



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200680000127.7

[51] Int. Cl.

G02F 1/1335 (2006.01)
 G02F 1/137 (2006.01)
 G02F 1/133 (2006.01)
 G09G 3/34 (2006.01)
 G02F 1/13357 (2006.01)
 G09G 3/36 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 9 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 100535721C

[22] 申请日 2006.1.18

[21] 申请号 200680000127.7

[30] 优先权

[32] 2005.1.18 [33] JP [31] 010180/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/301076 2006.1.18

[87] 国际公布 WO2006/078044 日 2006.7.27

[85] 进入国家阶段日期 2006.9.28

[73] 专利权人 西铁城控股株式会社
地址 日本东京都

[72] 发明人 近藤真哉 大原美绘

[56] 参考文献

JP2001-222005A 2001.8.17

CN1380580A 2002.11.20

WO99/21051A1 1999.4.29

JP2000-131681A 2000.5.12

JP11-212073A 1999.8.6

JP11-109337A 1999.4.23

CN1188902A 1998.7.29

JP2000-330107A 2000.11.30

审查员 张文平

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 康建忠

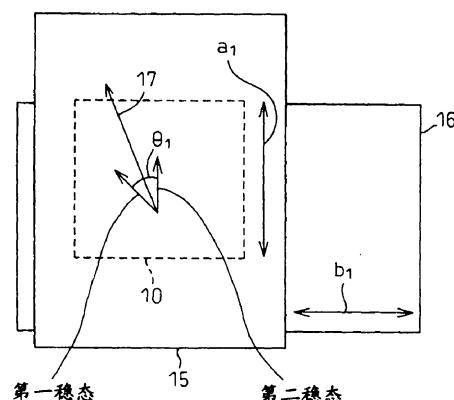
权利要求书 3 页 说明书 24 页 附图 9 页

[54] 发明名称

液晶显示装置

[57] 摘要

可在不利用双折射的情况下产生亮显示状态的液晶显示器。该液晶显示器特征在于包括：第一基板；第二基板；反射偏振片，其安装在第一基板上并具有相互成直角的第一透射轴和第一反射轴，用于透射在与第一透射轴平行的平面内振动的线性偏振光并用于反射在与第一反射轴平行的平面内振动的线性偏振光；偏振片，其安装在第二基板上并具有第二透射轴，用于透射在与第二透射轴平行的平面内振动的线性偏振光；和液晶层，其设置在第一和第二基板之间，具有通过利用双折射使入射光的偏振方向改变的第一模式和不利用双折射从而不使入射光的偏振方向改变的第二模式，其中，通过向液晶层施加电压，显示状态在亮显示状态和暗显示状态之间进行转换，并且通过将液晶层设置为第二模式，亮显示状态被产生。



1、一种液晶显示装置，包括：

第一基板；

第二基板；

反射偏振片，其被安装在所述第一基板上并且具有相互成直角的第一透射轴和第一反射轴，用于透射在与所述第一透射轴平行的平面内振动的线性偏振光，以及用于反射在与所述第一反射轴平行的平面内振动的线性偏振光；

安装在所述第二基板上并且具有第二透射轴的偏振片，用于透射在与所述第二透射轴平行的平面内振动的线性偏振光；和

液晶层，其被设置在所述第一和第二基板之间，并具有通过利用双折射使得入射光的偏振方向改变的第一模式，和不利用双折射从而不使入射光的偏振方向改变的第二模式，其中

通过向所述液晶层施加电压，显示状态在亮显示状态和暗显示状态之间被转换，

通过在所述第二模式下驱动所述液晶层，所述亮显示状态被产生，并且

所述液晶层在没有施加的电压时保持第一和第二稳态之一或之另一，并且所述第一和第二稳态之一或之另一被设置为所述第二模式。

2、根据权利要求1的液晶显示装置，其中，通过使通过所述偏振片的第二透射轴进入所述液晶层的环境光在所述反射偏振片被反射，以及使反射光通过所述液晶层返回并从所述偏振片射出，所述亮显示状态被产生。

3、根据权利要求2的液晶显示装置，其中，所述第一透射轴和所述第二透射轴基本上相互成直角地被排列。

4、根据权利要求1的液晶显示装置，其中，在所述第二稳态下，液晶分子以与所述第二透射轴基本上平行的方向被定向。

5、根据权利要求1的液晶显示装置，其中，在所述第一稳态下，

液晶分子以与所述液晶分子在第二稳态下被定向的方向倾斜大约 45 度的方向被定向。

6、根据权利要求 1 的液晶显示装置，其中，所述液晶层为垂直定向的液晶层，并且具有其中液晶分子在所述第一和第二基板之间被基本上垂直地定向的第一状态和其中所述液晶分子相对于所述第二透射轴倾斜规定角度的第二状态，并且其中所述第一状态被设置为所述第二模式。

7、根据权利要求 1 的液晶显示装置，还包括安装在所述反射偏振片外部的辅助光源，并且

所述液晶层在所述辅助光源被断开的情况下在所述第二模式下被驱动。

8、根据权利要求 1 的液晶显示装置，还包括安装在所述反射偏振片外部的辅助光源，并且

所述液晶层在所述辅助光源被接通的情况下在所述第二模式下被驱动。

9、根据权利要求 8 的液晶显示装置，其中，通过使得从所述辅助光源发出并通过所述反射偏振片的所述第一透射轴进入所述液晶层的光通过所述偏振片的所述第二透射轴并在观察者侧射出，所述亮显示状态被产生。

10、根据权利要求 9 的液晶显示装置，其中，所述第一透射轴和所述第二透射轴基本上相互平行地被排列。

11、根据权利要求 1 的液晶显示装置，还包括：

安装在所述反射偏振片外部的辅助光源；和

光吸收层，置于在所述反射偏振片和所述辅助光源之间，用于吸收某一光谱区的光。

12、根据权利要求 1 的液晶显示装置，还包括：

安装在所述反射偏振片外部的辅助光源；和

光吸收层，置于在所述反射偏振片和所述辅助光源之间，用于吸收某一可见区的部分光。

13、根据权利要求 1 的液晶显示装置，还包括安装在所述反射偏振片外部的辅助光源，其中

所述辅助光源设置有用于反射可见区中的一部分光的反射层。

液晶显示装置

技术领域

本发明涉及一种液晶显示装置，更具体地说涉及一种可在不利用双折射的情况下以明亮状态显示背景的液晶显示装置。

背景技术

能够呈现多种光学状态的记忆液晶具有这样一种特性（记忆特性），即即使对其不施加电压，其也继续保持一种特定状态。当这种记忆液晶被用于液晶显示装置时，可控制该装置在无需施加电压的情况下继续显示特定图像。在使用记忆液晶比如铁电液晶的显示面板中，利用记忆特性并且以这样的方式，即仅驱动显示需要被更新的部分的扫描电极而不驱动显示不必被更新的部分的显示电极的方式执行控制是已知的（作为示例，见专利文件 1）。

可以反射和透射显示模式工作的透反射液晶显示装置也是已知的（作为示例，见专利文件 2）。透反射液晶显示装置包括：在其之间设置有扭曲向列液晶（TN 液晶）（其工作以将入射光的偏振面旋转 90 度）的一对基板、安装在基板之一上的偏振片、安装在另一基板上的具有反射轴和透射轴的反射偏振片、设置在反射偏振片的外侧上的半透射吸收层、和安装在半透射吸收层的外侧上的辅助光源。

在透反射液晶显示装置中，当在辅助光源被断开而实现的反射显示模式下时，偏振片被排列使得在 H 电平电压被施加到 TN 液晶的接通（ON）状态下（TN 液晶处于透射状态）产生暗显示状态，随后当通过接通辅助光源实现透射显示模式时，在 H 电平电压被施加到 TN 液晶的接通状态下（TN 液晶处于透射状态）产生亮显示模式。这是因为，当 TN 液晶被设置为透射状态、辅助光源被断开时，由于观察者观察到的断开的辅助光源的表面颜色，显示器显得较暗，而当 TN

液晶被设置为透射状态、辅助光源被接通时，由于观察者观察到来自辅助光源的光，显示器显得较亮。即，问题在于即使相同电平的电压被施加到 TN 液晶，暗显示也取决于辅助光源的接通/断开被反转。因此，为了防止暗显示的反转，在现有技术中已实行了转换要被施加到 TN 液晶的电压的方法（例如，从 H 电平到 L 电平）。

专利文件 1：日本未决专利申请公布 No. H02-131286（第 11 和 12 页和图 12）

专利文件 2：日本专利申请公布 No. 3485541

发明内容

然而，在透反射液晶显示装置中，关于应该如何按照意图定向或配向偏振片、反射偏振片和液晶中的液晶分子，还没有什么建议。

因此，本发明的一个目的是提供一种其中偏振片、反射偏振片和液晶中的液晶分子被适当地定向或配向的透反射液晶显示装置。

本发明的另一个目的是提供一种可在不利用双折射的情况下产生亮显示状态的液晶显示装置。

根据本发明的一种液晶显示装置包括：第一基板；第二基板；反射偏振片，其被安装在第一基板上并且具有相互成直角的第一透射轴和第一反射轴，用于透射在与第一透射轴平行的平面内振动的线性偏振光，以及用于反射在与第一反射轴平行的平面内振动的线性偏振光；偏振片，其被安装在第二基板上并且具有第二透射轴，用于透射在与第二透射轴平行的平面内振动的线性偏振光；和液晶层，其被设置在第一和第二基板之间，并具有通过利用双折射使得入射光的偏振方向改变的第一模式，和不利用双折射从而不使入射光的偏振方向改变的第二模式，其中，通过向液晶层施加电压，显示状态在亮显示状态和暗显示状态之间被转换，并且通过在第二模式下驱动液晶层，亮显示状态被产生。

最好，在根据本发明的液晶显示装置中，通过使通过偏振片的第二透射轴进入液晶层的环境光在反射偏振片被反射，以及通过使反射光通过

液晶层返回并从偏振片射出，产生亮显示状态。

还最好，在根据本发明的液晶显示装置中，第一透射轴和第二透射轴基本上相互成直角地被排列。

最好，在根据本发明的液晶显示装置中，液晶层在没有施加的电压时保持第一和第二稳态之一或之另一，并且第一和第二稳态之一或之另一被设置为第二模式。即，根据本发明的液晶显示装置使用所谓的记忆液晶被构成。

还最好，在根据本发明的液晶显示装置中，在第二稳态下，液晶分子以与第二透射轴基本上平行的方向被定向。

还最好，在根据本发明的液晶显示装置中，在第一稳态下，液晶分子以与液晶分子在第二稳态下被定向的方向倾斜大约 45 度的方向被定向。

最好，在根据本发明的液晶显示装置中，液晶层为垂直定向的液晶层，并且具有其中液晶分子在第一和第二基板之间被基本上垂直地定向的第一状态和其中液晶分子相对于第二透射轴倾斜规定角度的第二状态，并且其中第一状态被设置为第二模式。

