光的偏振方位相比，就成为偏振方位刚好旋转某个角度的直线偏振光。结果，如涉及本实施方式的显示元件 10 那样，当将上下偏光板 6、7 正交配置（交叉尼科耳配置）时，光线透过。在涉及本实施方式的显示元件 10 中，由于如上所述的机理，本发明人明白了取出光线的过程。作为光学活性物质，有比如蔗糖或樟脑的溶液、与光轴垂直切开的水晶平行平板、螯合物型金属络合物、具有非对称碳的有机化合物、具有螺旋结构的生物高分子、胆甾醇液晶、（四水）酒石酸钾钠、硒或碲等具有螺旋结构的结晶、酒石酸、葡萄糖溶液等。

在涉及本实施方式的显示元件 10 的物质层 3 中，除上述负型液晶混合物之外，预先添加适量的光聚合性单体（聚合性化合物）和聚合引发剂，在液晶混合物处于向列相状态下照射紫外线（UV），在单元内形成高分子链（取向辅助材料）11。

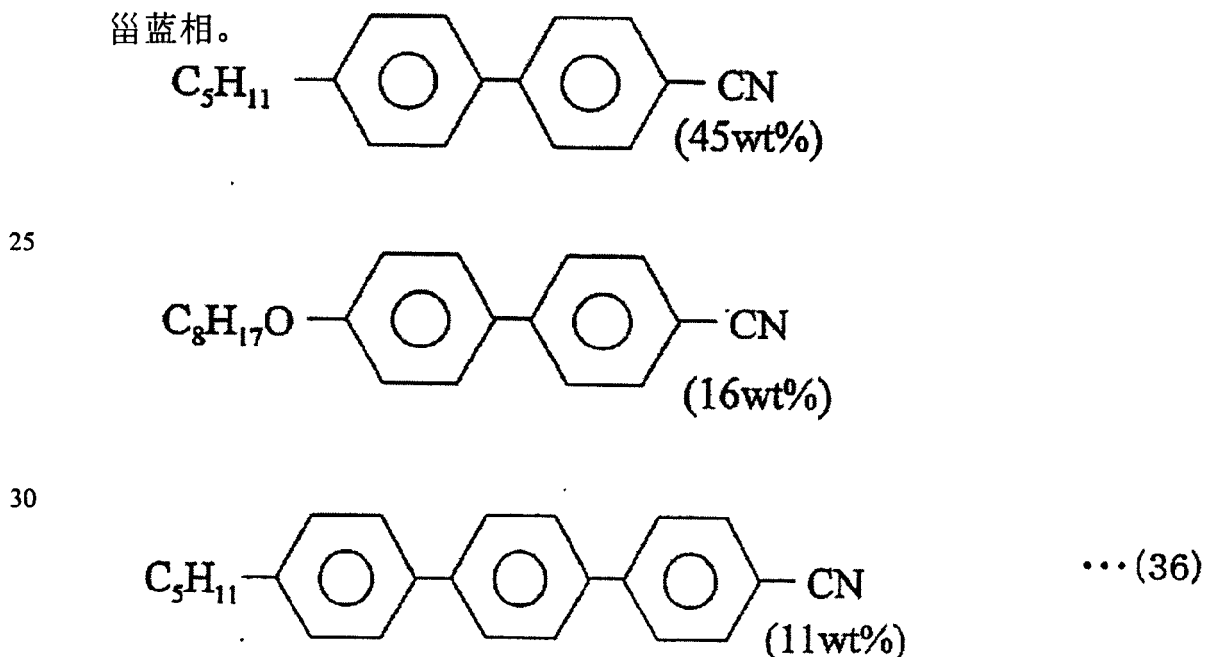
在此情况下，由于液晶混合物是在呈现向列相的状态下进行照射，沿着取向膜 8、9 的界面取向方向的液晶分子，一直到单元的内部，按照手性试剂扭转的方向，在同样扭转取向的状态下被固定化。也就是说，高分子链 11 被形成为三维的壁状，将扭转取向的液晶分子包围在某一尺寸的区域中。在此，被高分子链 11 包围的区域（胶囊）的尺寸由光聚合性单体的添加量或 UV 光的照射能来决定，而为了防止由于高分子折射率和液晶分子折射率的不匹配而产生光散射，致使对比度降低，胶囊的尺寸优选在可见光波长以下。

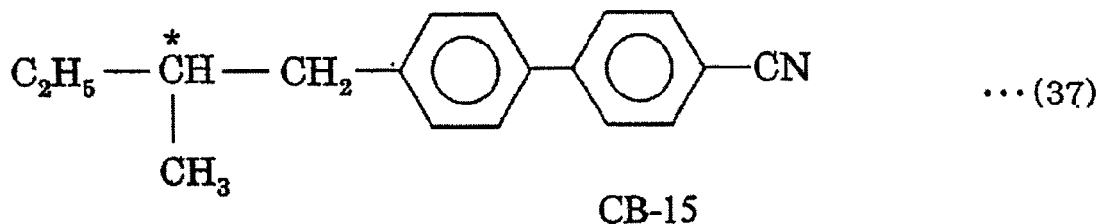
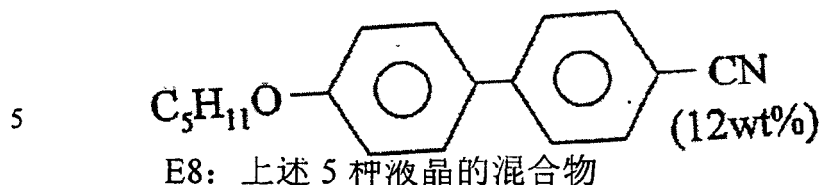
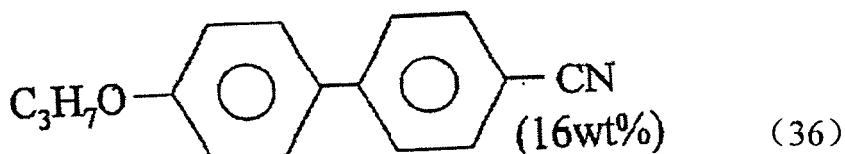
如此一来，当比如由向列相对被封入物质层 3 中的媒质的取向状态实施固定化，并将其加热到作为涉及本实施方式的显示元件 10 的驱动温度区域的向列相—各向同性相相转移点 (T_{ni} 点) 以上的各向同性相时，各个胶囊中的液晶就相转移到各向同性相。在不实施这样的固定化的显示元件中，在各向同性相的液晶上施加电场时，显现光学各向异性的温度范围非常窄 (比如 1K 的程度)。但是，由于像涉及本实施方式的显示元件 10 那样，将高分子胶囊化或网络化，使得液晶分子在显示各向同性的状态下也能够有效地起到高分子的壁的效果 (高分子壁的固定效果)，从而就能够扩大温度范围。因此，能够实现在很宽的温度范围内驱动的显示元件。

如上所述，作为使被封入物质层 3 中的媒质进行取向状态固定化的取向辅助材料 (固定化辅助材料)，可以使用在实施方式 1~3 中所述的各种取向辅助材料。涉及本实施方式的显示元件 10 的制造方法，使用与在实施方式 1 中所述的方法大致相同的方法。

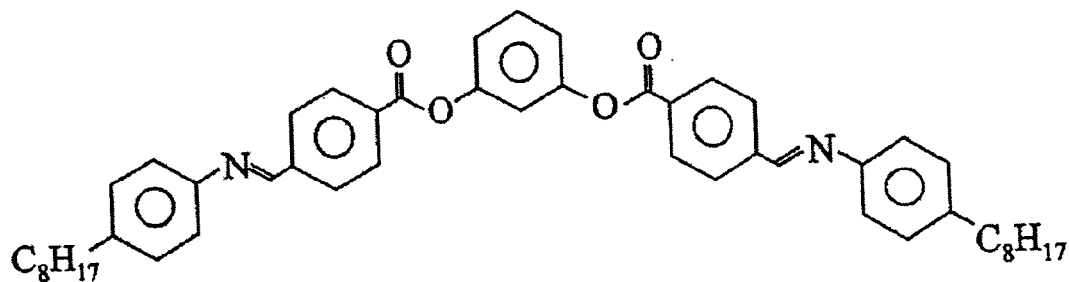
被封入涉及本实施方式的显示元件 10 中的媒质，并不限于如上所述的例子。

作为手性试剂的添加浓度在 30wt% 以上的另外的例子，也可以使用在下面的结构式 (36) 中所示的 BDH 公司的向列液晶 E8 中添加 42.5wt% 如下结构式 (37) 中所示的手性试剂 CB15 得到的材料体系。此材料体系的手性间距是 $0.53 \mu\text{m}$ ，即在可见光波长的范围内显示出胆甾蓝相。



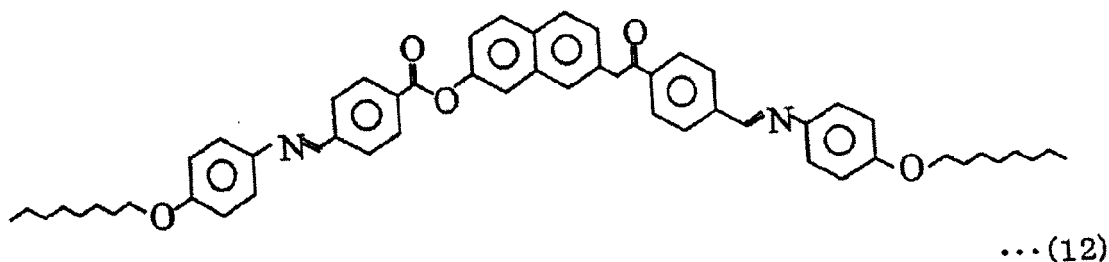


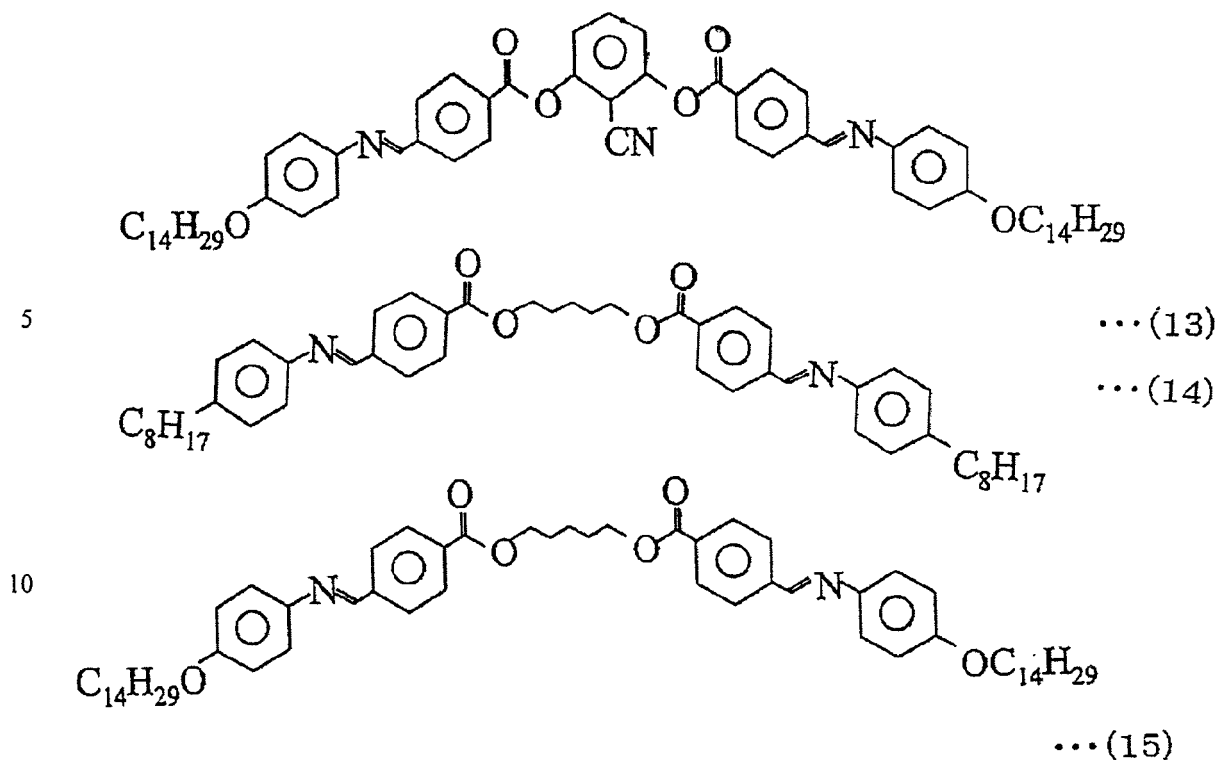
在上面的说明中，主要叙述了当准备显示单方向掌性的媒质时，在成为主体的液晶材料中添加手性物质（手性试剂）的系统，但并不限于这些系统。比如，也可以使用其媒质自身具有手性的物质（手性物质）。还可以使用的媒质包括像香蕉型（弯曲线）之类的不具有非对称碳原子（分子自身不具有手性），而由于分子形状的各向异性和层叠结构而产生手性的分子。作为这样的香蕉型（弯曲线）液晶，可以举出比如如下所述结构式（11）中所示的 P8PIMB。



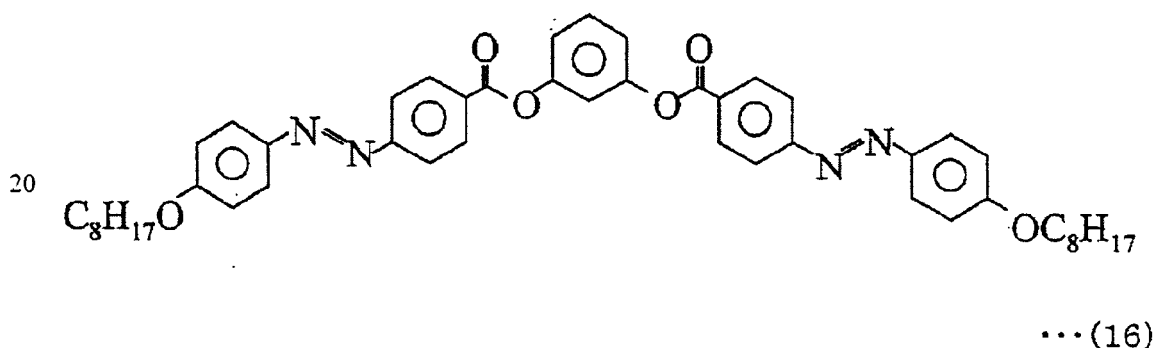
... (11)

也可以使用上述 P8PIMB 以外的香蕉型（弯曲线）液晶。比如，弯曲部分不仅由亚苯基等苯环结合，也可以由萘环或亚甲基链结合。也可以使用比如在如下结构式（12）~（15）中所示的化合物。

