

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/1335 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410039212.7

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1308752C

[22] 申请日 2004.2.5

[21] 申请号 200410039212.7

[30] 优先权

[32] 2003.2.6 [33] JP [31] 029416/2003

[73] 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 小泽欣也

[56] 参考文献

CN1292097A 2001.4.18

US2001055082A1 2001.12.27

US20030016446A1 2003.1.23

CN1281157A 2001.1.24

JP2000235185A 2000.8.29

审查员 王 灿

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 李 峥 于 静

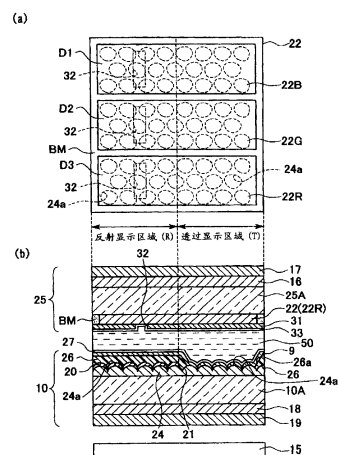
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 11 页

[54] 发明名称

液晶显示装置和电子设备

[57] 摘要

在半透过反射型液晶显示装置中，提供可以得到明亮的、对比度高的、以及宽视角的显示的液晶显示装置。本发明的液晶显示装置将液晶层 50 夹持在一对基板 10A、25A 之间，具有进行透过显示的透过显示区域 T 和进行反射显示的反射显示区域 R。液晶层 50 由初始取向状态呈垂直取向的介电各向异性为负的液晶构成，在一对基板 10A、25A 的与液晶层 50 不同的一侧，设置了用于使圆偏振光入射到该液晶层 50 上的圆偏振板。圆偏振板包含相位差板 16、18，对于该相位差板 16、18，设在其平面内相互正交的方位角方向的折射率为 n_x 、 n_y ，厚度方向的折射率为 n_z ，定义 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ 时，则满足 $N_z < 1$ 。



1. 一种液晶显示装置，是将液晶层夹持在一对基板间而在1个点区域内设置有进行透过显示的透过显示区域和进行反射显示的反射显示区域的液晶显示装置，其特征在于：

上述液晶层由垂直取向模式的介电各向异性为负的液晶构成，在与上述一对基板的液晶层不同的一侧，设置用于使圆偏振光入射到该液晶层的圆偏振板；

上述圆偏振板包含相位差板；

上述相位差板，在将在该相位差板的平面内相互正交的方位角方向的折射率设为 n_x 、 n_y ，而将厚度方向的折射率设为 n_z 并定义为 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ 时，满足 $N_z < 1$ 的关系；

在上述液晶层与上述圆偏振板之间，设置有由在膜厚方向具有光轴的C板构成的视角补偿板。

2. 一种液晶显示装置，是将液晶层夹持在一对基板间而在1个点区域内设置有进行透过显示的透过显示区域和进行反射显示的反射显示区域的液晶显示装置，其特征在于：

上述液晶层由垂直取向模式的介电各向异性为负的液晶构成，在与上述一对基板的液晶层不同的一侧，设置用于使圆偏振光入射到该液晶层上的圆偏振板；

上述圆偏振板包含相位差板；

上述相位差板，在将在该相位差板的平面内相互正交的方位角方向的折射率设为 n_x 、 n_y ，而将厚度方向的折射率设为 n_z 并定义为 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ 时，满足 $N_z = 1$ 的关系；

在上述液晶层与上述圆偏振板之间设置有由在膜厚方向具有光轴的C板构成的视角补偿板。

3. 按权利要求1或2所述的液晶显示装置，其特征在于：上述圆偏振板由偏振板与 $\lambda/4$ 相位差板组合而构成，该 $\lambda/4$ 相位差板满足上述 N_z 的条件，同时，其波长分散表现逆分散特性。

4. 按权利要求 1 或 2 所述的液晶显示装置, 其特征在于: 上述圆偏振板由偏振板与 $\lambda/4$ 相位差板组合而构成, 该 $\lambda/4$ 相位差板满足上述 Nz 的条件, 同时, 该 $\lambda/4$ 相位差板的光轴与上述偏振板的偏振轴形成约 45° 的角度。

5. 按权利要求 1 或 2 所述的液晶显示装置, 其特征在于: 上述圆偏振板由偏振板与 $\lambda/4$ 相位差板组合而构成, 该 $\lambda/4$ 相位差板满足上述 Nz 的条件, 同时, 设置在上述一对基板的一侧的第 1 偏振板的偏振轴与设置在另一侧的第 2 偏振板的偏振轴大致正交, 进而设置在一对基板的一侧的第 1 $\lambda/4$ 相位差板的滞后轴 (或超前轴) 与设置在另一侧的第 2 $\lambda/4$ 相位差板的滞后轴 (或超前轴) 大致正交。

6. 按权利要求 1 或 2 所述的液晶显示装置, 其特征在于: 上述圆偏振板包含 $\lambda/2$ 相位差板和 $\lambda/4$ 相位差板而构成, 该 $\lambda/2$ 相位差板和 $\lambda/4$ 相位差板满足上述 Nz 的条件。

7. 按权利要求 6 所述的液晶显示装置, 其特征在于: 上述 $\lambda/2$ 相位差板的光轴与上述偏振板的偏振轴形成 15° 的角度, 上述 $\lambda/4$ 相位差板的光轴与上述偏振板的偏振轴形成 75° 的角度。

8. 按权利要求 6 所述的液晶显示装置, 其特征在于: 上述 $\lambda/2$ 相位差板的光轴与上述偏振板的偏振轴形成 17.5° 的角度, 上述 $\lambda/4$ 相位差板的光轴与上述偏振板的偏振轴形成 80° 的角度。

9. 按权利要求 7 或 8 所述的液晶显示装置, 其特征在于: 设置在上述一对基板的一侧的第 1 偏振板的偏振轴与设置在另一侧的第 2 偏振板的偏振轴大致正交, 进而设置在一对基板的一侧的第 1 $\lambda/2$ 相位差板和 $\lambda/4$ 相位差板的滞后轴 (或超前轴) 与设置在另一侧的第 2 $\lambda/2$ 相位差板和 $\lambda/4$ 相位差板的滞后轴 (或超前轴) 大致正交。

10. 按权利要求 1 或 2 所述的液晶显示装置, 其特征在于: 设置在上述一对基板的一侧的相位差板由 $\lambda/2$ 相位差板和 $\lambda/4$ 相位差板构成, 设置在另一侧的相位差板由 $\lambda/4$ 相位差板构成。

11. 一种电子设备, 其特征在于: 具有权利要求 1~10 的任意一项所述的液晶显示装置。

液晶显示装置和电子设备

技术领域

本发明涉及液晶显示装置和电子设备,特别是在用反射模式和透过(透射)模式进行显示的半透过反射型的液晶显示装置中可以得到宽视角的显示的技术。

背景技术

作为液晶显示装置,兼具反射模式和透过模式的半透过反射型液晶显示装置是大家所熟知的。作为这样的半透过反射型液晶显示装置,已提出了液晶层被夹持在上基板和下基板之间、同时在下基板的内面具有在例如铝等金属膜上形成光透过用的窗部的反射膜而使该反射膜起半透过反射板的功能的液晶显示装置。这时,在反射模式中从上基板侧入射的外光在通过液晶层之后被下基板的内面的反射膜反射,再次通过液晶层从上基板侧出射,用于进行显示。另一方面,在透过模式中从下基板侧入射的后照灯(背光)的光从反射膜的窗部通过液晶层后从上基板侧向外部出射,用于进行显示。因此,在反射膜的形成区域中,形成窗部的区域是透过显示区域,其他区域就是反射显示区域。

然而,在先有的半透过反射型液晶显示装置中,存在透过显示的视角窄的问题。这是由于为了不发生视差而在液晶单元的内面设置了半透过反射板的关系,有必须仅用在观察者侧具有的1块偏振板进行反射显示的制约从而光学设计的自由度小的缘故。因此,为了解决这一问题,Jisaki等人在下述非专利文献1中提出了使用垂直取向液晶的新的液晶显示装置。其特征在于以下3点。即,

(1)采用使介电常数各向异性为负的液晶与基板垂直地取向并通过加电压使其倾倒的“VA(Vertical Alignment,垂直定向)模式”。

(2)采用透过显示区域与反射显示区域的液晶层厚(单元间隙)不同

的“多间隙结构”（对于此点，参见例如专利文献1）。

（3）采用使透过显示区域为正八边形并在对置基板上的透过显示区域的中央设置突起以使液晶在该区域内向8个方向倾倒的“取向分割结构”。

【专利文献1】

特开平 11-242226 号公报

【非专利文献1】

M. Jisaki 等人在 Asia Display/IDW' 01 (2001 年) 第 133-136 页上发表的文章“Development of transflective LCD for high contrast and wide viewing angle by using homeotropic alignment”

