



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00100946. X

[43] 授权公告日 2003 年 7 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1115587C

[22] 申请日 2000.1.7 [21] 申请号 00100946. X

[30] 优先权

[32] 1999. 1. 7 [33] JP [31] 2345/1999

[71] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本国大阪府

[72] 发明人 畑中孝之 藤田晋吾 小川铁

审查员 康正德

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

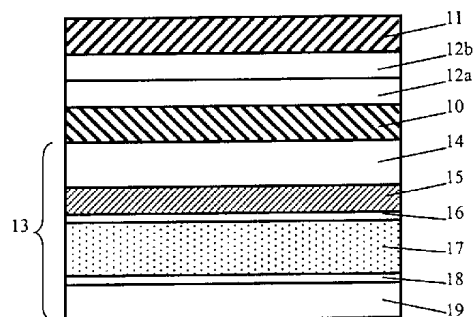
代理人 李 玲

权利要求书 6 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称 反射型液晶显示器

[57] 摘要

一种仅采用一片偏振片薄膜的反射型液晶显示器，包括将液晶密封在一对基板(14)和(19)之间制成的液晶晶包、偏振片薄膜、两个延迟薄膜、散射薄膜和镜面反射镜。液晶的扭转角在 220° 至 260° 之间。液晶的延迟 $\Delta nLC \cdot dLC$ 在 700nm 至 1000nm 之间，延迟薄膜的延迟为 $|R \text{ 薄膜}(2) - R \text{ 薄膜}(1)| \leq 200\text{nm}$ 。在液晶分子准直、延迟薄膜延迟轴以及偏振片吸收轴之间建立特定角度关系。可提供明亮白色显示、具有高对比度的消色差黑白显示以及对观察角度的依赖性极小。



1. 一种反射型液晶显示器，所述反射型液晶显示器包括：

液晶晶包，它包括密封在第一基板与第二基板之间的液晶厚度为 d_{LC} 的双折射为 Δn_{LC} 的液晶层，该液晶晶包具有第一基板侧面和第二基板侧面；

设置在所述液晶晶包的第一基板侧面上的偏振片层；

设置在所述偏振片层与所述液晶层之间的两层延迟层；

设置在所述偏振片层与所述液晶层之间的至少一层散射层；以及

设置在所述液晶晶包的第二基板侧面上的光学反射镜；

其特征在于：所述液晶的扭转角在 220° 和 260° 之间，所述液晶的双折射 Δn_{LC} 乘以液晶层厚度 d_{LC} 的乘积 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ 在 700nm 至 1000nm 之间，该液晶显示器满足公式 2 以及一组公式 3—5 或一组公式 8—10 之一：

$$|R_{\text{薄膜}2} - R_{\text{薄膜}1}| \leq 200\text{nm} \quad (2)$$

$$100^\circ \leq \phi_{F1} - \phi_{LC} \leq 140^\circ \quad (3)$$

$$-70^\circ \leq \phi_{F2} - \phi_{F1} \leq -50^\circ \quad (4)$$

$$-70^\circ \leq \phi_p - \phi_{F2} \leq -50^\circ \quad (5)$$

$$75^\circ \leq \phi_{F1} - \phi_{LC} \leq 115^\circ \quad (8)$$

$$-70^\circ \leq \phi_{F2} - \phi_{F1} \leq -50^\circ \quad (9)$$

$$-40^\circ \leq \phi_p - \phi_{F2} \leq 10^\circ \quad (10)$$

这里：

$R_{\text{薄膜}1} = \{n_{x1} - n_{y1}\} \cdot d_1$ ，代表相对靠近所述液晶晶包的延迟层中的延迟；

$R_{\text{薄膜}2} = \{n_{x2} - n_{y2}\} \cdot d_2$ ，代表相对远离所述液晶晶包的延迟层中的延迟；

n_{x1} = 层的一面内的相对靠近所述液晶晶包的延迟层的非寻常光折射率；

n_{x2} = 层的一面内的相对远离所述液晶晶包的延迟层的非寻常光折射率；

n_{y1} = 相对靠近所述液晶晶包的延迟层的寻常光折射率；

n_{y2} = 相对远离所述液晶晶包的延迟层的寻常光折射率；

d_1 = 相对靠近所述液晶晶包的延迟层的厚度；

d_2 = 相对远离所述液晶晶包的延迟层的厚度；

ϕ_{LC} = 与所述第一基板接触的所述液晶的分子的准直方向的角度；

ϕ_p = 所述偏振片层的吸收轴的角度；

$\phi F1$ =相对较靠近所述液晶晶包的所述延迟层的慢轴方向的角度；以及

$\phi F2$ =相对较远离所述液晶晶包的所述延迟层的慢轴方向的角度；

其中，所有角度从与所述液晶晶包的一面平行的参考方向测得，从所述第二基板到所述第一基板的所述液晶的扭转方向被视为正向。

2. 如权利要求 1 所述的反射型液晶显示器，其特征在于：R 薄膜 1 和 R 薄膜 2 进一步满足下列公式 6 和 7，角度 ϕLC 、 ϕp 、 $\phi F1$ 和 $\phi F2$ 满足一组公式 3—5：

$$450\text{nm} \leq \text{R 薄膜 1} \leq 600\text{nm} \quad (6)$$

$$600\text{nm} \leq \text{R 薄膜 2} \leq 750\text{nm} \quad (7)。$$

3. 如权利要求 1 所述的反射型液晶显示器，其特征在于：R 薄膜 1 和 R 薄膜 2 进一步满足下列公式 11 和 12，角度 ϕLC 、 ϕp 、 $\phi F1$ 和 $\phi F2$ 满足一组公式 8—10：

$$300\text{nm} \leq \text{R 薄膜 1} \leq 500\text{nm} \quad (11)$$

$$300\text{nm} \leq \text{R 薄膜 2} \leq 500\text{nm} \quad (12)。$$

4. 如权利要求 1 所述的反射型液晶显示器，其特征在于：液晶的所述扭转角度在 240° 与 260° 之间。

5. 如权利要求 2 所述的反射型液晶显示器，其特征在于：所述液晶扭转角度为 240° 至 260° 之间。

6. 如权利要求 3 所述的反射型液晶显示器，其特征在于：所述液晶的扭转角度为 240° 至 260° 之间。

7. 如权利要求 1 所述的反射型液晶显示器，其特征在于：所述延迟层的系数 $Qz1$ 和 $Qz2$ 由公式 13 和 14 定义，满足公式 15 和 16：

$$Qz1 = \{nx1 - nz1\} / \{nx1 - ny1\} \quad (13)$$

$$Qz2 = \{nx2 - nz2\} / \{nx2 - ny2\} \quad (14)$$

$$0.0 \leq Qz1 \leq 1.0 \quad (15)$$

$$0.0 \leq Qz2 \leq 1.0 \quad (16)$$

其中， $nz1$ 为与所述层的一面垂直的相对较靠近所述液晶晶包的所述延迟层的折射率； $nz2$ 为与所述层的一面垂直的相对较远离所述液晶晶包的所述延迟层的折射率。