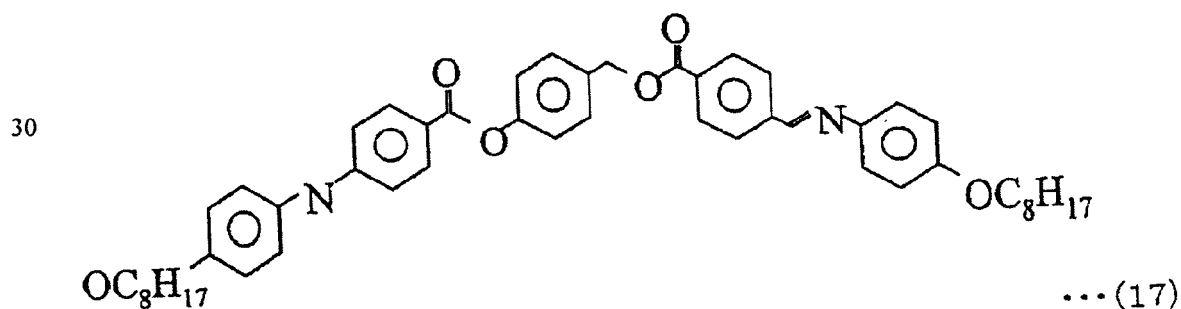




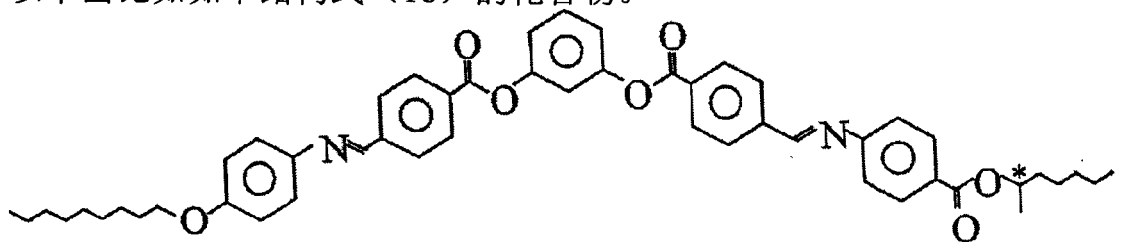
还可以使用含有偶氮基的香蕉型（弯曲线）液晶。作为这样的香蕉型（弯曲线）液晶，可以举出比如如下结构式（16）的化合物。



上述各种香蕉型（弯曲线）液晶在结合部分的左右具有对称的化学结构，但在结合部分的左右也可以具有非对称的化学结构。作为这样的香蕉型（弯曲线）液晶，可以举出比如如下结构式（17）的化合物。



上述香蕉型（弯曲型）液晶分子不含手性碳，但也不必限于于此，可以含有一个或几个手性碳。作为这样的香蕉型（弯曲型）液晶，可以举出比如如下结构式（18）的化合物。



... (18)

涉及本实施方式的显示元件，采取在基板面的法线方向施加电场的结构（施加纵向电场结构）、使用添加了手性试剂的负型液晶作为被封入物质层 3 中的媒质的结构、在两基板面上配置取向膜的结构、在物质层 3 中形成取向辅助材料并辅助施加电场时的分子取向的结构、或者将物质层 3 封闭到小区域中的结构作为基本结构，来进行显示。

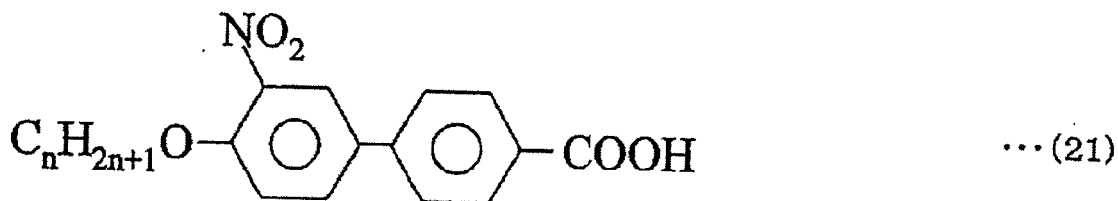
或者，涉及本实施方式的显示元件，也可以表现为在基板面法线方向上施加电场的结构（施加纵向电场的结构）和使用添加了手性物质的负型液晶作为被封入物质层 3 中的媒质的结构。

[实施方式 5]

基于附图说明本发明的另外一个实施方式。为了说明的方便，与涉及上述各个实施方式的显示元件同样的结构或具有同样功能的部件，赋予同样的符号，其说明予以省略。

涉及本实施方式的显示元件，是在涉及实施方式 3 的显示元件 30 中，变更了被封入物质层 3 中的媒质以及基板 1 和基板 2 之间间隔的显示元件。

这就是说，在涉及本实施方式的显示元件中，将在透明的介电性物质 4' - 正烷氧基 - 3' - 硝基联苯 - 4 - 羧酸（4'-n-alkoxy-3'-nitrobiphenyl-4-carboxylic acids, ANBC-22）中加入 0.05wt% 以上，0.1wt% 以下的有机微粒制成的物质作为封入物质层 3 中的媒质。ANBC-22 的化学结构式（21）如下所述。在化学结构式（21）中，n=22。



5

对于基板 1 和基板 2 使用玻璃基板，两基板的间隔，由预先散布的珠子调节到 $4\mu\text{m}$ 左右。这就是说，物质层 3 的厚度是 $4\mu\text{m}$ 。

梳型电极 4a、5a 是由 ITO 构成的透明电极。在两个电极的内侧（相对的面）上形成进行了摩擦处理的由聚酰亚胺形成的取向膜。摩擦方向与在实施方式 3 中的图 14 显示的摩擦方向是同样的。摩擦方向并不限于此，但在被封入物质层 3 中的媒质显示近晶 C 相时，希望是成为亮状态的方向，典型希望与偏光板的轴向成 45° 的角度。对于基板 1 侧的取向膜，要覆盖在梳型电极 4a、5a 上。

如在图 14 中所示，偏光板 6、7 分别设置在基板 1 和基板 2 的外侧（相对面相反的面上），它们的吸收轴互相正交，同时在各偏光板中的吸收轴和梳型电极 4a、5a 轴梳齿部分的电极伸长方向成大约 45° 的角度。

如此得到的显示元件，在比近晶 C 相—立方晶相相转移温度更低的温度下，就成为近晶 C 相。近晶 C 相在不施加电场的状态下显示出光学各向异性。

因此，通过外部加热装置将此显示元件保持在近晶 C 相—立方晶相相转移温度附近的温度下（由上述相转移温度至低温侧 10K 左右的温度），在梳型电极 4a、5a 之间施加电场（电压 50V 左右的交流电场，频率大于 0 至几百 kHz ），就能够使透过率发生变化。这就是说，在不施加电场时是显示光学各向异性的近晶 C 相（亮状态），通过施加电场可以变化为各向同性的立方晶相（暗状态）。这就是说，此显示元件在不施加电场时显示出光学各向异性，通过施加电场显示出光学的各向同性。此时，折射率椭圆体从椭圆变成球形。

各个偏光板的吸收轴和梳型电极构成的角度并不限于 45° ，可以在 $0\sim 90^\circ$ 的所有角度进行显示。这是由于在不施加电场时实现亮状态，即由于在两取向膜上施加的摩擦方向和两偏光板的吸收轴方向的关系实

现了亮状态。

在此显示元件中，暗状态是通过施加电场，使媒质发生电场诱发相转移到光学各向同性而实现的。因此，各个偏光板的吸收轴只要彼此正交即可，各个偏光板吸收轴和各个梳型电极方向的关系无助于显示。

因此，取向处理（摩擦处理）并非必要的，即使在不定形的取向状态（随机取向状态）下也能够进行显示。

在基板 1 和基板 2 上分别设置电极，在基板面的法线方向产生电场，在基板 1 上设有梳型电极 4a、5a 的情况下，得到几乎同样的结果。这就是说，即使电场方向不在基板面的水平方向上，在基板面取法线方向的情况下，也能够得到几乎同样的结果。

如此，可以使用在不施加电场时具有光学各向异性，而通过施加电场使光学各向异性消失显示出光学各向同性的媒质，作为被封入物质层 3 中的媒质。

也可以通过取向辅助材料在物质层 3 内形成多个小区域（微小区域），使在施加电场时构成封入物质层 3 中的媒质（由上述混合物构成的媒质）分子的取向有序结构固定化。另外，可以在被封入物质层 3 中的媒质中加入比如聚合性单体（比如丙烯酸酯系单体等光聚合性单体）或聚合性单体和聚合引发剂使之聚合。也就是说，通过聚合性化合物（取向辅助材料）使在施加电场时的光学各向同性的有序结构稳定化。另外，电场施加时的光学各向同性的有序结构可通过微粒、多孔结构体、氢键结合体等取向辅助材料稳定化。

在本实施方式中，作为被封入物质层 3 中的媒质，使用了 ANBC-22 和有机微粒的混合物，但并不限于此。只要是在不施加电场时具有光学各向异性，而通过施加电场使光学各向异性消失显示出光学各向同性的媒质，就能够得到与使用上述混合物的情况大致同样的结果。被封入物质层 3 中的媒质，只要是在不施加电场时具有光学各向异性，通过施加电场使光学各向异性消失，显示出光学各向同性的媒质，就没有必要是混合物。

在涉及本实施方式的显示元件中的物质层 3 中使用的媒质，可以具有正的介电各向异性，也可以具有负的介电各向异性。比如在上述

各个实施方式中叙述的各种媒质都是可以使用的。在使用具有正的介电各向异性的媒质时，有必要用与基板大致平行的电场驱动，而在使用具有负的介电各向异性媒质的情况下，就并不限于此。比如，可以以与基板倾斜的电场进行驱动，也可以以垂直的电场进行驱动。在此情况下，在相对的一对基板（基板1和基板2）的双方上都具有电极，通过在两基板上具有的电极之间施加电场就变成在物质层3上施加电场。

在与基板面平行的方向上施加电场是可以的，或者垂直于基板面的方向或相对于基板面倾斜的方向上施加电场都是可以的，只要适当地变更电极的形状、材质、电极数和配置的位置即可。比如如果在使用透明电极的基板面施加垂直的电场，在开口率这一点上是有利的。

本发明的显示装置的特征在于，包括了如上任何一种显示元件。因此，能够实现用来显示的必要驱动电压低电压化的显示装置，而且能够实现宽温度范围的显示装置。

在上述各个实施方式中，主要举例说明了以施加电场作为使上述媒质的光学各向异性程度发生变化的机构，但本发明并不限于此，通过施加电场以外的外场，在施加外场和不施加外场时，也可以使光学各向异性的程度发生变化。这就是说，本发明是包括至少一方透明的一对基板和在上述两基板之间夹持的物质层，通过在上述物质层上施加外场（电场）进行显示的显示元件，上述物质层由通过施加外场（电场）使光学各向异性的程度发生变化的媒质构成，而且，本发明也可以是在上述物质层中形成取向辅助材料的结构，由此能够实现驱动所必需的外场强度小的显示元件。

比如，也可以施加磁场代替施加电场。在此情况下，通过使用媒质的磁各向异性，在施加磁场时和不施加磁场时媒质的光学各向异性的程度发生变化。因此，优选以磁化率的各向异性大的材料作为媒质。

在有机分子的情况下，由于对磁化率做出贡献的大多取决于反磁性磁化率，在磁场的变化能够使 π 电子在分子内作环状运动的情况下，其绝对值变大。因此，比如在分子内有芳香环的情况下，在芳香环垂直地向着磁场方向时，磁化率的绝对值就变大。在此情况下，由于芳香环水平面方向上磁化率的绝对值要比在垂直方向上小，磁化率的各

向异性就变大。由此，媒质优选是在分子内具有 6 元环等环状结构的物质。

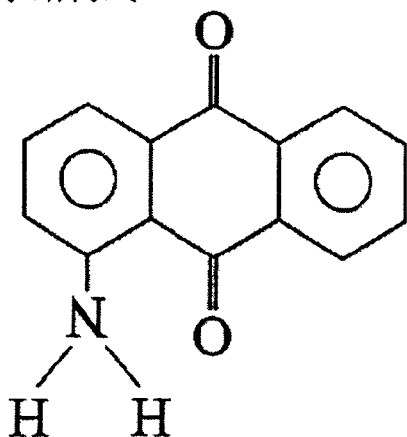
为了提高磁化率的各向异性，优选使媒质中的电子自旋配置排列。通过在分子中导入 N 或 O 或 NO 游离基的电子自旋，能够使分子具有稳定的自旋。为了平行地排列自旋，可以通过比如将平面上的共轭分子重叠来实现。比如，将中心的核心部分重叠排成列而形成的胆甾相液晶就是合适的。

作为用来使上述媒质的光学各向异性的程度发生变化的外场，也可以使用光。在此情况下，作为外场使用的光，其波长没有特别的限制，但通过比如 Nd:YAG 激光器发射 532nm 的光线照射媒质，就能够使媒质的光学各向异性的程度发生变化。

在此情况下使用的媒质，没有特别的限制，只要是通过光照射能够使光学各向异性的程度发生变化即可。比如，可以使用与使用上述电场情况下的各个媒质例同样的媒质。作为一个例子，可以使用如上所述的戊基氰基联苯（Pentylcyanobiphenyl, 5CB）。

在使用光线作为外场的情况下，在媒质中优选含有少量色素，由于添加了少量的色素，与不添加色素的情况相比，增大了光学各向异性程度的变化。在媒质中色素的含量优选在 0.01wt% 以上，而不到 5%。不足 0.01% 时，由于色素的量太少，几乎无助于光学各向异性程度的变化，而在 5% 以上时，色素会吸收激发的光线。

比如可以将戊基氰基联苯（5CB）原封不动地作为媒质使用，但也可以在此物质中添加色素作为媒质使用。作为加入的色素没有特别的限制，但优选色素的吸收带包含激发光线的波长。比如可以加入 1AAQ（1-氨基-蒽醌（1-amino-anthroquinone），Aldrich 公司制造，参照以下化学结构式）。



通过在戊基氰基联苯（5CB）中加入 0.03%的 1AAQ，使得由于光激发引起的光学各向异性程度的变化，比加入 1AAQ 之前大 10 倍左右。

在上述显示元件中，作为产生上述光学各向异性的手段，可以举出如上所述的比如电场、磁场、光线等，而在这些当中，由于电场使
5 上述显示元件容易设计和容易驱动控制，是优选的。

因此，上述显示元件可以包括比如电极等施加电场的机构或电磁铁等施加磁场的机构作为施加外场的机构，作为上述施加外场的机构，从上述显示元件的设计和驱动控制的观点出发，优选是电场施加机构。

在本发明中，作为上述施加外场的机构，只要是在外场施加前后
10 能够使上述媒质的光学各向异性的程度发生变化即可没有特别的限定，作为上述施加外场的机构，除了电极等施加电场的机构或电磁体等施加磁场的机构以外，可以使用激光装置，比如上述 Nd:YAG 激光器等光照射机构（激发光线生成机构）等。

由此，在本发明中，上述施加外场的机构，可以是上述显示元件
15 本身具有，也可以在上述显示元件之外设置。

也就是说，涉及本发明的显示装置，可以包括设置了上述外场施加机构的显示元件，也可以在上述显示元件以外的设置上述外场施加机构。换句话说，上述显示装置，可以具有包括本发明的上述显示元件和对该显示元件中的媒质施加外场的外场施加机构的结构。

在上述各实施方式中，被封入物质层 3 中的媒质，只要是通过施加外场会使光学各向异性的程度发生变化即可。因此，在本发明的显示元件中，作为光学各向异性的程度发生变化的媒质，可以使用比如通过施加外场使有序结构（取向有序性）发生变化，致使光学各向异性的程度发生变化的媒质。

比如，可以使用在不施加外场时显示光学各向同性，通过施加外场显示出光学各向异性的媒质。也就是说，可以使用在不施加外场时具有不到光学波长的有序结构，通过施加外场使有序结构变化导致光学各向异性程度变化的媒质。在此情况下，在不施加外场时，折射率椭圆体的形状是球状的，在施加外场时变为椭圆形。

也可以使用在不施加外场时显示光学各向异性，通过施加外场显示出光学各向同性的媒质。也就是说，可以使用在不施加外场时具有

显示光学各向异性的有序结构，通过施加外场使此有序结构变化显示出光学各向同性的媒质。在此情况下，在不施加外场时，折射率椭圆体的形状是椭圆形的，通过施加外场变为球状。