在 Jisaki 等人的论文中，是将圆偏振光入射到液晶层上，所以，在基板外面侧具有将偏振板与 $\lambda/4$ 相位差板组合的圆偏振板。这样的圆偏振板的特性对视角特性影响很大，在 Jisaki 等人的论文中，没有表示对圆偏振板有所规定的描述，根据情况在大视角的范围内有时发生灰度反转而降低视角特性的情况。

发明内容

本发明就是为了解决上述问题而提出的，目的旨在提供在半透过反射型的液晶显示装置中可以进行宽视角的显示而且难于发生灰度反转的液晶显示装置。

为了达到上述目的，本发明的液晶显示装置是将液晶层夹持在一对基板间而在 1 个点区域内设置进行透过显示的透过显示区域和进行反射显示的反射显示区域的液晶显示装置，其特征在于：上述液晶层由初始取向状态呈垂直取向的介电各向异性为负的液晶构成，在与上述一对基板的液晶层不同的一侧，设置用于使圆偏振光入射到该液晶层上的圆偏振板，上述圆偏振板包含相位差板，对于该相位差板，设在其平面内相互正交的方位角方向的折射率为 n_x 、 n_y ，而厚度方向的折射率为 n_z 并定义 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ 时，则满足 $N_z < 1$ 的关系。

本发明的液晶显示装置是将垂直取向模式的液晶与半透过反射型液晶显示装置组合的装置，特别是对构成圆偏振板的相位差板规定了用于加宽

视角的合适的条件。即，对于用于使圆偏振光入射到液晶层上的相位差板，通过使上述定义的 N_z 小于 1，可以加宽视角，特别是可以进行不会随着加到液晶层上的电压的变化而产生灰度反转的显示。

另外，为了达到上述目的，本发明的液晶显示装置是将液晶层夹持在一对基板间而在 1 个点区域内设置进行透过显示的透过显示区域和进行反射显示的反射显示区域的液晶显示装置，其特征在于：上述液晶层由初始取向状态呈垂直取向的介电各向异性为负的液晶构成，在与上述一对基板的液晶层不同的一侧，设置用于使圆偏振光入射到该液晶层上的圆偏振板，上述圆偏振板包含相位差板，对于该相位差板，设在其平面内相互正交的方位角方向的折射率为 n_x 、 n_y ，而厚度方向的折射率为 n_z 并定义 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ 时，则满足 $N_z = 1$ 的关系。

在这样的液晶显示装置中，对于用于使圆偏振光入射到液晶层上的相位差板，通过将上述定义的 N_z 设定为 1，可以加宽视角，特别是可以进行不会随着加到液晶层上的电压的变化而产生灰度反转的显示。

作为一对基板，包含上基板和下基板，在上述下基板的液晶层的相反侧设置了透过显示用的后照灯，同时在该下基板的液晶层侧设置了仅在上述反射显示区域有选择地形成的反射膜，在上述反射显示区域，可以设置将该反射显示区域的液晶层厚调整得小于透过显示区域的液晶层厚的液晶层厚调整层（例如，由绝缘层等构成）。这时，由于存在液晶层厚调整层，可以使反射显示区域的液晶层的厚度小于透过显示区域的液晶层的厚度，所以，可以使反射显示区域的延迟与透过显示区域的延迟充分接近或者大致相等，这样，便可提高对比度。

另外，在上述液晶层与上述圆偏振板之间，进而可以设置在厚度方向具有光轴的第 2 相位差板。这时，利用第 2 相位差板可以进一步加宽视角。作为第 2 相位差板，设在其平面内相互正交的方位角方向的折射率为 n_{x2} 、 n_{y2} ，而厚度方向的折射率为 n_{z2} 时，通过使用满足 $n_{x2} = n_{y2} > n_{z2}$ 的关系、同时满足式 (1) $0.45 \leq (n_{x2} - n_{z2}) \times d \leq 0.75R_t$ （其中， d 是第 2 相位差板的厚度， R_t 是透过显示区域的液晶层的相位差）的关系的第 2 相位差板，可以进一步提高该液晶显示装置的显示视角。作为液晶显示装置，为了进

行设置，上下基板具有 $(n_{x_2} - n_{z_2}) \times d$ 的 2 倍的相位差。

上述圆偏振板由偏振板与 $\lambda/4$ 相位差板组合而构成，该 $\lambda/4$ 相位差板可以采用在满足上述 N_z 的条件时其波长分散具有逆分散特性的相位差板。即，可以将例如 450nm 的面内相位差值 $R(450)$ 与 590nm 的面内相位差值 $R(590)$ 之比 $R(450)/R(590)$ 小于 1 的作为相位差板使用。这时，可以提供高对比度的显示。

上述圆偏振板由偏振板与 $\lambda/4$ 相位差板组合而构成，该 $\lambda/4$ 相位差板可以采用在满足上述 N_z 的条件时其光轴与上述偏振板的偏振轴构成约 45° 的角度的相位差板。另外，可以采用在上述一对基板的一方设置的第 1 偏振板的偏振轴与在另一方设置的第 2 偏振板的偏振轴大致正交、并且在一对基板的一方设置的第 1 $\lambda/4$ 相位差板的滞后轴或超前轴与在另一方设置的第 2 $\lambda/4$ 相位差板的相位滞后（相位延迟）轴或超前轴大致正交的结构。通过采用这样的结构，可以提供更高对比度的显示。

另外，上述圆偏振板可以包含 $\lambda/2$ 相位差板和 $\lambda/4$ 相位差板，该 $\lambda/2$ 相位差板和 $\lambda/4$ 相位差板可以采用满足上述 N_z 的条件时相位差板，采用这样的结构也可以提供高对比度的显示。另外，这时为了提高对比度，最好上述 $\lambda/2$ 相位差板的光轴与上述偏振板的偏振轴的夹角为 15° ，而上述 $\lambda/4$ 相位差板的光轴与上述偏振板的偏振轴的夹角为 75° ，或者，最好上述 $\lambda/2$ 相位差板的光轴与上述偏振板的偏振轴的夹角为 17.5° ，而上述 $\lambda/4$ 相位差板的光轴与上述偏振板的偏振轴的夹角为 80° 。此外，最好在上述一对基板的一方设置的第 1 偏振板的偏振轴与在另一方设置的第 2 偏振板的偏振轴大致正交，并且在一对基板的一方设置的第 1 $\lambda/2$ 相位差板和 $\lambda/4$ 相位差板的滞后轴或超前轴与在另一方设置的第 2 $\lambda/2$ 相位差板和 $\lambda/4$ 相位差板的滞后轴或超前轴大致正交，这样，就可以得到高对比度的显示。

在本发明的液晶显示装置中，也可以用 $\lambda/2$ 相位差板和 $\lambda/4$ 相位差板构成在上述一对基板的一方设置的相位差板，而用 $\lambda/4$ 相位差板构成在另一方设置的相位差板。即，对于一对基板，只要满足上述 N_z 的条件，设置不同的结构的相位差板时也可以充分发挥本发明的效果。

其次，本发明的电子设备的特征在于：具有上述液晶显示装置。按照这样的电子设备，可以提供具有宽视角的显示特性优异的显示部的电子设备。

附图说明

图1是本发明实施方式1的液晶显示装置的等效电路图。

图2是表示本发明实施方式1的液晶显示装置的点的结构的平面图。

图3是表示本发明实施方式1的液晶显示装置的主要部分的平面示意图和剖面示意图。

图4是用于表示相位差板的折射率各向异性的说明图。

图5是图1的液晶显示装置的视角与透过率的关系的曲线图。

图6是比较例的液晶显示装置的视角与透过率的关系的曲线图。

图7是表示实施方式2的液晶显示装置的主要部分的平面示意图和剖面示意图。

图8是图7的液晶显示装置的视角特性的说明图。

图9是图7的液晶显示装置的不同的相位差板的视角特性变化的说明图。

图10是表示实施方式3的液晶显示装置的主要部分的平面示意图和剖面示意图。

图11是图10的液晶显示装置的视角与透过率的关系的曲线图。

图12是比较例的液晶显示装置的视角与透过率的关系的曲线图。

图13是表示本发明的电子设备的一例的立体图。

符号说明

9 像素电极、10 TFT阵列基板、16, 18 位相差板、17, 19 偏振板、20 反射膜、22 彩色滤光器层、24 绝缘膜、25 对置基板、31 公共电极、50 液晶层、R 反射显示区域、T 透过显示区域

具体实施方式

实施方式1.