8. 如权利要求 2 所述的反射型液晶显示器，其特征在于：所述延迟层的系数 $Qz1$ 和 $Qz2$ 由公式 13 和 14 定义，满足公式 15 和 16：

$$Qz1 = \{nx1 - nz1\} / \{nx1 - ny1\} \quad (13)$$

$$Q_{z2} = \{n_{x2} - n_{z2}\} / \{n_{x2} - n_{y2}\} \quad (14)$$

$$0.0 \leq Q_{z1} \leq 1.0 \quad (15)$$

$$0.0 \leq Q_{z2} \leq 1.0 \quad (16)$$

其中, n_{z1} 为与所述层的一面垂直的相对较靠近所述液晶晶包的所述延迟层的折射率; n_{z2} 为与所述层的一面垂直的相对较远离所述液晶晶包的所述延迟层的折射率。

9. 如权利要求 3 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述延迟层的系数 Q_{z1} 和 Q_{z2} 由公式 13 和 14 定义, 满足公式 15 和 16:

$$Q_{z1} = \{n_{x1} - n_{z1}\} / \{n_{x1} - n_{y1}\} \quad (13)$$

$$Q_{z2} = \{n_{x2} - n_{z2}\} / \{n_{x2} - n_{y2}\} \quad (14)$$

$$0.0 \leq Q_{z1} \leq 1.0 \quad (15)$$

$$0.0 \leq Q_{z2} \leq 1.0 \quad (16)$$

其中, n_{z1} 为与所述层的一面垂直的相对较靠近所述液晶晶包的所述延迟层的折射率; n_{z2} 为与所述层的一面垂直的相对较远离所述液晶晶包的所述延迟层的折射率。

10. 如权利要求 4 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述延迟层的系数 Q_{z1} 和 Q_{z2} 由公式 13 和 14 定义, 满足公式 15 和 16:

$$Q_{z1} = \{n_{x1} - n_{z1}\} / \{n_{x1} - n_{y1}\} \quad (13)$$

$$Q_{z2} = \{n_{x2} - n_{z2}\} / \{n_{x2} - n_{y2}\} \quad (14)$$

$$0.0 \leq Q_{z1} \leq 1.0 \quad (15)$$

$$0.0 \leq Q_{z2} \leq 1.0 \quad (16)$$

其中, n_{z1} 为与所述层的一面垂直的相对较靠近所述液晶晶包的所述延迟层的折射率; n_{z2} 为与所述层的一面垂直的相对较远离所述液晶晶包的所述延迟层的折射率。

11. 如权利要求 5 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述延迟层的系数 Q_{z1} 和 Q_{z2} 由公式 13 和 14 定义, 满足公式 15 和 16:

$$Q_{z1} = \{n_{x1} - n_{z1}\} / \{n_{x1} - n_{y1}\} \quad (13)$$

$$Q_{z2} = \{n_{x2} - n_{z2}\} / \{n_{x2} - n_{y2}\} \quad (14)$$

$$0.0 \leq Q_{z1} \leq 1.0 \quad (15)$$

$$0.0 \leq Q_{z2} \leq 1.0 \quad (16)$$

其中, n_{z1} 为与所述层的一面垂直的相对较靠近所述液晶晶包的所述延迟层的折射率; n_{z2} 为与所述层的一面垂直的相对较远离所述液晶晶包的所述延迟层的折射率。

12. 如权利要求 6 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述延迟层的系数 Q_{z1} 和 Q_{z2} 由公式 13 和 14 定义, 满足公式 15 和 16:

$$Q_{z1} = \{n_{x1} - n_{z1}\} / \{n_{x1} - n_{y1}\} \quad (13)$$

$$Q_{z2} = \{n_{x2} - n_{z2}\} / \{n_{x2} - n_{y2}\} \quad (14)$$

$$0.0 \leq Q_{z1} \leq 1.0 \quad (15)$$

$$0.0 \leq Q_{z2} \leq 1.0 \quad (16)$$

其中, n_{z1} 为与所述层的一面垂直的相对较靠近所述液晶晶包的所述延迟层的折射率; n_{z2} 为与所述层的一面垂直的相对较远离所述液晶晶包的所述延迟层的折射率。

13. 如权利要求 1 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜设置在所述第二基板与所述液晶层之间。

14. 如权利要求 2 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜设置在所述第二基板与所述液晶层之间。

15. 如权利要求 3 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜设置在所述第二基板与所述液晶层之间。

16. 如权利要求 4 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜设置在所述第二基板与所述液晶层之间。

17. 如权利要求 5 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜设置在所述第二基板与所述液晶层之间。

18. 如权利要求 6 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜设置在所述第二基板与所述液晶层之间。

19. 如权利要求 7 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜设置在所述第二基板与所述液晶层之间。

20. 如权利要求 8 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜设置在所述第二基板与所述液晶层之间。

21. 如权利要求 9 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜设置在所述第二基板与所述液晶层之间。

22. 如权利要求 10 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜设置在所述第二基板与所述液晶层之间。

23. 如权利要求 11 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜设置在所述第二基板与所述液晶层之间。

24. 如权利要求 12 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜设置在所述第二基板与所述液晶层之间。

25. 如权利要求 1 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

26. 如权利要求 2 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

27. 如权利要求 3 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

28. 如权利要求 4 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

29. 如权利要求 5 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

30. 如权利要求 6 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

31. 如权利要求 7 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

32. 如权利要求 8 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

33. 如权利要求 9 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

34. 如权利要求 10 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

35. 如权利要求 11 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

36. 如权利要求 12 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

37. 如权利要求 13 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

38. 如权利要求 14 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

39. 如权利要求 15 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

40. 如权利要求 16 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

41. 如权利要求 17 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

42. 如权利要求 18 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

43. 如权利要求 19 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

44. 如权利要求 20 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

45. 如权利要求 21 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

46. 如权利要求 22 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

47. 如权利要求 23 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

48. 如权利要求 24 所述的反射型液晶显示器, 其特征在于: 所述光学反射镜包含含有铝或银之一的金属反射层。

反射型液晶显示器

5 技术领域

本发明涉及反射型液晶显示器领域。

背景技术

响应于使用包括移动电话、PHS(个人手持电话系统)和PDA(个人数字助手)的信息和通信设备的迅速增长,已经逐步建立了在任何时间、从任何地点由任何人访问和发送信息的基础结构。由于这种类型的信息和通信设备是为移动使用专门设计的,需要又亮又薄的低功率输入的显示元件。因此,液晶显示器是目前满足这种需要的一种主要显示器。液晶显示器是通过用几伏有效电压驱动液晶分子,以改变光透射率而显示消息的。由于液晶本身是非发光物质,因此需要一个单独的光源,它需要比驱动液晶所需功率大得多的功率。通过在液晶显示器下方提供一反射镜而利用环境光的反射型液晶显示器,同时再利用液晶的更有利的特性实现了极低功耗的显示元件。液晶显示器因此成为移动信息终端中所使用的主要显示器之一。