还可以使用在不施加外场时显示光学各向异性，通过施加外场在显现光学各向异性的状态下，使其光学各向异性的程度发生变化的媒质。也就是说，可以使用在不施加外场时具有显示光学各向异性的有序结构，通过施加外场，使有序结构变化，致使光学各向异性的程度发生变化的媒质。在此情况下，在施加外场的前后，折射率椭圆体的形状，是长轴和短轴的比例发生变化（作为上述椭圆，可以为大致球状）。

因此，本发明的显示元件是通过在至少一方透明的一对基板之间夹持着的媒质上施加外场而进行显示的显示元件，上述媒质可以通过施加外场使有序结构变化致使光学各向异性的程度发生变化的媒质。

在本发明中，所谓通过施加外场使媒质的光学各向异性的程度发生变化，如上所述表示伴随着施加外场，折射率椭圆体的形状发生变化。比如，在如上所述不施加外场时显示光学各向同性，通过施加外场使光学各向异性的程度发生变化的情况下，即通过施加外场而显现光学各向异性的情况下，通过施加外场，使折射率椭圆体的形状由球状变成椭圆。而在不施加外场时上述媒质显示光学各向异性，在施加外场时显示光学各向同性的情况下，通过施加外场，折射率椭圆体的形状，从椭圆变成球状。而在不施加外场时上述媒质显示光学各向异性，通过施加外场，使得光学各向异性的程度比施加外场以前更大，或者更小的情况下，折射率椭圆体的长轴或短轴方向的长度，通过施加外场而伸缩，在施加外场的前后，长轴和短轴的比例发生变化（结果是曲率变化）。由此，比如在施加外场以后光学各向异性的程度变得更大的情况下，通过施加外场，使得成为长轴方向的长度对短轴方向的长度之比比施加外场以前更大的椭圆。在施加外场以后光学各向异性的程度变得更小的情况下，通过施加外场，使得成为长轴方向的长度对短轴方向的长度之比比施加外场以前更小的椭圆（也就是说，上述比值接近于1（包括几乎是球状））。

在此情况下，由于不会像利用液晶分子取向方向的变化而有的液晶显示元件那样液晶的固有粘度对响应速度有很大的影响，所以能够实现比现有的液晶显示元件更为高速的响应。

在此情况下，由于将上述媒质保持在成为施加外场时和不施加外场时表现预定的有序结构状态（通过施加外场使有序结构产生变形，使光学各向异性程度发生变化的状态）的温度下，所以能够很容易地进行温度控制。也就是说，比如在上述特开 2001—249363 中所述，在利用施加电场使极性分子中的电子偏转的现有的电光效应的显示装置中，驱动温度的范围被限制在液晶相转移温度附近的温度下，必须要求极高精确度的温度控制而成为问题。与此相反，按照如上所述的结构，只要将上述媒质保持在施加外场时和不施加外场时能够显示预定的有序结构的状态的温度即可，能够很容易地进行温度控制。

在本发明的显示元件中使用的媒质，只要是通过施加外场会使光学各向异性的程度发生变化即可，并不一定是显示 Kerr 效应的媒质，也就是无须是折射率要随着电场的二次方变化的媒质。

本发明的显示元件，为了解决上述课题，是包括至少一方透明的一对基板和在上述两基板之间夹持的物质层，通过上述物质层上施加外场进行显示的显示元件，其特征在于，上述物质层由通过施加外场使其光学各向异性的程度发生变化的媒质构成，而且在上述物质层中形成取向辅助材料。

上述外场，只要是会使上述媒质的光学各向异性的程度发生变化即可，没有特别的限制，但可以使用比如电场、磁场、光等。

而作为取向辅助材料，是使主体区域的分子取向稳定化，或者使主体区域的分子容易取向（促进取向）的材料。只要具有这样的机能，对上述取向辅助材料的形状没有特别的限制。因此，上述取向辅助材料，也可以如同在上述特开平 11-183937 号公报中所述的将液晶材料分割为小区域，并不完全覆盖住各个小区域。

在上述特开平 11-183937 号公报中记载的是小区域也未必要完全独立地分割。但是，在上述特开平 11-183937 号公报的技术中，在用分割为小区域的材料几乎完全覆盖液晶材料的各个小区域使其像是微胶囊的样子，而不是独立地分割各个小区域时，小区域的平均直径必然

增大，不显示出光学各向同性。这就是说，在上述特开平 11-183937 号公报的技术中，有必要几乎完全覆盖各个小区域。

在上述特开平 11-183937 号公报中所述的将液晶分割为小区域的材料，只是以抑制 Kerr 常数的温度依存性为目的的。与此相反，在本发明中的取向辅助材料，是以在媒质中光学各向异性的程度发生变化时，使分子取向稳定化或促进此取向为目的的。因此，在上述特开平 11-183937 号公报中，完全没有涉及到如本发明那样的取向辅助材料。

也就是说，在构成媒质的分子（比如液晶分子）或分子集合体沿着取向辅助材料排列的情况下，其取向方向在某种程度上反映了取向辅助材料的结构。比如，在取向辅助材料的取向方向是单轴的情况下，构成媒质的分子或分子集合体的取向也在一定程度上倾向于单轴的。另外，在上述特开平 11-183937 号公报中，在施加电压时和不施加电压时都存在着液晶分子的取向方向一致的球状微小区域。因此，此微小区域是以减小其温度依存性为目的而形成的，而不是以在光学各向异性的程度发生变化时，使分子或分子集合体中的取向稳定化或促进此取向为目的的。

按照上述结构，由于取向辅助材料使主体区域中分子的取向稳定化，或者促进了主体区域中分子的取向，由此伴随着施加外场，能够辅助物质层中光学各向异性程度的变化。由此，就能够减小用来在该显示元件中进行显示所必需的外场强度。

上述物质层，由在施加外场时和不施加外场时，光学各向异性的程度发生变化的媒质构成。在此，所谓“光学各向异性的程度发生变化”意味着折射率椭圆体的形状发生变化。这就是说，本发明的显示元件，利用了在不施加外场时和施加外场时折射率椭圆体的变化，实现不同的显示状态。

另外，在现有的液晶显示元件中，为了进行显示，要在媒质上施加电场。因此，在施加电场时和不施加电场时，折射率椭圆体还是椭圆，只是其长轴方向改变。这就是说，在现有的液晶显示元件中，在不施加电场时和施加电场时，通过折射率椭圆体的长轴方向发生改变，以实现不同的显示状态。因此，本发明的显示元件和现有的显示元件，在显示原理上是有很大差异的。

如此，由于在现有的显示元件中，是利用液晶分子取向方向的变化，所以液晶的固有粘度对响应速度有很大的影响。与此相反，在上述结构中，利用媒质中光学各向异性程度的变化进行显示。因此，按照上述结构，由于没有如现有的液晶显示元件那样液晶的固有粘度对响应速度有很大影响的问题，就能够实现高速响应。由于本发明的显示元件具有高速响应性，能够用于比如场序制彩色式的显示装置中。

在现有的利用电光效应的显示元件中，驱动温度的范围限制在液晶相转移温度附近的温度，存在必须进行极其高精度的温度控制的问题。与此相反，按照上述结构，只要将上述媒质保持在成为通过施加外场光学各向异性发生变化的状态的温度下，能够很容易地进行温度控制。

现有的利用电光效应的液晶显示元件，在显示高速响应特性和广视野角特性优点的反面，存在非常高的驱动电压的问题。与此相反，按照上述结构，通过取向辅助材料，使构成媒质的分子取向稳定化，或者能够促进主体区域的分子取向。因此，由于在更小的外场下就有可能使光学各向异性的程度发生变化，能够在实用水平的外场强度下发生动作，能够实现具有高速响应特性和广视野角的特性。

在上述结构中，由于利用媒质中光学各向异性程度的变化进行显示，与使液晶分子取向方向发生变化进行显示的现有的液晶显示元件相比，能够实现广视野角的特性。

上述取向辅助材料，也可以是促进通过外场造成的光学各向异性程度变化的材料。由此能够减小用于显示所必需的外场强度。

上述取向辅助材料，也可以是使上述媒质的有序结构稳定化的材料。由此能够使上述媒质在显示光学各向同性或光学各向异性时的有序结构稳定化，能够减小用于显示所必需的外场强度。

上述取向辅助材料也可以具有结构上的各向异性。按照这样的结构，能够通过和上述取向辅助材料的分子间的相互作用促进上述分子取向方向的变化。从而，具有结构各向异性的取向辅助材料，适合于用来促进施加外场时光学各向异性程度的变化。

在上述物质层中，封入显示液晶性的媒质，上述取向辅助材料可是以在上述媒质中显示出液晶相的状态下形成的。

按照上述结构，上述取向辅助材料，沿着上述媒质显现液晶相的状态下的构成上述媒质的分子的取向方向的部分的比例增大。由此，通过上述取向辅助材料，能够促进分子的取向，使得在施加外场时，构成上述媒质的分子与在上述液晶相状态下取向的同一方向上取向。

5 因此，能够确实地促进在施加外场时光学各向异性程度的变化。

上述取向辅助材料，优选在施加外场时和不施加外场时都是光学各向同性的。按照这样的结构，由于上述取向辅助材料至少在施加外场时或不施加外场时是光学各向同性的，在施加外场时或不施加外场时上述媒质的透过率不会降低，能够进行良好的显示。

10 上述取向辅助材料，还可以将上述物质层分割为多个小区域，使构成上述媒质的分子的取向有序结构固定化。

按照上述结构，通过上述取向辅助材料，在物质层内形成多个小区域，使构成被封入上述物质层中的媒质的分子的取向有序结构固定化。由此，在上述物质层中不施加外场的状态下或施加外场的状态下，
15 能够使上述物质层处于光学各向同性的状态。此外，可使上述物质层显示光学各向同性的状态的温度范围广。由此，即使是在实用的温度范围内以小的外场强度不能驱动的媒质中，由于能够以小的外场强度驱动的温度范围可以被扩大，因此能够飞跃地提高实用性能。

本发明的显示元件，也可以是包括至少一方透明的一对基板和在
20 上述两基板之间夹持的物质层，通过在上述物质层上施加外场进行显示的显示元件，上述物质层由通过施加外场使光学各向异性的程度发生变化的媒质组成，而且含有氢键结合体。

按照上述结构，通过上述氢键结合体，能够促进通过施加上述外场造成的光学各向异性程度的变化。

25 本发明的显示元件，也可以是包括至少一方透明的一对基板和在上述两基板之间夹持的物质层，通过在上述物质层上施加外场进行显示的显示元件，上述物质层由通过施加外场使光学各向异性的程度发生变化的媒质组成，而且还含有微粒。

在物质层中使微粒分散的系统中，构成媒质的分子受到微粒的影响而取向。因此，在分散了微粒的系统中，由于使起因于分散状态的
30 构成媒质的分子的取向状态稳定化，就能够促进由于上述施加外场使

光学各向异性程度的变化。

在此情况下，上述微粒的平均粒径优选在 $0.2\ \mu\text{m}$ 以下。通过使用平均粒径在 $0.2\ \mu\text{m}$ 以下的微小微粒，使物质层内的分散性稳定化，即使经过长的时间，微粒也不会凝集而分离出相。因此，能够充分抑制由于微粒沉淀产生的局部微粒不均匀而造成的显示元件上产生的不均匀。

上述微粒的含量，相对于该微粒和被封入上述物质层中媒质的总重量，可以为 0.05 重量%~20 重量%。通过以 0.05 重量%~20 重量%的物质层中微粒的含量进行配制，就能够抑制微粒的凝集。

本发明的显示元件，可以是包括至少一方为透明的一对基板和在上述两基板之间夹持的物质层，通过在上述物质层上施加外场进行显示的显示元件，上述物质层由通过施加外场使光学各向异性的程度发生变化的媒质组成，而且还含有聚合性化合物。

上述聚合性化合物的含量，相对于该聚合性化合物和构成上述物质层媒质的总重量，可以在 0.05 重量%以上，15 重量%以下。通过配制使上述物质层中聚合性化合物的含量在 0.05 重量%~15 重量%，就能够促进通过施加外场造成的光学各向异性程度的变化。在添加的聚合性化合物的浓度不到 0.05wt% 的情况下，使得作为取向辅助材料的机能降低（取向限制力变弱）。而在超过 15wt% 的情况下，使在取向辅助材料上施加外场的比例变大，增大了驱动所必需的外场强度。

上述聚合性化合物，可以是链状高分子、网状高分子、环状高分子等高分子材料。上述聚合性化合物（取向辅助材料）可以具有结构的各向异性。在此情况下，能够通过和上述聚合性化合物（取向辅助材料）的分子间的相互作用促进上述分子的取向方向的变化，或者能够使主体区域内分子的取向稳定化。因此，具有结构各向异性的取向辅助材料，适合于用来促进施加外场时光学各向异性程度的变化。

在上述物质层中封入显示液晶性的媒质，上述聚合性化合物可以在上述媒质中使液晶相显现的状态下进行聚合。

按照上述结构，上述聚合性化合物（取向辅助材料），在上述媒质使液晶相显现的状态下，增大构成上述媒质的分子沿着取向方向部分的比例。因此，通过上述聚合性化合物（取向辅助材料），能够促进分

子的取向,使得在施加外场时构成上述媒质的分子在与上述液晶相状态中的取向方向相同的方向上取向。因此,能够确实地促进在施加外场时光学各向异性程度的变化。

5 上述聚合性化合物,优选在施加外场大或不施加外场时都是各向同性的。按照这样的结构,由于至少在施加外场时或不施加外场时是光学各向同性的,在施加外场时或不施加外场时不会降低上述媒质的透过率,能够进行良好的显示。

上述聚合性化合物,也可以将上述物质层分割为多个小区域,使构成上述媒质的分子的取向有序结构固定化。

10 按照上述结构,由上述聚合性化合物在物质层内形成多个小区域,使构成被封入上述物质层中的媒质的取向有序结构固定化。由此在上述物质层中,在不施加外场的状态或施加外场的状态下,可以使上述物质层处于光学各向同性的状态。此外,使上述物质层显示光学各向同性的温度范围变宽。由此,即使在实用的温度范围内在小的外场强度下不能驱动的媒质中,由于扩大了在小强度外场下能够驱动的温度范围,就能够飞跃地提高实用性。

本发明的显示元件,可以是包括至少一个是透明的一对基板和在上述两基板之间夹持的物质层,通过在上述物质层上施加外场进行显示的显示元件,上述物质层由通过施加外场使光学各向异性的程度发生变化的媒质组成,而且在上述物质层中形成多孔结构体。

按照上述结构,能够促进由于上述施加外场造成的光学各向异性程度的变化。

上述多孔结构体可以是多孔的无机材料,也可以是微孔薄膜。在此,所谓微孔薄膜,是具有可见光波长的 $1/4$ 以下直径的孔的薄膜。

25 按照上述结构,能够使构成被封入物质层中的媒质的分子取向有序结构固定化,能够促进上述通过施加外场造成的光学各向异性程度的变化。

上述多孔结构体也可以具有结构上的各向异性。

按照上述结构,能够使构成被封入物质层中的媒质的分子取向有序结构固定化,能够促进上述通过施加外场造成的光学各向异性程度的变化。

上述多孔结构体，在施加外场时或不施加外场时，优选是光学各向同性的。

在此情况下，上述多孔结构体，由于至少在施加外场时或不施加外场时是光学各向同性的，在施加外场时或不施加外场时不会降低上述媒质的透过率，能够进行良好的显示。

在上述各种显示元件中，上述光学各向异性程度的变化，可以通过构成上述媒质的分子取向方向变化而显现的。在此情况下，通过上述取向辅助材料、氢键结合体、微粒、聚合性化合物、多孔结构体促进了构成上述媒质的分子取向方向的变化，从而促进了上述光学各向异性程度的变化。因此，在上述各种显示元件中，就能够减小用来进行显示所必需的外场强度。