最好，根据本发明的液晶显示装置还包括：安装在所述反射偏振片外部的辅助光源，并且所述液晶层在所述辅助光源被断开的情况下在第二模式下被驱动。

最好，根据本发明的液晶显示装置还包括：安装在所述反射偏振片外部的辅助光源，并且所述液晶层在所述辅助光源被接通的情况下在第二模式下被驱动。

最好，在根据本发明的液晶显示装置中，通过使得从所述辅助光源发出并通过所述反射偏振片的所述第一透射轴进入所述液晶层的光通过所述偏振片的所述第二透射轴并在观察者侧射出，亮显示状态被产生。

最好，在根据本发明的液晶显示装置中，第一透射轴和第二透射轴基本上相互平行地被排列。

根据本发明的液晶显示装置最好还包括：安装在反射偏振片外部

的辅助光源；和置于在反射偏振片和辅助光源之间的、用于吸收某一光谱区的光的光吸收层。按照这种配置，当记忆液晶被设置在透射模式下而辅助光源被断开时，将在记忆液晶显示器上观察到的辅助光源的表面颜色会显得更暗。

根据本发明的液晶显示装置最好还包括：安装在反射偏振片外部的辅助光源；和置于在反射偏振片和辅助光源之间的、用于吸收可见区的部分光的光吸收层。按照这种配置，当记忆液晶被设置在透射模式下而辅助光源被断开时，将在记忆液晶显示器上观察到的辅助光源的表面颜色会显得更暗。

根据本发明的液晶显示装置最好还包括安装在反射偏振片外部的辅助光源，并且辅助光源被设置有反射可见区的部分光的反射层。

最好，在根据本发明的液晶显示装置中，液晶层为垂直定向的液晶层，并且具有其中液晶分子在第一和第二基板之间被基本上垂直地定向的第一状态和其中液晶分子相对于第二透射轴倾斜规定角度的第二状态。即，根据本发明的液晶显示装置使用所谓的垂直定向液晶被构成。

最好，在根据本发明的液晶显示装置中，当液晶层被保持在第一状态时，液晶层被设置在第二模式下。

根据本发明，由于在不利用液晶的双折射的情况下产生了白色显示状态，因此清晰地显示白色成为可能。当亮显示区较大时（即，当背景颜色被设置为白色时），效果尤其显著。如果该配置被用来在不利用液晶的双折射的情况下产生黑色显示状态，则黑色可被清晰地显示，但是，由于其自身的特性在黑色显示状态下不均匀性不太明显，因此效果不如白色显示状态下那样显著。

根据本发明，在使用记忆液晶的透反射液晶显示装置中，接近黑色的暗显示状态可在不使用辅助光源的反射模式下正常产生显示的应用中被实现。

此外，根据本发明，在使用记忆液晶的透反射液晶显示装置中，接近黑色的暗显示状态可在使用辅助光源的透射模式下正常产生显示

的应用中被实现。

此外，根据本发明，在使用记忆液晶的透反射液晶显示装置中，可在不使用辅助光源的反射模式下正常产生显示的应用中被实现避免了不均匀性的良好亮显示状态。

附图说明

图 1 是示出根据本发明的液晶显示装置的配置的方框图。

图 2 是示出根据本发明的液晶面板的结构的示例的图。

图 3 是示出根据第一实施例的液晶面板中的偏振片和反射偏振片之间的关系的图。

图 4 (a) 是示出根据其中辅助光源被断开的情况的第一实施例的光透射率和施加到液晶面板的电压之间的关系的图；图 4 (b) 是示出根据其中辅助光源被接通的情况的第一实施例的光透射率和施加到液晶面板的电压之间的关系的图。

图 5 (a) 是示出当根据本发明的液晶面板被用于手表时的显示示例的图；图 5 (b) 是示出液晶面板显示被反转的情况的图。

图 6 (a) 是示出当根据本发明的液晶面板被用于移动电话时的显示示例的图；图 6 (b) 是示出液晶面板显示被反转的情况的图。

图 7 (a) 是示出施加到扫描电极 13a 的扫描电压波形的示例的图；图 7 (b) 是示出施加到信号电极 13b 的信号电压波形的示例的图；图 7 (c) 是示出表示 (a) 和 (b) 的和的和电压波形的图。

图 8 是示出根据第二实施例的液晶面板中的偏振片和反射偏振片之间的关系的图。

图 9 (a) 是示出根据其中辅助光源被断开的情况的第二实施例的光透射率和施加到液晶面板的电压之间的关系的图；图 9 (b) 是示出根据其中辅助光源被接通的情况的第二实施例的光透射率和施加到液晶面板的电压之间的关系的图。

图 10 是示出根据第三实施例的液晶面板中的偏振片和反射偏振片之间的关系的图。

图 11 是用于说明液晶分子的状态的图。

具体实施方式

下面将参照附图说明根据本发明的液晶显示装置 100。

图 1 是示出液晶显示装置 100 的基本结构的方框图，液晶显示装置 100 为在此说明的几个实施例所公用。

液晶显示装置 100 包括液晶面板 20、控制部分 21、驱动电压波形控制电路 22、用于将电压波形施加到布置在液晶面板 20 内的扫描电极 13a 的扫描驱动电压波形产生电路 23、用于将电压波形施加到布置在液晶面板 20 内的信号电极 13b 的信号驱动电压波形产生电路 24、包含电源比如太阳能电池或二次电池的电源部分 25、显示数据存储部分 27、RAM 30、ROM 31 和时钟电路 50。

此外，液晶显示装置 100 包括安装在液晶面板 20 后面的辅助光源 60、用于控制辅助光源 60 的接通/断开操作的辅助光源控制电路 61、和用于使得用户能够设置辅助光源 60 接通和断开的辅助光源开关 62。尽管在图 1 中未明确示出，但液晶显示装置 100 的各构成部件被配置成能够从电源部分 25 得到供电。

控制部分 21 按照预先存储在 RAM 30 或 ROM 31 中的程序、利用从时钟电路 50 接收的时间信息等创建显示数据，将该数据存储在显示数据存储部分 27 中，并且向驱动电压波形控制电路 22 提供控制信号，使得对应于时间信息的显示数据被呈现显示在液晶面板 20 上。

这里，当用户例如在较低环境光环境下接通辅助光源开关 62 来观看液晶显示装置 100 时，控制部分 21 控制辅助光源控制电路 61，该辅助光源控制电路 61 于是接通辅助光源 60。

此外，在检测到辅助光源开关 62 的接通状态时，控制部分 21 控制驱动电压波形控制电路 22 以反转铁电液晶 10 的极性，从而执行控制，使得液晶面板 20 上的显示不会被辅助光源 60 的接通/关闭操作反转。

下面将说明第一实施例。

图 2 示出根据第一实施例的液晶面板 20 连同辅助光源 60 的横截面图。

根据第一实施例的液晶面板 20 包括：第一透明玻璃基板 11a、第二透明玻璃基板 11b、形成在第一透明玻璃基板 11a 上的扫描电极 13a、形成在第二透明玻璃基板 11b 上的信号电极 13b、沉积在扫描电极 13a 上并经过摩擦处理的聚合定向膜 (polymeric alignment film) 14a、沉积在信号电极 13b 上并经过摩擦处理的聚合定向膜 14b、设置在第一和第二透明基板 11a 和 11b 之间并由密封部件 12 密封的铁电液晶 10、设置在第一透明基板 11a 的外侧上的反射偏振片 16 和设置在第二透明基板 11b 的外侧上的偏振片 15。

这里，由 Clariant 制造的“FELIX 501”被用作铁电液晶 10。设置在第一和第二透明玻璃基板 11a 和 11b 之间的铁电液晶 10 厚度约为 $1.7 \mu\text{m}$ 。

反射偏振片 16 由聚酯树脂等的多层膜形成，并且具有相互成直角定位的透射轴和反射轴。反射偏振片 16 具有透射在平行于透射轴的平面内振动的线性偏振光和反射在平行于反射轴的平面内振动的线性偏振光的功能。

在图 2 中，箭头 A 表示从外部入射在液晶面板 20 上的环境光，箭头 B 表示从辅助光源 60 入射在液晶面板 20 上的光。

因为 EL 元件的较低电力消耗和较薄结构，所以，使用有机电致发光 (EL) 元件作为发光设备的背光被用作辅助光源 60，该辅助光源 60 被置于液晶面板 20 的反射偏振片 16 的下面。辅助光源也可由其它种类的发光设备构成。

为了便于说明，在图 2 中仅示出 5 个扫描电极 13a，但实际上，在本实施例中，通过在液晶面板 20 的整个区域上构图 (pattern) 透明导电膜，形成 40 个扫描电极 13a。此外，通过以与扫描电极 13a 以直角相交的方式在液晶面板 20 的整个区域上构图透明导电膜，形成 50 个信号电极 13b。因此，液晶面板 20 具有各自位于扫描电极 13a 和信号电极 13b 之间的相交点的像素 (总计 2000 个像素)。

图 3 示出根据第一实施例的液晶面板 20 中的偏振片 15 和反射偏振片 16 的排列。

如图 3 中所示，偏振片 15 的透射轴 (a_1) 与反射偏振片 16 的透射轴 (b_1) 基本上成直角被定向。当没有施加电压时，铁电液晶具有两种稳态，第一稳态和第二稳态。在图 3 中，铁电液晶 10 被安排成使得在第二稳态下，液晶分子的长轴平行于偏振片 15 的透射轴 (a_1) 被定向 (align)。这里，第一或第二稳态下的液晶分子的长轴，无论哪个是适当的，均可平行于透射轴 (a_1) 被定向。此外，如图 3 中所示，在铁电液晶 10 的第一稳态下，每个液晶分子的长轴相对于第二稳态下的铁电液晶 10 的每个液晶分子的长轴被倾斜锥角 θ_1 ；即，长轴绕液晶锥形转到不同于第二稳态下长轴的位置。在图 3 中，箭头 17 指示定向膜的定向方向，其精确地位于第一稳态的定向方向和第二稳态的定向方向中间。

