



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109154739 A

(43)申请公布日 2019.01.04

(21)申请号 201780031029.8

(22)申请日 2017.05.16

(30)优先权数据

2016-101066 2016.05.20 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.11.19

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/018408 2017.05.16

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/199970 JA 2017.11.23

(71)申请人 夏普株式会社

地址 日本国大阪府堺市堺区匠町1番地

(72)发明人 大谷拓也 箕浦洁 佐藤孝

(74)专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代理有限公司 44334

代理人 汪飞亚 习冬梅

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335(2006.01)

G02F 1/133(2006.01)

G02F 1/13363(2006.01)

G02F 1/1337(2006.01)

G02F 1/1362(2006.01)

G02F 1/139(2006.01)

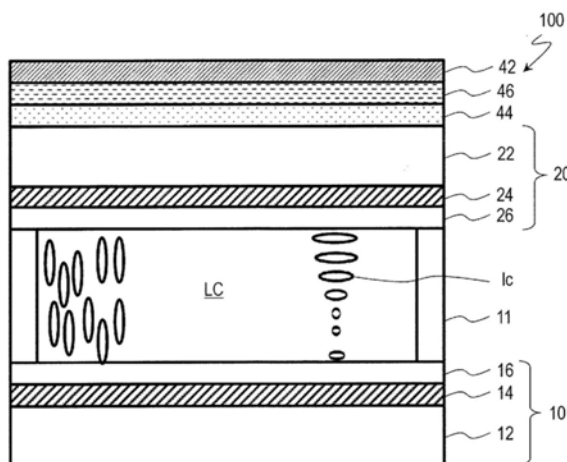
权利要求书2页 说明书13页 附图20页

(54)发明名称

反射型液晶显示装置以及具备其的可穿戴设备

(57)摘要

反射型液晶显示装置包括：第一基板，具有反射光的第一电极；第二基板，具有透射光的第二电极；液晶层，设置于第一电极与第二电极之间，包含介电常数各向异性 $\Delta\epsilon$ 为负的向列液晶材料与手性剂，在没有电压施加时取得大致垂直取向，在施加白电压时取得扭转取向或者混合取向；偏光层，设置于第二基板的观察者侧；至少一片相位差层，配置于偏光层与第二基板之间；液晶显示装置具有以1fps以下的帧频对所述液晶层施加黑电压或者白电压的任意一个的驱动电路，驱动电路在横跨多帧对液晶层施加白电压时，以第二电极的电位为基准，对每一帧施加极性反转的白显示电压，当将包含手性剂的向列液晶材料的自然间距作为 p ，将液晶层的厚度作为 d ，将向列液晶材料的双折射率作为 Δn 时， $60^\circ < |360^\circ \cdot d/p| < 180^\circ$ 且 $237\text{nm} \leq \Delta n d \leq 331\text{nm}$ 成立。



1. 一种反射型液晶显示装置,其包括:

第一基板,其具有反射光的第一电极;

第二基板,其具有透射光的第二电极;

液晶层,其设置于所述第一电极与第二电极之间,包含介电常数各向异性 $\Delta\epsilon$ 为负的向列液晶材料与手性剂,在没有电压施加时取得大致垂直取向,在施加白电压时取得扭转取向或者混合取向;

偏光层,其设置于所述第二基板的观察者侧;至少一片相位差层,其配置于所述偏光层与所述第二基板之间,其特征在于,

所述液晶显示装置具有以1fps以下的帧频对所述液晶层施加黑电压或者白电压的任意一个的驱动电路,所述驱动电路在横跨多帧对所述液晶层施加所述白电压时,以所述第二电极的电位为基准,对每一帧施加极性反转的所述白显示电压,

当将包含所述手性剂的所述向列液晶材料的自然间距作为 p ,将所述液晶层的厚度作为 d ,将所述向列液晶材料的双折射率作为 Δn 时, $60^\circ < |360^\circ \cdot d/p| < 180^\circ$ 且 $237\text{nm} \leq \Delta n d \leq 331\text{nm}$ 成立。

2. 如权利要求1所述的反射型液晶显示装置,其特征在于,所述液晶层的厚度为 $2.50\mu\text{m}$ 以上且 $2.75\mu\text{m}$ 以下。

3. 如权利要求1或权利要求2所述的反射型液晶显示装置,其特征在于,所述向列液晶材料的介电常数各向异性 $\Delta\epsilon$ 满足 $-8.0 \leq \Delta\epsilon \leq -5.8$ 。

4. 如权利要求1~权利要求3中任意一项所述的反射型液晶显示装置,其特征在于,所述白电压的绝对值为 $3.0\text{V} \pm 0.2\text{V}$ 。

5. 如权利要求1~权利要求4中任意一项所述的反射型液晶显示装置,其特征在于,所述白电压的绝对值在正极性时与负极性时不同。

6. 如权利要求1~权利要求5中任意一项所述的反射型液晶显示装置,其特征在于,所述反射型液晶显示装置具有多个像素,所述多个像素的每一个具有所述第一电极、所述第二电极以及1位元SRAM电路。

7. 如权利要求1~权利要求6中任意一项所述的反射型液晶显示装置,其特征在于,所述第一基板以及所述第二基板的至少一个具有在所述液晶层没有被施加电压时,使所述液晶层的液晶分子朝规定的方向预倾斜的垂直取向膜。

8. 如权利要求1~权利要求7中任意一项所述的反射型液晶显示装置,其特征在于,所述第一基板具有第一垂直取向膜,所述第一垂直取向膜的预倾角的方位相对于所述偏光层的透射轴呈 0° 以上 180° 以下的角。

9. 如权利要求8所述的反射型液晶显示装置,其特征在于,所述第二基板具有第二垂直取向膜,所述第二垂直取向膜没有被实施取向处理。

10. 如权利要求1~权利要求9中任意一项所述的反射型液晶显示装置,其特征在于,所述第一相位差层所具有的面内延迟为 100nm 以上 180nm 以下,所述第二相位差层所具有的面内延迟为 200nm 以上 360nm 以下。

11. 如权利要求1~权利要求10中任意一项所述的反射型液晶显示装置,其特征在于,将正极性的所述白电压作为 V_w^+ ,负极性的所述白电压作为 V_w^- ,将施加正极性的所述白电压时的视感反射率作为 $Y(V_w^+)$, xy 色度作为 $x(V_w^+)$ 、 $y(V_w^+)$,将施加负极性的所述白电压时的

视感反射率作为 $Y(V_w^-)$, xy色度作为 $x(V_w^-)$ 、 $y(V_w^-)$, $\Delta Y = |\{Y(V_w^+) - Y(V_w^-)\} / (Y(V_w^-))|$ 、 $\Delta x = |x(V_w^+) - x(V_w^-)|$ 、 $\Delta y = |y(V_w^+) - y(V_w^-)|$ 时, 满足 $\Delta Y \leq 2.0\%$ 、 $\Delta x \leq 0.007$ 且 $\Delta y \leq 0.007$ 。

12. 一种可穿戴设备, 其包括如权利要求1~权利要求11中任意一项所述的反射型液晶显示装置。

反射型液晶显示装置以及具备其的可穿戴设备

技术领域

[0001] 本发明涉及反射型液晶显示装置以及具备其的可穿戴设备,特别涉及在每一像素中设有存储电路的反射型液晶显示装置以及具备其的可穿戴设备。

背景技术

[0002] 发展到手机、智能手机、平板电脑终端等的移动设备被广泛利用的地步,近年来,被称为可穿戴设备的眼镜型、手表型或者腕套型形态的设备的销售开始了。可穿戴设备即使在是移动设备之中,也是特别追求低耗电量的。

[0003] 由于反射型液晶显示装置不需要背光源,其低消耗电量特性是优秀的。本申请人,在专利文献1、2以及非专利文献1中公开了,在每一像素中设有存储电路的反射型液晶显示装置(有时也称为“存储液晶”或“Memory In Pixel (MIP) 液晶”)。存储液晶由于能够降低刷新率(有时也称为帧频或驱动频率。),因此,在低消耗电量特性上是优秀的。上述专利文献1等中记载的反射型液晶显示装置在反射电极上具有PDLC层或PNLC层,为常白模式的反射型液晶显示装置。PDLC层或者PNLC层,在没有电压施加状态下通过散射入射光进行白显示。上述专利文献1等中记载的反射型液晶显示装置的对比度比较低,例如低至10:1左右。为了参考而在本说明书中援引专利文献1、2以及非专利文献1的全部公开内容。

[0004] 另一方面,为了提高反射型液晶显示装置的显示品质而研究了各种显示模式。例如,本申请人的专利文献3中,公开了通过使用在没有电压施加时取得大致垂直取向,在施加电压时取得扭转取向的液晶层来提高光的利用效率的反射型液晶显示装置。该反射型液晶显示装置在常白模式下进行显示。根据专利文献3,能够获得对比度为20:1以上的反射型液晶显示装置。为了参考而在本说明书中援引专利文献3的全部公开内容。

现有技术文献

专利文献

[0005] 专利文献1:国际公开2009/128280号(特许第5037680号) 专利文献2:国际公开2009/128283号(特许第5036864号) 专利文献3:特开平11-142836号(特许3344554号)

[0006] 非专利文献1:业天,“存储液晶显示器的构成与特征”,夏普技术报第100号、2010年2月、23页至27页

发明内容

发明要解决的问题

[0007] 当本申请发明者将存储液晶的构成应用于专利文献3中记载的反射型液晶显示装置时,有时产生闪烁。

[0008] 本发明是为了解决该问题而成的,其目的在于提供能够进行对比度为20:1以上的显示,且闪烁的产生被抑制的、低消耗电量特性优秀的反射型液晶显示装置。其目的特别在于,提供在驱动频率为1Hz(=1fps,每秒写入图像数据)以下的低频率驱动中闪烁的产生被抑制的反射型液晶显示装置。