上述媒质优选是通过施加电场使光学各向异性的程度发生变化的媒质。这就是说，作为用来使上述媒质的光学各向异性程度发生变化的外场，从显示元件的设计和容易进行驱动控制的观点出发，优选使用电场。

在使用电场作为外场的情况下，可以在上述物质层中封入折射率与电场的二次方成比例变化的媒质。

这样的显示出与电场的二次方成比例的折射率的变化，有所谓响应速度快的优点。因此，按照上述结构，能够实现具有高速响应性的显示元件。而由于此显示元件具有高速响应性，所以能够在比如场序制彩色方式的显示装置中利用。

在使用电场作为外场的情况下，在上述物质层中也可以封入含有极性分子。按照上述结构，由于施加电场使上述极性分子显现极化。此时，通过上述取向辅助材料、氢键结合体、微粒、聚合性化合物、多孔结构体能够促进上述极性分子的取向，能够在小强度的外场下造成光学各向异性程度的变化，所以能够减小驱动所必需的外场强度。

上述物质层也可以在施加外场时或不施加外场时都显示出光学各向同性。

按照上述结构，在施加外场时或不施加外场时都显示出光学各向同性的显示元件中，通过形成取向辅助材料、氢键结合体、微粒、聚合性化合物、多孔结构体中的任何一种，能够促进由于外场变化造成

的光学各向异性程度的变化。因此，能够在小强度的外场下使光线的各向异性程度发生变化，能够减小用于显示所必需的外场强度。

构成上述媒质的分子，在施加外场时或不施加外场时都具有不到光学波长的有序结构，也可以通过施加外场而改变有序结构。

5 上述媒质还可以具有 400nm 以下的选择反射波段或螺旋间距。

在上述媒质的螺旋间距在 400nm 以上的情况下，有时会呈现出反映此螺旋间距的颜色。这样的对反映螺旋间距波长的光线进行选择反射的现象被称为选择反射。因此，由于使上述媒质的选择反射波长或螺旋间距在 400nm 以下，就能够防止如此呈现颜色。

10 上述媒质可以具有显示立方对称性的有序结构。上述媒质也可以是由显示立方晶相或近晶 D 相的分子构成的。上述媒质还可以是由液晶微乳液构成的。上述媒质还可以是由显示胶束相、逆胶束相、海绵相、立方晶相中任何一种的溶致液晶构成的。上述媒质还可以是由显示胶束相、逆胶束相、海绵相、立方晶相中任何一种液晶微粒分散系
15 统构成的。上述媒质也可由枝状聚合物构成的。上述媒质还可以是由显示胆甾蓝相的分子构成的。上述媒质还可以是由显示近晶蓝相的分子构成的。

按照上述任何一种结构，通过施加外场，使构成被封入上述物质层中的媒质的分子的有序结构产生变形，能够使该媒质的光学各向异性发生变化。从而，能够实现与在不施加外场时和施加外场时不同的显示状态。
20

在上述任何一种结构中，是利用构成媒质的分子的光学各向异性程度的变化进行显示的。因此，由于液晶的固有粘度对响应速度的影响很小，就能够实现高速响应。而由上述任何一种结构构成的显示元件，因为具有高速响应性，所以能够用于场序制彩色方式的显示装置中。
25

通过施加外场在分子的有序结构中产生的变形受温度的影响很小，使温度控制变得很容易。在上述结构中，由于是利用媒质中分子有序结构的变形造成的光学各向异性程度的变化进行显示，比使液晶分子的取向方向旋转进行显示的情况相比，更能够实现广视野角的特性。
30

在使用电场作为外场的情况下，也可以在上述物质层中封入显示负型向列液晶相的媒质。在使用电场作为外场的情况下，还可以在上述物质层中封入显示正型向列液晶相的媒质。

5 按照上述任何一种结构，通过施加电场，能够使上述媒质中的光学各向异性的程度发生变化。

可以在上述一对基板中的至少一个基板上，形成用来使构成上述媒质的分子在所需方向上取向的上述取向膜。

按照上述结构，能够在与上述物质层的上述取向膜的界面附近，将上述分子的取向方向规定在所需的方向。按照上述结构，在上述媒质中显现液晶相的状态下，能够使构成上述媒质的分子在所需方向上取向。从而，能够形成上述取向辅助材料或上述聚合性化合物，使它们在沿着所需方向的部分的比例增大。由此，通过上述取向辅助材料或上述聚合性化合物，能够促进该分子的取向，使得构成上述媒质的分子在施加电场时朝着所希望的方向取向。从而，能够确实而适当地促进在施加外场时光学各向异性程度的变化。

上述取向膜可以是水平取向膜。按照上述结构，可以原封不动地将历来液晶显示元件使用的，而且与液晶材料相容性非常好的取向膜材料拿来转用。而与使用垂直取向膜的情况不同，可以利用水平取向膜赋予液晶分子在基板面内方向的很强的取向限制力，能够更加促进施加外场时光学各向异性程度的变化。

上述取向膜可以是进行了摩擦处理或光照射处理的取向膜。按照这样的结构，在上述物质层与上述取向膜界面附近，能够确实地将上述分子的取向方向规定在所希望的方向上。在上述媒质中显现液晶相的状态下，能够确实地将构成上述媒质的分子在所希望的方向上取向。按照上述结构，能够使由于上述取向膜产生的取向限制力更加强固。

也可以在上述两基板上分别形成取向膜，对它们实施摩擦处理，使它们的摩擦方向彼此相反。

按照上述结构，能够在施加外场时，使构成上述媒质的分子形成扭转结构而进行取向。这就是说，能够使上述分子取向，使得分子的长轴方向向着与基板面平行的方向，同时从一方的基板侧向另一方的基板侧，在与基板面平行的方向上依次扭转着取向，成为扭转结构。

由此，能够缓和由于媒质波长分散造成的显色现象。

也可以在上述两基板的基板面法线方向装有产生电场的电极。

按照上述结构，并不限于在上述物质层中与两基板的界面附近，由于即使在远离两基板的区域内，也能够促进光学各向异性程度的变化，所以能够减小驱动所必需的外场强度。

在采用两基板的基板面法线方向产生电场的结构的情况下，只在上述一对基板中的一个上形成开关元件、彩色滤光片和遮光膜，在上述物质层中，可以形成通过光照射而聚合的聚合性化合物。

按照上述结构，只在一个基板上形成开关元件、彩色滤光片、遮光膜。因此，通过从另一方的基板侧照射的光线使上述聚合性化合物聚合，从而扩大了可以给上述物质层曝光的区域，由于没有残留未反应的聚合性化合物，能够防止显示元件的可靠性劣化。而由于只在一方的基板上形成遮光膜，所以能够提高开口率。

与形成上述开关元件、彩色滤光片和遮光膜的基板相对的另一个基板，以及在该基板上形成的电极，也都可以是透明的。由此就能够削减光线的照射量。而在此情况下，在从形成上述电极的基板一侧进行上述光照射的情况下，即使在上述电极上的区域内也能够照射紫外线。从而能够提高显示元件的开口率。而由于能够削减未反应的聚合性化合物，就能够防止电压保持率降低等可靠性劣化。

也可以在至少一个基板上形成在基板面平行的方向上产生电场的电极。

按照上述结构，并不限于在上述物质层与基板的界面附近，即使在远离基板的区域，由于也能够促进光学各向异性程度的变化，所以能够减小驱动所必需的外场强度。

在此情况下，可以在上述物质层中形成通过光照射而聚合的聚合性化合物，上述电极也可以是透明的。由此就能够削减光的照射量。在此情况下，即使在从形成上述电极的基板一侧进行上述光照射的情况下，在上述电极上的区域内也能够照射紫外线。因此，能提高显示元件的开口率。由于削减了未反应的聚合性化合物，能够防止电压保持率降低等可靠性的劣化。

在上述物质层中，形成由于光照射而聚合的聚合性化合物，上述

电极可以在形成开关元件、彩色滤光片和遮光膜的基板上形成。由此，就能够削减光的照射量。而由于只在一方的基板上形成开关元件、彩色滤光片、遮光膜和电极，从另一方的基板侧照射光使上述聚合性化合物聚合，这就扩大了使上述物质层能够曝光的区域，而且没有残留的未反应聚合性化合物。由此就能够防止显示元件可靠性的劣化，而由于只在一方的基板上形成遮光膜，能够提高开口率。

与形成上述开关元件、彩色滤光片和遮光膜的基板相对的基板可以是透明的。由此，就能够削减光的照射量。

在上述物质层中，可以封入添加了手性试剂的媒质。或者，在上述物质层中可以封入显示手性的媒质。作为显示手性的媒质，可以是其自身具有手性的媒质，也可以是含有不具有如香蕉型（弯曲型）液晶那样的不对称碳原子（分子本身不具有手性）但由于分子形状的各向异性或由于其堆积（packing）结构而产生手性的分子的媒质。

按照上述任何一种结构，都能够将构成上述媒质的分子形成只向左转或者右转的任何一个方向的掌性扭转结构。为此，就没有如在左转和右转两种扭转结构构成的多区域存在的情况下使区域的边界透过率降低的问题，从而能够提高透过率。

构成被封入上述物质层中媒质的分子，其处于显示光学各向异性状态的取向方向，可以构成为仅单方向掌性的扭转结构。

按照上述结构，在上述物质层中所含媒质中的分子，其取向方向为单方向掌性，即成为右转或左转中任何一个方向的扭转结构。从而，各种扭转结构具有与彼此的方位无关的一定的旋光性。因此，作为整个物质层能够显示出很大的旋光性。由此就能够在低强度的外场下得到最大透过率，能够将驱动所必需的外场强度降低到可能的实用水平之下。

按照上述结构，形成了在上述物质层上施加外场时用来促进光学各向异性程度变化的取向辅助材料、氢键结合体、微粒、聚合性化合物、多孔结构体中的任何一种，通过施加外场可帮助（辅助）上述媒质中分子的取向，所以能够更有效地使光学各向异性的程度发生变化。从而，在能够以低强度的外场进行驱动的同时，能够实现提高光的利用效率的明亮的显示。

在上述物质层中,可以封入添加了8重量%以上浓度的手性试剂的媒质。而在上述物质层中封入了添加手性试剂的媒质,添加了上述手性试剂的媒质的手性间距可以等于可见光波长或在可见光波长以下。

5 按照这样的结构,能够在低强度外场下进行驱动,能够提高光的利用效率,实现明亮的显示。

上述取向辅助材料或者上述氢键结合体或者上述微粒或者上述聚合性化合物或者上述多孔结构体,都可以将被封入上述物质层中的媒质分割为多个小区域。

10 按照上述结构,由于上述媒质的分子被封闭到微小的区域中,能够将各个小区域中媒质的取向状态固定,就能够实现在宽的温度范围内通过施加外场而使光学各向异性的程度发生变化。

上述被分割的各个小区域的尺寸,可以在可见光波长以下。

15 按照上述结构,由于上述小区域的尺寸在可见光波长以下,就能够抑制由于与上述将物质层分割为多个小区域的取向辅助材料或者上述氢键结合体或者上述微粒或者上述聚合性化合物或者上述多孔结构体与上述媒质的折射量不一致而发生的光散射,能够实现高对比度的显示。

本发明的显示装置,以包括用来解决上述课题的上述任何一种显示元件为其特征。

20 按照上述结构,包括通过施加外场使光学各向异性的程度发生变化的显示元件,其驱动所必需的外场强度小。从而就能够实现用于显示所必需的外场强度小的显示装置。

25 为了解决上述课题,本发明的显示元件的制造方法,是制造包括至少一个是透明的一对基板和在上述两基板之间夹持着物质层,通过在上述物质层上施加外场进行显示的显示元件的方法,其特征在于,该方法包括在上述物质层中封入通过施加外场光学各向异性的程度发生变化的媒质的媒质封入工序、在封入上述物质层中的媒质中使液晶相显现的液晶相显现工序、和显示上述媒质中的液晶相的状态下,在上述物质层中形成取向辅助材料的取向辅助材料形成工序。

30 按照上述制造方法,能够增大上述取向辅助材料沿着构成上述媒质的分子在使液晶相显现的状态下进行取向的方向的部分的比例。因

此，能够实现包括了取向辅助材料的显示元件，此取向辅助材料在施加外场时能够促进该分子的取向，使得构成上述媒质的分子与在上述液晶相的状态下取向的方向同样方向上进行取向。因此，按照上述制造方法，能够制造通过施加外场使光学各向异性的程度发生变化的、
5 制造驱动所必需的外场强度小的显示元件。

按照上述制造方法，能够在低强度外场下使光学各向异性的程度发生变化，能够在实用水平的强度的外场下动作，能够实现具有高速响应特性和广视野角特性的显示元件。

本发明显示元件的制造方法是制造包括至少一个是透明的一对基
10 板和在上述两基板之间夹持着物质层、通过在上述物质层上施加外场进行显示的显示元件的方法，该方法包括在通过施加外场使光学各向异性的程度发生变化的媒质中添加氢键结合性材料的工序。

按照上述制造方法，能够制造出通过上述氢键结合性材料可以促进构成上述媒质的分子的、通过外场造成的取向方向的变化
15 的显示元件。因此，能够制造出由于施加外场使光学各向异性的程度发生变化的、驱动所必需的外场强度小的显示元件。

本发明显示元件的制造方法是制造包括至少一个是透明的一对基
20 板和在上述两基板之间夹持着物质层、通过在上述物质层上施加外场进行显示的显示元件的方法，该方法包括在通过施加外场使光学各向异性的程度发生变化的媒质中添加微粒的工序。

按照上述制造方法，能够制造出通过上述微粒可以促进构成上述媒质的分子的、通过外场造成的取向方向的变化或者使主体区域中的
25 分子取向固定化的显示元件。因此，能够制造出由于施加外场使光学各向异性的程度发生变化的、驱动所必需的外场强度小的显示元件。

本发明显示元件的制造方法是制造包括至少一个是透明的一对基
30 板和在上述两基板之间夹持着物质层、通过在上述物质层上施加外场进行显示的显示元件的方法，该方法包括在通过施加外场使光学各向异性的程度发生变化的媒质中添加多孔结构体的工序。

按照上述制造方法，能够制造出由于上述多孔结构体可以促进构成上述媒质的分子的、通过外场造成的取向方向的变化或者使在主体
区域中的分子取向固定化的显示元件。因此，能够制造出由于施加外

场使光学各向异性的程度发生变化的、驱动所必需的外场强度小的显示元件。

5 本发明显示元件的制造方法是制造包括至少一个是透明的一对基板和在上述两基板之间夹持着物质层、通过在上述物质层上施加外场进行显示的显示元件的方法，该方法包括在通过施加外场使光学各向异性的程度发生变化的媒质中添加聚合性化合物的工序。

10 按照上述制造方法，能够制造出通过上述聚合性化合物可以促进构成上述媒质的分子通过外场造成的取向方向的变化或者使在主体区域中的分子取向固定化的显示元件。因此，能够制造出由于施加外场使光学各向异性的程度发生变化的、驱动所必需的外场强度小的显示元件。

15 可以使用通过照射光而聚合的物质作为上述聚合性化合物，在上述聚合性化合物进行聚合的工序中，可以通过用光线照射上述聚合性化合物的光照射法使上述聚合性化合物聚合。或者使用通过加热而进行聚合的物质作为上述聚合性化合物，在使上述聚合性化合物聚合的工序中，通过加热上述聚合性化合物的加热法，使上述聚合性化合物聚合。