在根据第一实施例的铁电液晶 10 中，锥角 (θ_1) 被选定为大约 45° 。这是因为当铁电液晶利用双折射时，入射在铁电液晶上的光量 (I_{in}) 和从铁电液晶射出的光量 (I_{out}) 之间的关系通常通过下面的方程式 (1) 表示，当锥角 (θ_1) 为 45° 时，射出光量变成最大。

$$I_{out} = I_{in} \cdot \sin^2 2\theta \cdot \sin^2 (R/\lambda) \pi \quad (1)$$

其中 R 表示延迟 (retardation)， λ 表示入射在铁电液晶上的光的波长。

这里，即使锥角 (θ_1) 被设置为 45° ，当利用双折射时， I_{out} 也不会等于 I_{in} ，因为由于延迟出现了衰减。

图 4 示出根据第一实施例的液晶面板 20 中的光的透射率和施加到铁电液晶 10 的电压的极性之间的关系。

图 4 (a) 示出针对其中辅助光源 60 被断开的情况的图，而图 4 (b) 示出针对其中辅助光源 60 被接通的情况的图。在每个图中，水平轴表示利用扫描电极 13a 作为基准、在液晶面板 20 中的扫描电极 13a 和信号电极 13b 之间施加的电压 (V) (即施加在铁电液晶 10 上的电压)，垂直轴表示液晶面板 20 的透射率。

参照图 4 (a)，将针对其中辅助光源 60 被断开的情况进行描述。

由于在第二稳态下的液晶分子平行于透射轴 (a_1) 被定向，因此当通过反转施加的电压的极性，铁电液晶 10 被转换到第一稳态时，铁电液晶 10 中的液晶分子的长轴的定向方向偏离偏振片 15 的透射轴 (a_1) 和反射偏振片 16 的透射轴 (b_1)。即，铁电液晶 10 中的液晶分子的长轴的定向方向相对于透射轴 (a_1) 被倾斜角度 θ_1 (大约 45°)。在与偏振片 15 的透射轴 (a_1) 平行的平面内振动的环境光 A 进入液晶面板 20，在液晶面板 20，由于铁电液晶 10 的双折射，振动面被旋转，以便变为与反射偏振片 16 的透射轴 (b_1) 基本上平行；因此，光通过液晶面板 20 (透射状态) 并且被辅助光源 60 的表面反射。通常，辅助光源 60 的表面颜色暗，因此，当辅助光源 60 被断开时，在第一稳态下通过液晶面板 20 并且通过反射被返回的光在液晶面板 20 上显示较暗，因为观察者观察到的是辅助光源 60 的较暗的表面颜色。在图 4 (a) 中，此时的透射率被指示为 Th_1 -OFF。通过利用双折射改变入射光的偏振方向的模式将被称作第一模式。在本实施例中，当铁电液晶呈现第一稳态时，装置以第一模式工作。

当通过反转所施加电压的极性，铁电液晶 10 被转换到第二稳态时，铁电液晶 10 中的液晶分子的长轴平行于偏振片 15 的透射轴 (a_1) 定向。在该状态下，铁电液晶 10 允许入射光通过。由于在与透射轴 (a_1) 平行的平面内振动并且进入液晶面板 20 的环境光 A 具有与反射偏振片 16 的透射轴 (b_1) 基本上垂直的振动面，因此，光被反射偏振片 16 的反射轴反射 (反射状态)。从而，当辅助光源 60 被断开时，在第二稳态下，通过液晶面板 20 的光被反射偏振片 16 的反射轴反射，在液晶面板 20 上产生亮显示。在图 4 (a) 中，此时的透射率被指示为 Th_1 -OFF。不利用双折射并从而不导致入射光的偏振方向改变的模式将被称作第二模式。在本实施例中，当铁电液晶呈现第二稳态时，装置以第二模式工作。

如上所述，在辅助光源 60 被断开的情况下，当施加到铁电液晶 10 的电压被增加 (超过在该电压透射率开始增加的电压 $V1$) 到在该

电压透射率的增加达到饱和的电压 V_2 (正阈值) 时, 即使在施加的电压被去除之后 (即, 施加 $0V$), 铁电液晶 10 也在此之后保持第一铁电状态, 从而液晶面板 20 保持暗显示状态。另一方面, 当施加到铁电液晶 10 的电压被降低 (低于在该电压透射率开始降低的电压 V_3) 到在该电压透射率的降低达到饱和的电压 V_4 (负阈值) 时, 即使在施加的电压被去除之后 (即, 施加 $0V$), 铁电液晶 10 也在此之后保持第二铁电状态, 从而液晶面板 20 保持亮显示状态。

参照图 4 (b), 将针对其中辅助光源 60 被接通的情况进行描述。

当通过反转施加的电压的极性, 铁电液晶 10 被转换到第一稳态时, 铁电液晶 10 中的液晶分子的长轴的定向方向偏离偏振片 15 的透射轴 (a_1) 和反射偏振片 16 的透射轴 (b_1)。从辅助光源 60 发出并在与反射偏振片 16 的透射轴 (b_1) 平行的平面内振动的光 B 进入液晶面板 20 , 在液晶面板 20 , 由于铁电液晶 10 的双折射, 振动面被旋转, 以便变为与偏振片 15 的透射轴 (a_1) 基本上平行; 因此, 光通过偏振片 15 (透射状态) 并且在液晶面板 20 上被观察到。因此, 当辅助光源 60 被接通时, 在第一稳态下, 来自辅助光源 60 的光通过液晶面板 20 , 在液晶面板 20 上产生亮显示。在图 4 (b) 中, 此时的透射率被指示为 Th_1 -ON。这里的模式是第一模式, 因为液晶层利用了双折射。

当通过反转所施加电压的极性, 铁电液晶 10 被转换到第二稳态时, 铁电液晶 10 中的液晶分子的长轴平行于偏振片 15 的透射轴 (a_1) 定向。由于从辅助光源 60 发出并在与透射轴 (b_1) 平行的平面内振动从而进入液晶面板 20 的光 B 具有与透射轴 (a_1) 垂直的振动面, 因此光被偏振片 15 吸收, 并且在液晶面板 20 的表面不被观察到。因此, 当辅助光源 60 被接通时, 在第二稳态下, 在液晶面板 20 上产生暗显示。在图 4 (b) 中, 此时的透射率被指示为 Tl_1 -ON。这里的模式是第二模式, 因为液晶层不利用双折射。

如上所述, 当施加到铁电液晶 10 的电压被增加 (超过在该电压透射率开始增加的电压 V_1) 到在该电压透射率的增加达到饱和的电压 V_2 (正阈值) 时, 即使在施加的电压被去除之后 (即, 施加 $0V$),

铁电液晶 10 也在此之后保持第一铁电状态，从而液晶面板 20 保持亮显示状态。同样，当施加到铁电液晶 10 的电压被降低（低于在该电压透射率开始降低的电压 V_3 ）到在该电压透射率的降低达到饱和的电压 V_4 （负阈值）时，即使在施加的电压被去除之后（即，施加 0V），铁电液晶 10 也在此之后保持第二铁电状态，从而暗显示状态被保持。

如从图 4 (a) 和 4 (b) 可看到的，在根据第一实施例的液晶面板 20 中，当辅助光源 60 被接通和断开时，即使当铁电液晶 10 处于相同铁电状态时，暗显示也反转。鉴于此，在本实施例中，执行控制以与辅助光源 60 的接通/断开操作同步地反转铁电液晶 10 的极性（从一种铁电状态到另一种铁电状态），从而执行控制使得液晶面板的暗显示状态不被反转。

这里，在利用双折射产生显示的情况下，显示对液晶面板 20 的基板之间的微小间隙的变化是敏感的，并且容易出现显示的不均匀性。即，由于在液晶面板 20 的整个结构中基板（第一和第二玻璃基板 11a 和 11b）之间的间隙不能被制造得完全一致，因此在液晶面板 20 中不会出现完全一致的双折射。如果双折射不一致，则液晶面板 20 上的显示颜色不会完全一致，从而导致显示的不均匀性。例如，在通过断开辅助光源 60 并将铁电液晶 10 置于第一稳态而实现的液晶面板 20 的暗显示状态 (Tl_1 -OFF) 中，如前面所描述的铁电液晶 10 的双折射被利用；因此，当背景被显示为黑色时（见图 6(b) 中所示的液晶面板 20），不均匀性变得明显，降低了显示质量。另一方面，在通过断开辅助光源 60 并将铁电液晶 10 置于第二稳态而实现的液晶面板 20 的亮显示状态 (Th_1 -OFF) 中，由于如前所描述的铁电液晶 10 的双折射未被利用，因此不会出现显示的不均匀性。

即，当偏振片 15 的透射轴 (a_1) 和反射偏振片 16 的透射轴 (b_1) 相互成直角地被排列，并且铁电液晶 10 被设置使得在第二稳态下液晶分子的长轴与偏振片 15 的透射轴 (a_1) 平行地定向，使得黑色字符被显示在白色背景上时（见图 5 (a) 和 6 (a) 中所示的液晶面板 20），可产生避免不均匀性的良好显示。在这种情况下，可在不使用双折射

的情况下显示白色背景。换句话说，当以白色显示背景时重要的是不使用双折射。以这种方式，由于在辅助光源 60 被断开的情况下，根据第一实施例的液晶面板 20 可产生避免不均匀性的良好亮显示，因此，液晶面板 20 适于在不使用辅助光源 60 的反射模式下正常产生显示的应用。

即，由于在辅助光源 60 被断开的情况下，根据第一实施例的液晶面板 20 可产生非常清晰的亮显示(避免了由于双折射而出现的不均匀性)，因此，液晶面板 20 适于诸如手表显示器之类的应用，在手表显示器上，在辅助光源 60 被断开的情况下白色背景被显示。通常在手表等中断开辅助光源的原因是为了减少电力消耗。

图 5 示出其中根据第一实施例的液晶面板 20 被用于手表的示例。

图 5 (a) 示出在不用辅助光源 60 而是用环境光的情况下，手表 1 中的液晶面板 20 产生显示的例子。当在较弱环境光环境下，用户接通设置在手表 1 上的辅助光源开关 62，安装在图 5 (a) 中的液晶面板 20 的后面的辅助光源 60 接通。

如上所述，如果辅助光源 60 被简单地接通，暗显示将被反转，并且显示器将如图 5 (b) 中所示地显示。为了解决该问题，在手表 1 中，当辅助光源开关 62 被接通时，接通 (ON) 状态通过控制部分 21 被检测。然后，控制部分 21 控制驱动电压波形控制电路 22，以在对应于液晶面板 20 中各自像素的部分反转铁电液晶 10 的极性 (从一种铁电状态到另一种铁电状态)，使得在液晶面板 20 上产生如图 5 (a) 中所示的显示。

如上所述，当辅助光源 60 被断开时 (图 4 (a) 中的 Tl₁-OFF)，白色背景显示避免了由于双折射的不均匀性产生的不均匀，因为显示是在不用双折射的情况下产生的。

这里，应当注意，与在辅助光源 60 被接通 (Tl₁-ON) 时通过将铁电液晶 10 转换到第二稳态而在液晶面板 20 上产生的暗显示相比，在辅助光源 60 被断开 (Tl₁-OFF) 时通过将铁电液晶 10 转换到第一稳态而在液晶面板 20 上产生的暗显示中，透射率略高 (即，暗显示呈现