此外,随着信息量的增大,移动信息终端对彩色显示的需求正在增大。已经对彩显提出了有关反射型液晶显示器构造的几项建议,包括采用彩色滤光片和双折射效应等。

传统的反射型液晶显示器包括液晶晶包和将液晶晶包夹在当中的一对偏振片薄膜。一片偏振片薄膜的光透射率仅45%,对于平行于偏振片薄膜吸收轴偏振的光,其透射率接近于0。垂直于吸收轴偏振的光,透射率几乎为90%。于是,在利用两个偏振片薄膜的反射型液晶显示器中,进入液晶显示器的光在从液晶显示器出射前四次通过偏振片薄膜。于是,当非偏振自然光入射在液晶显示器上时,不考虑彩色滤光片的吸收,可以按照下式计算总反射比或光透射率:

$$(0.9)^4 \times 50\% = 32.8\%。$$

为了实现更明亮的显示,已经提出几项有关利用单个偏振片的构造。在这种单个偏振片结构中,可以在液晶晶包顶部侧面上仅设置一个偏振片薄膜,以

致于液晶晶包被一个偏振片薄膜和反射镜夹在当中。例如，在日本公开专利公报 H8-201802 和 H7-146469 号中揭示了这种结构。在这种情况下，进入液晶显示器中的光仅两次通过偏振片薄膜。因此，再次不考虑彩色滤光片的吸收的话，单个偏振片反射型液晶显示器的总反射比或光透射率可以按照下式计算：

5 $(0.9)^2 \times 50\% = 40.5\%。$

因此，与采用两个偏振片薄膜的结构相比，单个偏振片结构在总反射比上提高到约 24% $((40.5/32.8) \times 100\% - 100\%)。$

此外，日本公开专利公报 H6-308481 提出一种利用扭转液晶层和偏振片薄膜的双折射特性，没有彩色滤光片，产生彩色显示的反射型彩色液晶显示装置。

10 图 5 示出传统的包括一个偏振片薄膜(偏振片)和一个彩色滤光片的反射型液晶显示器的构造。液晶晶包 53 是通过将液晶层 57 夹在透明基板 54 和底部基板 59 之间产生的，透明基板 54 上形成有彩色滤光片 55 和透明电极 56，底部基板 59 上形成有镜面反射镜 58。在这一液晶晶包的外侧层叠有延迟薄膜 52、偏振片 51 和正向散射薄膜 50，以完成一个反射型液晶显示器。

15 如果在采用两个偏振片薄膜的反射型液晶显示器中采用彩色滤光片以产生彩色显示，那么，反射比足以保证所需的显示亮度。

 如果通过增大反射比保证所需的亮度，在具有单个偏振片薄膜的的反射型液晶显示器结构中采用彩色滤光片，那么，产生消色差黑白显示可能是困难的。在传统的结构中可能会出现不希望有的彩色化。具体地说，不能实现具有低反
20 射比的消色差黑白显示。此外，这种类型的彩色显示的光学特性在很大程度上依赖于入射光和观察角。如果具有单个偏振片薄膜的反射型液晶显示器受观察角度的影响达到较高程度，那么，其缺点是不局限于窄的观察角度。更具体地说，如果黑色显示的反射比在特定入射光角度下增大，那么，由于在反射型液晶显示器中控制入射光角度要比透射型液晶显示器困难得多得多，光学特性会
25 明显地劣化。

 采用扭转液晶层双折射特性和偏光片的不采用彩色滤光片而实现彩色显示的反射型液晶显示器件能够保证在两个偏振片薄膜上的实用亮度，因为未采用彩色滤光片。然而，这种结构从理论上不可以应用于诸如 16 个灰度等级 4096 彩色显示的多个灰度等级和多种色彩的显示，因为双折射效应会产生彩色化。
30 这种类型还具有低色彩纯度和有限的彩色再现范围。

即使在未采用彩色滤光片的黑白反射型液晶显示器中,如果采用两个偏振片薄膜不能实现具有高反射比的白色显示。

发明内容

本发明的目的是通过解决传统反射型液晶显示器的以上缺点提供一种具有明亮白色显示、高对比度、优良消色差黑白显示以及很少依赖于观察角度的令人满意光学特性的彩色或黑白反射型液晶显示器。

本发明的反射型液晶显示器包括:液晶晶包,其中液晶层包括密封在第一基板和第二基板之间的液晶;设置在液晶晶包的第一基板侧面上的偏振片薄膜;设置在偏振片层与液晶晶包的液晶层之间的两层延迟薄膜;设置在偏振片层与液晶层之间的一层或一层以上的散射薄膜;以及设置在液晶晶包的第二基板侧面上的光学反射镜。这一反射型液晶显示器满足以下条件。液晶的扭转角在 220° 和 260° 之间。液晶的双折射 Δn_{LC} 与液晶层厚度 d_{LC} 的乘积 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ 在 700nm 至 1000nm 之间。由公式 1 表示的每个延迟层的延迟 R 薄膜(i)满足公式 2 的关系,这里, $i=1$ 是靠近液晶晶包的延迟薄膜, $i=2$ 是远离液晶晶包的延迟薄膜; $n_x(i)$ 是每个延迟薄膜在该薄膜表面内的非寻常光的折射率; $n_y(i)$ 是寻常光的折射率; $d(i)$ 是层厚度。

$$R \text{ 薄膜}(i) = \{n_x(i) - n_y(i)\} \cdot d(i) \quad (1)$$

$$|R \text{ 薄膜}(2) - R \text{ 薄膜}(1)| \leq 200\text{nm} \quad (2)$$

此外,反射型液晶显示器满足一组公式 3-5 或一组公式 8-10:

$$100^\circ \leq \phi_{F1} - \phi_{LC} \leq 140^\circ \quad (3)$$

$$-70^\circ \leq \phi_{F2} - \phi_{F1} \leq -50^\circ \quad (4)$$

$$-70^\circ \leq \phi_p - \phi_{F2} \leq -50^\circ \quad (5)$$

$$75^\circ \leq \phi_{F1} - \phi_{LC} \leq 115^\circ \quad (8)$$

$$-70^\circ \leq \phi_{F2} - \phi_{F1} \leq -50^\circ \quad (9)$$

$$-40^\circ \leq \phi_p - \phi_{F2} \leq 10^\circ \quad (10)$$

这里:

ϕ_{LC} =与第一基板接触的液晶的液晶分子的准直方向的角度;

ϕ_p =偏振片薄膜的吸收轴的角度;

ϕ_{F1} =靠近液晶晶包的延迟薄膜的光学慢轴的角度(非寻常光折射率的角度); 以及

$\phi F2$ =远离液晶晶包的延迟薄膜的光学慢轴的角度;