按照此制造方法，能够很容易地使上述聚合性化合物聚合。

20 可以使用具有通过光照射而进行聚合的官能团和通过加热而进行聚合的官能团的化合物作为上述聚合性化合物，在使上述聚合性化合物聚合的工序中，可以通过同时使用光照射法和加热法进行上述聚合性化合物的聚合。

25 按照上述制造方法，在通过光照射进行聚合的官能团和通过加热进行聚合的官能团当中，至少一种官能团的反应聚合的可能性高。因此，就能够进行充分的聚合，使未反应的部分更少。

进一步还包括在被封入上述物质层中的媒质中使液晶相显现的液晶相显现工序，可在上述媒质中使液晶相显现的状态下实施上述聚合性化合物聚合的工序。

30 在此情况下，在使媒质中液晶相显现的状态下，能够很容易地形成上述聚合性化合物。

可以在上述媒质中进一步添加聚合引发剂，以使上述聚合性化合

物迅速地进行聚合。由此能够使上述聚合性物质迅速地进行聚合。

在上述液晶相显现工序中，通过使上述物质层为比该显示元件进行显示时的温度更低的温度，使上述媒质中使液晶相显现，或者在上述液晶相显现工序中，通过在上述物质层上施加电压，使在上述媒质中显现液晶相。

按照上述任何一种制造方法，能够简单可靠地在上述媒质中使液晶相显现。有时使用电场作为使上述媒质显现光学各向异性的机构，而且，在通过施加电压使在上述媒质中显现液晶相的情况下，用于显现液晶相所必需的电压，优选大于用于显示媒质的光学各向异性的电压。

还可以包括取向膜形成工序，在上述一对基板中至少一个基板上该取向膜使构成封入上述物质层的媒质的分子在所希望的方向上取向。

上述媒质是显示手性的媒质，或者是添加了手性试剂的媒质，或者是在构成该媒质的分子显示各向异性的状态下，其取向方向成为单方向掌性的扭转结构的媒质，可以包括在上述一对基板中的至少一个基板上形成取向膜，使构成上述媒质的分子在所希望的方向上取向的工序。

按照上述制造方法，在上述媒质中使液晶相显现的状态下，能够使构成上述媒质的分子在所希望的方向上取向。从而，能够形成上述取向辅助材料或聚合性化合物，使其沿着所希望的方向部分的比例增大。由此就能够制造出由于上述取向辅助材料和聚合性化合物能够促进构成上述媒质的分子取向，使得该分子在施加外场时或不施加外场时向着所希望的方向取向的显示元件。从而能够实现在施加外场时能够适当而可靠地促进光学各向异性程度变化的显示元件。

在使用光照射法进行聚合的聚合性化合物的情况下，可以使用只在上述一对基板中的一个上形成开关元件、彩色滤光片和遮光膜的基板，在另外的基板上使用透明基板，在使上述聚合性化合物聚合的工序中，从上述透明基板一侧对上述聚合性化合物进行光照射，使上述聚合性化合物聚合。

按照上述方法，只在一个基板上形成开关元件、彩色滤光片、遮

光膜和电极，在另一个基板上使用透明基板。因此，从另一个基板一侧进行光照射使上述聚合性化合物聚合，由于使上述物质层可曝光的区域变宽，不会残留未反应的聚合性化合物，就能够防止显示元件可靠性劣化。而由于只在一方基板上形成遮光膜，从而能够提高开口率。

5 本发明的显示装置能够广泛地应用于电视或显示器等图像显示装置或文字处理器或个人电脑等办公自动化（OA）设备，或者摄象机、数码相机、移动电话等信息终端中所包括的图像显示装置。

10 本发明并不限于上述各个实施方式，在权利要求的范围内可以进行各式各样的变更，在不同的实施方式中分别适当组合已经公开的技术机构所得到的实施方式，都包括在本发明的技术范围内。