浅灰色)。这是因为在辅助光源 60 被断开时通过将铁电液晶 10 转换到第一稳态而在液晶面板 20 上产生的暗显示利用了铁电液晶 10 的双折射，因此，有些环境光 A 不被校正以具有与反射偏振片 16 的透射轴 (b_1) 基本上平行的振动面，并且这样的未校正的光被反射偏振片 16 反射并泄露在液晶面板 20 外，导致透射率的增大。

另一方面，与在辅助光源 60 被断开 (Th₁-OFF) 时通过将铁电液晶 10 转换到第二稳态而在液晶面板 20 上产生的亮显示相比，在辅助光源 60 被接通 (Th₁-ON) 时通过将铁电液晶 10 转换到第一稳态而在液晶面板 20 上产生的亮显示中，透射率略低(即，亮显示呈现浅灰色)。这是因为在辅助光源 60 被接通时通过将铁电液晶 10 转换到第一稳态而在液晶面板 20 上产生的亮显示利用了铁电液晶 10 的双折射，因此，有些光 B 不被校正以具有与偏振片 15 的透射轴 (a_1) 基本上平行的振动面，并且这样的未校正的光被偏振片 15 吸收，导致透射率的减小。

以这种方式，由于在辅助光源 60 被接通的情况下，根据第一实施例的液晶面板 20 可产生非常清晰的暗显示(可实现具有几乎零透射率的暗显示)，因此液晶面板 20 也适于例如移动电话显示器的应用，在移动电话显示器上，显示通常通过使用辅助光源 60 以透射模式被产生。

图 6 示出其中根据第一实施例的液晶面板 20 被用于移动电话的示例。

图 6 (a) 示出其中移动电话 2 中的液晶面板 20 通过使用辅助光源 60 产生显示的情况。为了节约电力，在预定长时间内移动电话不被操作的情况下，辅助光源 60 被断开。但是，当用户接通设置在移动电话 2 上的辅助光源开关 62 时，安装在图 6 (a) 中的液晶面板 20 的后面的辅助光源 60 接通。

如上所述，如果辅助光源 60 被简单地接通，暗显示将被反转，并且显示器将如图 6 (b) 中所示的显示。为了解决该问题，在移动电话 2 中，当辅助光源开关 62 被接通时，接通 (ON) 状态通过控制部分 21 被检测。然后，控制部分 21 控制驱动电压波形控制电路 22，以在

对应于液晶面板 20 中各自像素的部分反转铁电液晶 10 的极性，使得在液晶面板 20 上产生如图 6 (a) 中所示的显示。

如上所述，与在辅助光源 60 被接通时产生的暗显示（图 6 (b) 中的第一稳态）相比，在辅助光源 60 被断开时产生的暗显示（图 6 (a) 中的第一稳态）中光的透射率略微增大。然而，这不是太大的问题，因为移动电话通常在辅助光源 60 被接通时被使用。

图 7 示出用于驱动液晶面板 20 的驱动电压波形的示例。

图 7 (a) 示出施加到所选择的扫描电极 13a 之一的扫描电压波形的示例，图 7 (b) 示出施加到所选择的信号电极 13b 之一的信号电压波形的示例，图 7 (c) 示出表示 (a) 和 (b) 的和的和电压波形。

图 7 示出两帧的驱动电压波形；图中，“ON”指示如图 4 (a) 中所示的在辅助光源被断开时的亮显示状态，而“OFF”指示如图 4 (a) 中所示的类似产生的暗显示状态。这里，一个扫描周期被用来基于一帧的显示数据产生显示。一帧包含复位周期 (Rs) 和扫描周期，一个扫描周期包含选择周期 (Se) 和非选择周期 (NSe)。

在复位周期 (Rs) 期间，与紧接在前的显示状态无关，铁电液晶 10 在该周期的前半周期被强制复位到用于亮显示的第一稳态（透射状态），并且在该周期的后半周期被强制复位到用于暗显示的第二稳态（非透射状态）。在复位周期 (Rs) 的前半周期，施加+20V，并且在复位周期 (Rs) 的后半周期，施加-20V，作为扫描电压波形 (a)。另一方面，信号电压波形 (b) 以预定时间间隔在+5V 和-5V 之间交替。因此，与和电压波形 (c) 成比例的电压被施加到铁电液晶 10 中的相应像素；即，在复位周期 (Rs) 的前半周期，在幅值上大于正阈值 V_2 (见图 4 (a)) 的电压被施加，以将像素复位到第一稳态；在复位周期 (Rs) 的后半周期，在幅值上大于负阈值 V_4 (见图 4 (a)) 的电压被施加，以将像素复位到第二稳态。通过这样设置复位周期，使用铁电液晶的液晶面板可持续产生良好的显示。

当图 7 中所示的驱动电压在辅助光源 60 被断开的情况下被施加时，在第一帧内液晶被设置到第一稳态以产生亮显示，并且在第二帧

内液晶被设置到第二稳态以产生暗显示。

下面将描述第二实施例。

根据第二实施例的液晶面板 20 的横截面结构和辅助光源 60 的结构与图 2 中所示的相同，这里将不重复对其的描述。

同样，在第二实施例中，由 Clariant 制造的“FELIX 501”被用作铁电液晶 10。此外，在第二实施例中，第一和第二透明玻璃基板 11a 和 11b 之间的间隙同样被设置为约 $1.7 \mu\text{m}$ 。

图 8 示出了根据第二实施例的液晶面板 20 中的偏振片 15 和反射偏振片 16 的排列。

如图 8 中所示，偏振片 15 的透射轴 (a_2) 与反射偏振片 16 的透射轴 (b_2) 平行地被定向。在图 8 中，铁电液晶 10 被排列，以使在第二稳态下，液晶分子的长轴平行于偏振片 15 的透射轴 (a_2) 定向。此外，如图 8 中所示，在铁电液晶 10 的第一稳态下，每个液晶分子的长轴相对于第二稳态下的铁电液晶 10 的每个液晶分子的长轴被倾斜锥角 θ_2 ；即，长轴绕液晶锥形转到不同于第二稳态下长轴的位置。

在根据第二实施例的铁电液晶 10 的示例中，锥角 (θ_2) 不等于 45° 。如先前给定的方程式 (1) 所示，当使用双折射时，因为由于延迟引起的衰减结合由于不等于 45° 的锥角 (θ_2) 引起的衰减，所以 I_{out} 不等于 I_{in} 。

图 9 示出根据第二实施例的液晶面板 20 中的光的透射率和施加到铁电液晶 10 的电压的极性之间的关系。

图 9 (a) 示出针对其中辅助光源 60 被断开的情况的图，而图 9 (b) 示出针对其中辅助光源 60 被接通的情况的图。在每个图中，水平轴表示利用扫描电极 13a 作为基准、在液晶面板 20 中的扫描电极 13a 和信号电极 13b 之间施加的电压 (V) (即施加在铁电液晶 10 上的电压)，垂直轴表示液晶面板 20 的透射率。

参照图 9 (a)，将针对其中辅助光源 60 被断开的情况进行描述。

当通过反转施加的电压的极性，铁电液晶 10 被转换到第一稳态时，铁电液晶 10 中的液晶分子的长轴的定向方向偏离偏振片 15 的透

射轴 (a_2) 和反射偏振片 16 的透射轴 (b_2)。在与偏振片 15 的透射轴 (a_2) 平行的平面内振动的光 A 从观察者侧进入液晶面板 20，在液晶面板 20，由于铁电液晶 10 的双折射，振动面被旋转，以变为与反射偏振片 16 的透射轴 (b_2) 垂直，使得光被反射偏振片 16 的反射轴反射。因此，当辅助光源 60 被断开时，在第一稳态下，在液晶面板 20 上可观察到从观察者侧进入液晶面板 20 并且通过反射被返回的光 A，该光 A 从而产生亮显示。在图 9 (a) 中，此时的透射率被指示为 **Th₂-OFF**。通过利用双折射改变入射光的偏振方向的模式将被称作第一模式。在本实施例中，当铁电液晶呈现第一稳态时，装置以第一模式工作。

当通过反转所施加电压的极性，铁电液晶 10 被转换到第二稳态时，铁电液晶 10 中的液晶分子的长轴平行于偏振片 15 的透射轴 (a_2) 定向；因此，在与透射轴 (a_2) 平行的平面内振动并且从观察者侧进入液晶面板 20 的光 A 具有与反射偏振片 16 的透射轴 (b_2) 平行的振动面，并因此通过反射偏振片 16。因此，当辅助光源 60 被断开时，在第二稳态下，环境光 A 通过偏振片 15 并进入液晶面板 20，并且通过环境光 A 可观察到辅助光源 60 的表面，从而在液晶面板 20 上产生暗（黑色）显示。在图 9 (a) 中，此时的透射率被指示为 **Tl₂-OFF**。不利用双折射并从而不导致入射光的偏振方向改变的模式将被称作第二模式。在本实施例中，当铁电液晶呈现第二稳态时，装置以第二模式工作。

如上所述，当施加到铁电液晶 10 的电压被增加（超过在该电压透射率开始增加的电压 $V1$ ）到在该电压透射率的增加达到饱和的电压 $V2$ （正阈值）时，即使在施加的电压被去除之后（即，施加 $0V$ ），铁电液晶 10 也在此之后保持第一稳态，从而液晶面板 20 保持亮（白色）显示状态。同样地，当施加到铁电液晶 10 的电压被降低（低于在该电压透射率开始降低的电压 $V3$ ）到在该电压透射率的降低达到饱和的电压 $V4$ （负阈值）时，即使在施加的电压被去除之后（即，施加 $0V$ ），铁电液晶 10 也在此之后保持第二稳态，从而液晶面板 20 保持

暗（黑色）显示状态。

参照图 9 (b)，将针对其中辅助光源 60 被接通的情况进行描述。

当通过反转所施加电压的极性，铁电液晶 10 被转换到第一稳态时，铁电液晶 10 中的液晶分子的长轴的定向方向偏离偏振片 15 的透射轴 (a_2) 和反射偏振片 16 的透射轴 (b_2)。即，铁电液晶 10 中的液晶分子的长轴的定向方向相对于透射轴 (a_2) 被倾斜角度 θ_2 。从辅助光源 60 发出并在与反射偏振片 16 的透射轴 (b_2) 平行的平面内振动的光 B 进入液晶面板 20，在液晶面板 20，由于铁电液晶 10 的双折射，振动面被旋转，以变为与偏振片 15 的透射轴 (a_2) 垂直，从而光被偏振片 15 吸收。因此，当辅助光源 60 被接通时，在第一稳态下，液晶面板 20 产生暗（黑色）显示。在图 9 (b) 中，此时的透射率被指示为 Tl_2 -ON。在这种情况下，液晶层处于第一模式，因为双折射被利用。