下面，参照附图说明本发明的实施方式 1。

本实施方式的液晶显示装置是作为开关元件使用薄膜晶体管（Thin Film Transistor，以下，简略地表示为 TFT）的有源矩阵式的液晶显示装置的例子。

图 1 表示构成本实施方式的液晶显示装置的图像显示区域的配置成矩阵状的多个点的等效电路图，图 2 是表示 TFT 阵列基板的相邻的多个点的结构的平面图，图 3 是表示液晶装置的结构平面图（上图）和剖面图（下图）。在以下的各图中，为了在图上能够识别各层和各部件，对各层和各部件采用了不同的比例尺。

如图 1 所示，在本实施方式的液晶显示装置中，在构成图像显示区域的配置成矩阵状的多个点上，分别形成了像素电极 9 和用于控制该像素电极 9 的作为开关元件的 TFT30，供给图像信号的数据线 6a 与该 TFT30 的源极电连接。写入数据线 6a 的图像信号 S1、S2、...、Sn 按该顺序一条线一条线地供给，或者对相邻的多个数据线 6a 按组供给。另外，扫描线 3a 与 TFT30 的栅极电连接，对多个扫描线 3a，按规定的定时脉冲式地按线次序供给扫描信号 G1、G2、...、Gm。另外，像素电极 9 与 TFT30 的漏极电连接，通过使作为开关元件的 TFT30 只在一定期间内导通，按规定的定时写入从数据线 6a 供给的图像信号 S1、S2、...、Sn。

通过像素电极 9 写入液晶的规定电平的图像信号 S1、S2、...、Sn，在与后面所述的公共电极之间保持一定时间。液晶的分子集合的取向或秩序随着所加的电压电平而变化，因而可以调制光，进行灰度显示。这里，为了防止保持的图像信号泄漏，附加了与在像素电极 9 与公共电极之间形成的液晶电容并联连接的存储电容 70。符号 3b 表示电容线。

下面，根据图 2 说明构成本实施方式的液晶装置的 TFT 阵列基板的平面结构。

如图 2 所示，在 TFT 阵列基板上多个矩形的像素电极 9（由虚线部 9A 表示轮廓）设置成矩阵状，沿像素电极 9 的纵横的边界分别设置了数据线 6a、扫描线 3a 和电容线 3b。在本实施方式中，形成各像素电极 9 和围绕各像素电极 9 而设置的数据线 6a、扫描线 3a、电容线 3b 等的区域的内侧

是1个点区域，配置成矩阵状的各点区域都可以进行显示。

数据线6a通过接触孔5与构成TFT30的由例如多晶硅膜构成的半导体层1a中的后面所述的源极区域电连接，像素电极9通过接触孔8与半导体层1a中的后面所述的漏极区域电连接。另外，扫描线3a与半导体层1a中的沟道区域（图中左上斜线区域）对置地配置，扫描线3a在与沟道区域对置的部分起栅极的功能。

电容线3b具有沿扫描线3a大致以直线状延伸的主线部（即，从平面上看沿扫描线3a形成的第1区域）和从与数据线6a交叉的地方沿数据线6a向前级侧（图中向上）突出的突出部（即，从平面上看沿数据线6a延伸的第2区域）。

并且，在图2中用右上斜线所示的区域设置了多个第1遮光膜11a。

更具体而言，第1遮光膜11a设置在从TFT阵列基板侧看覆盖包含半导体层1a的沟道区域的TFT30的位置，此外，具有与电容线3b的主线部对置的沿扫描线3a直线状延伸的主线部和从与数据线6a交叉的地方沿数据线6a向相邻的后级侧（即，图中向下）突出的突出部。第1遮光膜11a的各级（像素行）的向下的突出部的前端在数据线6a下与下一级的电容线3b的向上的突出部的前端重叠。在该重叠的地方，设置了将第1遮光膜11a与电容线3b相互电连接的接触孔13。即，在本实施方式中，第1遮光膜11a通过接触孔13与前级或后级的电容线3b电连接。

另外，如图2所示，在1个点区域内形成反射膜20，形成该反射膜20的区域为反射显示区域R，未形成该反射膜20的区域即反射膜20的开口部21内为透过显示区域T。

下面，根据图3说明本实施方式的液晶显示装置的平面结构和剖面结构。图3(a)是表示本实施方式的液晶显示装置所具有的彩色滤光器（滤色器）层的平面结构的平面示意图，图3(b)是图3(a)的平面图中与红色的着色层对应的部分的剖面示意图。

如图2所示，在本实施方式的液晶显示装置中，具有像素电极9的点区域设在被数据线6a、扫描线3a、电容线3b等包围的区域的内侧。在该点区域内，如图3(a)所示，与1个点区域对应地设置了3原色中的1个

着色层,在3个点区域(D1、D2、D3)中,形成包含各着色层22B(蓝色)、22G(绿色)、22R(红色)的像素。

另一方面,如图3(b)所示,在本实施方式的液晶显示装置中,初始取向状态为垂直取向的液晶即由介电各向异性为负的液晶材料构成的液晶层50夹持在TFT阵列基板10和与其对置配置的对置基板25之间。TFT阵列基板10是在由石英、玻璃等透光性材料构成的基板主体10A的表面隔着绝缘膜24部分地形成由铝、银等反射率高的金属膜构成的反射膜20的结构。如上所述,反射膜20的形成区域为反射显示区域R,反射膜20的非形成区域即反射膜20的开口部21内为透过显示区域T。这样,本实施方式的液晶显示装置是具有垂直取向型的液晶层50的垂直取向型液晶显示装置,是可以进行反射显示和透过显示的半透过反射型的液晶显示装置。

在基板主体10A上形成的绝缘膜24的表面具有凹凸形状24a,仿照该凹凸形状24a,反射膜20的表面具有凹凸部。

这样的凹凸使反射光发生散射,所以,可以防止来自外部的(景象)映射,从而可以得到宽视角的显示。

另外,在反射膜20上,在与反射显示区域R对应的位置形成绝缘膜26。即,有选择地形成绝缘膜26,使其位于反射膜20的上方,该绝缘膜26使反射显示区域R和透过显示区域T的液晶层50的层厚不同。绝缘膜26由例如膜厚约为 $2\sim 3\mu\text{m}$ 的丙烯酸系树脂等有机膜构成,在反射显示区域R和透过显示区域T的边界附近具有自身的层厚连续地变化的具有倾斜面26a的倾斜区域。不存在绝缘膜26的部分的液晶层50的厚度约为 $4\sim 6\mu\text{m}$,反射显示区域R中的液晶层50的厚度约为透过显示区域T中的液晶层50的厚度的一半。

这样,绝缘膜26就利用自身的膜厚起了使反射显示区域R和透过显示区域T的液晶层50的层厚不同的液晶层厚调整层(液晶层厚控制层)的功能。另外,在本实施方式中,绝缘膜26的上部的平坦面的边缘与反射膜20(反射显示区域)的边缘大致一致,绝缘膜26的倾斜区域包含在透过显示区域T中。

并且,在包含绝缘膜26的表面的TFT阵列基板10的表面,形成由钨

锡氧化物 (Indium Tin Oxide, 以下简略地表示为 IT0) 等透明导电膜构成的像素电极 9 和由聚酰亚胺等构成的取向膜 27。在本实施方式中, 将反射膜 20 和像素电极 9 分别设置而叠层, 但是, 在反射显示区域 R, 也可以将由金属膜构成的反射膜作为像素电极使用。

另一方面, 在透过显示区域 T 中, 在基板主体 10A 上形成绝缘膜 24, 在其表面不形成反射膜 20 和绝缘膜 26。即, 在绝缘膜 24 上, 形成像素电极 9 和由聚酰亚胺等构成的取向膜 27。

其次, 在对置基板 25 侧的由玻璃或石英等透光性材料构成的基板主体 25A 上 (基板主体 25A 的液晶层侧) 设置滤色器 22 (在图 3 (b) 中为红色着色层 22R)。这里, 着色层 22R 的周边被黑底 BM 包围, 由黑底 BM 形成各点区域 D1、D2、D3 的边界 (参见图 3 (a))。

并且, 在滤色器 22 的液晶层侧, 形成由 IT0 等透明导电膜构成的公共电极 31 和由聚酰亚胺等构成的取向膜 33。这里, 在公共电极 31 上, 在反射显示区域 R 中形成凹部 32, 在取向膜 33 的表面即液晶层 50 的夹持面上, 形成大致沿凹部 32 形成的凹部 (台阶部)。在该液晶层 50 的夹持面上形成的凹部 (台阶部) 相对于基板平面 (或液晶分子的垂直取向方向) 具有规定角度的倾斜面, 沿该倾斜面的方向, 限制液晶分子的取向特别是在初始状态为垂直取向的液晶分子的倾倒的方向。在本实施方式中, 对 TFT 阵列基板 10、和对置基板 25 的取向膜 27、33 都进行了垂直取向处理。