解决问题的方法

[0009] 本发明的实施方式的反射型液晶显示装置包括：第一基板，其具有反射光的第一电极；第二基板，其具有透射光的第二电极；液晶层，其设置于所述第一电极与第二电极之间，包含介电常数各向异性 $\Delta\epsilon$ 为负的向列液晶材料与手性剂，在没有电压施加时取得大致垂直取向，在施加白电压时取得扭转取向或者混合取向；偏光层，其设置于所述第二基板的观察者侧；至少一片相位差层，其配置于所述偏光层与所述第二基板之间；所述液晶显示装置具有以 1fps 以下的帧频对所述液晶层施加黑电压或者白电压的任意一个的驱动电路，所述驱动电路在横跨多帧对所述液晶层施加所述白电压时，以所述第二电极的电位为基准，对每一帧施加极性反转的所述白显示电压，当将包含所述手性剂的所述向列液晶材料的自然间距作为 p ，将所述液晶层的厚度作为 d ，将所述向列液晶材料的双折射率作为 Δn 时， $60^\circ < |360^\circ \cdot d/p| < 180^\circ$ 且 $237\text{nm} \leq \Delta n d \leq 331\text{nm}$ 成立。

[0010] 在某实施方式中，所述液晶层的厚度为 $2.50\mu\text{m}$ 以上且 $2.75\mu\text{m}$ 以下。

[0011] 在某实施方式中，所述向列液晶材料的介电常数各向异性 $\Delta\epsilon$ 满足 $-8.0 \leq \Delta\epsilon \leq -5.8$ 。

[0012] 在某实施方式中，所述白电压的绝对值为 $3.0\text{V} \pm 0.2\text{V}$ 。

[0013] 在某实施方式中，所述白电压的绝对值在正极性时与负极性时不同。

[0014] 某一实施方式中，所述反射型液晶显示装置具有多个像素，所述多个像素的每一个具有所述第一电极、所述第二电极以及 1 位元 SRAM 电路。

[0015] 在某实施方式中，所述第一基板以及所述第二基板的至少一个具有在所述液晶层没有被施加电压时，使所述液晶层的液晶分子朝规定的方向预倾斜的垂直取向膜。

[0016] 在某实施方式中，所述第一基板具有第一垂直取向膜，所述第一垂直取向膜的预倾角的方位相对于所述偏光层的透射轴呈 0° 以上 180° 以下的角。

[0017] 在某实施方式中，所述第二基板具有第二垂直取向膜，所述第二垂直取向膜没有被实施取向处理。即，某实施方式的反射型液晶显示装置为 VAHAN 模式。此外，所述第二基板也可以具有第二垂直取向膜，通过所述第二垂直取向膜，也可以规定所述液晶分子的预倾角的方位。即，某实施方式的反射型液晶显示装置也可以为 VATN 模式。

[0018] 在某实施方式中，所述第一相位差层所具有的面内延迟为 100nm 以上 180nm 以下，所述第二相位差层所具有的面内延迟为 200nm 以上 360nm 以下。

[0019] 在某实施方式中，将正极性的所述白电压作为 V_{w+} ，负极性的所述白电压作为 V_{w-} ，将施加正极性的所述白电压时的视感反射率作为 $Y(V_{w+})$ ， xy 色度作为 $x(V_{w+})$ 、 $y(V_{w+})$ ，将施加负极性的所述白电压时的视感反射率作为 $Y(V_{w-})$ ， xy 色度作为 $x(V_{w-})$ 、 $y(V_{w-})$ ， $\Delta Y = |Y(V_{w+}) - Y(V_{w-})|$ ， $\Delta x = |x(V_{w+}) - x(V_{w-})|$ ， $\Delta y = |y(V_{w+}) - y(V_{w-})|$ 时，满足 $\Delta Y \leq 2.0\%$ 、 $\Delta x \leq 0.007$ 且 $\Delta y \leq 0.007$ 。

[0020] 本发明的实施方式的可穿戴设备包括上述任意一项中记载的反射型液晶显示装置。

发明的效果

[0021] 根据本发明，提供能够进行对比度为 20:1 以上的显示，且闪烁的产生被抑制的、低消耗电量特性优秀的反射型液晶显示装置。

附图的简单说明

[0022] [图1]本发明的实施方式的反射型液晶显示装置100的示意剖面图。

[图2]与反射型液晶显示装置100的像素对应的部分的等价电路图。

[图3]示出与反射型液晶显示装置100的像素对应的部分的电路构成的例子的电路图。

[图4]用于反射型液晶显示装置100的驱动中的各信号电压以及施加于液晶层的电压的示意的波形图。

[图5]反射型液晶显示装置100所具有的偏光板的偏光轴PA、第一相位差层的滞相轴SA1、第二相位差层的滞相轴SA2、第一垂直取向膜上的液晶分子的预倾角方位LP1以及第二垂直取向膜上的液晶分子的预倾角方位LP2之间的关系的示意图。

[图6]用于测量反射型液晶显示装置100的电压-反射率特性的构成的示意图。

[图7]示出反射型液晶显示装置的样品的电压-利用效率特性的图表。

[图8]示出反射型液晶显示装置的另一样品的电压-利用效率特性的图表。

[图9]示出反射型液晶显示装置的又一样品的电压-利用效率特性的图表。

[图10]示出反射型液晶显示装置的又一样品的电压-利用效率特性的图表。

[图11]示出反射型液晶显示装置的又一样品的电压-利用效率特性的图表。

[图12]示出反射型液晶显示装置的又一样品的电压-利用效率特性的图表。

[图13]示出反射型液晶显示装置的又一样品的电压-利用效率特性的图表。

[图14]反射型液晶显示装置的样品的闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被抑制的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。

[图15]反射型液晶显示装置的样品的闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被抑制的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。

[图16]反射型液晶显示装置的样品的闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被抑制的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。

[图17]反射型液晶显示装置的样品的闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被抑制的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。

[图18]反射型液晶显示装置的样品的闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被抑制的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。

[图19]反射型液晶显示装置的样品的闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被抑制的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。

[图20]反射型液晶显示装置的样品的闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被抑制的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。

[图21]反射型液晶显示装置的样品的闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被抑制的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。

[图22]反射型液晶显示装置的样品的闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被抑制的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。

[图23]反射型液晶显示装置的样品的闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被抑制的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。

[图24]反射型液晶显示装置的样品的闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被抑制的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。

[图25]反射型液晶显示装置的样品的闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被

抑制的 θ 3以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。

发明的实施方式

[0023] 以下,参照附图说明本实施方式的反射型液晶显示装置,但本发明并非限定于下述实施方式。

[0024] 图1表示本发明的实施方式的反射型液晶显示装置100的示意剖面图。反射型液晶显示装置100具有:第一基板10,其具有反射光的第一电极14;第二基板20,其具有透射光的第二电极24;液晶层LC,其设置于第一电极14与第二电极24之间。第一电极14为反射像素电极,例如由金属层(例如A1层)或金属层与透明导电层的叠层体形成。第二电极24为公共电极,由透明导电层(例如ITO层)形成。反射型液晶显示装置100还具有设置于第二基板20的观察者一侧的偏光层42和配置于偏光层42与第二基板20之间的两片相位差层44以及46。此处,虽然示出了具有两片相位差层44以及46的例子,但也能够使用与两片相位差层44以及46等价的一片相位差层。偏光层42为直线偏光层,透射与透射轴(也称为偏光轴)平行的直线偏光。液晶层LC被密封部11密封保持在第一基板10与第二基板20之间。第一基板10以及第二基板20为绝缘性基板,例如能够使用玻璃基板或塑料基板。至少第二基板20为透明的。此外,第一基板10以及第二基板20也可以是柔性基板。

[0025] 反射型液晶显示装置100的液晶层LC具有介电常数各向异性 $\Delta\epsilon$ 为负的手性向列液晶材料。手性向列液晶材料包含介电常数各向异性 $\Delta\epsilon$ 为负的向列液晶材料与手性剂。液晶层LC在没有电压施加时取得大致垂直取向(参照图1的液晶层LC的左侧),施加白电压时取得扭转取向或者混合取向(参照图1中的液晶层LC的右侧)。图1的液晶层LC的左侧示意地示出了在没有对液晶层LC施加电压(或者施加了比阈值电压低的电压)时,液晶分子1c大致垂直取向的状态,液晶层LC的右侧示意地示出了在对液晶层LC施加白电压时,液晶分子1c扭转取向的状态。如图1所示,典型地,液晶层LC由于垂直取向膜16以及26的取向限制力,在没有电压施加的状态下,例如相对于与液晶层LC平行的面,具有约 87° 的预倾角。此外,液晶分子1c预倾斜的方位(取向方位)例如通过摩擦或者光取向处理被规定为规定方位。规定方向可以为相对于偏光层42的透射轴 0° 以上 180° 以下的角。

[0026] 通过对垂直取向膜16以及26二者进行取向处理,能够获得取得扭转取向的液晶层LC,通过仅对任意一者进行取向处理,能够获得取得混合取向的液晶层LC。它们分别为以VATN模式或VAHAN模式进行显示的反射型液晶显示装置。虽然在制作VAHAN模式的反射型液晶显示装置时实施取向处理的基板可以是任意一个,但实施摩擦处理时,优选取向膜的表面台阶小的基板。

[0027] 偏光层42、相位差层44、46是指具有各自功能的光学层。虽然省略了图示,但除了这些光学层,这些光学层之间还配置有保护层(例如TAC层)以及/或者粘合层(包括粘着层)。此处,为了说明简单,无视保护层以及/或粘合层。保护层以及/或粘合层具有延迟时,只要使这些层与相位差层整体上与两片相位差层44以及46等价即可。

[0028] 典型地,相位差层44为所谓的 $\lambda/4$ 板,相位差层46为所谓的 $\lambda/2$ 板。 λ 为可见光的波长,主要的可见光波长范围在400nm以上720nm以下。因此,相位差层44具有的面内延迟(以下仅称为延迟。)只要是100nm以上且180nm以下即可,相位差层46具有的延迟只要是200nm以上且360nm以下即可。偏光层42、相位差层44以及46以圆偏光向液晶层LC入射的方式配置。相位差层44具有反波长分散的情况下,也可以省略相位差层46。