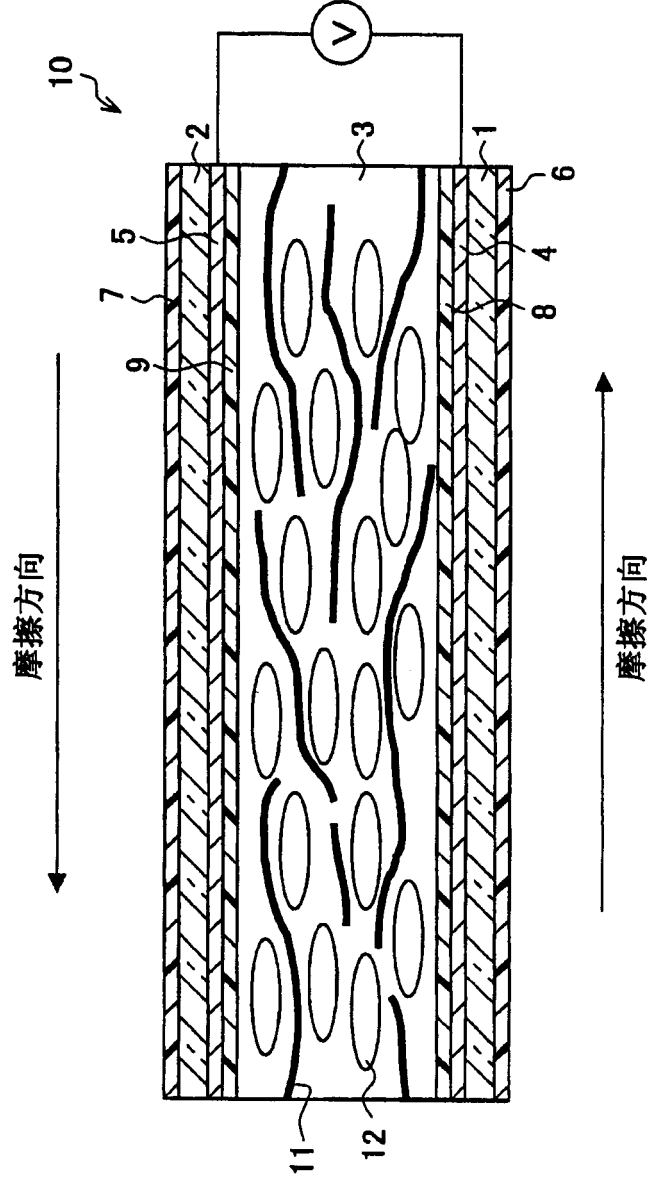


图1

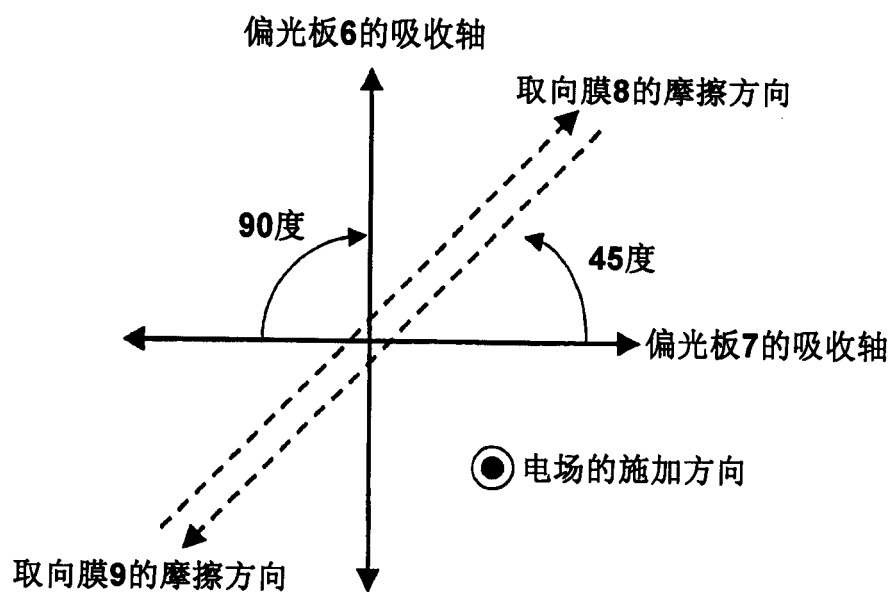


图2

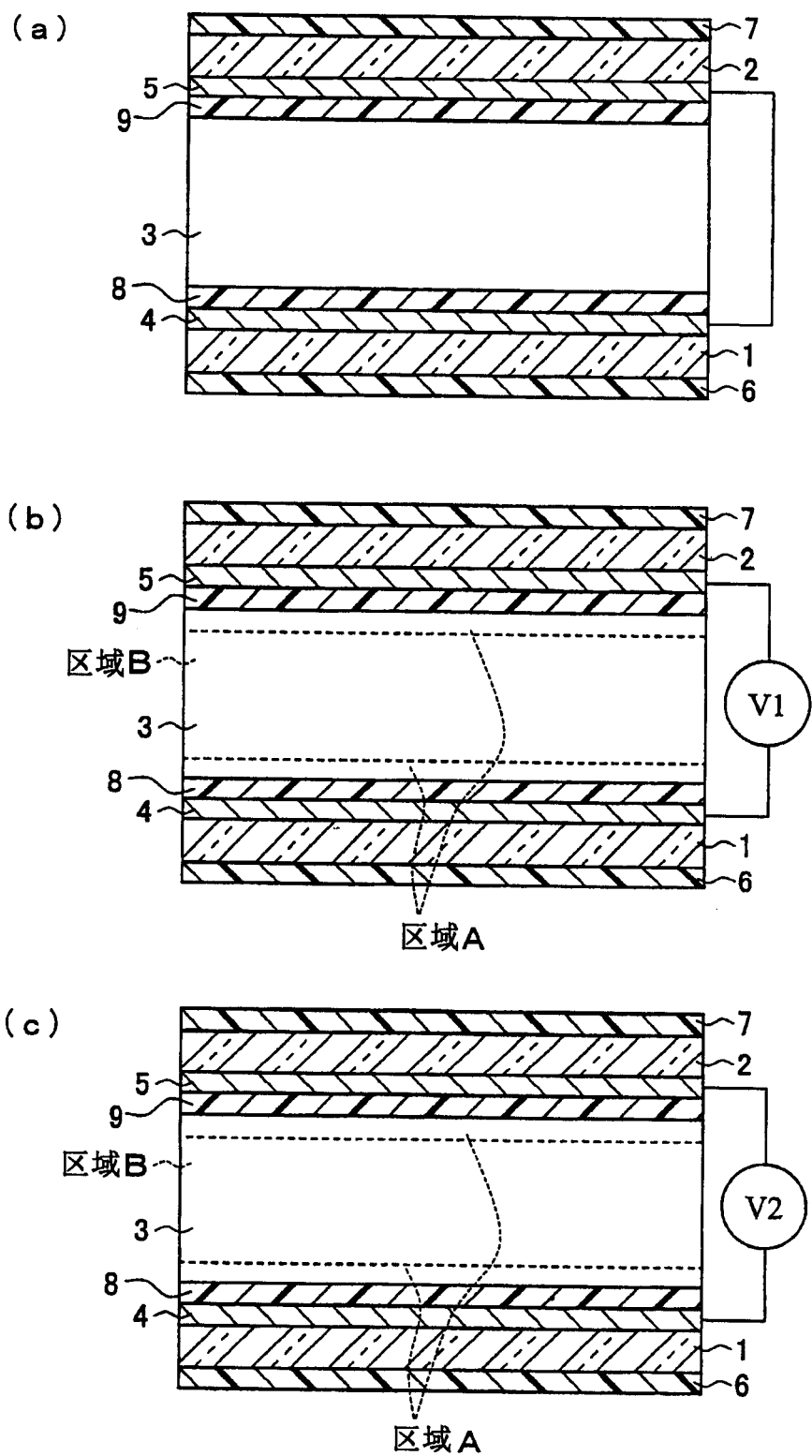


图3

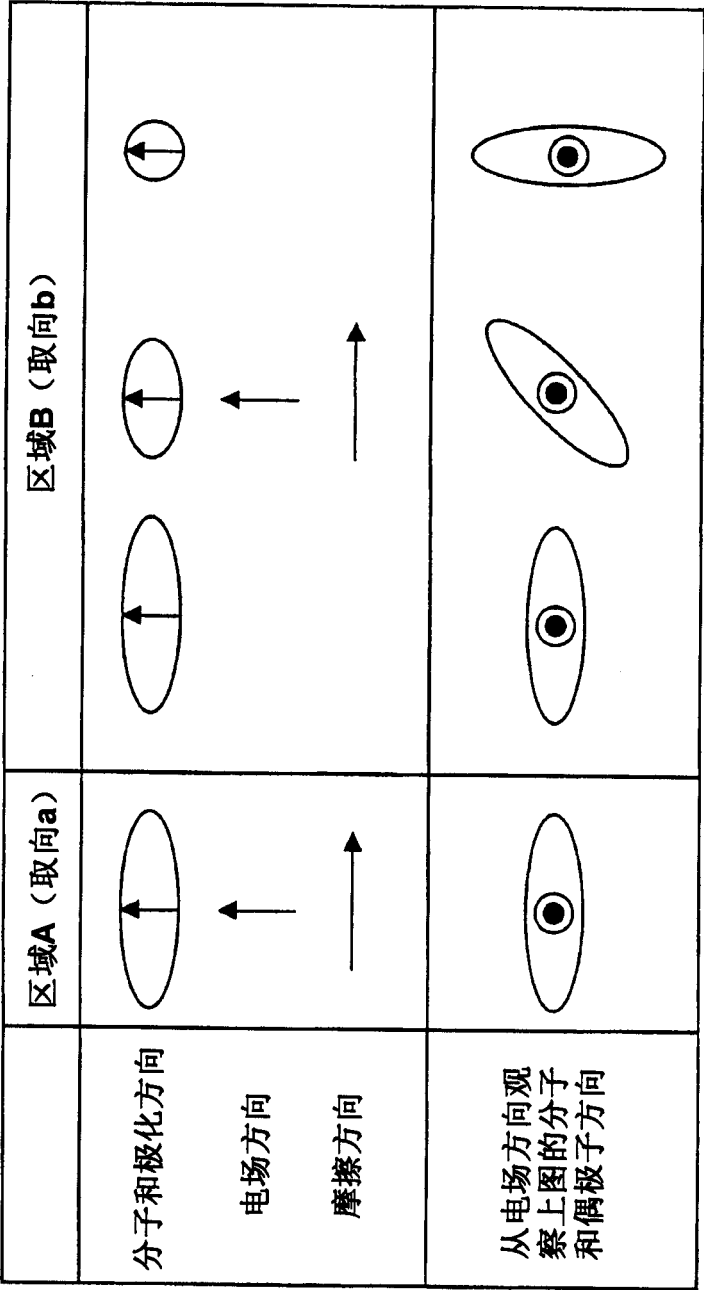


图4

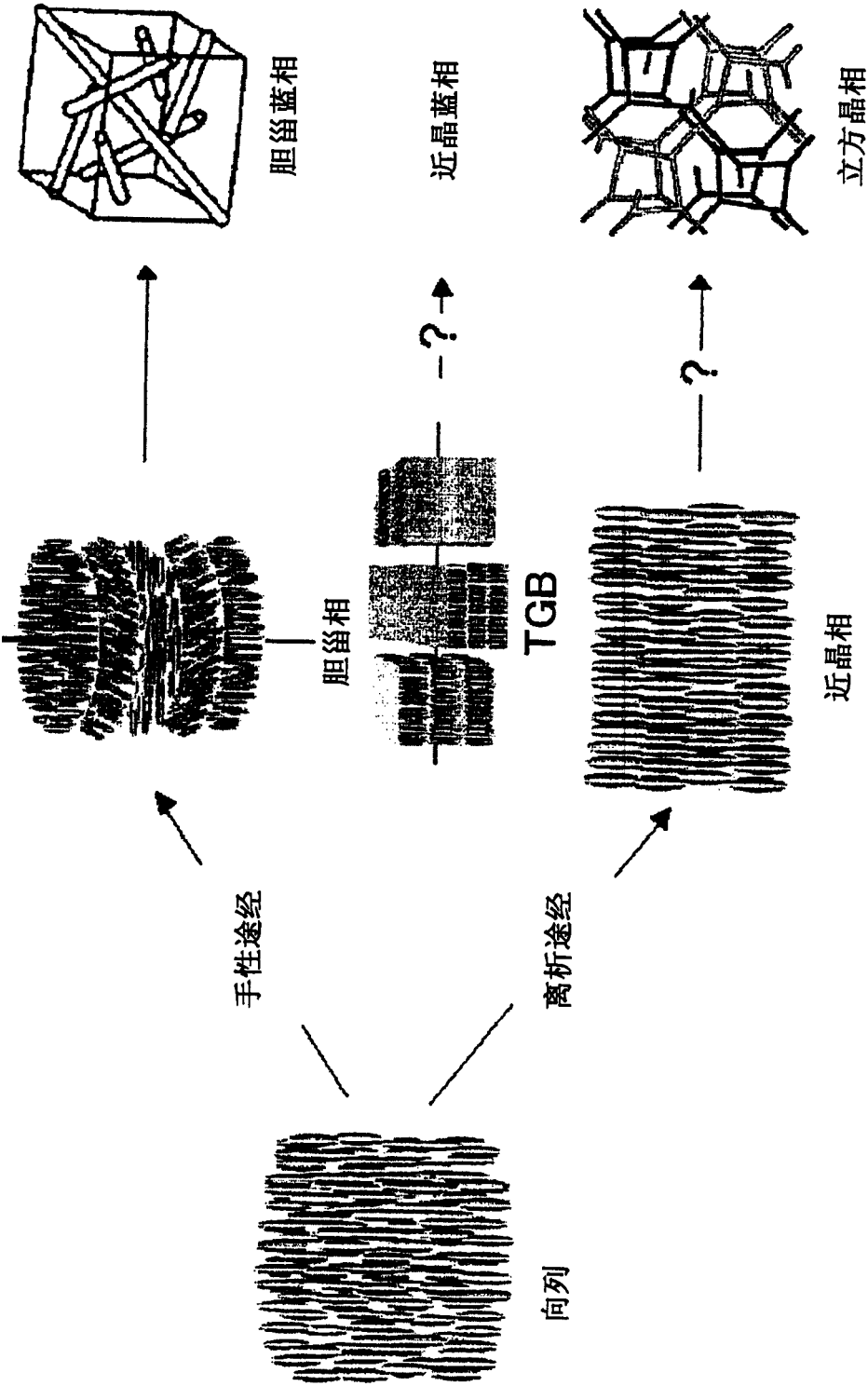


图5

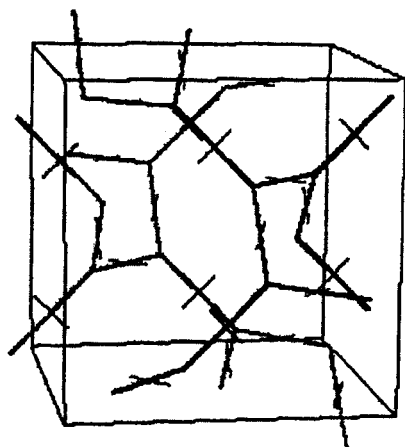


图6

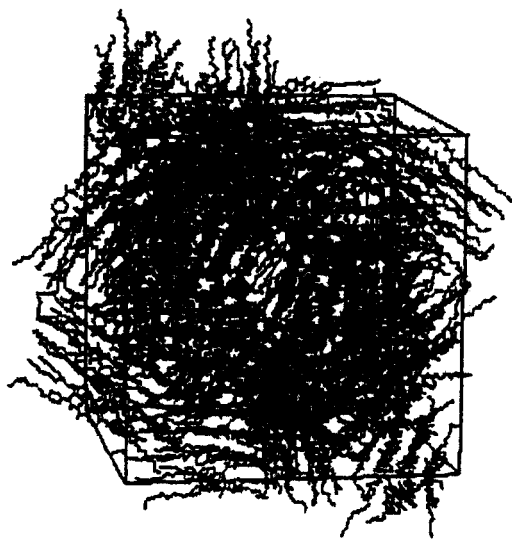
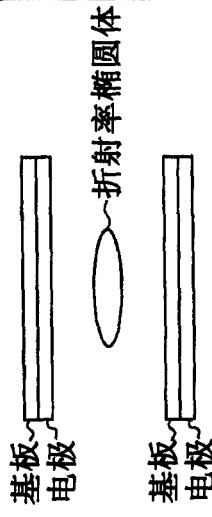
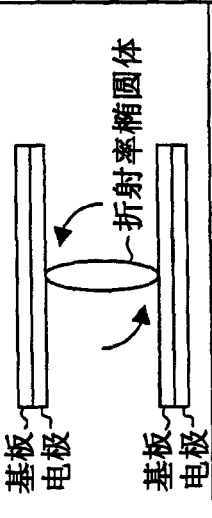
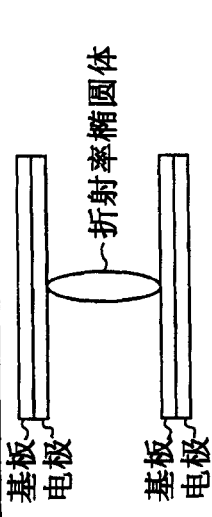
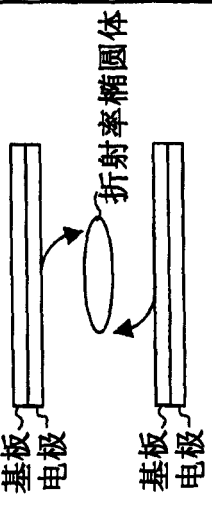
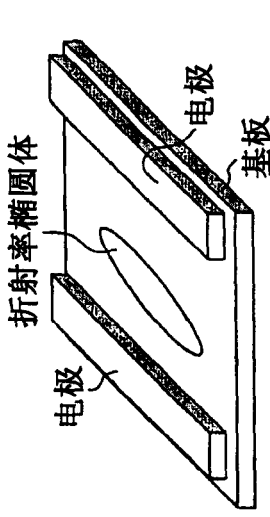
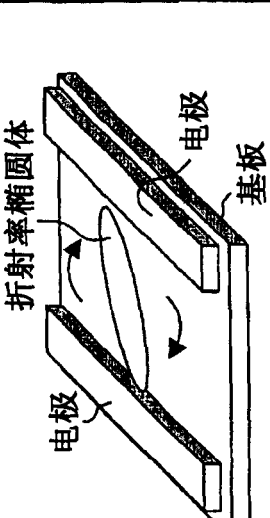
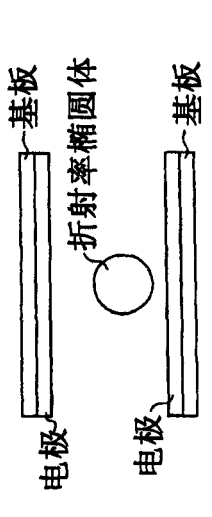
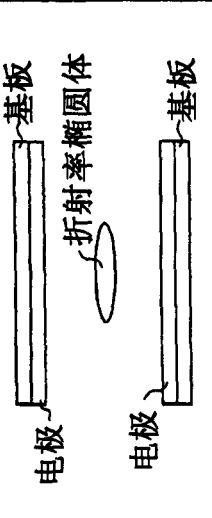


图7

	不施加电压时媒质的 平均折射率椭圆体	施加电压时媒质的 平均折射率椭圆体
TN 方式		
VA 方式		
IPS 方式		
本 显 示 元 件		

液晶显示装置：
折射率椭圆体的
形状不变，
通过施加电压其方向旋转

施加电压时是各向同性
的 ($n_x=n_y=n_z$)，通过
施加电压显示各向异性
($n_x>n_y$)

图8

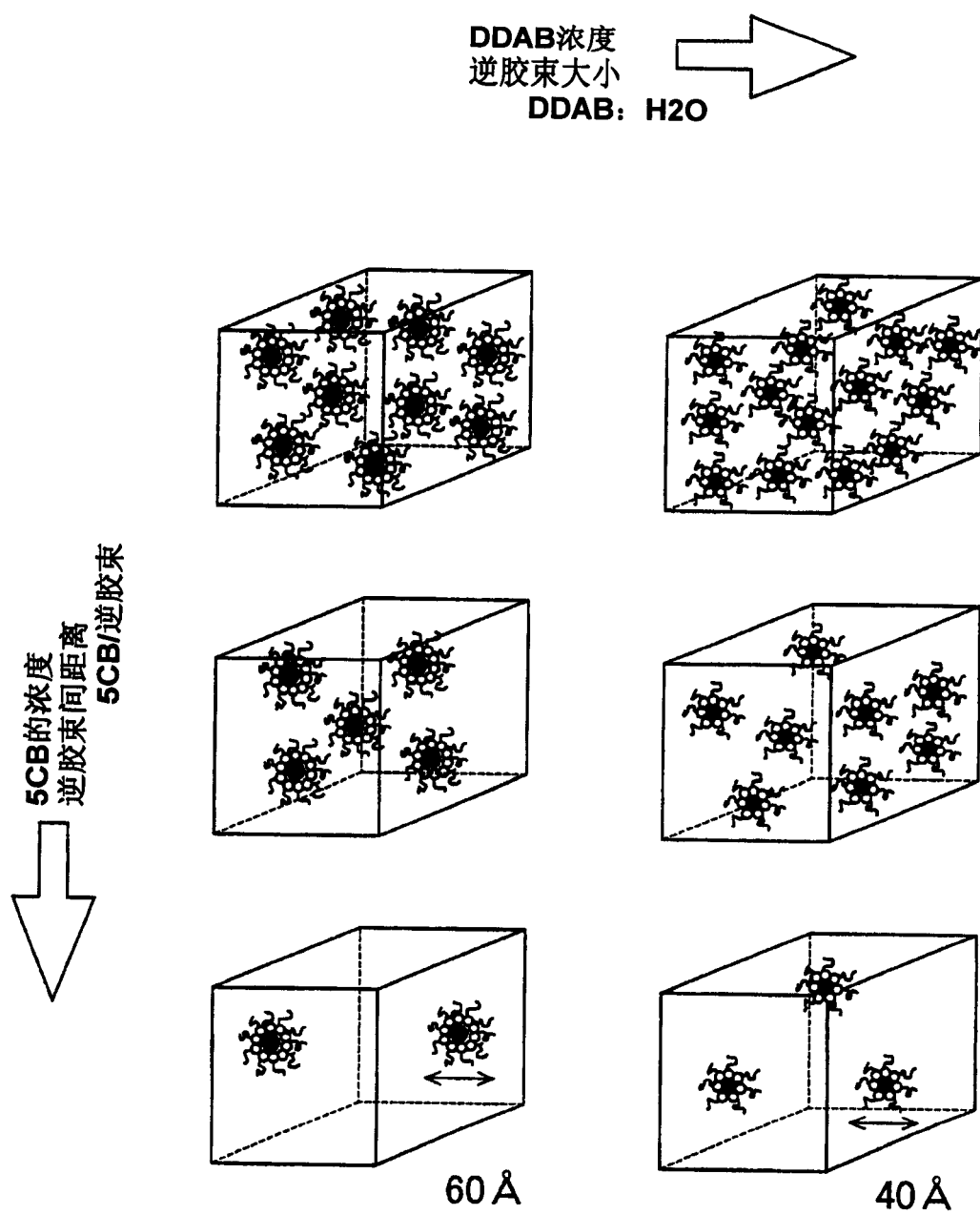
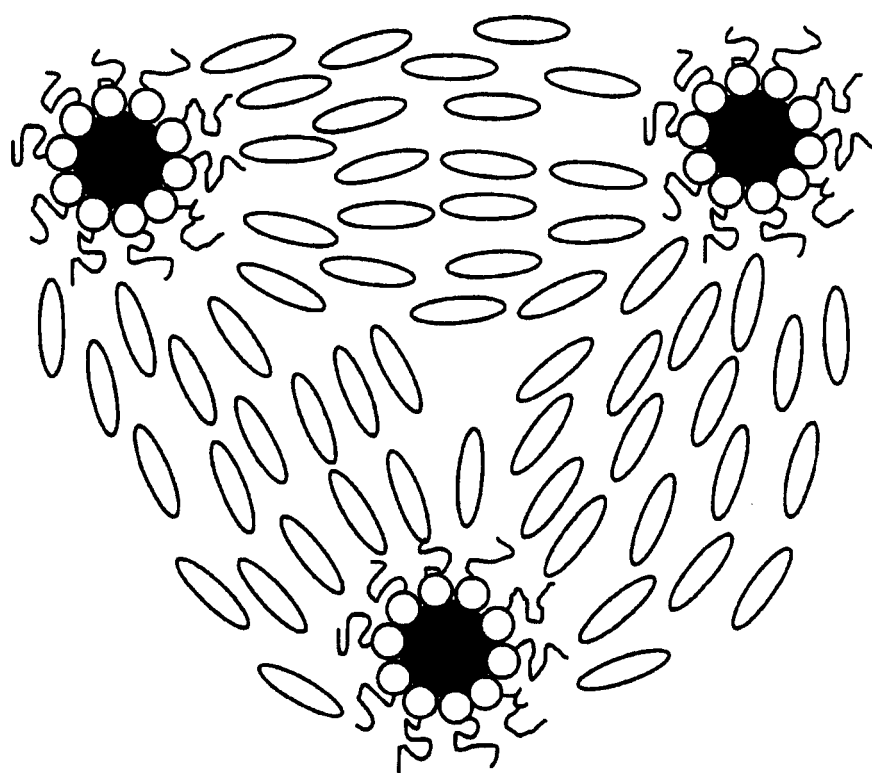