其次, 在 TFT 阵列基板 10 的外面侧 (与夹持液晶层 50 的面不同的一侧) 形成相位差板 18 和偏振板 19, 在对置基板 25 的外面侧也形成相位差板 16 和偏振板 17, 使圆偏振光可以入射到基板内面侧 (液晶层 50 侧), 相位差板 18 和偏振板 19、相位差板 16 和偏振板 17 分别构成圆偏振板。

偏振板 17 (19) 仅使具有规定方向的偏振轴的线偏振光通透过, 作为相位差板 16 (18), 采用 $\lambda/4$ 相位差板。

在 TFT 阵列基板 10 上形成的偏振板 19 的外侧, 设置了作为透过显示用的光源的后照灯 15。

这里, 如图 4 所示, 设 $\lambda/4$ 相位差板 16 (18) 在其平面内相互正交的方位角方向的折射率为 n_x 及 n_y 、厚度方向的折射率为 n_z 而定义 $N_z =$

$(n_x - n_z)/(n_x - n_y)$ 时,则采用满足 $N_z \leq 1$ 的结构,具体而言,采用 $N_z = 0.5$ 。

按照这样的本实施方式的液晶显示装置,通过在反射显示区域 R 设置绝缘膜 26,可以使反射显示区域 R 的液晶层 50 的厚度减小为透过显示区域 T 的液晶层 50 的厚度的约一半,所以,可以使反射显示区域 R 的延迟与透过显示区域 T 的延迟大致相等,这样,便可提高对比度。

另外,按照本实施方式的液晶显示装置,可以得到宽的视角特性。图 5 是表示本实施方式的液晶显示装置 ($N_z = 0.5$) 的视角依赖性的曲线图,图 6 是表示本实施方式的液晶显示装置 ($N_z = 1.1$) 的视角依赖性的曲线图。在曲线图中,纵轴表示透过率,横轴表示从离开基板面的法线方向的方向看时的视角(极角),按不同的电压,取了多条不同的曲线。这里,极角为 0° 时透过率越大,该曲线的电压越大。

在本实施方式中,如图 5 所示,从横向看时,随着电压增大,透过率依次上升,由此可知,可以得到没有灰度反转的显示。另一方面,如图 6 所示,在 $N_z = 1.1$ 时,从例如约 -50° 的横向看时,白显示附近的中间调发生了透过率逆转,由此可知,发生了灰度反转。由此可知,若像本实施方式那样使 $N_z \leq 1$,则在加宽视角时不会产生灰度反转。

在本实施方式中,作为 $\lambda/4$ 相位差板 16 (18),使用了其波长分散显示逆分散特性的相位差板。即,将例如 450nm 的面内相位差值 $R(450)$ 与 590nm 的面内相位差值 $R(590)$ 之比 $R(450)/R(590)$ 小于 1 的相位差板作为 $\lambda/4$ 相位差板 16 (18) 使用。因此,可以提供高对比度的显示。另外,通过设定,使 $\lambda/4$ 相位差板 16 (18) 的光轴与偏振板 17 (19) 的偏振轴的夹角约为 45° ,使在对置基板 25 侧设置的偏振板 17 的偏振轴与在 TFT 阵列基板 10 侧设置的偏振板 19 的偏振轴大致正交。此外,使在对置基板 25 侧设置的 $\lambda/4$ 相位差板 16 的滞后(相位延迟)轴或超前轴与在 TFT 阵列基板 10 侧设置的 $\lambda/4$ 相位差板 18 的滞后轴或超前轴大致正交。

利用这样的结构,可以提供更高对比度的显示。

实施方式 2.

下面,参照附图说明本发明的实施方式 2。

图 7 是实施方式 2 的液晶显示装置的平面图和剖面图,是相当于实施

方式1的图3的示意图。本实施方式的液晶显示装置的基本结构与实施方式1相同，不同的地方是在 $\lambda/4$ 相位差板16(18)的液晶层50侧进而设置了由C板(在膜厚方向具有光轴的相位差板)构成的视角补偿板162(182)。因此，在图7中，对于与图3共同的结构要素标以相同的符号，并省略详细的说明。

在本实施方式中，如图7所示，将视角补偿板162(182)配置在 $\lambda/4$ 相位差板16(18)的液晶层50侧。这里，将液晶层50的相位差定为400nm、将视角补偿板162(182)的相位差定为200nm，设定 $N_z=1.0$ 。这样，通过设置视角补偿板162(182)，可以进而得到高视角的显示。

图8(a)是不设置视角补偿板时(比较例)的液晶显示装置的各视角的对比度的说明图，图8(b)是设置视角补偿板162(182)的本实施方式的液晶显示装置各视角的对比度的说明图。图中，对于对比度值相同的部分用实线描绘了等高线，用在圆周方向取方位角、在径向取极角的方法描绘了对比度的分布。

图中画实线的阴影区域部分是对比度80以上的部分，画虚线的阴影区域部分是对比度10以下的部分。这样，如本实施方式那样，通过设置视角补偿板162(182)，可以增加对比度10以上的区域，从而可以加宽视角。

这里，和图8一样，图9表示取视角补偿板162(182)的相位差为160nm、220nm、310nm时的视角的变化。图9(a)表示310nm时的视角特性、图9(b)表示220nm时的视角特性、图9(c)表示160nm时的视角特性。由此可知，通过将视角补偿板162(182)的相位差设定为220nm，视角可以进一步加宽。即，将视角补偿板162(182)的相位差设定为220nm时，在 60° 锥角或以上，存在对比度10以上的区域，将视角补偿板162(182)的相位差设定为160nm或310nm时，在 60° 锥角或以上的区域也存在对比度10以下的区域。

这样，通过使视角补偿板162(182)的相位差约为液晶层50的相位差(这时为400nm)的 $1/2 \sim 3/4$ ，可以进一步提高该液晶显示装置的视角特性。另外，通过设置视角补偿板162(182)，也可以使灰度反转更易于发生。

实施方式 3.

下面, 说明本发明的实施方式 3.

图 10 是表示实施方式 3 的液晶显示装置的平面图和剖面图, 是相当于实施方式 1 的图 3 的示意图。本实施方式的液晶显示装置的基本结构与实施方式 1 相同, 不同的地方是在 $\lambda/4$ 相位差板 16 (18) 的液晶层 50 侧设置了由 $\lambda/2$ 相位差板 167 (187) 和 C 板 (在膜厚方向具有光轴的相位差板) 构成的视角补偿板 162 (182)。因此, 在图 10 中, 对于与图 3 共同的结构要素标以相同的符号, 并省略详细的说明。

在本实施方式中, 如图 10 所示, 将 $\lambda/2$ 相位差板 167 (187) 设置在 $\lambda/4$ 相位差板 16 (18) 的液晶层 50 侧, 进而将视角补偿板 162 (182) 设置在 $\lambda/4$ 相位差板 16 (18) 的液晶层侧。这里, 将液晶层 50 的相位差设定为 400nm、将视角补偿板 162 (182) 的相位差设定为 200nm, 对于 $\lambda/2$ 相位差板 167 (187) 和 $\lambda/4$ 相位差板 16 (18), 都将 N_z 设定为 0.5。另外, 使偏振板 17 与偏振板 19 的偏振轴正交, 将 $\lambda/2$ 相位差板 167 (187) 的光轴与偏振板 17 (19) 的偏振轴的夹角设定为 15° , 将 $\lambda/4$ 相位差板 16 (18) 的光轴与偏振板 17 (19) 的偏振轴的夹角设定为 75° 。此外, 使上侧的相位差板 16、167 的滞后轴与下侧的相位差板 18、187 的滞后轴大致正交。

按照这样的结构, 在未加电压的状态 (未加选择电压的状态) 时, 对于来自后照灯 15 的光, 偏振状态正交, 所以, 没有光通过。因此, 可以提高对比度, 特别是与偏振状态平行的情况相比, 可以提高约 10% 的对比度。

另外, 图 11 是表示本实施方式的液晶显示装置 ($\lambda/2$ 相位差板 167 (187) 和 $\lambda/4$ 相位差板 16 (18) 的 N_z 为 0.5) 的视角的依赖性的曲线图, 图 12 是表示本发明的范围外的液晶显示装置 ($\lambda/2$ 相位差板 167 (187) 和 $\lambda/4$ 相位差板 16 (18) 的 N_z 为 1.1) 的视角的依赖性的曲线图。在曲线图中, 纵轴表示透过率, 横轴表示从横向看时的视角 (极角), 按不同的电压取了多条不同的曲线。这里, 在极角为 0° 时, 透过率越大的曲线电压越大。

在本实施方式中, 如图 11 所示, 从横向看时, 随着电压增大, 透过率

顺序上升(除了一部分),由此可知,可以得到难于发生灰度反转的显示。另一方面,如图12所示,在 $N_z=1.1$ 时,从例如 -50° 的横向看时,白显示附近的中间调发生大的透过率的逆转,由此可知,产生了灰度反转。根据以上所述可知,像本实施方式那样使 $N_z \leq 1$,在加宽视角时不会产生灰度反转。

电子设备.