[0029] 第一基板10例如为有源矩阵基板,如图2所示地那样,栅极总线13、数据总线15、存储电路30M以及显示电压提供电路30D。存储电路30M例如在每一像素中设有1位元SRAM电路。存储电路30M等的具体构成和动作在后面叙述。即,反射型液晶显示装置100为上述存储液晶的一个方式。

[0030] 反射型液晶显示装置100具有以1fps以下的帧频向液晶层LC施加黑电压或白电压的任意一个的驱动电路(未图示)。在该驱动电路横跨几帧向液晶层LC施加白电压时,以第二电极24的电位(也称为Vcom。)为基准,对每一帧施加极性反转的白显示电压。即,反射型液晶显示装置100被所谓的帧反转驱动。对于反射型液晶显示装置100而言,各像素进行2灰度(黑与白)显示。但是,设置彩色滤光片,采用面积比灰度级方法,能够进行彩色显示。相对于专利文献1等记载的反射型液晶显示装置具有PDLC层为液晶层,在没有电压施加状态下通过散射入射光进行白显示,反射型液晶显示装置100在没有电压施加时(包括施加低于阈值电压的电压时)显示黑色。

[0031] 反射型液晶显示装置100的构成为,当将含有手性剂的向列液晶材料的自然间距作为 p ,液晶层LC的厚度作为 d ,向列液晶材料的双折射率作为 $\Delta n (=n_e - n_o)$ 时, $60^\circ < |360^\circ \cdot d/p| < 180^\circ$ 且 $237\text{nm} \leq \Delta nd \leq 331\text{nm}$ 成立。如实验例以及模拟例示出说明的那样,通过使用这样的液晶层LC,能够获得可以进行对比度为20:1以上的显示,且闪烁的产生被抑制的,低消耗电量特性优秀的反射型液晶显示装置。只满足专利文献3中记载的 $0 < |d/p| < 1$ 且 $200\text{nm} \leq \Delta nd \leq 1200\text{nm}$ 的这个条件话,当将特有的上述驱动适用于存储液晶时,有时产生闪烁。

[0032] 图3为示出与反射型液晶显示装置100的像素对应的部分的电路构成的例子的电路图。作为反射型液晶显示装置100的存储液晶构成的详细被记载在专利文献1以及2中,因此,这里简单说明与像素对应的部分的电路构成。

[0033] 像素PIX具有液晶电容CLc,像素存储器30、模拟开关31、模拟开关33/34。进一步像素存储器30具有模拟开关32以及反相器35/36。

[0034] 液晶电容CLc由设置于第一电极14与第二电极24之间的液晶层LC(参照图1)构成,其以极性输出OUT被供给至第一电极14,公共输出Vcom被供给至第二电极24的方式构成。模拟开关31~34以及反相器35/36由COMS电路构成。

[0035] 模拟开关31被插入至源极线输出SL与像素存储器30之间,该PMOS薄膜晶体管31a的栅极被连接至栅极线反转输出GLB,且NMOS薄膜晶体管31b的栅极被连接至栅极线输出GL。像素存储器30中,模拟开关32被插入至反相器35的输入与反相器36的输出之间,该PMOS薄膜晶体管32a的栅极被连接至栅极线输出GL,且NMOS薄膜晶体管32b的栅极被连接至栅极线反转输出GLB。反相器35的输入被连接至与模拟开关31的源极线输出SL侧相反的一侧的连接端子。反相器35的输出被连接至反相器的输入。反相器35/36在High侧电源使用电源VDD,在Low侧电源使用电源VSS。

[0036] 模拟开关33被插入至白极性用输出VA与极性输出OUT之间,该PMOS薄膜晶体管33a的栅极被连接至反相器35的输出,且NMOS薄膜晶体管33b的栅极被连接至反相器35的输入。模拟开关34被插入至黑极性用输出VB与极性输出OUT之间,该PMOS薄膜晶体管34a的栅极被连接至反相器35的输入的同时,NMOS薄膜晶体管34b的栅极被连接至反相器35的输出。

[0037] 图4的(a)~(e)示出用于反射型液晶显示装置100的驱动的各信号电压以及施加给液晶层的电压的示意波形图。图4的(a)示出公共输出Vcom、图4的(b)示出白极性用输出

VA、图4的(c)示出黑极性用输出VB的波形。这些电压能够由周知的驱动器被供给而获得。公共输出Vcom为在0V与Vcom(正极性)之间振动的电压(振动周期为两帧(2F))。

[0038] 图4的(d)示出施加给液晶层的白电压VLC1,图4的(e)示出施加给液晶层的黑电压VLC2。白电压VLC1为 $V_A - V_{com}$,黑电压VLC2为 $V_B - V_{com}$ 。将正极性的白电压作为 V_w^+ ,将负极性的白电压作为 V_w^- 时,如后述那样, $|V_w^+|$ 与 $|V_w^-|$ 不一致,例如当逐帧(1F)使极性反转,闪烁产生。此外,专利文献3等中记载的普通的液晶显示装置,由于以60Hz(60fps)驱动,闪烁难以被视觉辨认,另外,虽然能够谋求空间地/或时间地平均化闪烁的对策,但在以1fps以下的低频率驱动时,闪烁容易被视觉辨认。另外,可穿戴设备用的显示装置在追求低消耗电力同时还追求低电压驱动。以下,说明假设为使用电池(例如3V的纽扣电池)来驱动的显示装置,作为白电压VLC1被供给绝对值为3V的电压时,能够获得最高性能的构成的反射型液晶显示装置100的构成。驱动的帧频为1fps,且进行帧反转驱动。

[0039] 图5是反射型液晶显示装置100所具有的偏光板的偏光轴(=透射轴)PA、第一相位差层44的滞相轴SA1、第二相位差层46的滞相轴SA2、第一垂直取向膜16上的液晶分子的预倾角方位LP1以及第二垂直取向膜26上的液晶分子的预倾角方位LP2之间的关系的示意图。当从观察者侧观察反射型液晶显示装置100时,逆时针旋转作为正,将偏光轴PA作为基准,第一相位差层44的滞相轴SA1、第二相位差层46的滞相轴SA2、第一垂直取向膜16上的液晶分子的预倾角方位LP1的角度分别为 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 。另外,液晶层的扭转取向从第二垂直取向膜26上的液晶分子的预倾角方位LP2向第一垂直取向膜16上的液晶分子的预倾角方位LP1逆时针旋转扭转,以 θ_L 表示扭转角。以下,举例示出仅规定第一垂直取向膜16上的液晶分子的预倾角方位LP1,不规定第二垂直取向膜26上的液晶分子的预倾角方位LP2(不进行取向处理)的情况。此时,扭转角 θ_L 也能够看作是 $360^\circ \cdot d/p$ 几乎相等。在该 $360^\circ \cdot d/p$,从第一垂直取向膜16上的液晶分子的预倾角方位LP1向第二垂直取向膜26侧的旋转,从观察者侧来看顺时针为正,逆时针为负。此外,对于规定了第二垂直取向膜26上的液晶分子的预倾角方位LP2时(即VATN模式),以下说明的结果也是妥当的。

[0040] 图6示意地示出用于测量反射型液晶显示装置100的电压-反射率特性的构成。一边对反射型液晶显示装置100施加电压,一边使来自照明光源装置52的光以法线 30° 方向朝反射型液晶显示装置100入射,以光检测器56检测来自反射像素电极14的反射光。使 θ_4 在 $0^\circ \sim 40^\circ$ 的范围内变化。从检测到的反射光求出 V_w^+ 、 V_w^- 的各Y、x、y。作为光检测器56,使用了柯尼卡美能达制造的显示器测量系统DMS-803的高速分光器。

[0041] 制作具有与反射型液晶显示装置100等价的构造的样品(实施例1~7)。作为液晶材料,使用介电常数各向异性 $\Delta\epsilon$ 为负的向列液晶材料LC-1至LC-4(表1),通过调节手性掺杂剂的种类和添加量,来调整 $360^\circ \cdot d/p$ 的值。作为取向膜使用了市售的垂直取向膜。第一相位差层44的延迟为140nm,第二相位差层46的延迟为270nm, $\theta_1 = 75^\circ$, $\theta_2 = 15^\circ$ 。作为偏光层42,使用以偏光板单体测定时的反射率为38.2%的偏光板。在表2中示出实验例1~7的样品构成,在图7~13中示出电压-利用效率曲线。

[0042] [表1]

	$\Delta\epsilon$	Δn
LC-1	-8.0	0.1205
LC-2	-7.1	0.1096

LC-3	-6.8	0.1053
LC-4	-6.5	0.0992
LC-5	-6.2	0.0949
LC-6	-5.8	0.0980

[0043] [表2]

	实验 例 1	实验例 2	实验例 3	实验例 4	实验例 5	实验例 6	实验例 7
液晶材料	LC-1	LC-1	LC-2	LC-2	LC-3	LC-3	LC-4
Δn	0.1205	0.1205	0.1096	0.1096	0.1053	0.1053	0.0992
$\Delta n d$ (nm)	331	301	301	274	290	263	273
$360 \cdot d/p$ ($^{\circ}$)	120	90	110	85	90	80	90
d (μm)	2.75	2.50	2.75	2.50	2.75	2.50	2.75
p (μm)	8.25	10.00	9.00	10.59	11.00	11.25	11.00
$\theta 3$ ($^{\circ}$)	60	30	15	75	45	60	60

[0044] 首先,参照图7~图13。图7~图13分别示出表2示出的实验例1~7的样品的电压-利用效率曲线。纵轴的利用效率为通过偏光板的反射率(38.2%)将各样品的反射率标准化得到的值。测定方向为法线方向($\theta_4=0^{\circ}$)。分别示出施加正极性的电压而得到的曲线(实线),施加负极性的电压而得到的曲线(虚线)。横轴示出电压绝对值(V)。各曲线为将根据每一0.1V测定反射率的结果图表化的曲线。

[0045] 如观察图7~图13而明白的那样,施加正极性的电压而得到的曲线与施加负极性的电压而得到的曲线偏离。该偏离为大约0.2V。因此,明白了负极性的白电压 V_w^- 与正极性的白电压 V_w^+ 之差($|V_w^-|-|V_w^+|$)为约0.2V。由该极性带来的电压-利用效率曲线的不同(电压偏移)成为闪烁的原因。此外,该电压的极性的差的原因现在还不是非常明确。