所有的角度是相对于平行于液晶晶包表面的参考方向测量的,把从第二基板到第一基板的液晶的扭转方向认为是正方向。

这种结构提供了实现具有足够低反射比的消色差黑色显示和具有高反射
5 比的消色差白色显示以及高对比度的反射型液晶显示器。

如果将延迟薄膜的折射率设定为满足 $0 \leq Q_z(i) \leq 1.0$, 这里,把系数 Q_z 定义为 $Q_z = \{n_x(i) - n_z(i)\} / \{n_x(i) - n_y(i)\}$, $n_z(i)$ =垂直于延迟薄膜表面的折射率,那么,光学特性对入射光方向或观察者方向的依赖性将减小,因此可实现具有进一步令人满意反射比的消色差黑色显示。

10 在第二基板与液晶之间设置光学反射镜,以及采用含有铝或银的金属薄膜作为光学反射镜,可以使双象或视差的出现减至最少,因为液晶层与反射面接触。这种结构可实现进一步令人满意的显示图象,以及与此同时可实现具有高反射比的白色显示。

附图说明

15 图 1 是按照本发明第一至第三示范实施例的反射型液晶显示器的截面图。

图 2 是按照本发明第一至第三示范实施例的反射型液晶元件的光学构造。

同 3A 和 3B 是曲线图,分别表明在按照本发明第三示范实施例的反射型液晶元件中施加 OFF 电压时黑色显示的反射比变化百分比与观察角向右和向下变化的关系。

20 图 4A 和 4B 是表明按照本发明第一至第三示范实施例的反射型液晶元件中不同位置上散射薄膜例子的截面图。

图 5 是传统的反射型液晶显示器的结构的截面图。

具体实施方式

现在参考附图描述本发明的示范实施例。

25 第一示范实施例

图 1 示出本发明第一示范实施例中的反射型液晶元件的截面图。正如图 1 所示,该本发明示范实施例是采用单个偏振片的彩色反射型液晶显示器。散射薄膜 10、延迟薄膜 12a、12b 和偏振片薄膜 11 设置在液晶晶包 13 外侧。液晶晶包 13 包括夹在底部基板 19 与顶部透镜基板 14 之间的液晶层 17,底部基板
30 上形成有镜面反射器 18,顶部基板上形成有彩色滤光片 15 和透明电极 16。镜

面反射镜 18 对应于本发明的镜面反射装置。

图 2 示出从液晶显示器的偏置片薄膜 11 这一侧观看时的第一示范实施例的反射型液晶显示器的光学构造。与顶部透明基板 14 接触的液晶分子的参考线 20 (它平行于液晶晶包 13 的表面)、准直方向 21、与底部基板 19 接触的液晶分子的准直方向 22、相对靠近液晶晶包 13 的延迟薄膜(1) 12a 的光学慢轴方向 23、相对远离液晶晶包(相对靠近偏振片薄膜 11)的延迟薄膜(2) 12b 的光学慢轴方向 24、以及偏振片薄膜 11 的吸收轴方向 25 示于图 2 中。从参考线 20 测量, ϕ_{LC0} 是底部基板 19 上液晶分子的准直方向 22 的角度, ϕ_{LC} 是顶部透明基板 14 上的液晶分子的准直方向 21 的角度, ϕ_{LC1} 是延迟薄膜(1) 12a 的光学慢轴方向 23 的角度, ϕ_{LC2} 是延迟薄膜(2) 12b 的光学慢轴方向 24 的角度, ϕ_p 是偏振片薄膜 11 的吸收轴方向 25 的角度。 Ω_{LC} 是液晶从底部基板 19 扭转到底部基板 14 的扭转角。液晶从底部基板 19 到顶部基板 14 的扭转方向被认为是正方向; 因此, 除了 ϕ_{LC0} 外, 图 2 中所有的角度是正方向。

以下将按照其制造方法的顺序描述第一示范实施例的液晶显示器的详细构造。

采用玻璃板作为顶部透明基板 14 和底部基板 19。在顶部透明基板 14 上以光刻方式形成红、绿和蓝颜料分散条, 作为彩色滤光片 15。然后, 形成氧化铟锡(ITO), 产生作为像素电极的透明电极 16。在底部基板 19 上淀积一层银蒸发薄膜, 形成镜面反射镜 18, 它是金属反射电极。在与液晶层 17 接触的透明电极 16 和镜面反射镜 18 的表面上形成取向层(图中未示出)后, 通过摩擦使其准直。

在顶部透明基板 14 的周围印刷含 1.0 重量百分数的热固密封树脂。具有预定直径的树脂珠在底部基板 19 上以 200 珠/ mm^2 比率散射, 顶部透明基板 14 和底部基板 19 被焊接在一起, 密封树脂在 150 $^{\circ}\text{C}$ 下固化。真空注入混合液晶, 它是通过将预定量的手性材料添加到 $n=0.14$ 的树脂系向列液晶中而制成的, 用紫外固化树脂密封入口, 然后在紫外光中固化。

将散射薄膜 10 粘贴在按照如上所述形成的液晶晶包 13 的顶部透明基板 14 上。这里, 对于散射薄膜 10, 采用对于所有的光具有 90% 透射率、不管薄膜表面内角度如何具有各向同性散射特性、以及不管入射光角度如何出射光具有 55% Hayes 百分比的材料。Hayes 百分比定义如下:

Hayes 百分比=(散射光透射率)/(所有光的透射率) $\times 100$ [%]

然后以每个光学慢轴产生各自预定角度的方式将具有由公式 1 定义的各自预定延迟 R 薄膜(i)的延迟薄膜(1) 12a 和延迟薄膜(2) 12b 粘贴在散射薄膜 10 上。

$$5 \quad R \text{ 薄膜}(i) = \{n_x(i) - n_y(i)\} \cdot d(i) \quad (1)$$

在公式 1 中, i 是分别对应于延迟薄膜(1) 12a 和延迟薄膜(2) 12b 的参考数 1 或 2; $n_x(i)$ 是非寻常光的各折射率; $n_y(i)$ 是寻常光的各折射率; $d(i)$ 是每个延迟薄膜的各个薄膜厚度。

10 然后, 作为偏振片薄膜 11, 以其吸收轴产生预定角度的方式粘贴诸如经过防闪光处理的 (AG) 中灰偏振片薄膜 (例如, 由 Sumitomo 化学有限公司提供的 SQ-1852AP)。

当满足下列条件时, 按照如上所述制造的反射型液晶显示器可实现明亮白色显示、高的对比度、消色差黑白显示和很少依赖于观察角的令人满意的光学特性:

15 a) 液晶的扭转角度 ($\phi_{LC0} + \phi_{LC} + 180^\circ$) 在 220° 与 260° 之间;

b) 液晶的双折射 Δn_{LC} 乘以液晶层厚度 d_{LC} 的乘积 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ (即液晶层的延迟) 在 700nm – 1000nm ;

c) 延迟薄膜(1) 12a 和延迟薄膜(2) 12b 的延迟 R 薄膜(1) 和 R 薄膜(2) 满足公式 2; 以及

20 d) 角度 ϕ_{LC} 、 ϕ_p 、 ϕ_{F1} 和 ϕ_{F2} 满足一组公式 3–5。

$$|R \text{ 薄膜}(2) - R \text{ 薄膜}(1)| \leq 200\text{nm} \quad (2)$$

$$100^\circ \leq \phi_{F1} - \phi_{LC} \leq 140^\circ \quad (3)$$

$$-70^\circ \leq \phi_{F2} - \phi_{F1} \leq -50^\circ \quad (4)$$

$$-70^\circ \leq \phi_p - \phi_{F2} \leq -50^\circ \quad (5)$$

25 满足以上条件的结构, 当显示从黑变为白时, 尤其是当施加 OFF 电压期间显示黑色时可以使由于液晶的双折射效应造成的彩色化减至最小。这使得具有低反射比的消色差黑色显示和具有高反射比的消色差白色显示能够实现。因此, 本发明提供具有高对比度和高色彩纯度的多灰度等级的彩色反射型液晶显示器。

30 以上条件可以基于详细的光学模拟而确定, 下面将确认它们的有效性。

当在 $\phi_{LC0}=35^\circ$ 、 $\phi_{LC}=35^\circ$ 、 $LC=250^\circ$ 、 $\phi_{F1}=155^\circ$ 、 $\phi_{F2}=95^\circ$ 和 $\phi_p=35^\circ$ 的条件下
|R 薄膜(2)-R 薄膜(1)|为 150nm 时在改变 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ 的同时以反射模式测量光
学特性时,发现在 700nm 至 1000nm 之间实现具有低反射比消色差黑色显示和
具有高反射比的消色差白色显示的常见黑色反射型液晶显示器是可行的。这归
5 因于通过液晶在这一范围的双折射效应,液晶层的延迟足以黑白显示和补偿彩
色化的可行性。

对于液晶的扭转角度,单个矩阵驱动影响着决定可显示电极数目的占空
比。更大的扭转角可实现更小的占空比,这使得增大电极数目因而增大像素数
目成为可能。在第一示范实施例中,当液晶的扭转角设定在 220° 与 260° 之间
10 时,即使在 $1/200$ 或更低的占空比下驱动时也也能够肯定实现令人满意的显示。
尤其是,当扭转角设定为 240° 与 260° 之间时可以肯定在 $1/240$ 或更低的占空
比下驱动的可行性。

此外,当更靠近液晶晶包 13 的延迟薄膜(1)12a 的延迟 R 薄膜(1)和远离
液晶晶包(更靠近偏振片薄膜 11)的延迟薄膜(2)12b 的延迟 R 薄膜(2)满足一组
15 公式 6 和 7 时,可以使施加 OFF 电压期间的黑色反射比特别地低。

$$450\text{nm} \leq \text{R 薄膜(1)} \leq 600\text{nm} \quad (6)$$

$$600\text{nm} \leq \text{R 薄膜(2)} \leq 750\text{nm} \quad (7)$$

更具体地说,当 $1/240$ 占空比下驱动液晶显示器时,本发明反射型液晶显
示器在 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}=850\text{nm}$ 、R 薄膜(1)=500nm、R 薄膜(2)=700nm、 $\phi_{LC0}=35^\circ$ 、
20 $\phi_{LC}=35^\circ$ 、 $LC=250^\circ$ 、 $\phi_{F1}=155^\circ$ 、 $\phi_{F2}=95^\circ$ 和 $\phi_p=35^\circ$ 时的光学特性作为正向观察特
性测量。在这种情况下,满足 R 薄膜(2)-R 薄膜(1)=200nm、 $\phi_{F1}-\phi_{LC}=120^\circ$ 、
 $\phi_{F2}-\phi_{F1}=-60^\circ$ 和 $\phi_p-\phi_{F2}=-60^\circ$ 以及公式 2 和公式 3-5。

实现具有 7.5 对比度和 12.5%白色显示反射比(被转换为 Y 水平)的令人满
意特性。因为消色差彩色从黑色变为白色,也可以肯定在 16 个灰度等级水平
25 中 4096 种色彩的显示。

在这个示范实施例中,液晶层的延迟 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ 和延迟薄膜的延迟 R 薄膜
(i)定义为对波长 $\lambda=550\text{nm}$ 的光的延迟。

第二示范实施例

第二示范实施例的反射型液晶显示器的主要结构和制造方法与第一示范
30 实施例的相同。于是,参考图 1 所示的截面结构和图 2 所示的反射型液晶显示

器的光学结构描述第二示范实施例。不同于第一示范实施例的一个细节是延迟薄膜和偏振片薄膜的光轴和液晶准直的位置关系。

按照与第一示范实施例所描述的相同制造工艺过程制造的反射型液晶显示器，当满足以下条件时，实现明亮的白色显示、高对比度、消色差黑白显示以及很少依赖于观察角的令人满意光学特性：

a) 液晶的扭转角度 ($\phi_{LC0} + \phi_{LC} + 180^\circ$) 在 220° 与 260° 之间；

b) 液晶的双折射 Δn_{LC} 与液晶层厚度 d_{LC} 的乘积 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ 在 700nm – 1000nm ；

c) 延迟薄膜(1) 12a 和延迟薄膜(2) 12b 的延迟 R 薄膜(1) 和 R 薄膜(2) 满足公式 2；以及

d) 角度 ϕ_{LC} 、 ϕ_p 、 ϕ_{F1} 和 ϕ_{F2} 满足一组公式 8–10 的关系。

$$|R \text{ 薄膜(2)} - R \text{ 薄膜(1)}| \leq 200\text{nm} \quad (2)$$

$$75^\circ \leq \phi_{F1} - \phi_{LC} \leq 115^\circ \quad (8)$$

$$-70^\circ \leq \phi_{F2} - \phi_{F1} \leq -50^\circ \quad (9)$$

$$-40^\circ \leq \phi_p - \phi_{F2} \leq 10^\circ \quad (10)$$

满足以上条件的结构，当显示从黑变为白时，尤其是在施加 OFF 电压期间显示黑色时，可以使由于液晶的双折射效应造成的彩色化减至最小。这能够实现具有低反射比的消色差黑色显示和具有高反射比的消色差白色显示。因此，本发明提供可实现高对比度和高色彩纯度的多灰度等级的彩色显示的反射型液晶显示器。