下面,说明具有本发明的上述实施方式的液晶显示装置的电子设备的具体例。

图13是表示手机的一例的立体图。在图13中,符号1000表示手机主体,符号1001表示使用上述液晶显示装置的显示部。在这样的手机等电子设备的显示部使用上述实施方式的液晶显示装置时,可以与使用环境无关地实现具有明亮的、对比度高的、宽视角的液晶显示部的电子设备。

本发明的技术范围不被上述实施方式限定,在不脱离本发明的主旨的范围内可以进行种种变更。例如,在上述实施方式中,说明了将本发明应用于使用TFT作为开关元件的有源矩阵型液晶显示装置的例子,但是,也可以将本发明应用于使用薄膜二极管(Thin Film Diode, TFD)作为开关元件的有源矩阵型液晶显示装置和无源矩阵型液晶显示装置等。此外,关于各种结构要素的材料、尺寸、形状等的具体描述也可以进行适当的变更。

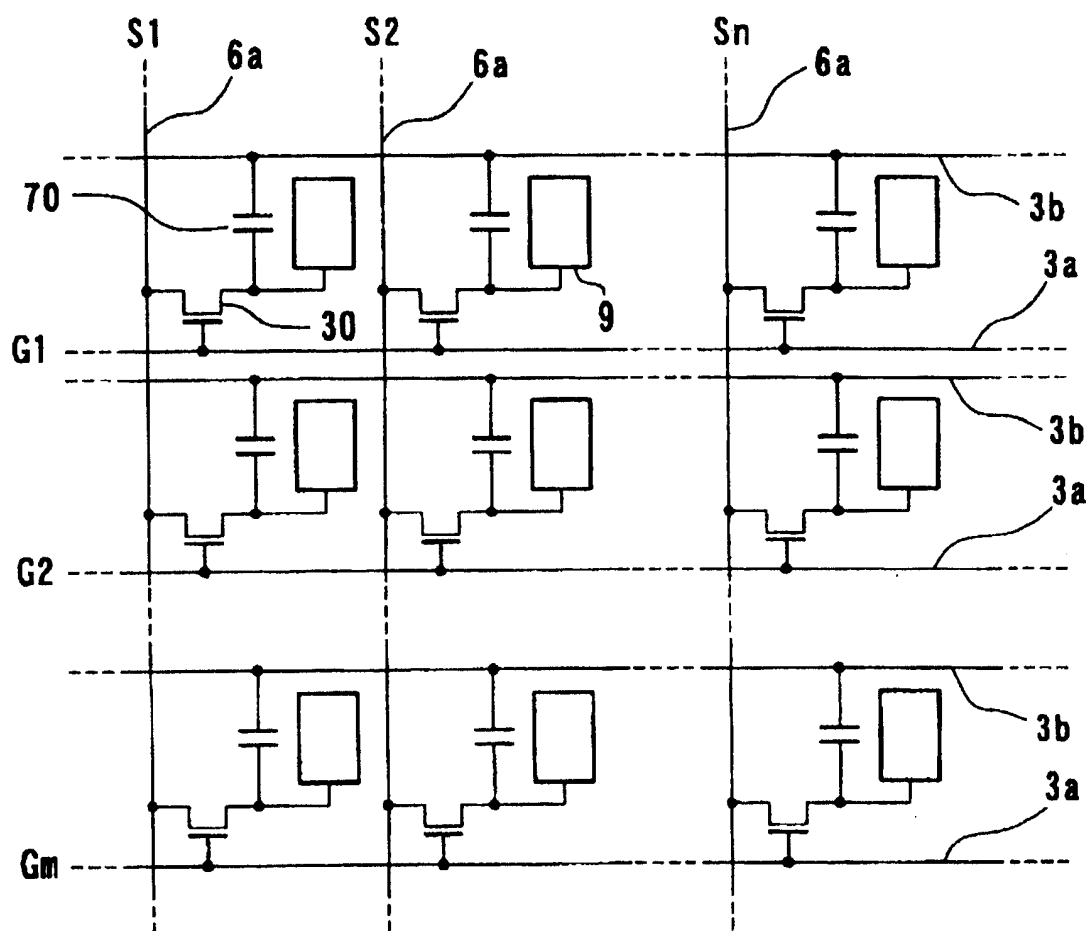


图 1

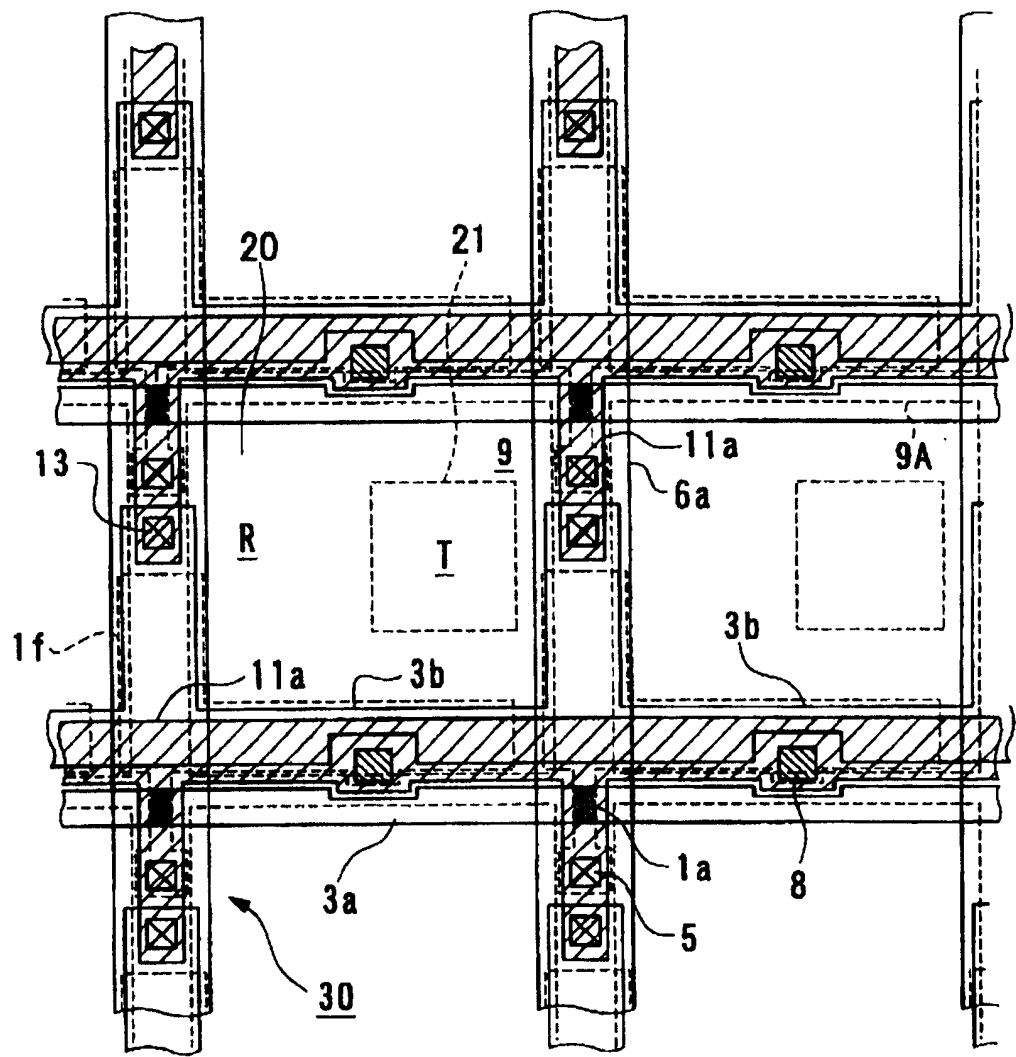
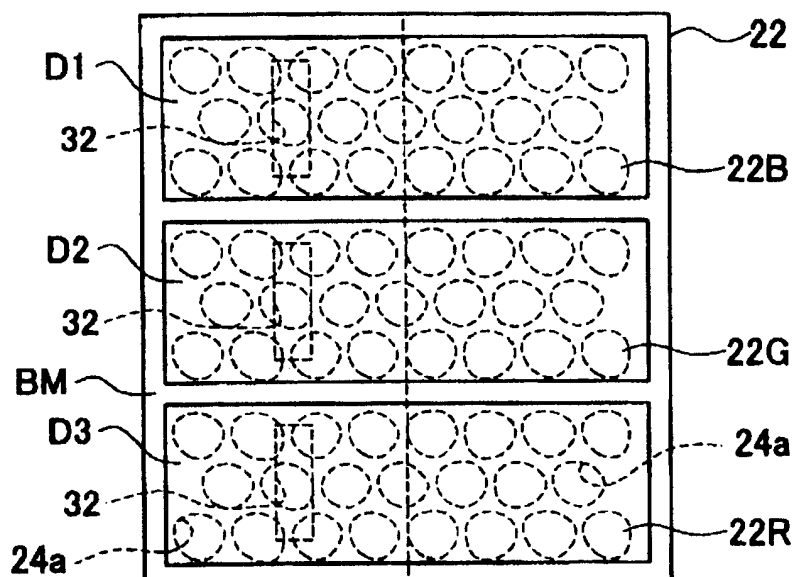