当通过反转所施加电压的极性，铁电液晶 10 被转换到第二稳态时，铁电液晶 10 中的液晶分子的长轴平行于反射偏振片 16 的透射轴 (b_2) 定向。从辅助光源 60 发出并在与透射轴 (b_2) 平行的平面内振动从而进入液晶面板 20 的光 B 具有与偏振片 15 的透射轴 (a_2) 平行的振动面，并因此通过偏振片 15 (透射状态)。因此，当辅助光源 60 被接通时，在第二稳态下，通过穿过液晶面板 20 的光 B，在液晶面板 20 上产生亮（白色）显示。在图 9 (b) 中，此时的透射率被指示为 Th_2 -ON。在这种情况下，液晶层处于第二模式，因为双折射不被利用。

如上所述，在辅助光源 60 被接通的情况下，当施加到铁电液晶 10 的电压被增加（超过在该电压透射率开始增加的电压 $V1$ ）到在该电压透射率的增加达到饱和的电压 $V2$ （正阈值）时，即使在施加的电压被去除之后（即，施加 0V），铁电液晶 10 也在此之后保持第一稳态，从而液晶面板 20 保持暗显示状态。另一方面，当施加到铁电液晶 10 的电压被降低（低于在该电压透射率开始降低的电压 $V3$ ）到在该电压透射率的降低达到饱和的电压 $V4$ （负阈值）时，即使在施加的电压被去除之后（即，施加 0V），铁电液晶 10 也在此之后保持第二稳

态，从而液晶面板 20 保持亮显示状态。

如从图 9 (a) 和 9 (b) 可看到的，在根据第二实施例的液晶面板 20 中，当辅助光源 60 在接通和断开之间转换时，即使当铁电液晶 10 处于相同稳态时，暗显示也变为反转的。

在产生的显示利用双折射的情况下，显示对液晶面板 20 的基板之间的微小间隙的变化是敏感的，并且容易出现显示的不均匀性。即，由于在液晶面板 20 的整个结构中基板（第一和第二玻璃基板 11a 和 11b）之间的间隙不能被制造得完全一致，因此在液晶面板 20 中不会出现完全一致的双折射。如果双折射不一致，则在液晶面板 20 上的显示颜色不会完全一致，从而导致显示的不均匀性。例如，在通过接通辅助光源 60 并将铁电液晶 10 置于第一稳态而实现的液晶面板 20 的暗显示状态 (Tl₂-ON) 中，如前面所描述的铁电液晶 10 的双折射被利用；因此，当背景被显示为黑色时(见图 6(b) 中所示的液晶面板 20)，不均匀性变得明显，降低了显示质量。另一方面，在通过接通辅助光源 60 并将铁电液晶 10 置于第二稳态而实现的液晶面板 20 的亮显示状态 (Th₂-ON) 中，由于如前面所描述的铁电液晶 10 的双折射未被利用，因此不会出现显示的不均匀。

即，当偏振片 15 的透射轴 (a₂) 和反射偏振片 16 的透射轴 (b₂) 相互平行地被排列，并且铁电液晶 10 被设置使得在第二稳态下液晶分子的长轴与偏振片 15 的透射轴 (a₂) 平行地定向，使得黑色字符被显示在白色背景上时(见图 5 (a) 和 6 (a) 中所示的液晶面板 20)，可产生避免不均匀性的良好显示。在这种情况下，可在不使用双折射的情况下显示白色背景。换句话说，当以白色显示背景时重要的是不使用双折射。以这种方式，由于在辅助光源 60 被接通的情况下，根据第二实施例的液晶面板 20 可产生避免不均匀性的良好亮显示，因此，液晶面板 20 也适于在使用辅助光源 60 的透射模式下正常产生显示的应用。

即，由于在辅助光源 60 被接通的情况下，根据第二实施例的液晶面板 20 可产生非常清晰的亮显示(避免了由于双折射而出现的不均匀

性），因此，液晶面板 20 适于诸如移动电话显示器之类的应用，在移动电话显示器上，在辅助光源 60 被接通的情况下，白色背景被显示（见图 6）。

这里，应当注意，与在根据第一实施例的在辅助光源 60 被断开时通过将铁电液晶 10 转换到第一稳态而在液晶面板 20 上产生的暗显示（图 4 (a) 中的 $Tl_1\text{-OFF}$ ）相比，在根据第二实施例的在辅助光源 60 被接通时通过将铁电液晶 10 转换到第一稳态而在液晶面板 20 上产生的暗显示中（图 9 (b) 中的 $Tl_2\text{-ON}$ ），透射率高（即，暗显示更呈现浅灰色）。这是因为根据第二实施例的在辅助光源 60 被接通时通过将铁电液晶 10 转换到第一稳态而在液晶面板 20 上产生的暗显示利用了铁电液晶 10 的双折射。在第二实施例中，由于如前面所描述的锥角未被设置为等于 45° ，因此，未被校正以具有与反射偏振片 16 的反射轴基本上平行的振动面的环境光 A 的量增加，并且这样的未校正的光被反射偏振片 16 反射，导致透射率的增大。

另一方面，与根据第一实施例的在辅助光源 60 被接通时通过将铁电液晶 10 转换到第一稳态而在液晶面板 20 上产生的亮显示（图 4 (b) 中的 $Th_1\text{-ON}$ ）相比，在根据第二实施例的在辅助光源 60 被断开时通过将铁电液晶 10 转换到第一稳态而在液晶面板 20 上产生的亮显示中（图 9 (a) 中的 $Th_2\text{-OFF}$ ），透射率低（即，亮显示更呈现浅灰色）。这是因为根据第二实施例的在辅助光源 60 被断开时通过将铁电液晶 10 转换到第一稳态而在液晶面板 20 上产生的亮显示利用了铁电液晶 10 的双折射。在第二实施例中，由于如前面所描述的锥角未被设置为等于 45° ，因此，未被校正以具有与反射偏振片 16 的反射轴基本上平行的振动面的光 B 的量增加，并且这样的未校正的光不被反射轴反射，导致透射率的减小。

然而，由于在辅助光源 60 被断开的情况下，根据第二实施例的液晶面板 20 可产生非常清晰的暗显示（图 9 (a) 中的 $Tl_2\text{-OFF}$ ）（可实现具有几乎零透射率的暗显示），因此液晶面板 20 也适于例如手表显示器的应用，对于手表显示器，对比度非常重要，通常以不使用辅助光源 60 的反射模式产生显示。

因此，以与第一实施例的方式类似的方式，根据第二实施例的液晶面板 20 可被用于图 6 (a) 中所示的移动电话 2。同样，在第二实施例中，与第一实施例相同，如果辅助光源 60 被简单地接通，暗显示将被反转，并且显示器将如图 6 (b) 中所示的显示；因此，在该实施例中也可执行控制，使得当辅助光源开关 62 被接通时，接通 (ON) 状态通过控制部分 21 被检测，然后，控制部分 21 控制驱动电压波形控制电路 22，以在对应于液晶面板 20 中各自像素的部分反转铁电液晶 10 的极性，并在液晶面板 20 上产生如图 6 (a) 中所示的显示。

如上所述，与在辅助光源 60 被断开时产生的暗显示（图 9 (a) 中的 Tl₂-OFF）相比，在辅助光源 60 被接通时产生的暗显示中（图 9 (b) 中的 Tl₂-ON），透射率进一步增大。然而，这不会产生太大的问题，因为手表通常在辅助光源 60 被断开时被使用。

用于驱动根据第二实施例的液晶面板 20 的驱动电压波形与结合第一实施例的图 7 中所示的驱动电压波形相同，因此，这里将不重复对其的描述。

在上述的第一和第二实施例中，当以透射模式驱动液晶面板 20 时，在液晶面板 20 上可观察到辅助光源 60 的暗表面颜色。这里，在反射偏振片 16 和辅助光源 60 之间可设置光吸收层。通过设置光吸收层，将在液晶面板 20 上观察到的辅助光源 60 的表面颜色会显得更暗。

此外，在第一和第二实施例中，在光吸收层的表面最好形成多个微开口，以便吸收某一光谱区的光，并且当在辅助光源 60 被接通的情况下，以透射模式驱动液晶面板 20 时，不衰减从辅助光源 60 发出的光 B。在这种情况下，由于从辅助光源 60 发出的光 B 通过在光吸收层表面中形成的多个微开口，因此，光吸收层的设置基本上不会影响在液晶面板 20 上观察到的光量。由于微开口的设置导致的光吸收层的开口比例可从 30%-70% 的范围内适当地选择。此外，微开口可被形成为极小的圆孔或类似栅格图案。微开口不必按周期性重复图案的方式被形成，而是可被任意形成。

在第一和第二实施例中，用于反射可见区中的一部分光的反射层

可被设置在辅助光源 60 的光反射侧。这里，反射层可被用作反射可见区内的某一波长的层，并因此反射特定颜色的光，或被用作半透射、半反射层，用于在可见区的整个范围内反射部分光，同时透射剩余部分的光。例如，如果反射蓝色光的反射层被设置，则当以透射模式驱动液晶面板 20 时，在液晶面板 20 上，来自辅助光源 60 的反射光会被观察为蓝色光。即，当以透射模式驱动液晶面板 20 时，可用这种方式改变显示颜色。

此外，在第一和第二实施例中，通过控制部分 21 控制驱动电压波形控制电路 22、扫描驱动电压波形产生电路 23 和信号驱动电压波形产生电路 24，铁电液晶 10 的极性被反转。即，通过反转正常显示数据的负和正创建的负/正反转显示数据被预先存储在显示数据存储部分 27 中，并且，使用预先存储的负/正反转显示数据执行控制，使得要被施加到扫描电极和信号电极的驱动波形的极性从先前的驱动波形被反转。然而，不使用这样的显示数据，通过反转从电源部分 25 提供给液晶面板 20 的电压的极性，铁电液晶 10 的极性也可被反转。在这种情况下，控制部分 21 可使用适当的电子电路来反转电压极性。

下面将描述第三实施例。

参照图 2 将描述第三实施例。与图 2 所示结构基本相同的结构可被用于第三实施例。然而，扫描电极 13a 和信号电极 13b 分别被涂覆经垂直定向处理的聚合定向膜 14a 和 14b。此外，具有负介电各向异性的液晶材料 MLC-6883（由 Merck 生产）被用作作为垂直定向（垂直（homeotropically）配向）液晶的液晶 110。夹在第一和第二透明玻璃基板 11a 和 11b 之间的液晶 110 的厚度约为 $1.7 \mu m$ 。