图9

**图10**

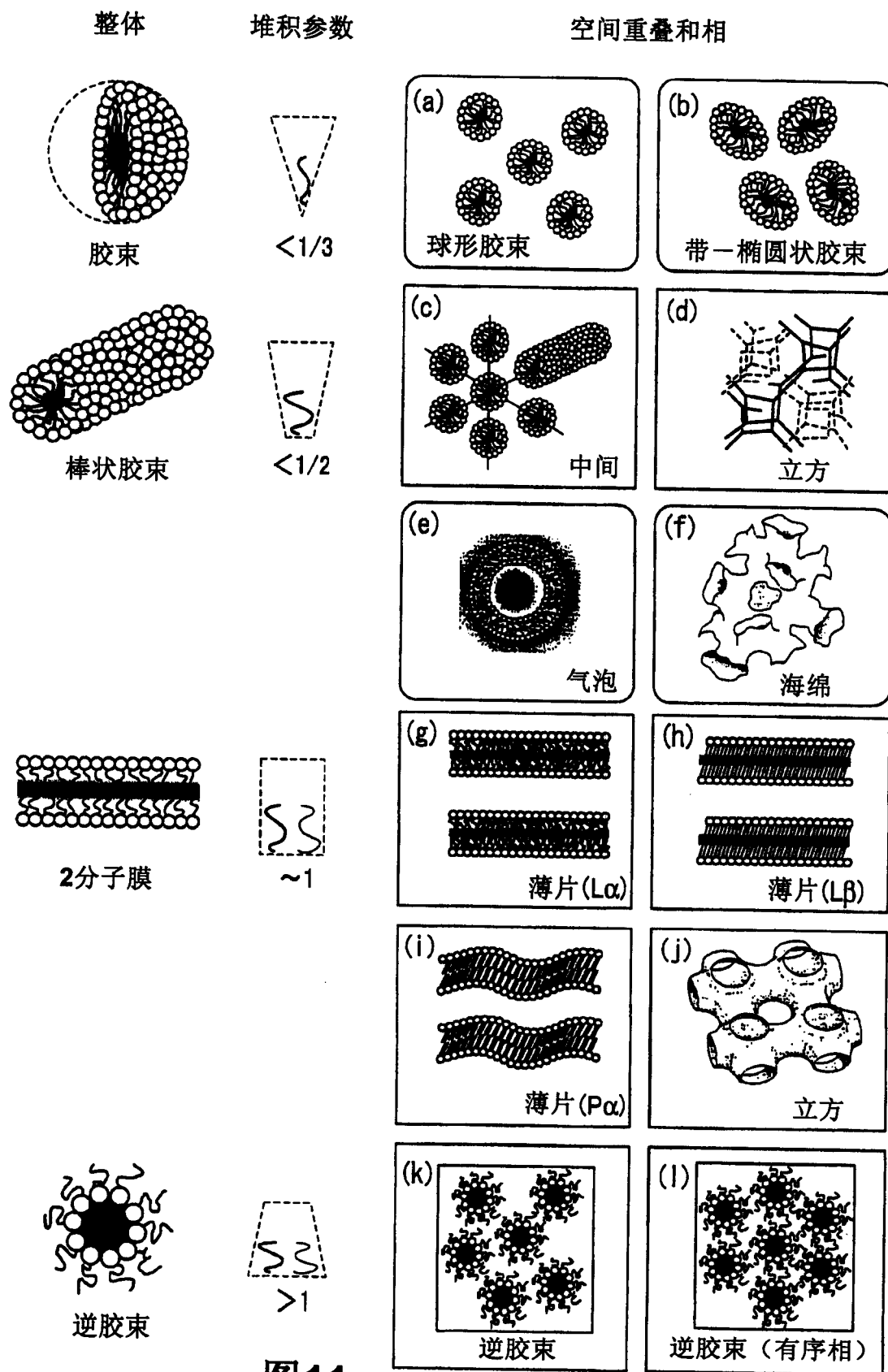


图11

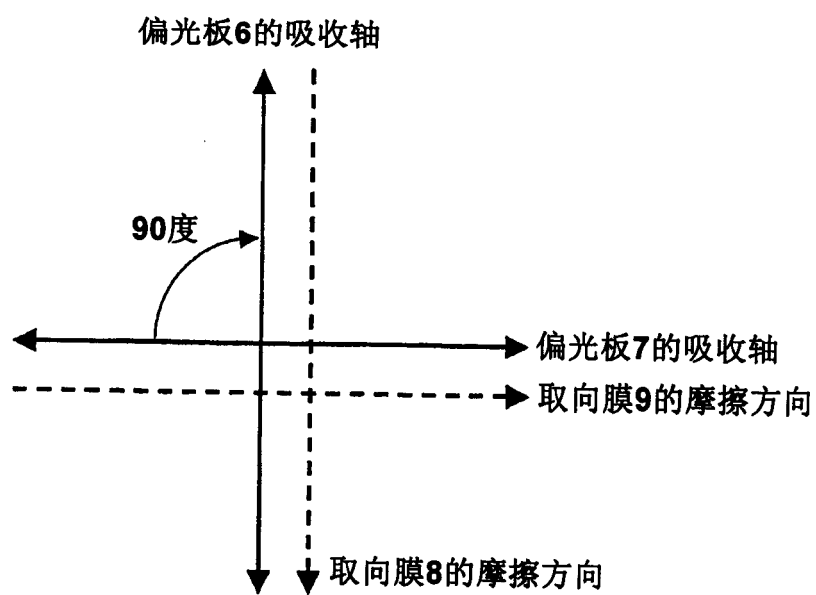


图12

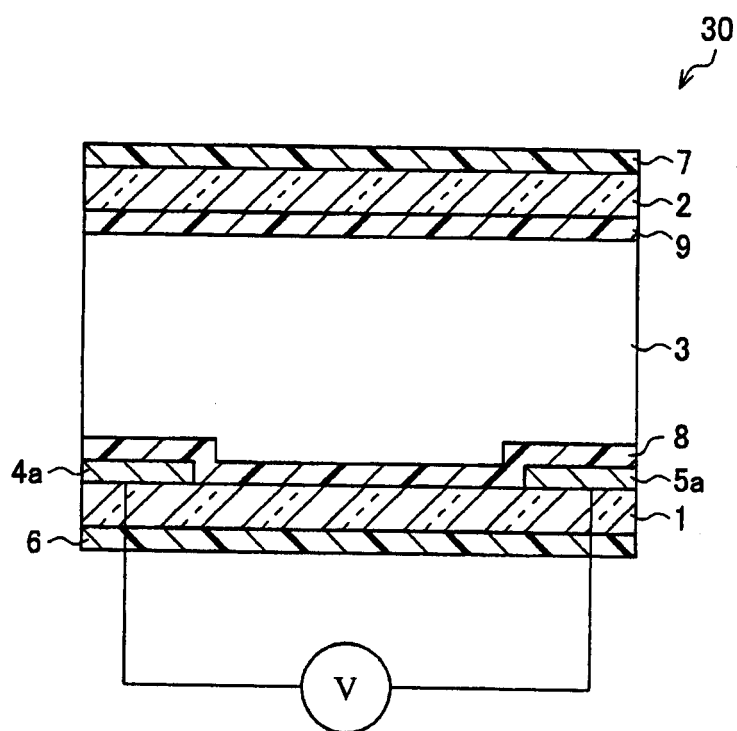


图13

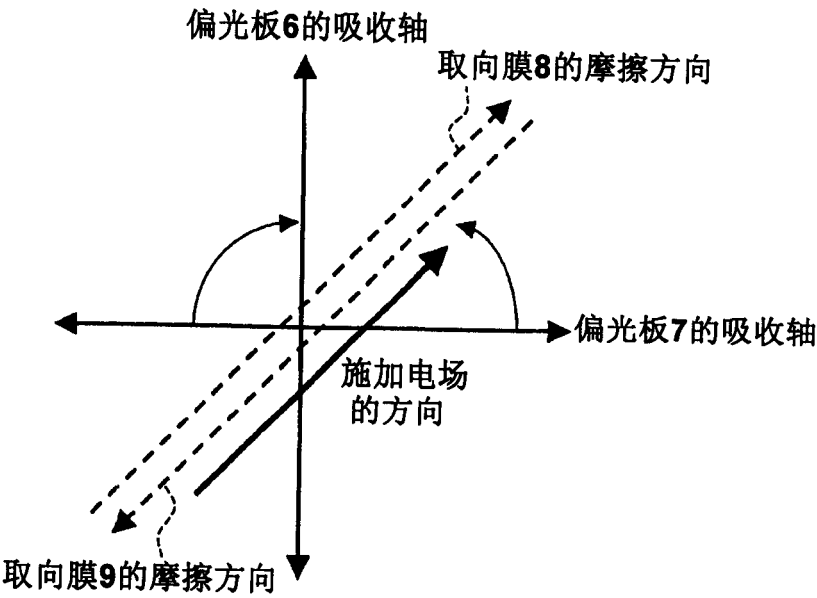


图14

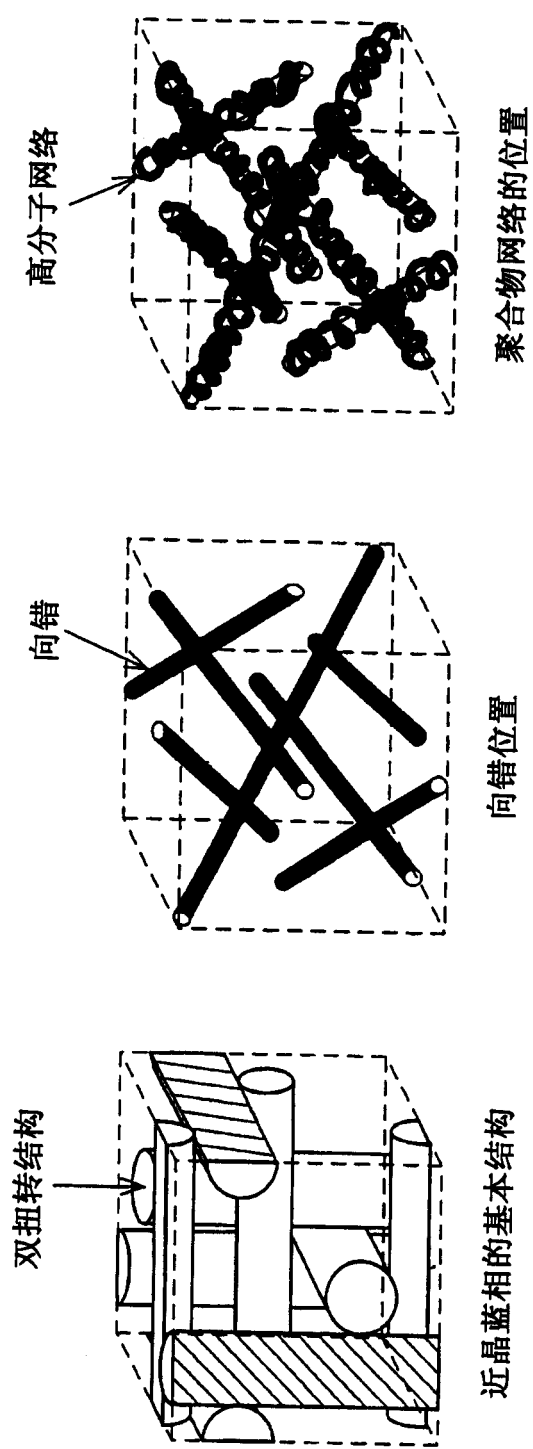


图15

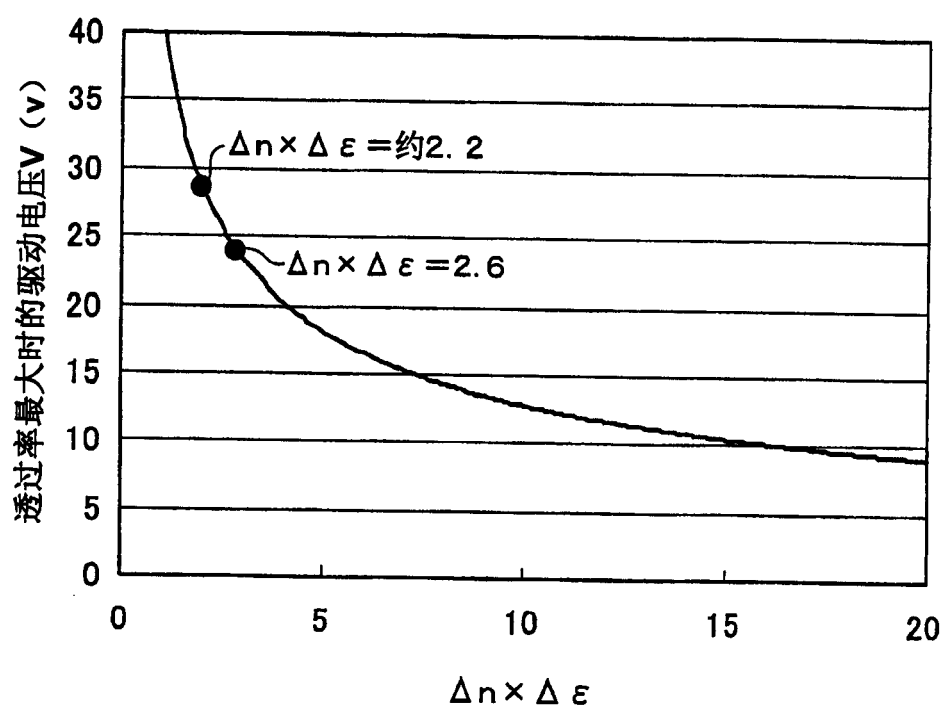


图16

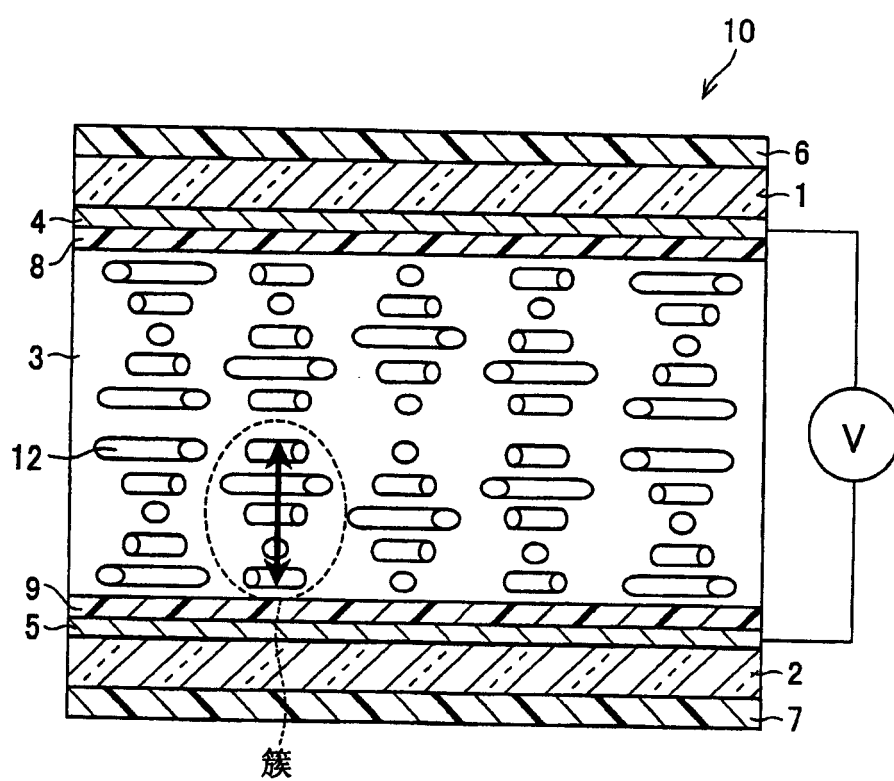


图17

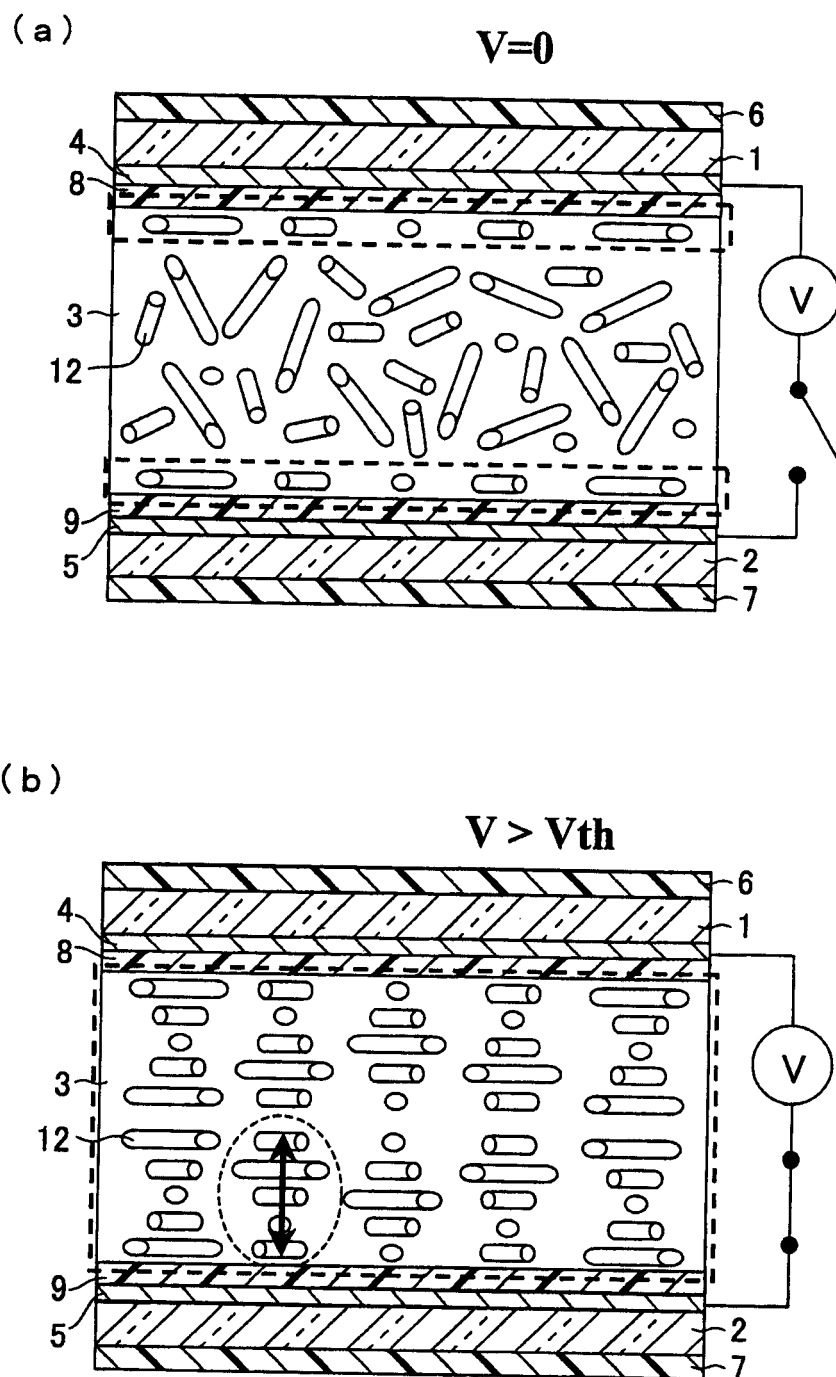
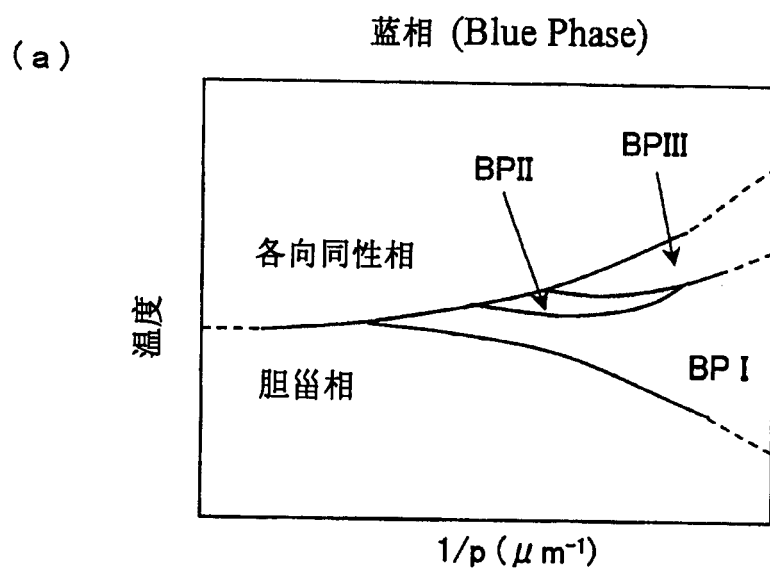
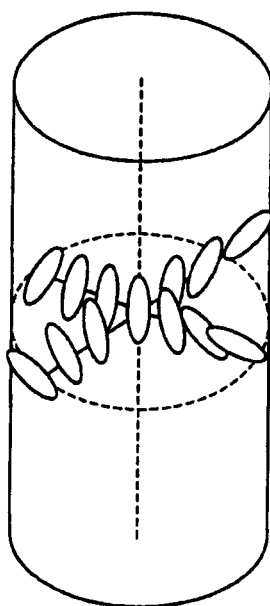


图18



(b)



双扭转圆柱体 (DTC)

图19

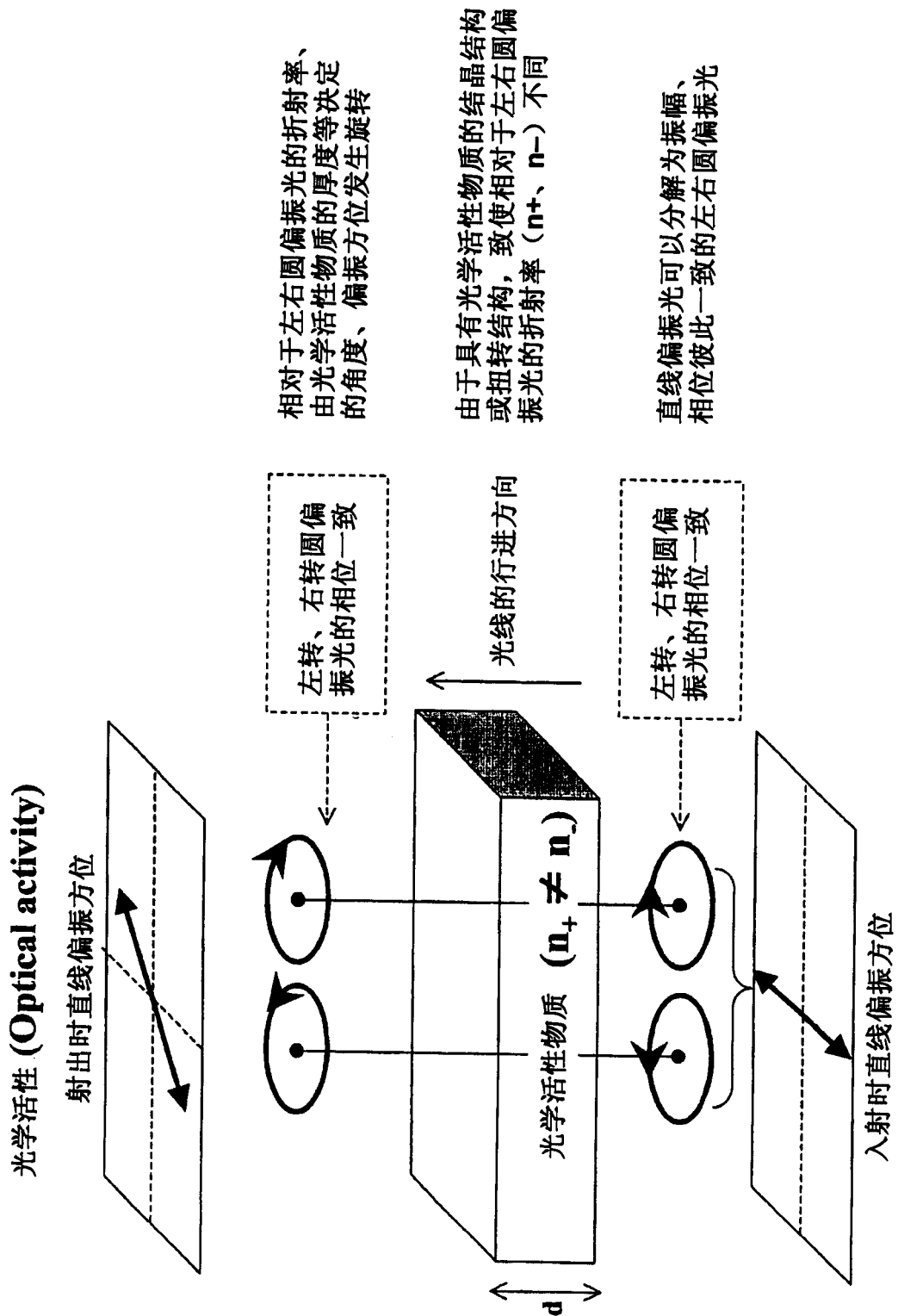


图20

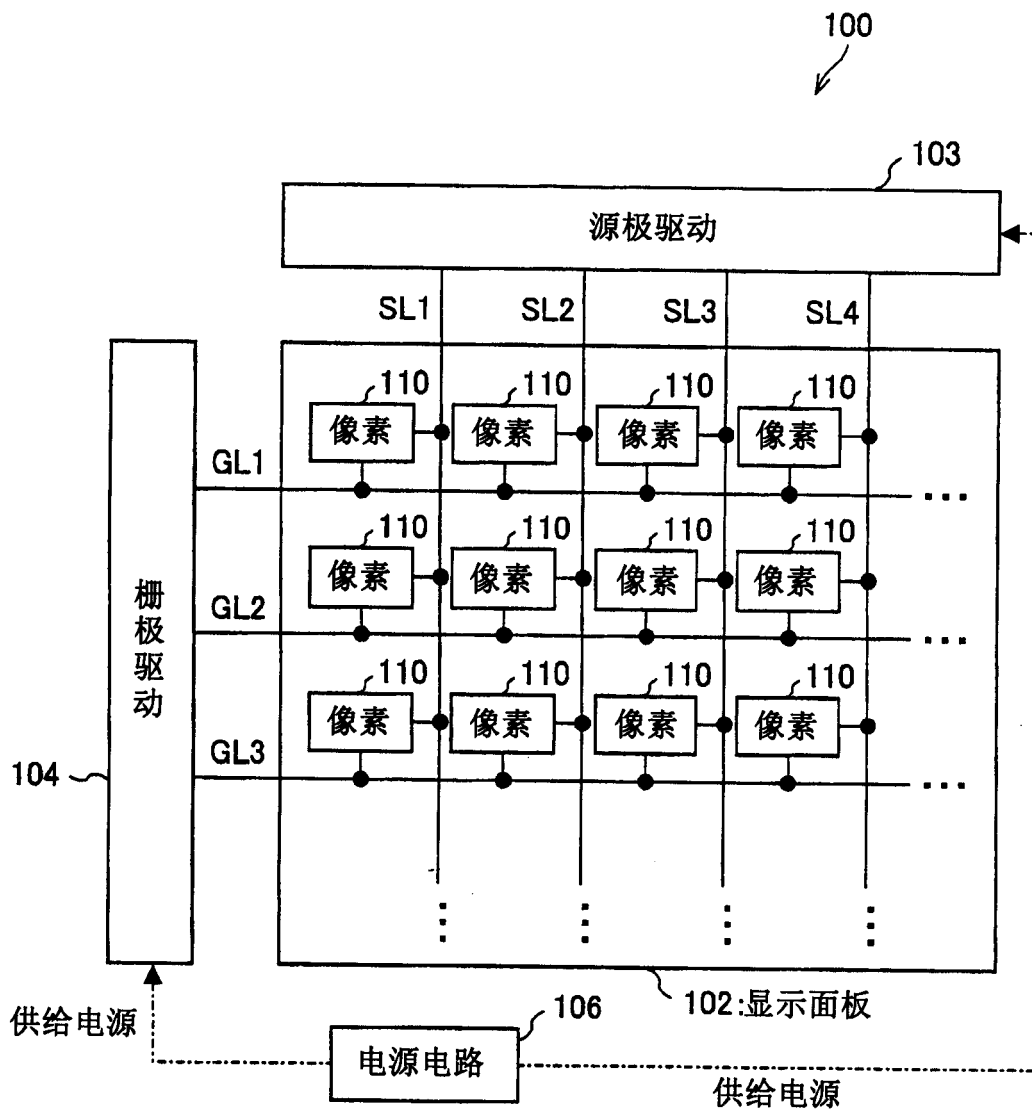


图21

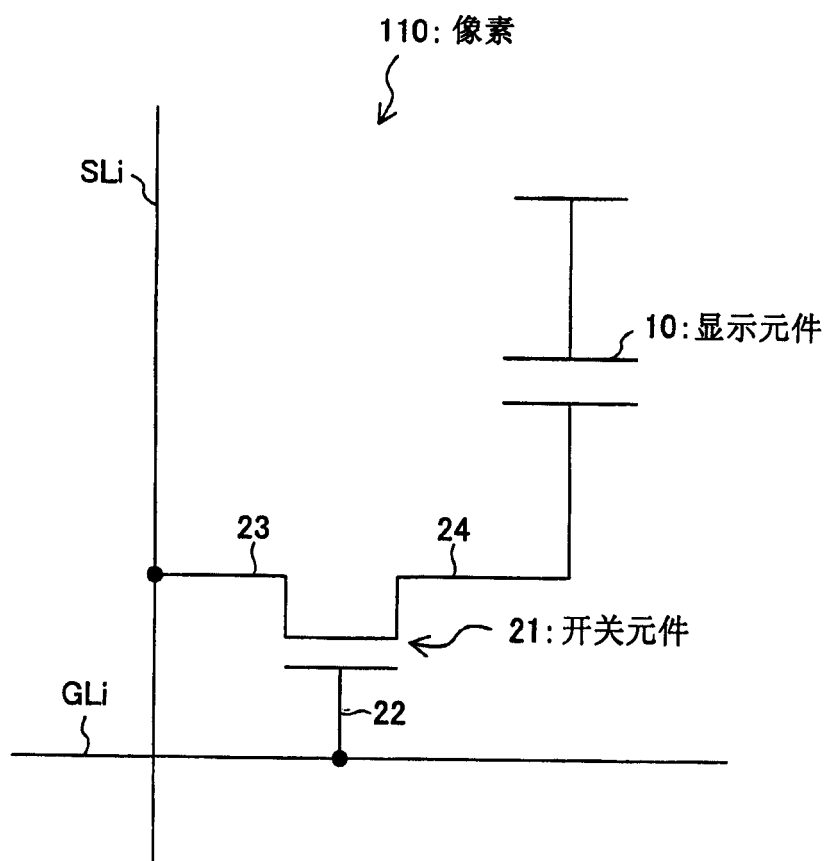


图22

专利名称(译)	显示元件和显示装置以及显示元件的制造方法		
公开(公告)号	CN1641425A	公开(公告)日	2005-07-20