[0046] 接下来,为了定量地评价闪烁被视觉辨认的条件,与先前的实验例1~7同样地制作样品(实验例8~12)。在表3中示出实验例8~12的样品构成。除表3中记载的构成之外,与先前的实验例相同。

[0047] [表3]

	实验 例 8	实验例 9	实验例 10	实验例 11	实验例 12
液晶材料	LC-6	LC-6	LC-6	LC-6	LC-6
Δn	0.0980	0.0980	0.0980	0.0980	0.0980
Δnd (nm)	294	294	294	245	245
$360^\circ \cdot d/p$ ($^\circ$)	50	70	90	50	70
d (μm)	3.00	3.00	3.00	2.50	2.50
p (μm)	21.60	15.42	12.00	18.00	12.86
$\theta 3$ ($^\circ$)	35	35	35	35	35

[0048] 在表4~8中,示出相对于各样品的施加电压(绝对值)的 ΔY 、 Δx 以及 Δy 的值与闪烁是否被视觉辨认的评价结果。表中的 $\times$ 表示闪烁被视觉辨认, $\circ$ 表示闪烁没有被视觉确认。

[0049] 将通过测定来自样品的反射光而获得的施加正极性的白电压时的视感反射率作为 $Y(V_w^+)$,xy色度作为 $x(V_w^+)$ 、 $y(V_w^+)$,将施加负极性的白电压时的视感反射率作为 $Y(V_w^-)$,xy色度作为 $x(V_w^-)$ 、 $y(V_w^-)$,分别通过下式求 ΔY 、 Δx 以及 Δy 。

$$\Delta Y = | \{ Y(V_w^+) - Y(V_w^-) \} / (Y(V_w^-)) |$$

$$\Delta x = | x(V_w^+) - x(V_w^-) |$$

$$\Delta y = | y(V_w^+) - y(V_w^-) |$$

[0050] 另外,闪烁的有无,通过目视以及观察显微镜图像来评价。

[0051] [表4]

施加电压 (V)	ΔY	Δx	Δy	闪烁
4.0	3.59%	0.0053	0.0107	×
4.1	3.02%	0.0058	0.0102	×
4.2	2.52%	0.0060	0.0095	×
4.3	2.07%	0.0060	0.0088	×
4.4	1.69%	0.0059	0.0080	×
4.5	1.35%	0.0057	0.0072	×
4.6	1.07%	0.0054	0.0064	○
4.7	0.83%	0.0051	0.0057	○
4.8	0.63%	0.0048	0.0051	○
4.9	0.46%	0.0045	0.0045	○
5.0	0.31%	0.0042	0.0040	○

[0052] [表5]

施加电压 (V)	ΔY	Δx	Δy	闪烁
3.0	0.07%	0.0146	0.0100	×
3.1	1.76%	0.0113	0.0055	×
3.2	2.67%	0.0078	0.0012	×
3.3	2.95%	0.0046	0.0022	×
3.4	2.83%	0.0018	0.0046	×
3.5	2.49%	0.0004	0.0061	×
3.6	2.06%	0.0019	0.0068	×
3.7	1.61%	0.0028	0.0069	○
3.8	1.19%	0.0033	0.0065	○
3.9	0.83%	0.0036	0.0060	○
4.0	0.52%	0.0036	0.0053	○

[0053] [表6]

施加电压 (V)	ΔY	Δx	Δy	闪烁
2.5	28.56%	0.0156	0.0167	×
2.6	19.77%	0.0166	0.0173	×
2.7	12.70%	0.0163	0.0160	×
2.8	7.43%	0.0147	0.0130	×
2.9	3.81%	0.0122	0.0091	×
3.0	1.56%	0.0091	0.0051	×
3.1	0.33%	0.0060	0.0015	○
3.2	0.22%	0.0033	0.0012	○
3.3	0.37%	0.0012	0.0028	○
3.4	0.32%	0.0002	0.0036	○
3.5	0.17%	0.0011	0.0037	○

[0054] [表7]

施加电压 (V)	ΔY	Δx	Δy	闪烁
4.0	2.01%	0.0028	0.0008	×
4.1	1.91%	0.0020	0.0014	○
4.2	1.80%	0.0014	0.0018	○
4.3	1.68%	0.0009	0.0022	○
4.4	1.56%	0.0005	0.0024	○
4.5	1.44%	0.0001	0.0025	○
4.6	1.33%	0.0001	0.0026	○
4.7	1.23%	0.0004	0.0027	○
4.8	1.14%	0.0005	0.0027	○
4.9	1.05%	0.0007	0.0026	○
5.0	0.97%	0.0008	0.0026	○

[0055] [表8]

施加电压 (V)	ΔY	Δx	Δy	闪烁
3.0	6.59%	0.0116	0.0109	×
3.1	4.13%	0.0104	0.0091	×
3.2	2.41%	0.0089	0.0071	×
3.3	1.25%	0.0074	0.0052	×
3.4	0.51%	0.0059	0.0034	○
3.5	0.05%	0.0046	0.0020	○
3.6	0.21%	0.0034	0.0008	○
3.7	0.35%	0.0025	0.0001	○
3.8	0.40%	0.0017	0.0008	○
3.9	0.41%	0.0011	0.0012	○
4.0	0.39%	0.0006	0.0015	○

[0056] 根据表7的结果,可以说 $\Delta Y > 2.0\%$ 时闪烁被视觉辨认。另一方面,当参考表4、表5、表6以及表8时,即使 $\Delta Y \leq 2.0\%$,有时闪烁也被视觉辨认到。这被认为是亮度的变动不大,但色度的变动大,因而作为闪烁被视觉辨认到。根据表4、表5、表6以及表8的结果,可以说只要 Δx 以及 Δy 的其中一个超过0.07时,闪烁就被视觉辨认。即,当满足 ΔY 大于2.0%, $\Delta x > 0.007$,以及 $\Delta y > 0.007$ 的任意一个时,闪烁被视觉辨认到。

[0057] 因此,抑制闪烁的产生条件为 $\Delta Y \leq 2.0\%$ 、 $\Delta x \leq 0.007$ 且 $\Delta y \leq 0.007$ 。即,白显示时对液晶层施加的电压在 V_w^+ 与 V_w^- 之间逐帧切换时, $\Delta Y > 2.0\%$ 、 $\Delta x > 0.007$ 或者 $\Delta y > 0.007$ 的任意一个发生时,闪烁被视觉辨认。以下,将在 $\Delta Y > 2.0\%$ 下产生的闪烁称为亮度闪烁,将在 $\Delta x > 0.007$ 或者 $\Delta y > 0.007$ 下产生的闪烁称为颜色闪烁。

[0058] 此外,闪烁是否被视觉辨认这其中存在个人差异。为了闪烁可靠地不被视觉辨认到,例如优选 $\Delta Y \leq 0.6\%$ 、 $\Delta x \leq 0.005$ 且 $\Delta y \leq 0.005$ 。

[0059] 接下来,对于使用液晶材料LC-1至LC-6,液晶层的厚度 d 为 $2.50\mu\text{m}$ 以及 $2.75\mu\text{m}$ 的构成(参照表9),通过模拟求 $360^\circ \cdot d/p$ 、以及 θ_3 的最佳范围。模拟使用了LCD-MASTER3D (SHINTEC制造)。

[0060] [表9s]

	图 14	图 15	图 16	图 17	图 18	图 19	图 20	图 21	图 22	图 23	图 24	图 25
液晶材料	LC-1	LC-1	LC-2	LC-2	LC-3	LC-3	LC-4	LC-4	LC-5	LC-5	LC-6	LC-6
$\Delta\epsilon$	-8.0	-8.0	-7.1	-7.1	-6.8	-6.8	-6.5	-6.5	-6.2	-6.2	-5.8	-5.8
Δn	0.1205	0.1205	0.1096	0.1096	0.1053	0.1053	0.0992	0.0992	0.0949	0.0949	0.0980	0.0980
$d(\mu\text{m})$	2.75	2.50	2.75	2.50	2.75	2.50	2.75	2.50	2.75	2.50	2.75	2.50
$\Delta n(\text{nm})$	331	301	301	274	290	263	273	248	261	237	270	245

[0061] 此处,在图14~25中示出即使 V_w^+ 与 V_w^- 被切换,求得的满足 $\Delta Y \leq 2.0\%$ 、 $\Delta x \leq 0.007$ 且 $\Delta y \leq 0.007$ 的结果。关于这些图中的数值省略表示角度的单位“°”。

[0062] 图14~图25为分别在具有表9中示出的构成的反射型液晶显示装置的样品中,闪烁(亮度闪烁(a)以及颜色闪烁(b))的产生被抑制的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$ 的范围的示意图。各图(a)以○表示在 $0^\circ \leq \theta_4 \leq 30^\circ$ 的范围内满足 $\Delta Y \leq 2.0\%$ 的条件范围, (b)以○表示满足 $\Delta x \leq 0.007$ 且 $\Delta y \leq 0.007$ 的范围。另外,在各图中,◎表示在 $0^\circ \leq \theta_4 \leq 30^\circ$ 的范围内满足 $\Delta Y \leq 0.6\%$ 、 $\Delta x \leq 0.005$ 且 $\Delta y \leq 0.005$ 的条件情况。因此,各图的(a)以及(b)的二者中,成为◎或者○的范围成为闪烁没有被视觉确认的范围。

[0063] 如当观察图14~图25时明白的那样,在(a)以及(b)二者中,成为◎或者○的范围窄,位于 $60^\circ < |360^\circ \cdot d/p| < 180^\circ$ 、且 $237\text{nm} \leq \Delta n d \leq 331\text{nm}$ 的范围内。进一步,如果在 $75^\circ < |360^\circ \cdot d/p| < 165^\circ$ 、且 $237\text{nm} \leq \Delta n d \leq 290\text{nm}$ 的范围内,存在关于亮度闪烁或者颜色闪烁的至少一个成为◎的 θ_3 以及 $360^\circ \cdot d/p$,因此,进一步优选。