在图 2 中，箭头 A 表示从外部入射到第三实施例的液晶面板上的环境光，箭头 B 表示从辅助光源 60 入射到第三实施例的液晶面板上的光。

图 10 示出根据第三实施例的液晶面板中的偏振片 15 和反射偏振片 16 的配置。

如图 10 中所示，偏振片 15 的透射轴 (a_3) 与反射偏振片 16 的透

射轴(b_3)成直角地被定向。在图 10 中, 箭头 117 指示定向膜(alignment film)的定向方向, θ_3 表示定向膜的定向方向与偏振片 15 的透射轴(a_3)所成的角度。在本实施例中, θ_3 被选定为大约 45 度。然而, θ_3 不必限于 45 度, 而是可被设置为任意其他合适的角度, 例如, 设置为 40 度。

图 11 举例说明在垂直定向(垂直配向)的液晶 110 中的液晶分子的状态。

当没有电压被施加到第三实施例的液晶面板时, 在垂直定向(垂直配向)的液晶 110 中的液晶分子的长轴(见 110a)基本上垂直地位于第一和第二透明玻璃基板 111a 和 111b 之间。当电压被施加到液晶面板 120 时, 在垂直定向(垂直配向)的液晶 110 中的液晶分子的长轴(见 110b)倾斜, 以指向箭头 117 所示的方向。

下面, 将针对其中辅助光源 60 被断开的情况进行描述。

当没有电压被施加到第三实施例的液晶面板时, 通过偏振片 15 进入的环境光 A 无变化地通过液晶 110。由于通过液晶 110 的光与反射偏振片 16 的透射轴(b_3)成直角地被偏振, 因此通过液晶 110 的光被反射偏振片 16 的反射轴反射。因此, 在这种情况下, 第三实施例的液晶面板产生亮显示。在这种情况下, 液晶层处于第二模式, 因为未利用双折射。

当电压被施加到第三实施例的液晶面板时, 由于以箭头 117 所示的方向倾斜的液晶分子 110b 的双折射效果, 当通过偏振片 15 进入的环境光 A 通过液晶 110 时, 环境光 A 的偏振方向被旋转大约 90 度。因此, 通过液晶 110 的光与反射偏振片 16 的透射轴(b_3)基本上平行地被偏振, 使得光通过反射偏振片 16 并被辅助光源 60 反射。因此, 在这种情况下, 第三实施例的液晶面板产生暗显示, 因为辅助光源 60 的颜色在其上可被观察到。在这种情况下, 液晶层处于第一模式, 因为利用了双折射。

下面, 将针对其中辅助光源 60 被接通的情况进行描述。

当没有电压被施加到第三实施例的液晶面板时, 通过反射偏振片

16 进入的辅助光源 60 的光 B 无变化地通过液晶 110。由于通过液晶 110 的光与偏振片 15 的透射轴 (a₃) 成直角地被偏振，因此通过液晶 110 的光被偏振片 15 吸收。因此，在这种情况下，液晶面板 120 产生暗显示。在这种情况下，液晶层处于第二模式，因为未利用双折射。

当电压被施加到第三实施例的液晶面板时，由于以箭头 117 所示的方向倾斜的液晶分子 110b 的双折射效果，当通过反射偏振片 16 进入的辅助光源 60 的光 B 通过液晶 110 时，光 B 的偏振方向被旋转大约 90 度。因此，通过液晶 110 的光具有与偏振片 15 的透射轴 (a₃) 基本上平行的偏振分量，并因此通过偏振片 15。因此，在这种情况下，第三实施例的液晶面板产生亮显示。在这种情况下，液晶层处于第一模式，因为利用了双折射。

在利用双折射产生显示的情况下，显示对液晶面板 120 的基板之间的微小间隙的变化敏感，并且容易出现显示的不均匀性。即，由于在液晶面板 120 的整个结构中在基板（第一和第二玻璃基板 111a 和 111b）之间的间隙不能被制造得完全一致，因此在液晶面板 120 中双折射不会完全一致。如果双折射不一致，则通过液晶面板 120 的显示颜色不会完全一致，从而导致显示的不均匀性。例如，当辅助光源 60 被断开并且没有电压被施加到液晶面板 120 时，在液晶面板 120 上产生的亮显示不利用双折射，从而避免了显示的不均匀。即，在这种情况下，可在不利用双折射的情况下显示白色背景。换句话说，当以白色显示大面积的背景时，重要的是不利用双折射。

以这种方式，由于在辅助光源 60 被断开的情况下，根据第三实施例的液晶面板可产生避免了不均匀性的良好亮显示，因此，该液晶面板适于在不使用辅助光源 60 的反射模式下正常产生显示的应用。例如，该液晶面板适于诸如手表显示器之类的应用，其中白色背景被显示而辅助光源 60 被断开。通常在手表等中断开辅助光源 60 的原因是为了减少电力消耗。

如果在辅助光源被接通的情况下要产生没有不均匀性问题的亮显示，则偏振片的透射轴 (a₃) 和反射偏振片的透射轴 (b₃) 应该相互

平行地被排列。按照这种配置，由于在不利用双折射的第二模式下可产生亮显示，因此，当以白色显示大面积的背景时可获得良好的亮(白色)显示。这种配置适合于通常通过接通辅助光源使用透射模式的显示器。例如，其适合于诸如移动电话显示器之类的应用，其中白色背景被显示而辅助光源 60 被接通(见图 6)。