图 2

(a)



(b)

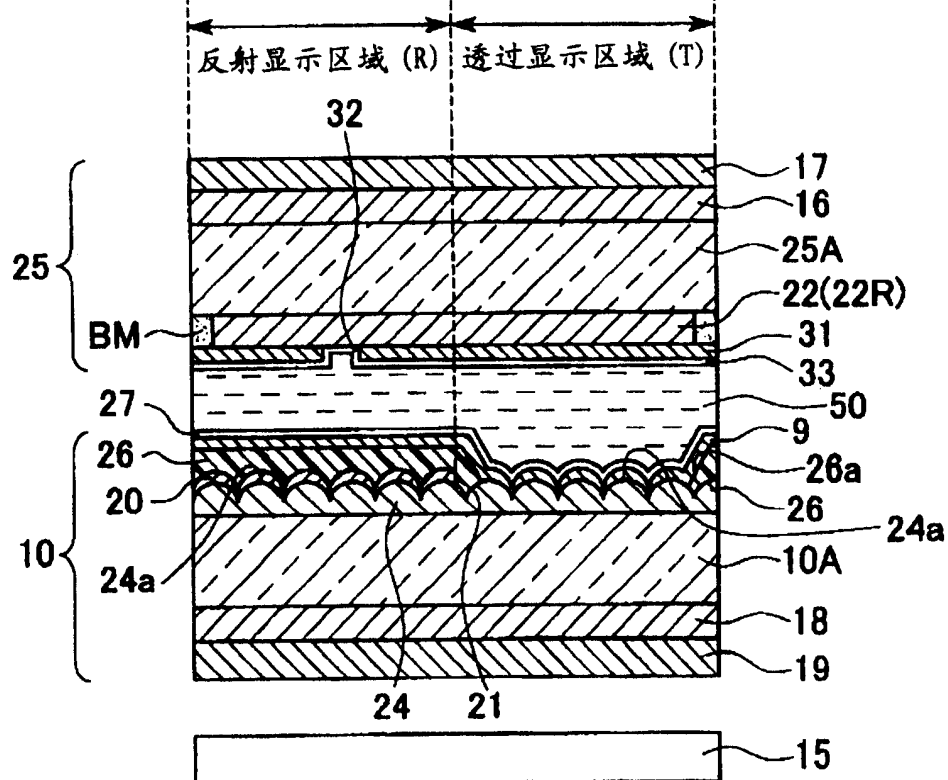


图 3

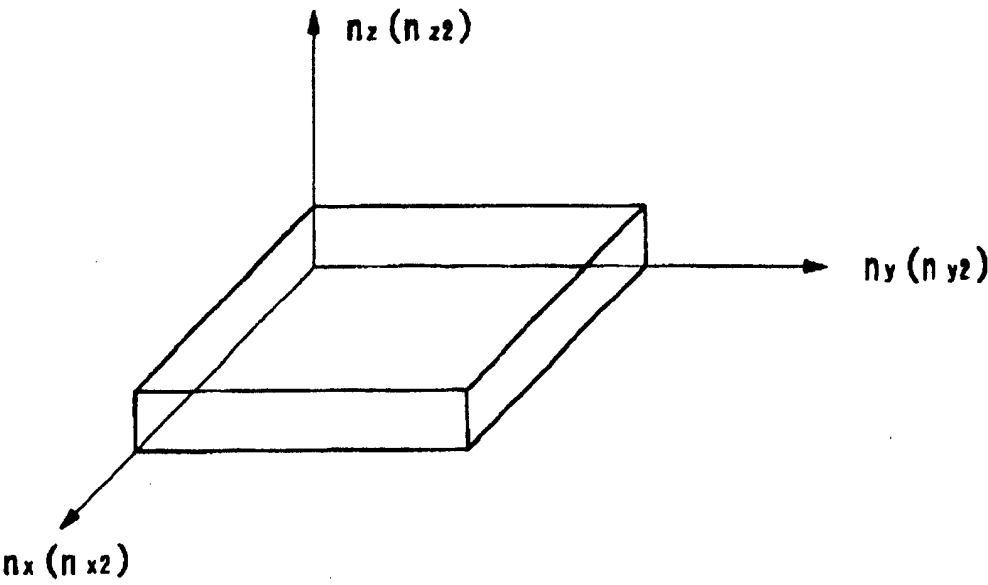


图 4

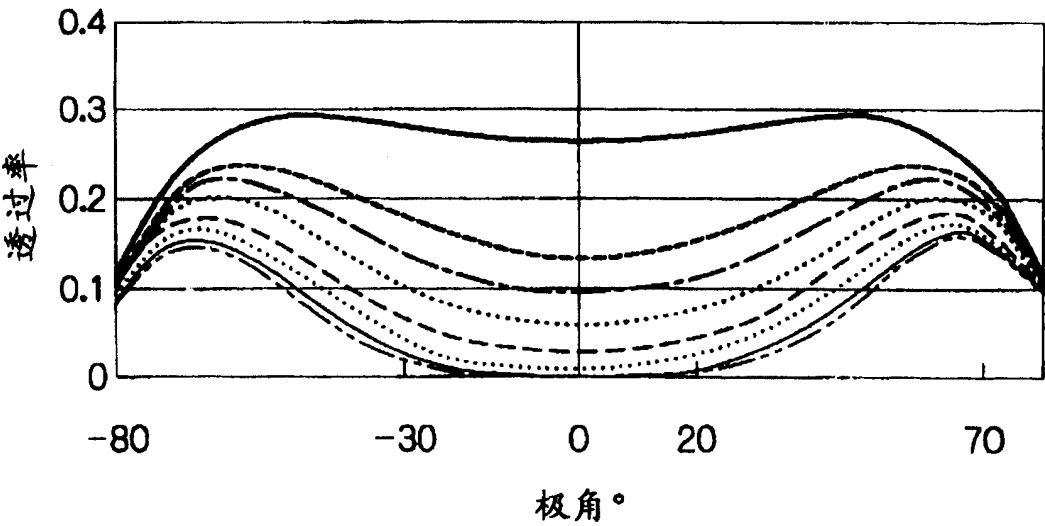
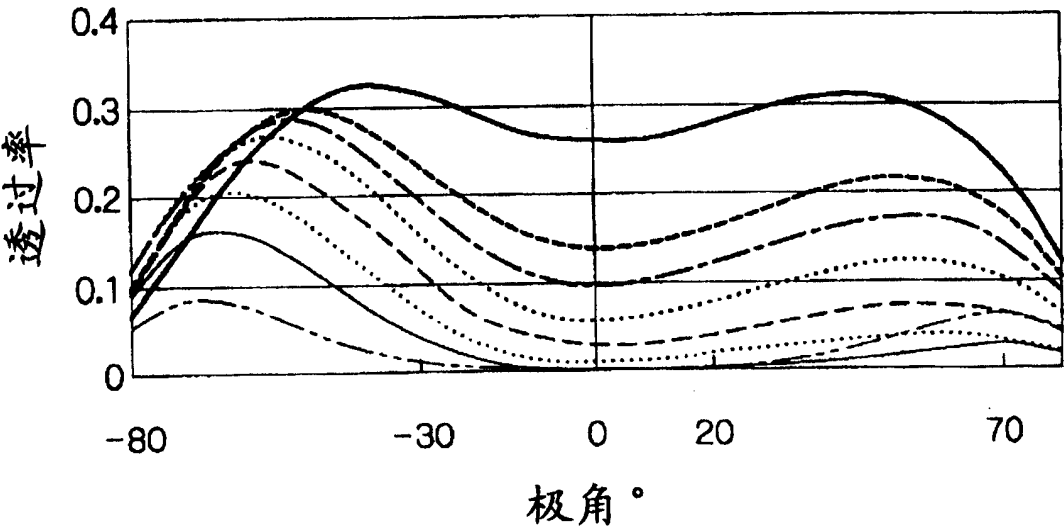
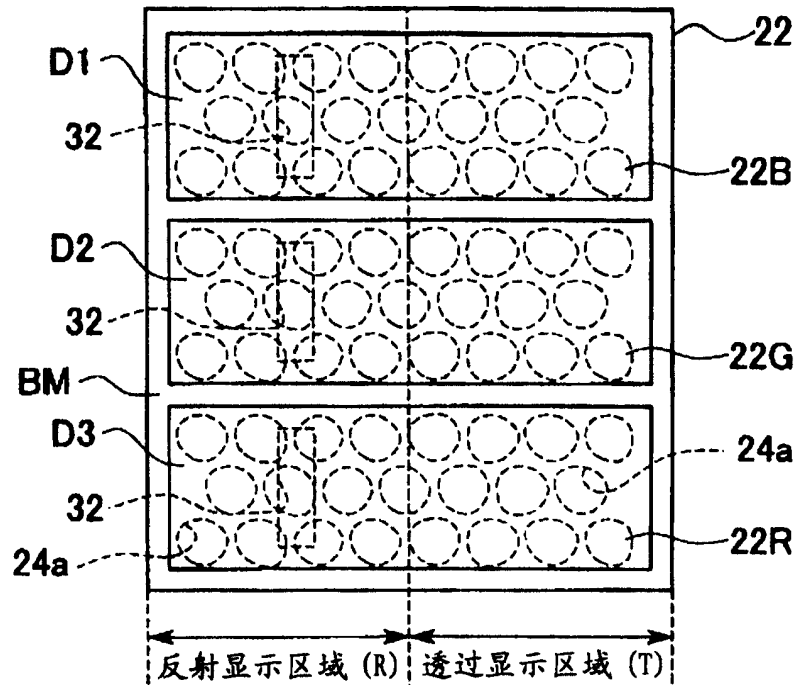