[0064] 此外,满足“ $\Delta Y \leq 0.6\%$ 、 $\Delta x \leq 0.005$ 且 $\Delta y \leq 0.005$ ”的范围是如下这样。

包含图17(a)的 $360^\circ \cdot d/p$ 为 80° 下◎的3处($\theta_3: 30^\circ, 90^\circ \sim 105^\circ$)以及 $360^\circ \cdot d/p$ 为 85° 下◎的3处($\theta_3: 45^\circ \sim 75^\circ$)的范围

包含图18(a)的 $360^\circ \cdot d/p$ 为 90° 下◎的3处($\theta_3: 45^\circ \sim 75^\circ$)的范围

包含图21(a)的 $360^\circ \cdot d/p$ 为 135° 下◎的5处($\theta_3: 0^\circ \sim 45^\circ$ 、以及 165°)的范围和、包含 $360^\circ \cdot d/p$ 为 150° 下◎的10处($\theta_3: 15^\circ \sim 150^\circ$)的范围

包含图22(a)的 $360^\circ \cdot d/p$ 为 135° 下◎的12处($\theta_3: 0^\circ \sim 165^\circ$)的范围

包含图23(a)的 $360^\circ \cdot d/p$ 为 150° 下◎的6处($\theta_3: 0^\circ \sim 45^\circ$ 、以及 $50^\circ \sim 165^\circ$)的范围

[0065] 液晶材料的 $\Delta\epsilon$ 低(绝对值大)的那个朝向低电压驱动。但是,在这里研究的 $-8 \leq \Delta\epsilon \leq -5.8$ 的液晶材料内,只有 $-7.1 \leq \Delta\epsilon \leq -6.2$ 的液晶材料能够满足 $75^\circ < |360^\circ \cdot d/p| < 165^\circ$ 且 $237\text{nm} \leq \Delta n d \leq 290\text{nm}$ 的条件。因此,可以说液晶材料的 $\Delta\epsilon$ 优选为 $-7.1 \leq \Delta\epsilon \leq -6.2$ 。

[0066] 此外, θ_3 的依赖性小,以 θ_3 为 0° 以上且 180° 以下的任意一个角度也能够找到闪烁不被观察到的条件。

[0067] 例如,先前所示的实验例1~7的任意一个都满足 $60^\circ < |360^\circ \cdot d/p| < 180^\circ$ 且 $237\text{nm} \leq \Delta n d \leq 331\text{nm}$ 的条件。另外,实验例4~7的任意一个都满足 $75^\circ < |360^\circ \cdot d/p| < 165^\circ$ 且 $237\text{nm} \leq \Delta n d \leq 290\text{nm}$ 的条件。另外,当将仅有偏光板的情况作为100%时,实验例1~7的反射型液晶显示装置的白显示状态的光的利用效率均为99%以上且对比度在20:1以上。在试

做了各种样品之后,能够获得具有40:1或者50:1以上的对比度的反射型液晶显示装置。这里,虽然示出了仅对配置于液晶层两侧的垂直取向膜的一个进行取向处理的例子(VAHAN模式),但即使对于两侧的垂直取向膜进行取向处理(VATN模式),只要满足上述条件,就能获得几乎相同的结果。

[0068] 根据如上这样本发明的实施方式,能够获得可以进行对比度在20:1以上的显示,且闪烁的产生被抑制,低消耗电量特性优秀的反射型液晶显示装置。

产业上的利用可能性

[0069] 本发明能够广泛适用于反射型液晶显示装置以及具有该反射型液晶显示装置的可穿戴设备。

附图标记说明

[0070] 10:第1基板

11:密封部

13:栅极总线

14:第一电极(反射像素电极)

15:数据总线

16:第一垂直取向膜

20:第二基板

24:第二电极(对向电极)