图1

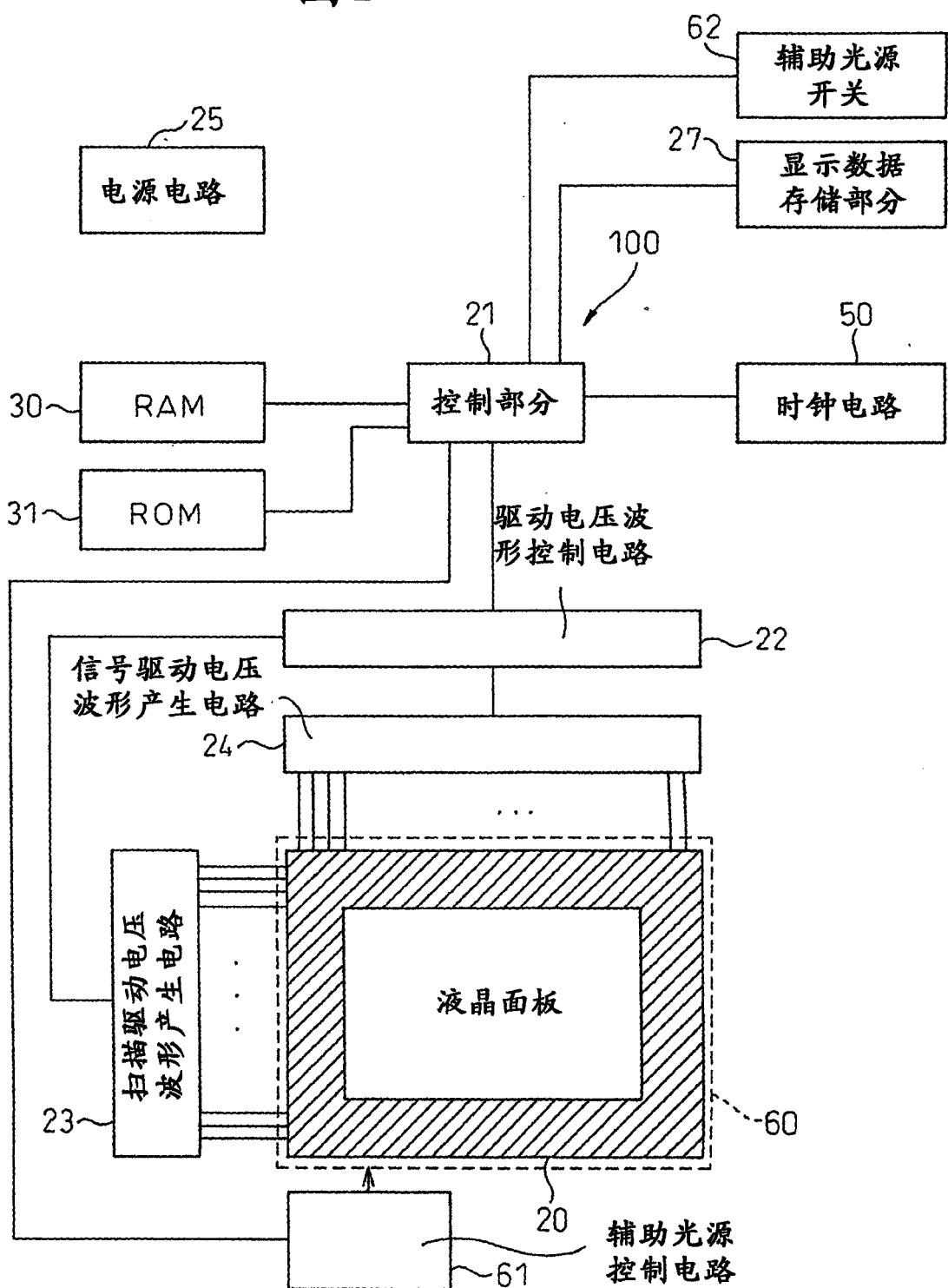


图 2

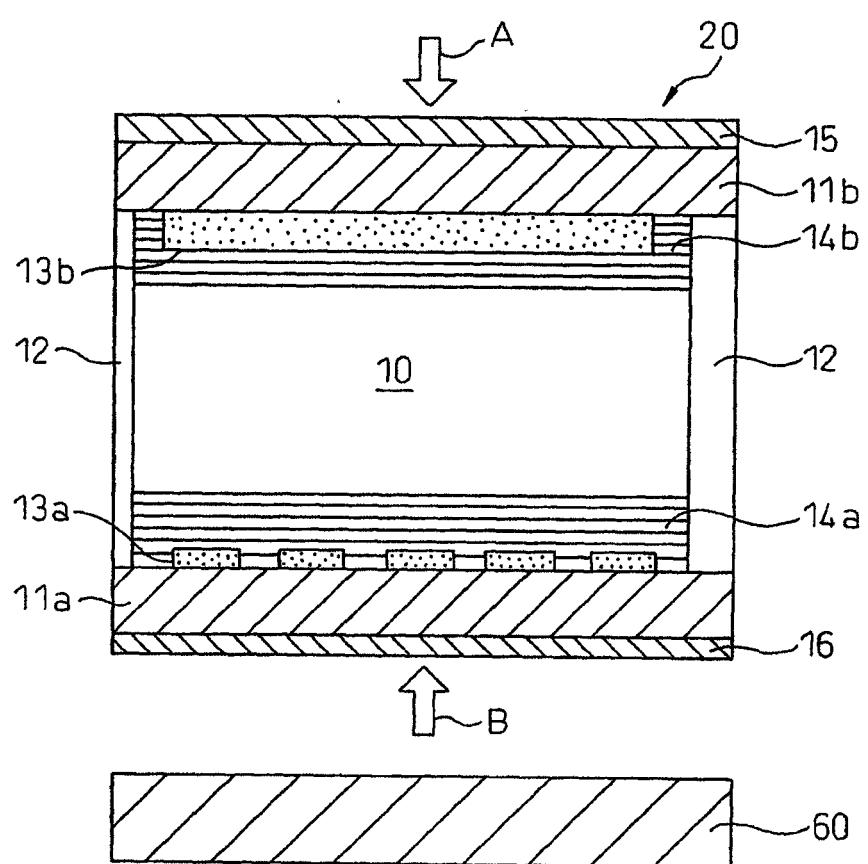


图 3

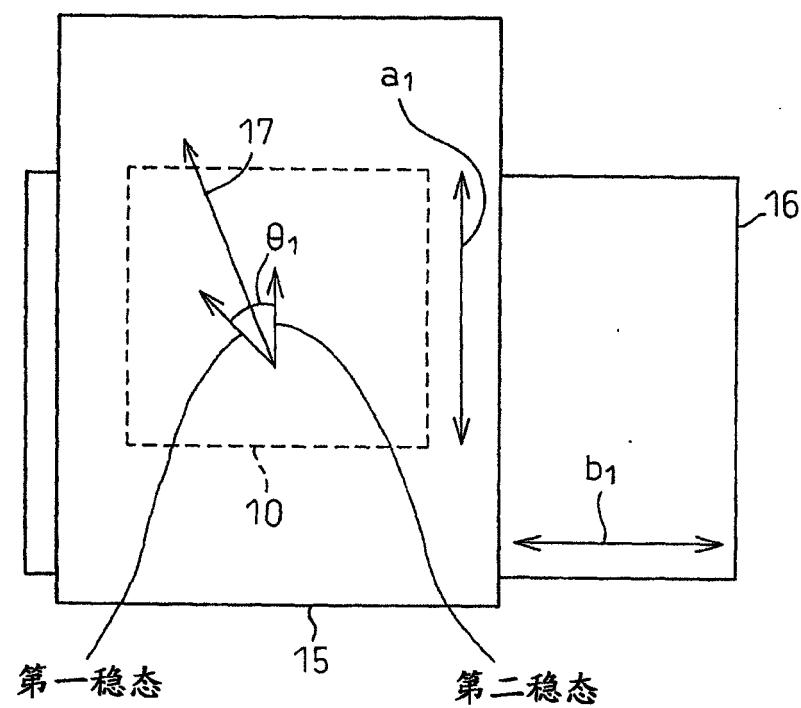


图 4(a)

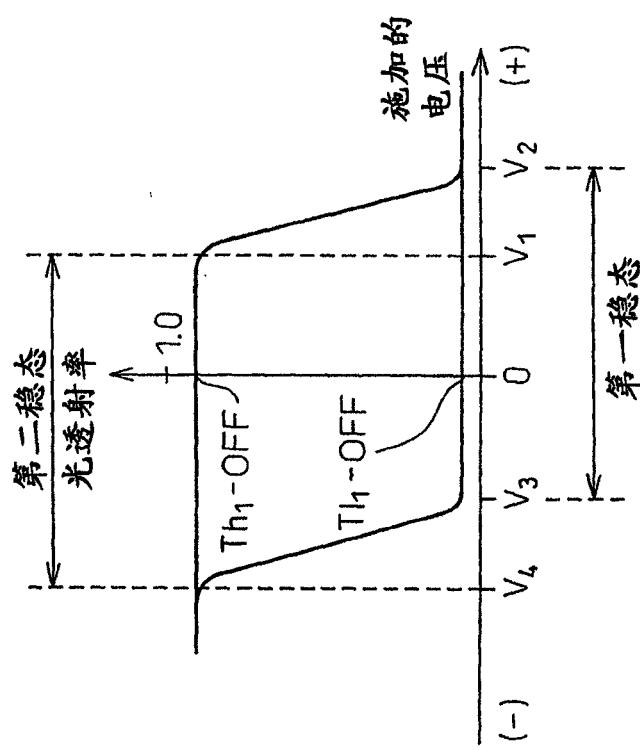


图 4(b)

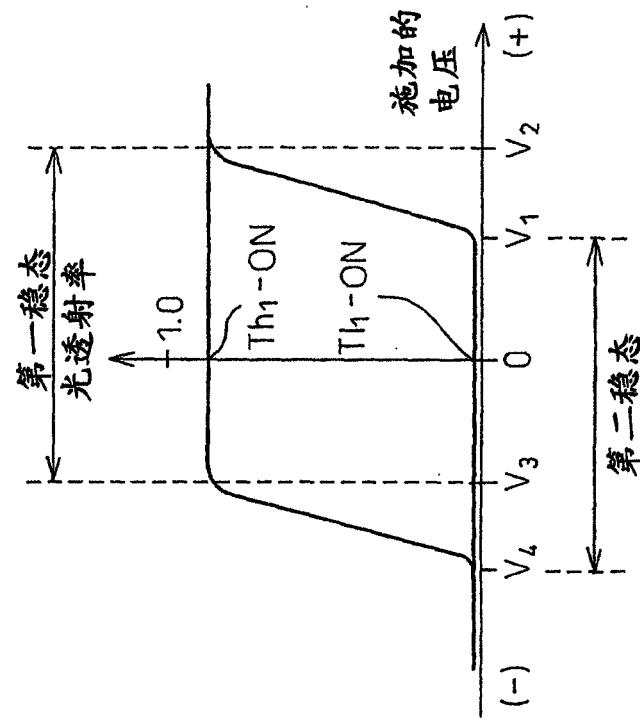


图5(a)

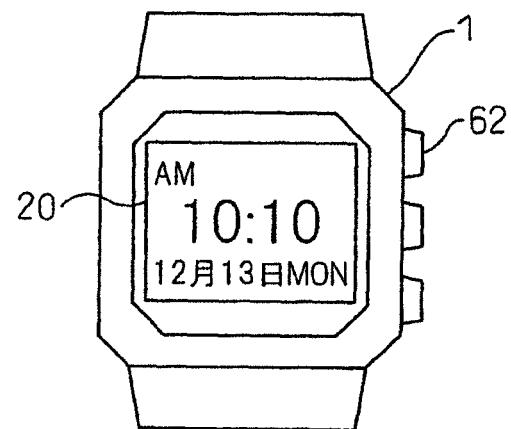


图5(b)



图6(a)

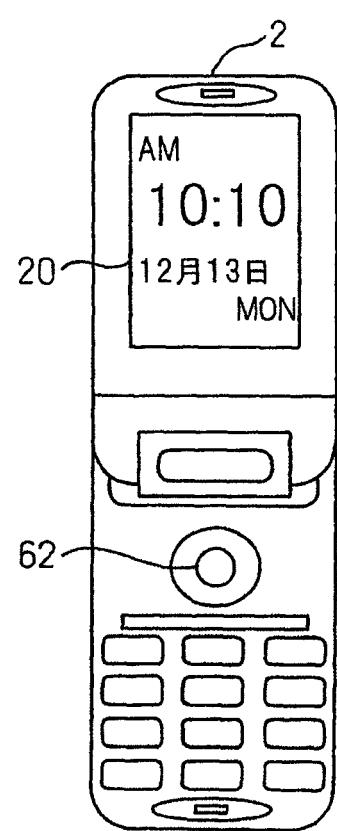


图6(b)



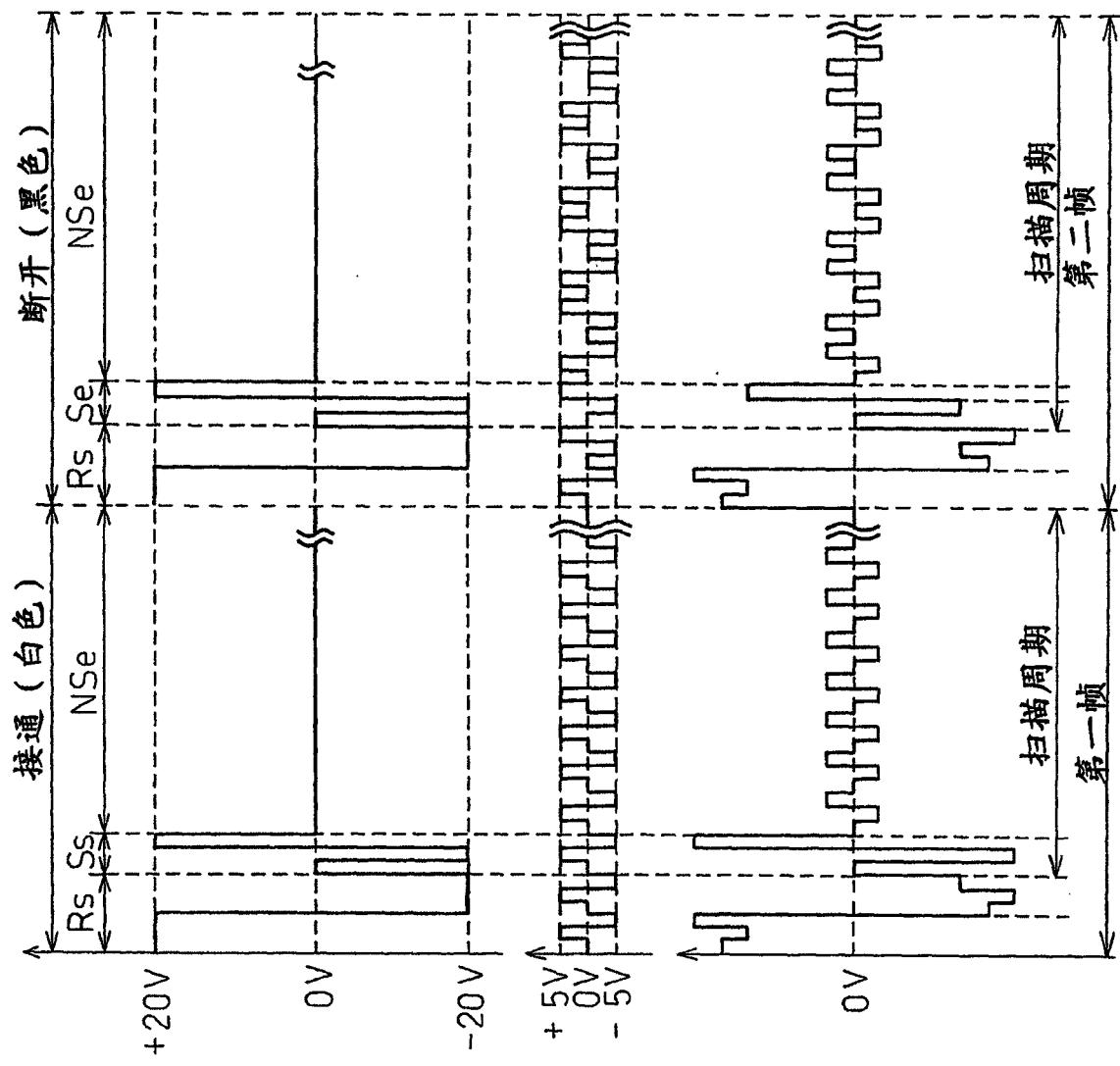


图 7(a)