下面将确认在这个例子中上述条件的有效性。

在 $\phi_{LC0} = 35^\circ$ 、 $\phi_{LC} = 35^\circ$ 、 $LC = 250^\circ$ 、 $\phi_{F1} = 130^\circ$ 、 $\phi_{F2} = 70^\circ$ 和 $\phi_p = 55^\circ$ 的条件下当 $|R \text{ 薄膜(2)} - R \text{ 薄膜(1)}|$ 为 100nm 时在改变 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ 的同时以反射模式测量光学特性时，发现在 700nm 至 1000nm 之间实现具有低反射比消色差黑色显示和具有高反射比的消色差白色显示的常见黑色反射型液晶显示器是可行的。这归因于通过液晶在这一范围的双折射效应，液晶层的延迟足以黑白显示和补偿彩色化的可行性。

满足上述条件(即公式 2)，可以肯定，当所施加的电压从黑色显示变为白色显示时，在消色差彩色的这一范围内半色调显示色彩实际上是变化的。

此外，当相对靠近液晶晶包 13 的延迟薄膜(1) 12a 的延迟 R 薄膜(1) 和相

对远离液晶晶包 13(相对靠近偏振片薄膜 11)的延迟薄膜(2) 12b 的延迟 R 薄膜(2)满足公式 11 和 12 时,可以使施加 OFF 电压期间黑色的反射比特别地低。

$$300\text{nm} \leq R \text{ 薄膜 (1)} \leq 500\text{nm} \quad (11)$$

$$300\text{nm} \leq R \text{ 薄膜 (2)} \leq 500\text{nm} \quad (12)$$

5 更具体地说,当满足 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC} = 850\text{nm}$ 、R 薄膜(1)=450nm、R 薄膜(2)=350nm、 $\phi_{LC0} = 35^\circ$ 、 $\phi_{LC} = 35^\circ$ 、 $-\phi_{LC} = 250^\circ$ 、 $\phi_{F1} = 130^\circ$ 、 $\phi_{F2} = 70^\circ$ 和 $\phi_p = 55^\circ$ 时,在 1/240 占空比下驱动液晶显示器时,本发明反射型液晶显示器的光学特性测量为正向观察特性。在这种情况下,满足 R 薄膜(2)-R 薄膜(1)=200nm、 $\phi_{F1} - \phi_{LC} = 950^\circ$ 、 $\phi_{F2} - \phi_{F1} = -60^\circ$ 和 $\phi_p - \phi_{F2} = -15^\circ$ 以及公式 2 和公式 4。

10 可以实现具有 8.5 对比度和 12.5%白色显示反射比(被转换为 Y 水平)的令人满意特性。由于消色差色彩从黑色变为白色,也可以肯定在 16 个灰度等级水平中 4096 种色彩的显示。

在这个示范实施例中,液晶层的延迟 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ 和延迟薄膜的延迟 R 薄膜(i)表示为针对波长 $\lambda = 550\text{nm}$ 光的延迟。

15 第三示范实施例

参考附图描述本发明的第三示范实施例。这个示范实施例的主要结构和制造方法与第一示范实施例中反射型液晶显示器的相同。于是,在本示范实施例中未作具体描述的这些部分与第一示范实施例中的这些相同。除非特别说明,给出与第一示范实施例中元件相同标号的元件具有与第一示范实施例中这些

20 元件相同的功能。参考图 1 所示的截面结构和图 2 所示的反射型液晶显示器的光学结构描述第三示范实施例。第一和第二示范实施例采用光轴在薄膜表面内的单轴光学各向异性薄膜,如延迟薄膜 12a 和 12b。然而,第三示范实施例采用在垂直于薄膜表面方向上还显示各向异性折射率的双轴各向异性薄膜。

当通过第一示范实施例中所描述的工艺过程制造的反射型液晶显示器满足与第一示范实施例相同的条件时,并进一步满足以下条件时,除了在第一示范实施例中实现的反射型液晶显示器的各种好处外,能够实现具有对观察角的依赖性更少的令人满意光学特性的反射型液晶显示器。

在第三示范实施例中,由公式 13 定义的系数 $Q_z(i)$ 满足公式 14,这里,折射率 $n_z(i)$ 垂直于延迟薄膜(1) 12a 和延迟薄膜(2) 12b 的各自薄膜表面的。

$$30 \quad Q_z(i) = \{n_x(i) - n_z(i)\} / \{n_x(i) - n_y(i)\} \quad (13)$$

$$0.0 \leq Q_z(i) \leq 1.0 \quad (14)$$

在以上说明中,本发明的反射型液晶显示器满足第一示范实施例中的条件以及还满足公式 14。当第三示范实施例满足第二示范实施例中条件以及公式 14 时,可实现第二示范实施例中反射型液晶显示器的效应以及还具有对观察角
5 的依赖性甚小的良好光学特性。

在下面的例子中确认满足公式 14 的结构的有效性。

在 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}=850\text{nm}$ 、R 薄膜(1)=500nm、R 薄膜(2)=700nm、 $\phi_{LC0}=35^\circ$ 、 $\phi_{LC}=35^\circ$ 、 $LC=250^\circ$ 、 $\phi_{F1}=155^\circ$ 、 $\phi_{F2}=95^\circ$ 和 $\phi_p=35^\circ$ 条件下,在延迟薄膜(1)12a
10 的系数 $Q_z(1)$ 和延迟薄膜(2)12b 的系数 $Q_z(2)$ 分别从 0.5 变为 1.5 时,测量黑色显示中的观察角特性。图 3(a)和 3(b)示出结果。图 3A 示出施加 OFF 电压时黑色显示的百分反射比阈值右向观察角的变化。图 3B 示出在施加 OFF 电压时黑色显示的百分反射比与向下观察角度的变化。

在图 3A 和 3B 中,当 $Q_z(2)$ 1.0 以及当延迟薄膜(1)12a 的 $Q_z(1)$ 为 1.0 时,反射比实际上不依赖于观察角。

15 当比较 $Q_z(1)=Q_z(2)=0.5$ 、 $Q_z(1)=Q_z(2)=1.0$ 和 $Q_z(1)=Q_z(2)=1.5$ 条件当中的特性时,可以看出,对于很少依赖于观察角的黑色显示,较低的 $Q_z(i)$ 值可实现良好的反射比特性。

于是,可以肯定,通过满足公式 14 可实现对观察角依赖性甚少的反射型液晶显示器。

20 在这个示范实施例中,液晶层的延迟 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ 和延迟薄膜的延迟 R 薄膜(i)表示为针对波长 $\lambda=550\text{nm}$ 光的延迟。

本发明的反射型液晶显示器不局限于第一至第三示范实施例中详细描述的结构。本发明包括任何反射型液晶显示器,它包括将液晶夹在第一和第二基板之间的液晶晶包、设置在液晶晶包第一基板侧面上的偏振片薄膜、设置在偏振片薄膜与液晶晶包的液晶层之间的两个延迟薄膜、设置在偏振片薄膜与液晶
25 层之间的一个或一个以上散射薄膜、以及设置在液晶晶包背离液晶层的第二基板侧面上的光学反射镜,以及它满足上述条件。