26:第二垂直取向膜

30:像素存储器

30D:显示电压供给电路

30M:存储器电路

42:偏光层

44:第一相位差层

46:第二相位差层

100:反射型液晶显示装置

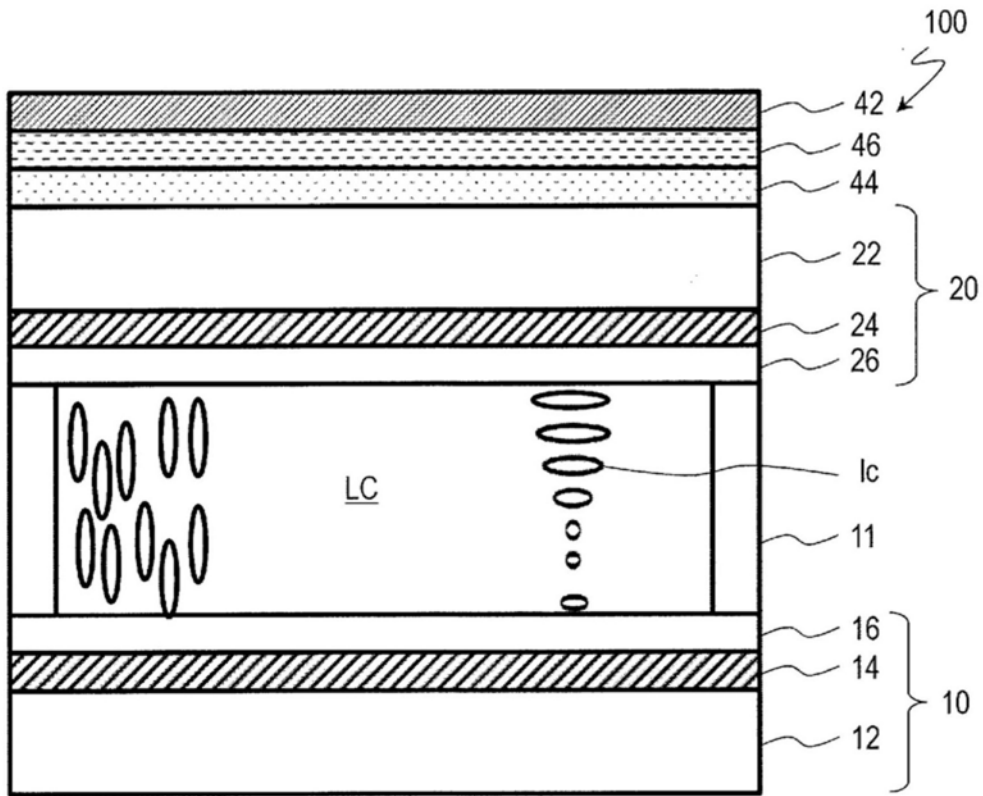


图1

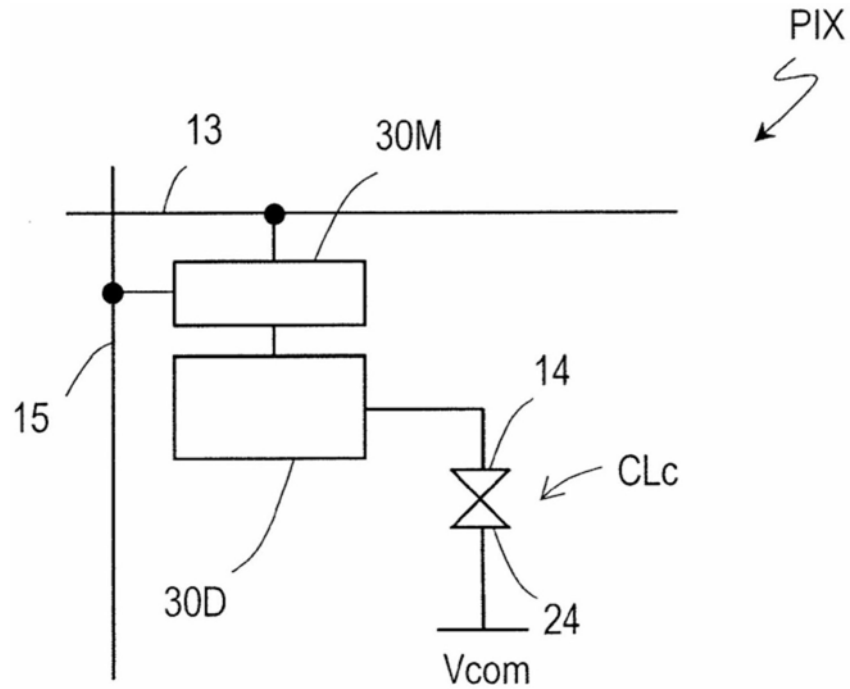


图2

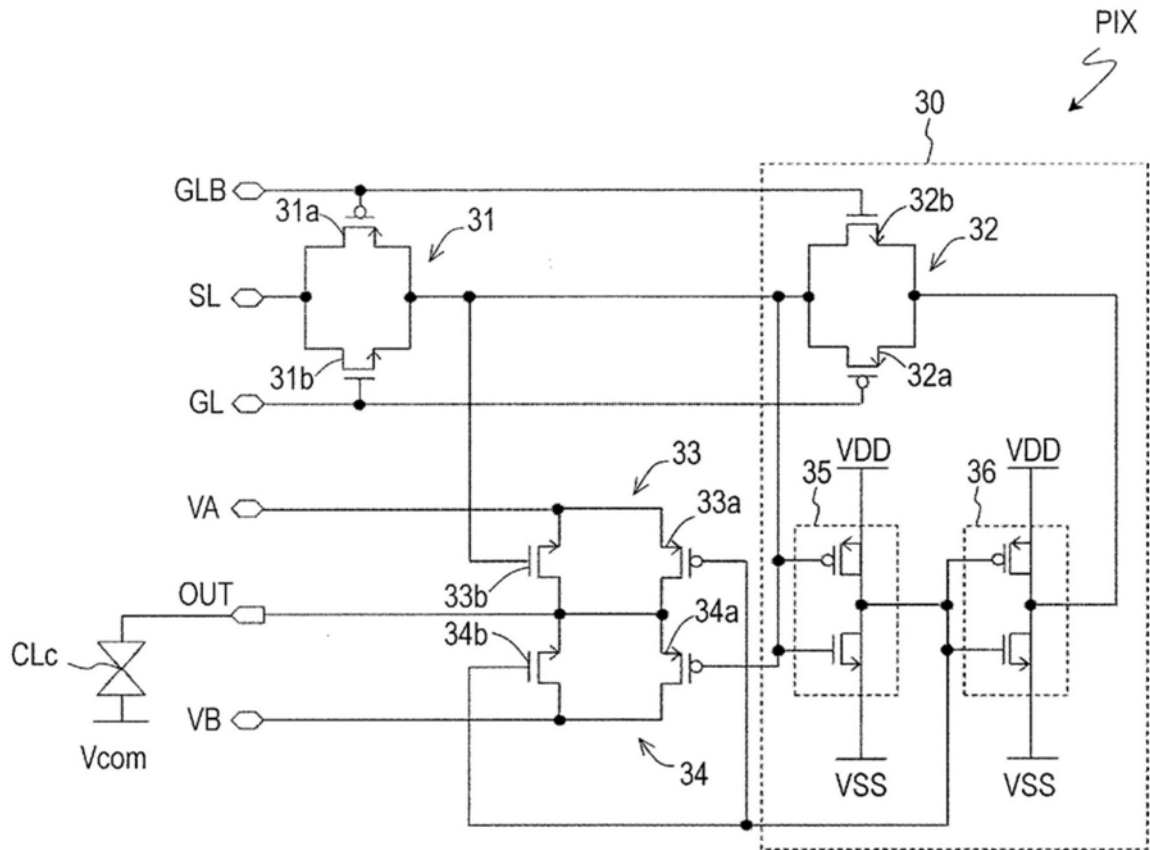


图3

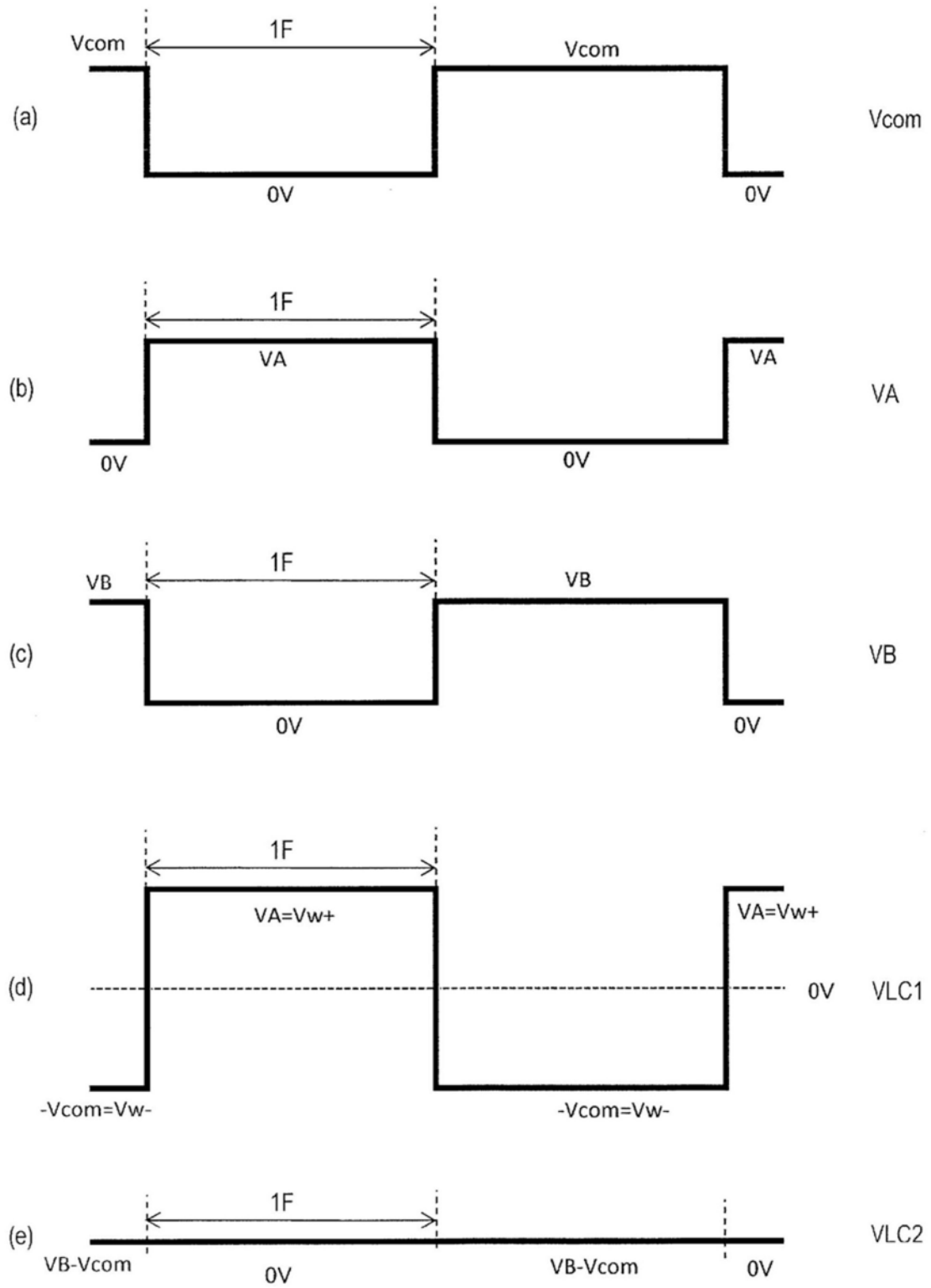


图4

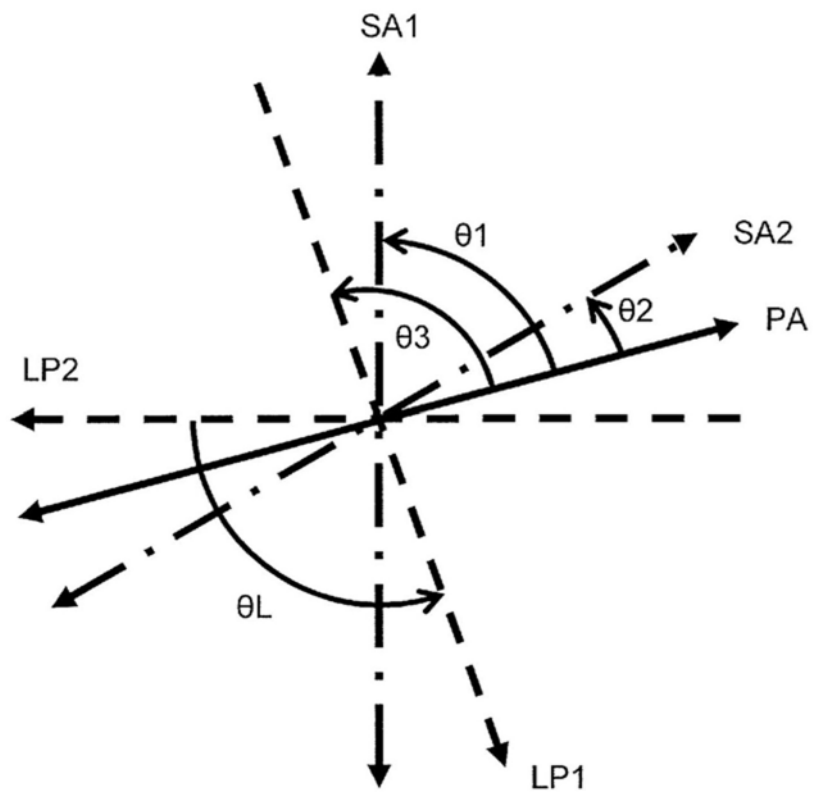


图5

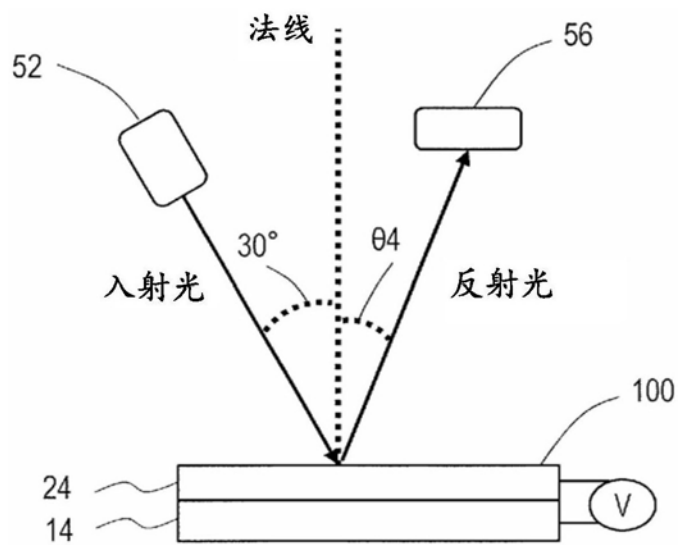


图6

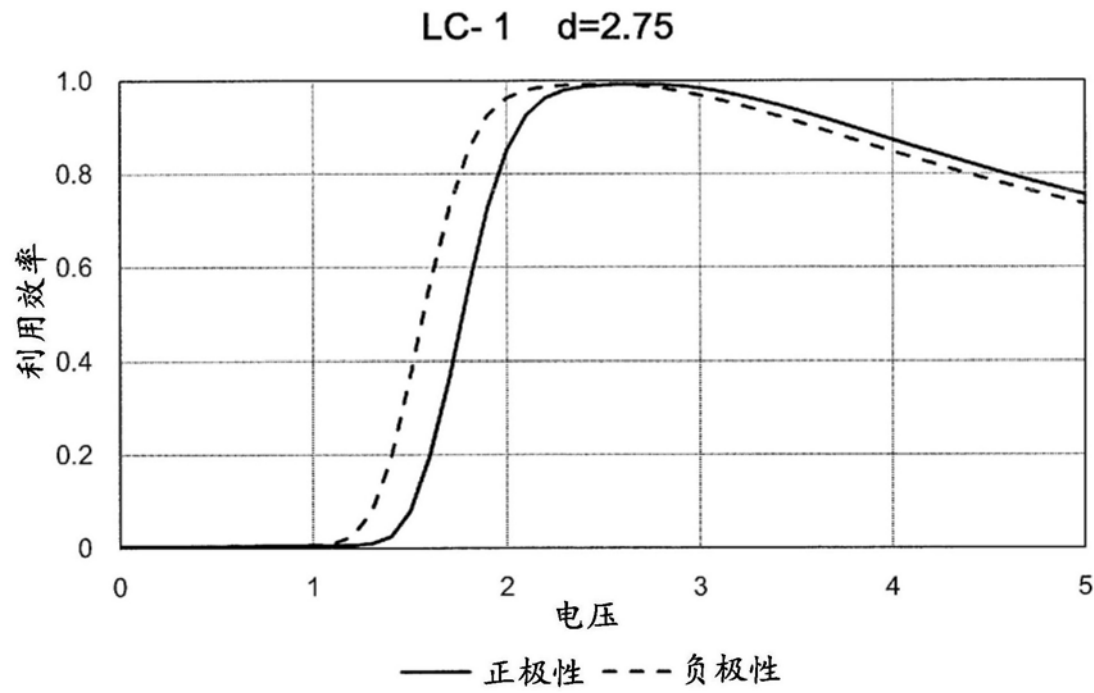


图7

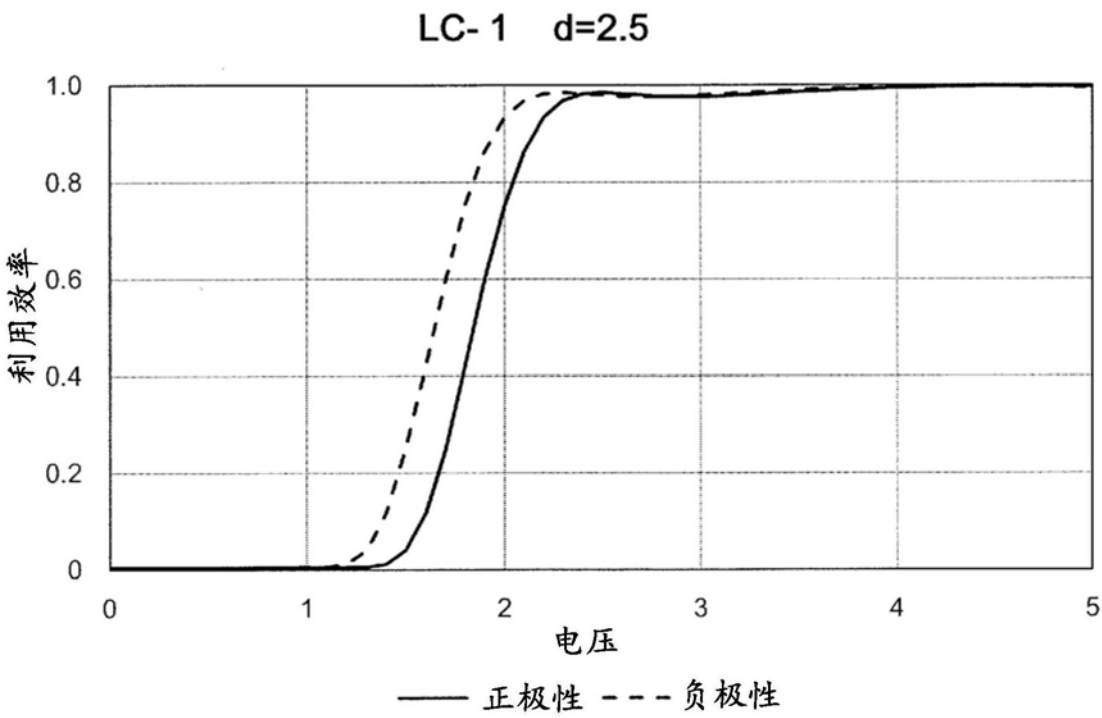


图8

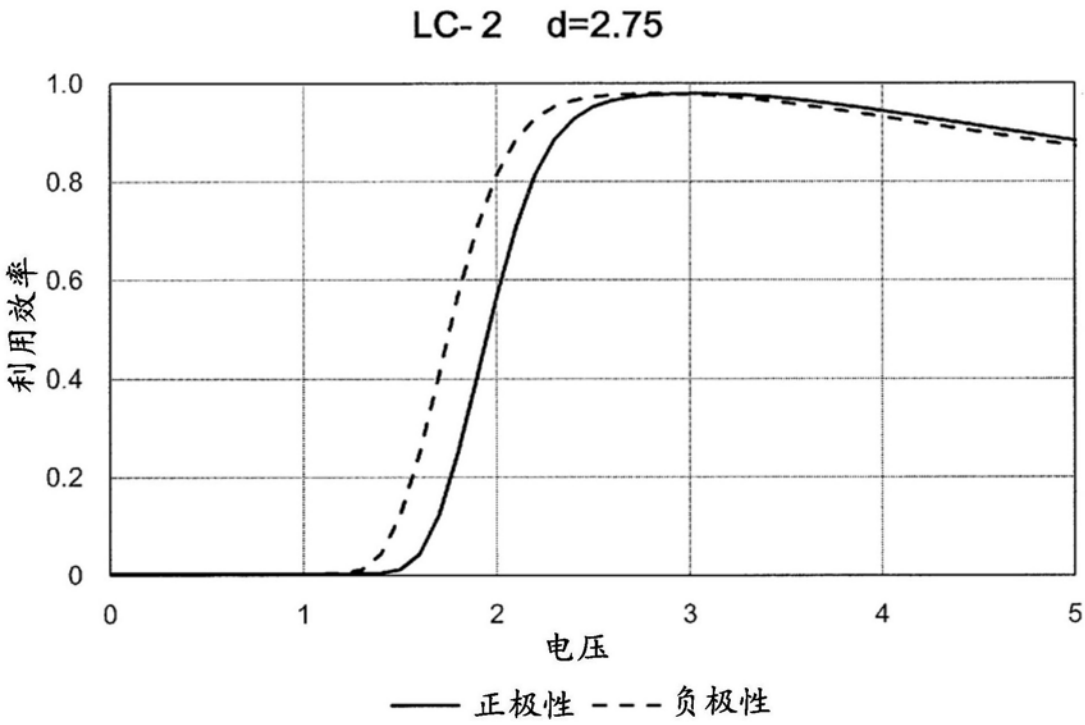


图9

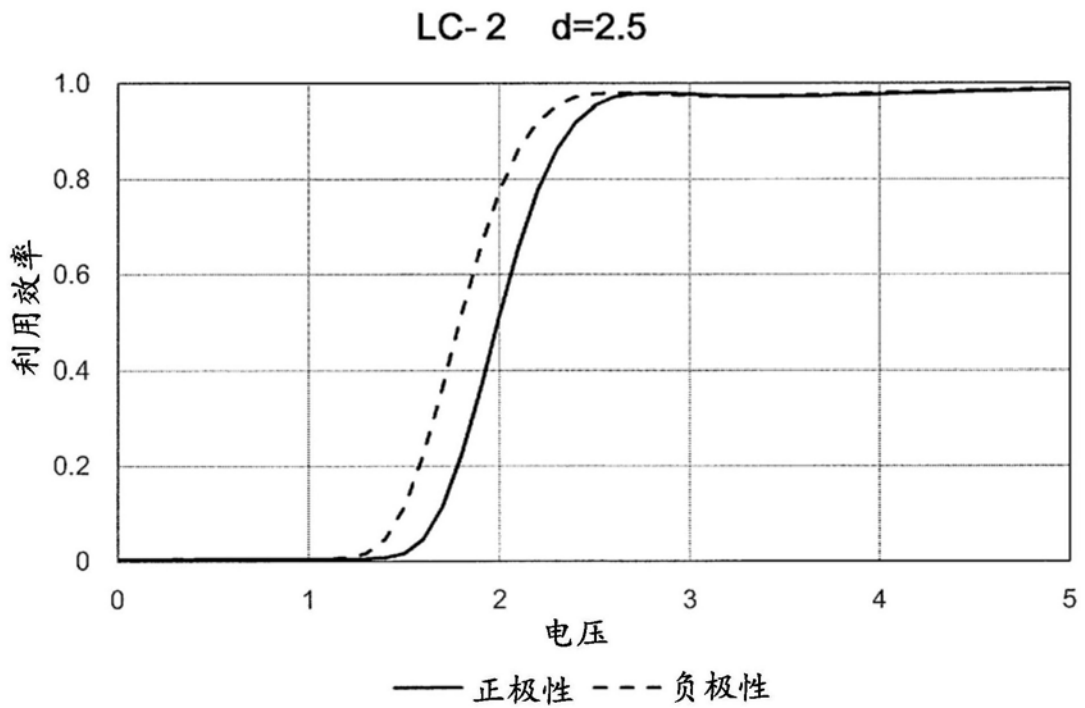


图10

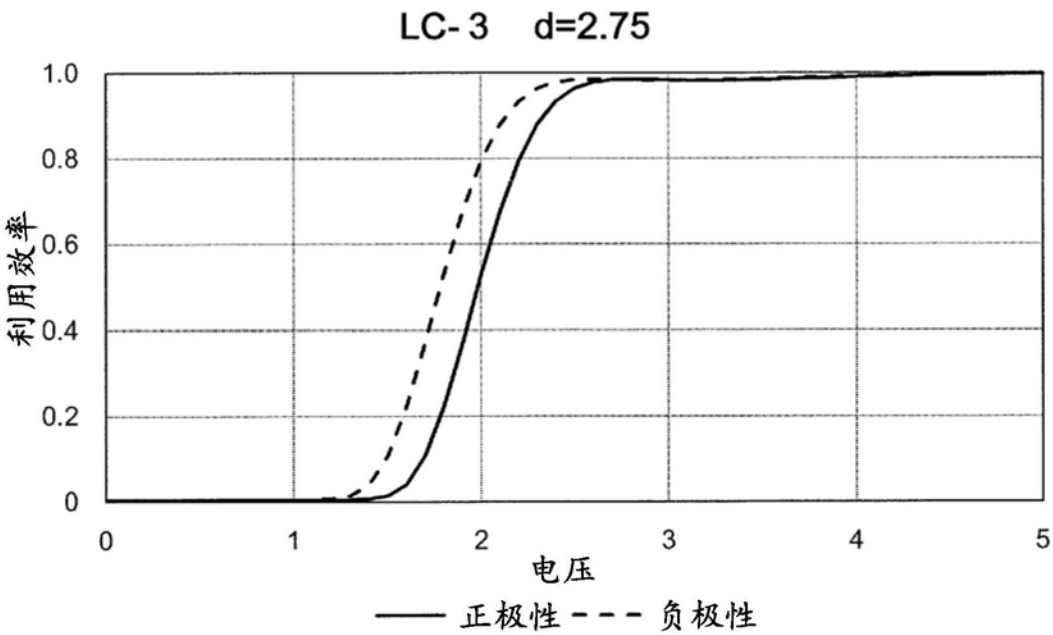


图11

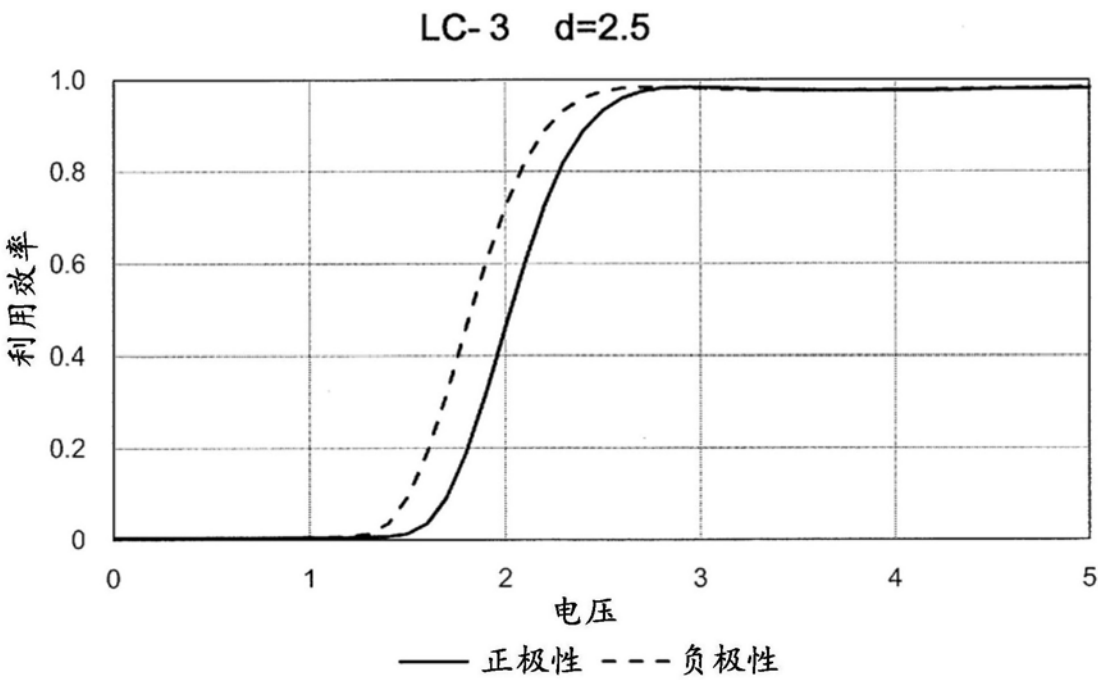


图12

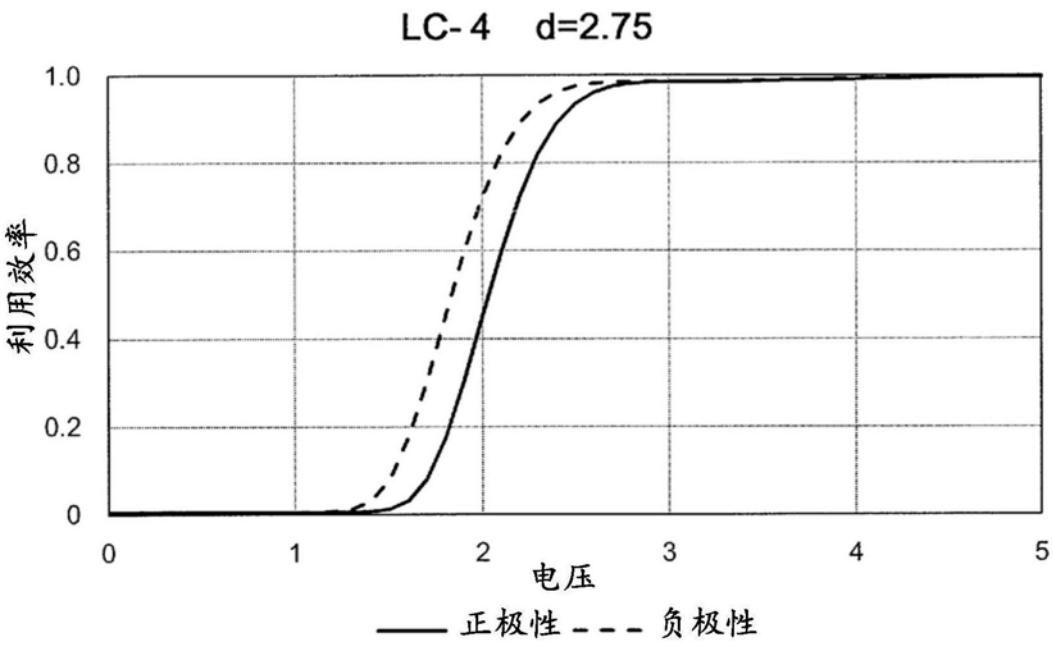


图13

(a)

		360· d/p																		
		0	15	30	45	60	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	30	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	45	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	60	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	75	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	90	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	105	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	120	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	135	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	150	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	165	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x

(b)

		360· d/p																		
		0	15	30	45	60	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	x	x	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	⊗	○	x	x	x	x
	30	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	○	x	x	x	x
	45	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	x	x	x	x
	60	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	75	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	90	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	105	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	120	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	x	x	x	x
	135	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	○	x	x	x	x
	150	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	⊗	⊗	○	x	x	x	x
	165	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	⊗	⊗	x	x	x	x	x

图14

(a)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	30	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	45	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	60	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	75	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	90	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	105	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	120	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	135	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
150	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	
165	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	

(b)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x	x
	30	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x
	45	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x
	60	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x
	75	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x
	90	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	○	○	x	x
	105	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	○	○	x	x
120	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x	
135	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x	
150	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x	
165	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x	x	

图15

(a)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
03	0	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x
	30	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x
	45	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x
	60	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x
	75	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x
	90	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x
	105	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x
	120	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x
	135	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x
150	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x	