图 7(b)

图 7(c)

图8

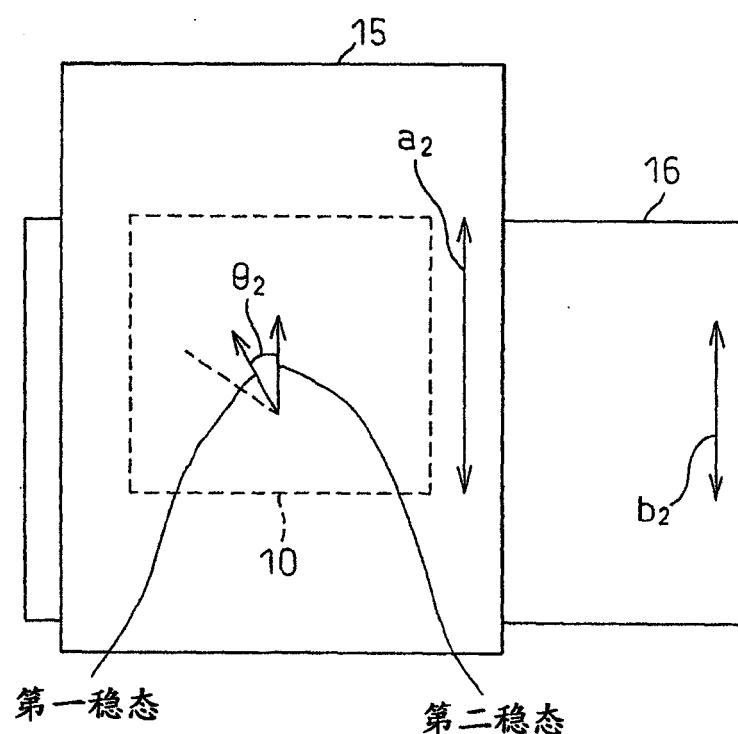


图9(a)

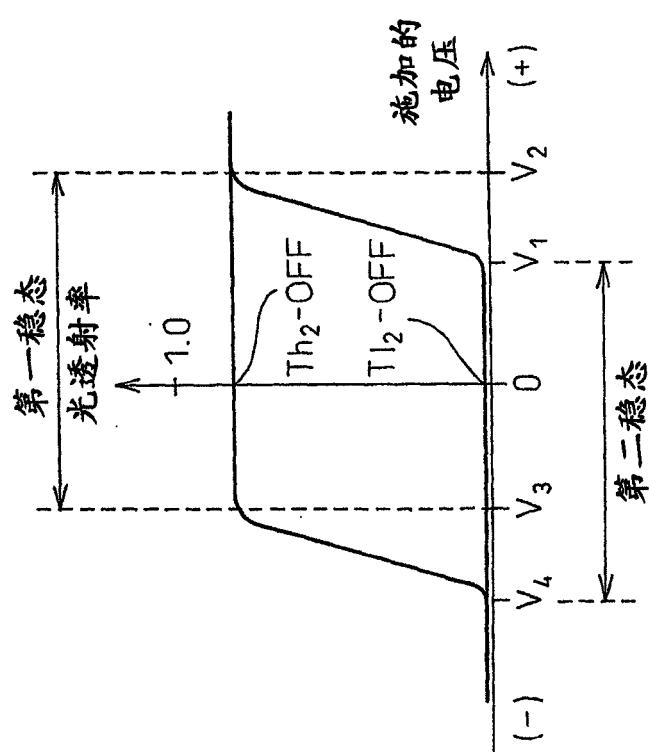


图9(b)

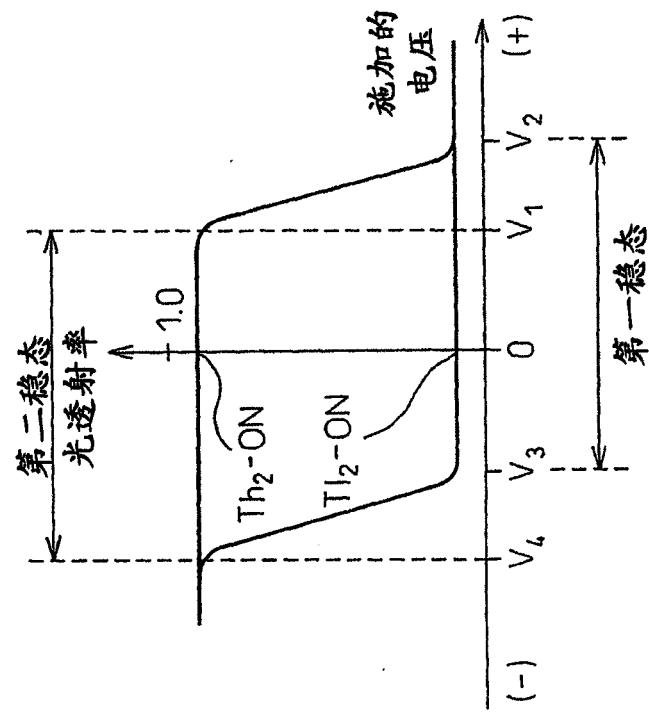


图 10

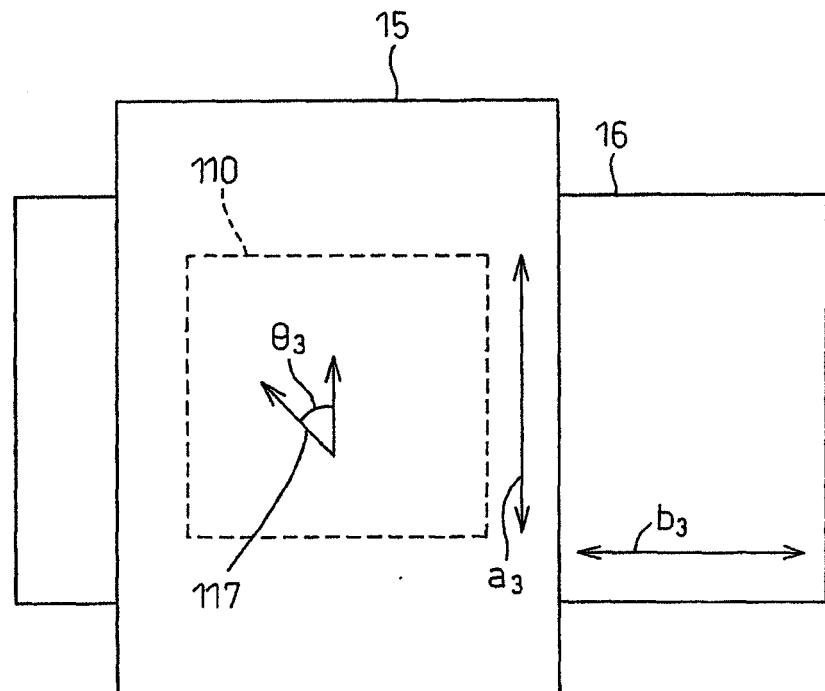
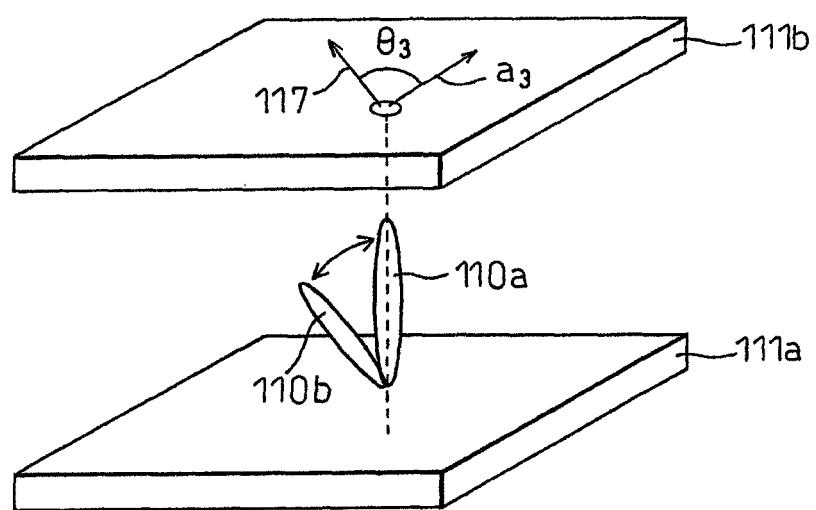


图 11



专利名称(译)	液晶显示装置		
公开(公告)号	CN100535721C	公开(公告)日	2009-09-02
申请号	CN200680000127.7	申请日	2006-01-18
[标]申请(专利权)人(译)	西铁城控股株式会社		
申请(专利权)人(译)	西铁城时计株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	西铁城控股株式会社		
[标]发明人	近藤真哉 大原美绘		
发明人	近藤真哉 大原美绘		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/137 G02F1/133 G09G3/34 G02F1/13357 G09G3/36		
CPC分类号	G02F1/133536 G02F2203/66 G09G2300/0491 G02F2203/02 G02F1/1393 G02F2203/64 G09G3/36		
代理人(译)	康建忠		
审查员(译)	张文平		
优先权	2005010180 2005-01-18 JP		
其他公开文献	CN1942814A		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

可在不利用双折射的情况下产生亮显示状态的液晶显示器。该液晶显示器特征在于包括：第一基板；第二基板；反射偏振片，其安装在第一基板上并具有相互成直角的第一透射轴和第一反射轴，用于透射在与第一透射轴平行的平面内振动的线性偏振光并用于反射在与第一反射轴平行的平面内振动的线性偏振光；偏振片，其安装在第二基板上并具有第二透射轴，用于透射在与第二透射轴平行的平面内振动的线性偏振光；和液晶层，其设置在第一和第二基板之间，具有通过利用双折射使入射光的偏振方向改变的第一模式和不利用双折射从而不使入射光的偏振方向改变的第二模式，其中，通过向液晶层施加电压，显示状态在亮显示状态和暗显示状态之间进行转换，并且通过将液晶层设置为第二模式，亮显示状态被产生。