申请号	CN200510005688.3	申请日	2005-01-17
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	宫地弘一 芝原靖司 井上威一郎 石原将市 小出贵子		
发明人	宫地弘一 芝原靖司 井上威一郎 石原将市 小出贵子		
IPC分类号	G02F1/1333 C09K19/00 C09K19/02 C09K19/42 C09K19/58 G02F1/07 G02F1/133 G02F1/137 G09G3/36		
CPC分类号	G02F1/13718 C09K19/02 G02F2001/13775 G02F1/07 C09K2019/0492 C09K2019/0418 C09K19/586		
优先权	2005007497 2005-01-14 JP 2004253425 2004-08-31 JP 2004008444 2004-01-15 JP		
其他公开文献	CN1641425B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

在两基板中的一个的面上，分别设置电极和进行了摩擦处理的取向膜，在两基板的另一个的面上，设有偏光板。形成有两基板的取向膜的面相对放置，在夹持在两基板间而成的区域的介电性物质层中，注入在负型液晶性化合物中添加了光聚合性单体和聚合引发剂的媒质。然后，将此媒质保持在使液晶相显现的状态下，通过照射紫外线，使光聚合性单体聚合，形成高分子链。由此实现驱动必要的电场(外场)小的显示元件，其通过施加电场(外场)光学各向异性的程度发生变化。