165	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x	

(b)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	x	x	x	x
	15	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	x	x	x	x
	30	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	45	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	60	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x
	75	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x
	90	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x
	105	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	○	○	x	x
	120	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	○	x	x	x
	135	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
150	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	x	x	x	x	
165	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	x	x	x	x	

图16

(a)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
03	0	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x
	15	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x
	30	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	
	45	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	
	60	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	
	75	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	
	90	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	
	105	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	
	120	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	
	135	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	
150	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x		
165	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x		

(b)

		360· d/p																				
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270	
θ3	0	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	○	○	
	15	x	x	x	x	x	x	x	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	○	○	
	30	x	x	x	x	x	x	x	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	○	
	45	x	x	x	x	x	x	x	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	
	60	x	x	x	x	x	x	x	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	
	75	x	x	x	x	x	x	x	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	
	90	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	
105	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○		
120	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○		
135	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	○		
150	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	○		
165	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	○		

图17

(a)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	30	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	45	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	60	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	75	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	90	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	105	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	120	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	135	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	150	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	165	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x

(b)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	30	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	45	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	60	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	75	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	90	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	105	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	120	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	135	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	150	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	165	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x

图18

(a)

		360· d/p																		
		0	15	30	45	60	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x
	15	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x
	30	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x
	45	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x
	60	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x
	75	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x