图 5



极角°
图 6

(a)



(b)

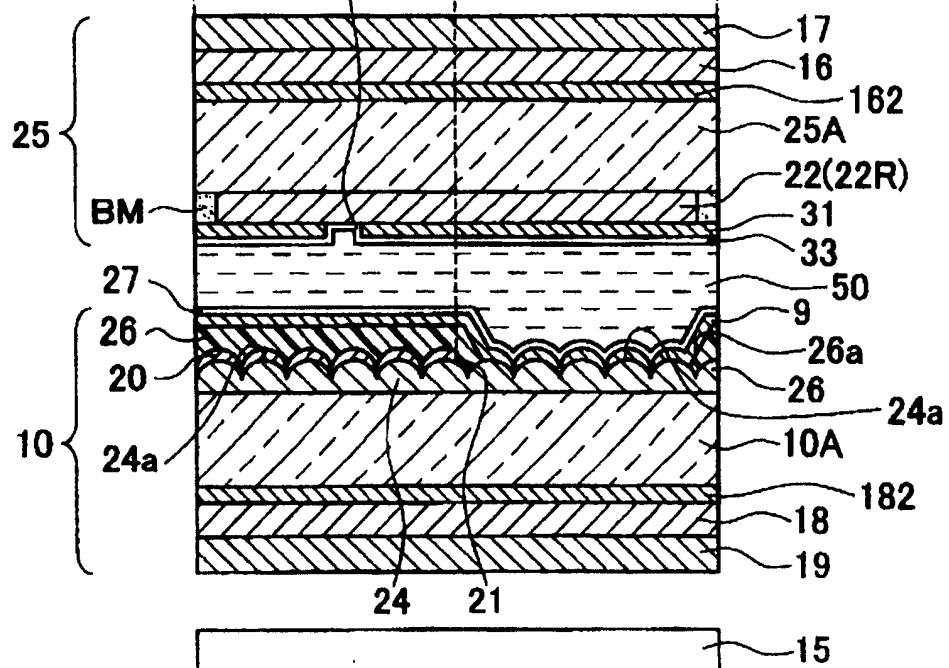
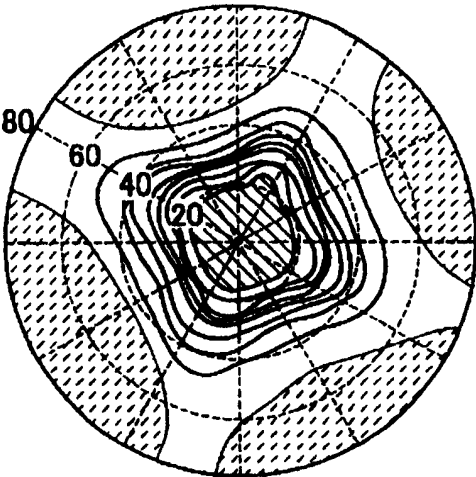


图 7

(a)



(b)

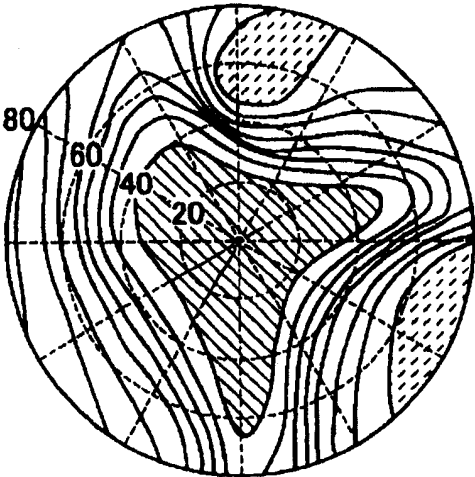
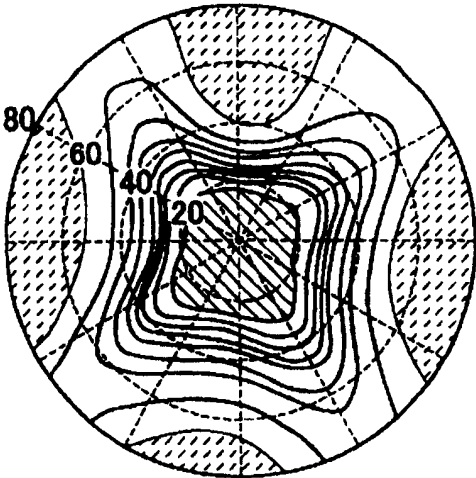
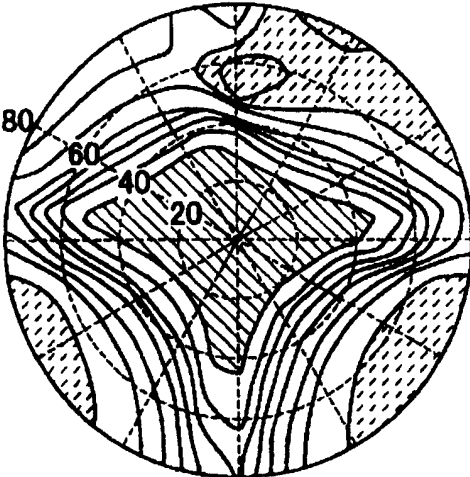


图 8

(a)



(b)



(c)