在每个示范实施例中,采用银作为镜面反射镜 18。然而,本发明不局限于银。例如,还可以采用含有铝作为其成分的金属反射电极,以实现相同的效
30 果。

每个示范实施例还采用含有约 55% Hayes 百分比的材料作为散射薄膜。然而，本发明并不局限于这一百分比。例如，也可以应用含有 80% Hayes 百分比的散射薄膜。示范实施例采用单层散射薄膜。然而，本发明并不局限于此。例如，通过构造多层的散射薄膜可实现相同效果。每个示范实施例中的散射薄膜

5 设置在图 1 所示的位置上。然而，本发明不一定局限于这一位置。例如通过将散射薄膜 10 设置在偏振片薄膜 11 与延迟薄膜 (2) 12b 之间，如图 4A 所示，以及设置在顶部透明基板 14 与透明电极 16 之间，如图 4B 所示，也能够实现相同的效果。换句话说，本发明包括任何反射型液晶显示器，其液晶扭转角在 220° 与 260° 之间，液晶的双折射 Δn_{LC} 乘以液晶层厚度 d_{LC} 的乘积 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ 在 700nm

10 至 1000nm 之间，满足公式 2 以及任何一组公式 3-5 或 8-10 中所描述的关系，以及包括将液晶夹在第一和第二基板之间的液晶晶包、设置在液晶晶包第一基板侧面上的偏振片薄膜、设置在偏振片薄膜与液晶晶包的液晶层之间的两个延迟薄膜、设置在偏振片薄膜与液晶层之间的一个或一个以上散射薄膜、以及设置在液晶晶包的第二基板侧面上的光学反射镜。

15 如上所述，本发明提供一种具有明亮白色显示、高对比度黑白显示以及对观察角依赖性很小的令人满意光学特性的反射型液晶显示器。于是，本发明除了显示具有足够低反射比的消色差黑色和具有高反射比的消色差白色之外还在显示具有高对比度和优良色彩纯度的多灰度等级彩色图象方面取得明显效果。