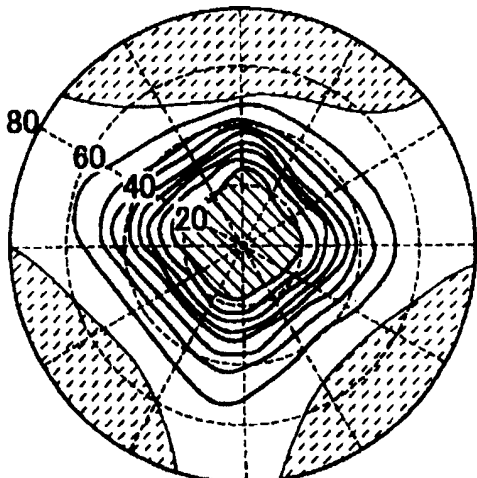
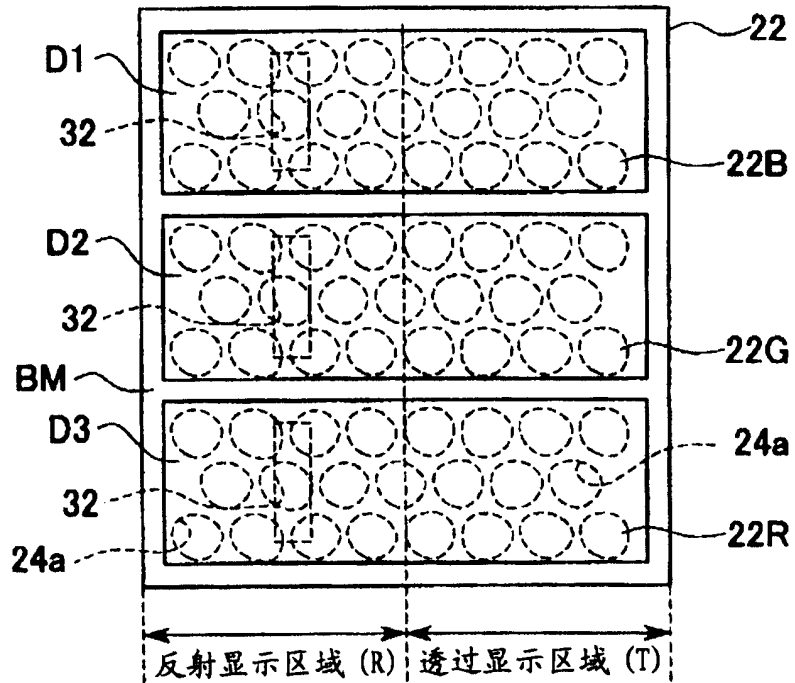


图 9

(a)



(b)

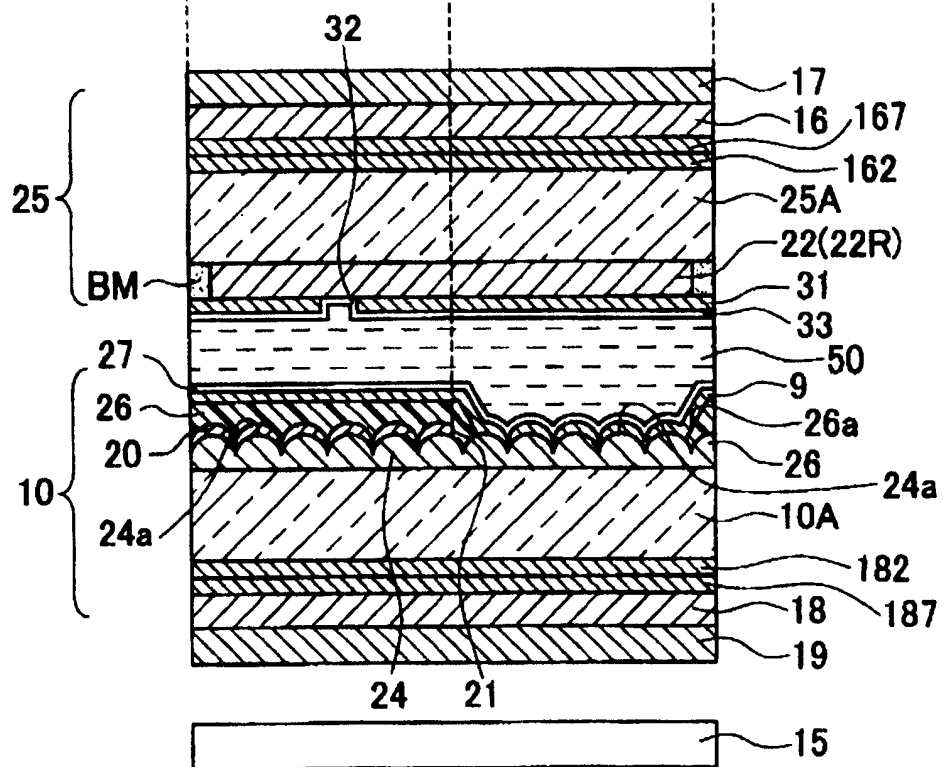


图 10

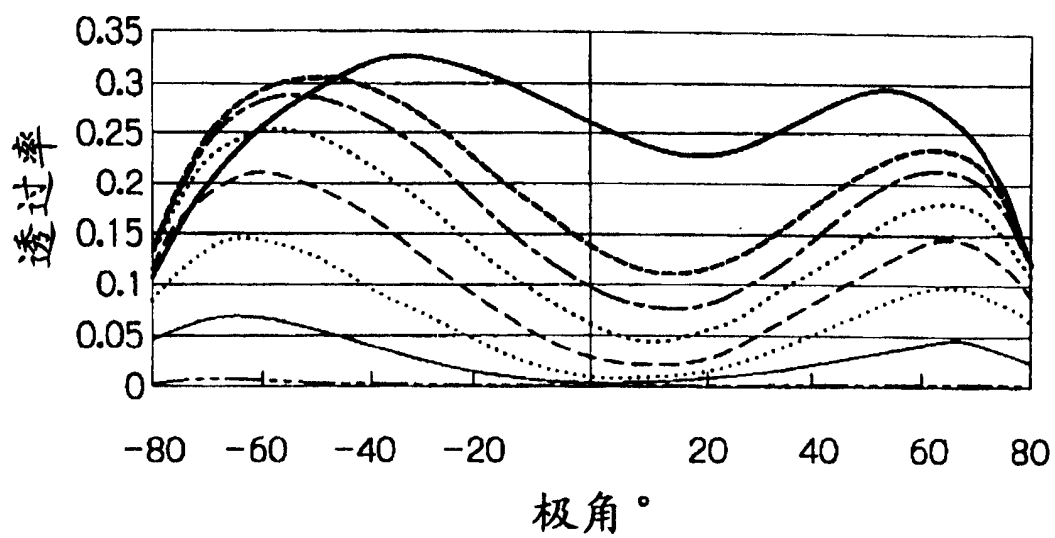


图 11

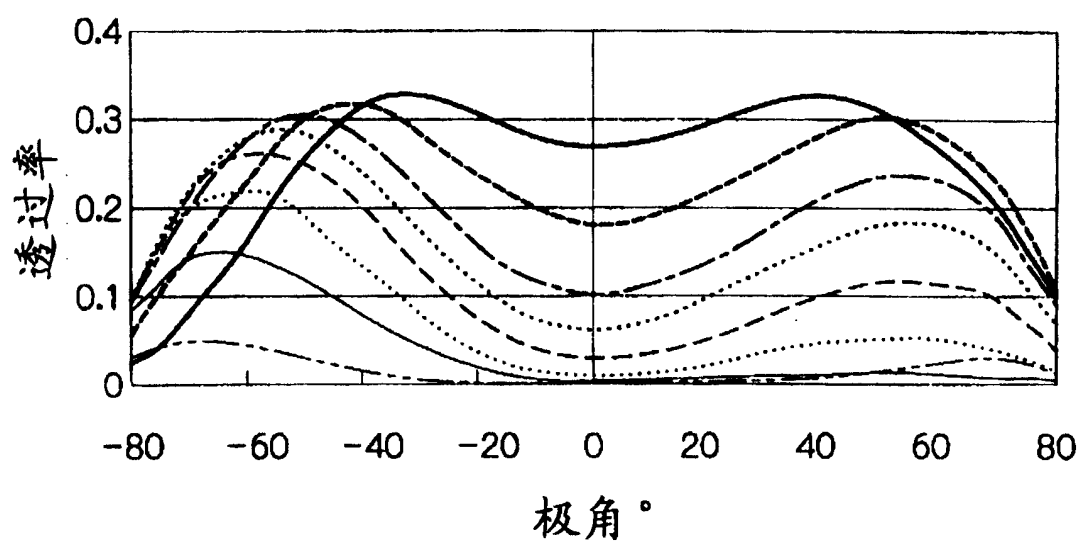


图 12

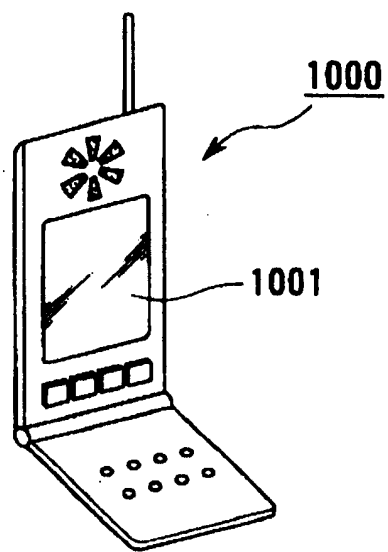


图 13