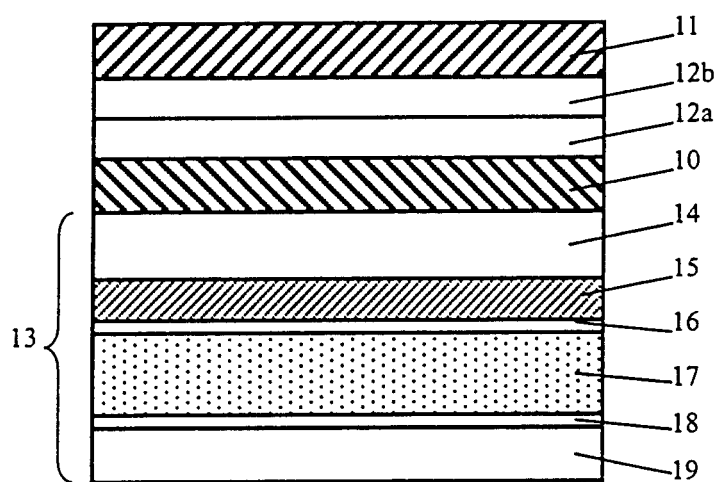


图 1

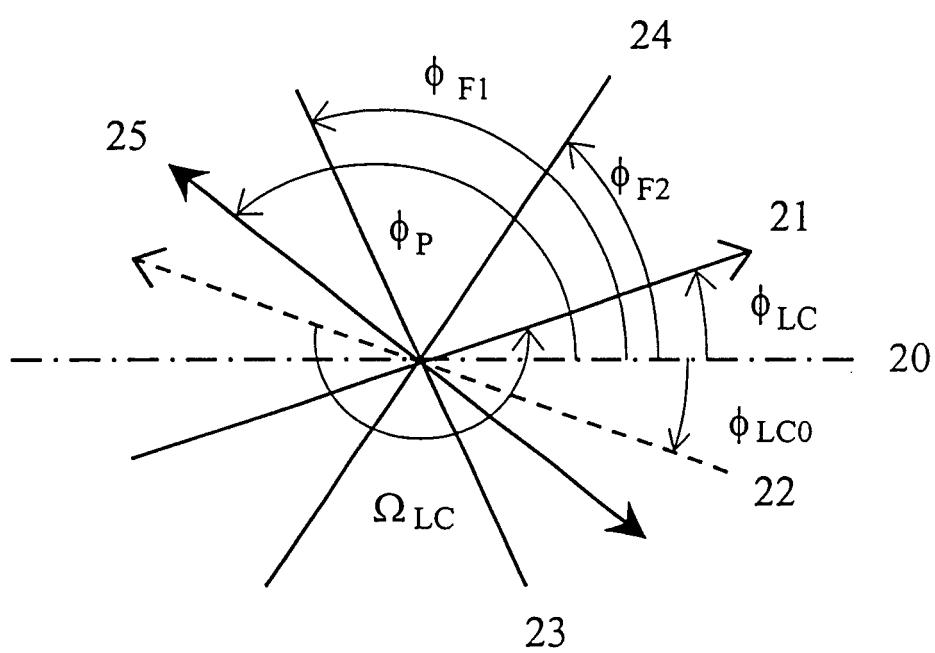


图 2

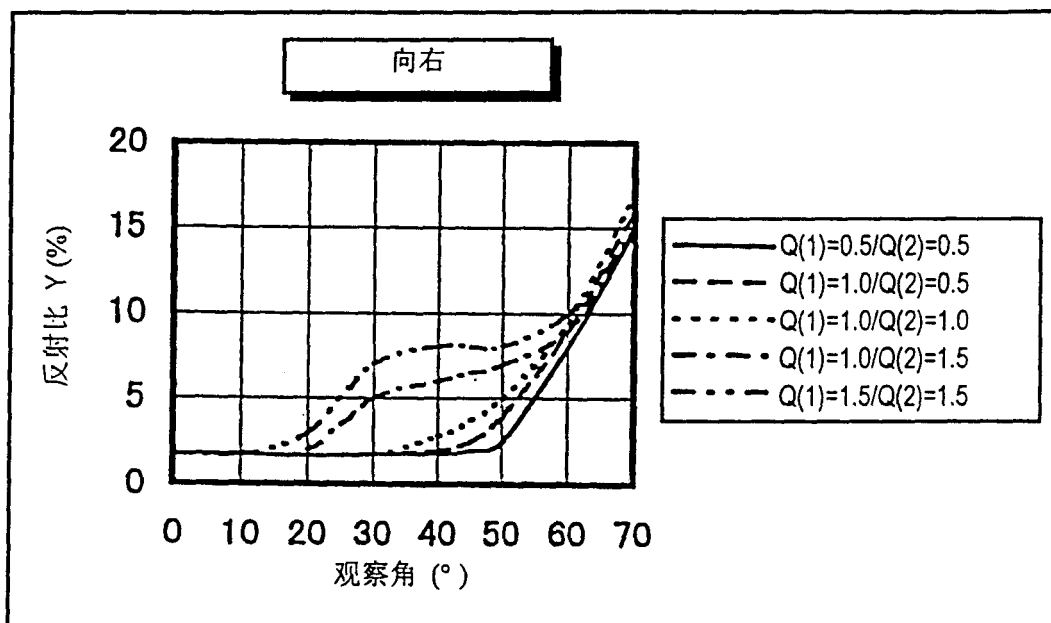


图 3A

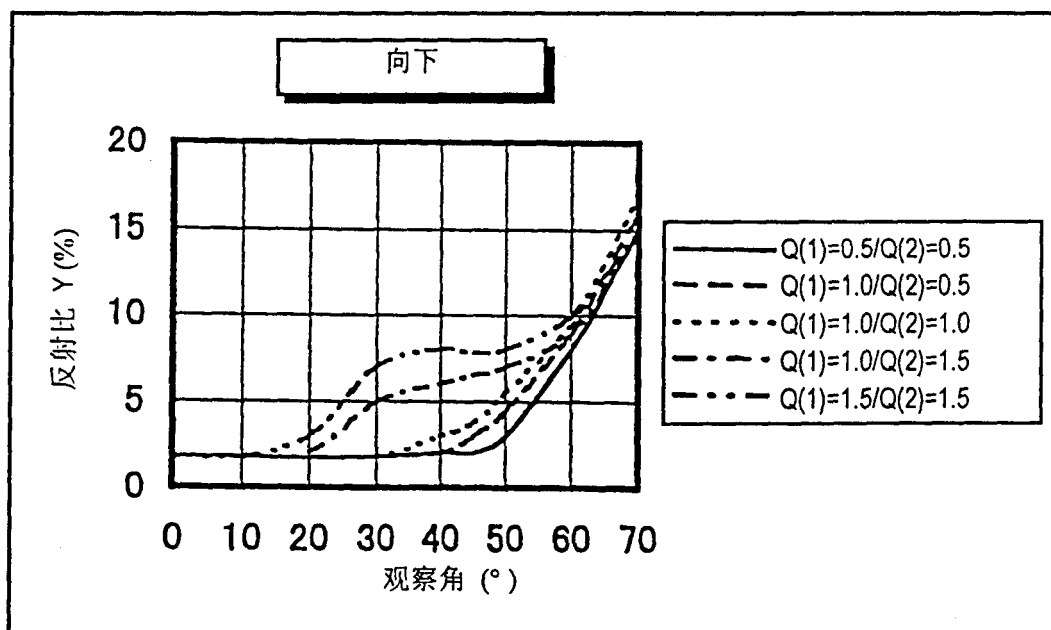


图 3B

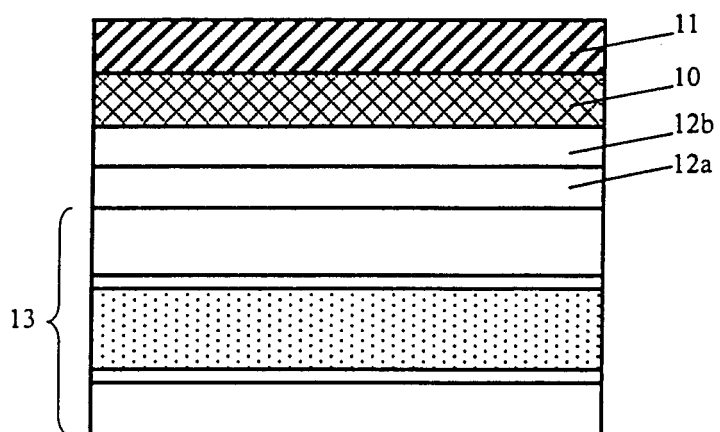


图 4A

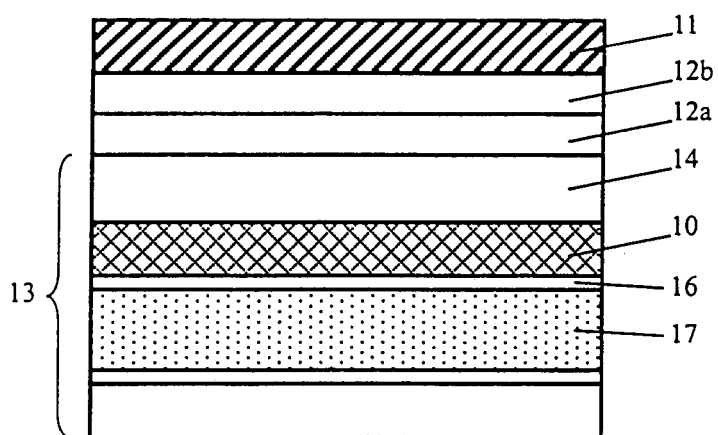


图 4B

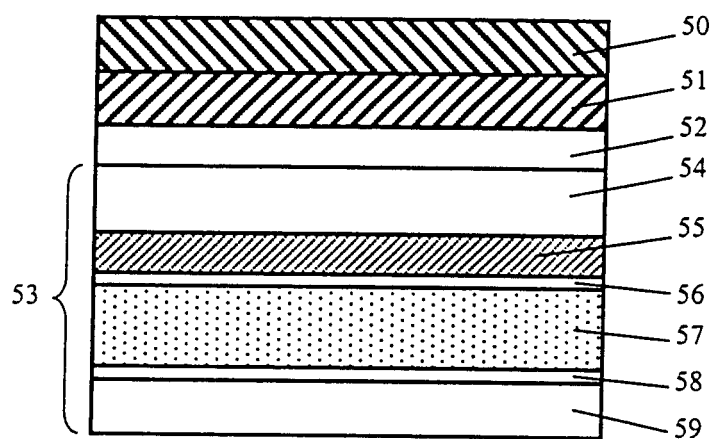


图 5

专利名称(译)	反射型液晶显示器		
公开(公告)号	CN1115587C	公开(公告)日	2003-07-23
申请号	CN00100946.X	申请日	2000-01-07
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	畑中孝之 藤田晋吾 小川铁		
发明人	畑中孝之 藤田晋吾 小川铁		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/13363 G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/1397 G02F2203/02 G02F1/13363		
代理人(译)	李玲		
优先权	1999002345 1999-01-07 JP		
其他公开文献	CN1259684A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种仅采用一片偏振片薄膜的反射型液晶显示器，包括将液晶密封在一对基板(14)和(19)之间制成的液晶晶包、偏振片薄膜、两个延迟薄膜、散射薄膜和镜面反射镜。液晶的扭转角在 220° 至 260° 之间。液晶的延迟 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ 在700nm至1000nm之间，延迟薄膜的延迟为|R薄膜(2)-R薄膜(1)| ≤ 200 nm。在液晶分子准直、延迟薄膜延迟轴以及偏振片吸收轴之间建立特定角度关系。可提供明亮白色显示、具有高对比度的消色差黑白显示以及对观察角度的依赖性极小。