	90	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x
	105	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x
	120	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x
	135	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x
	150	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x
	165	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x

(b)

		360· d/p																		
		0	15	30	45	60	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	15	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	30	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	45	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	60	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	75	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	90	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	105	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	120	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	135	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	150	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x
	165	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x

图19

(a)

		360° d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	○	⊗	○	○	x	x	x	x	x	○	○	○	○	x	x	x
	15	x	x	x	x	○	⊗	○	○	○	○	○	x	x	○	○	○	○	x	x	x
	30	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x
	45	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x
	60	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x
	75	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x
	90	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	x
	105	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	x	x	x	○	○	○	○	○	x	x
	120	x	x	x	x	○	○	○	○	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	x	x
	135	x	x	x	x	○	○	○	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	x	x
150	x	x	x	x	⊗	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	x	x	x	
165	x	x	x	x	⊗	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	x	x	x	

(b)

		360° d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	30	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x
	45	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	x
	60	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	x
	75	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	x
	90	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	x
	105	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x
	120	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	135	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
150	x	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	x	x	x	
165	x	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	x	x	x	

图20

(a)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
03	0	x	x	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	⊗	⊗	○	x	x
	15	x	x	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	○	x	x
	30	x	x	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	○	x	x
	45	x	x	○	⊗	○	○	○	○	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	○	x	x
	60	x	x	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	○	x	x
	75	x	x	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	○	x	x
	90	x	x	○	○	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	○	x	x
	105	x	x	○	⊗	○	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	○	x	x
	120	x	x	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	○	x	x
	135	x	x	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	○	x	x
150	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	○	x	x	
165	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	⊗	⊗	○	x	x	

(b)

		360· d/p																				
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270	
03	0	x	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	
	30	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	
	45	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	
	60	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	
	75	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	
	90	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	
105	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x		
120	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x		
135	x	x	x	x	x	x	x	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x		
150	x	x	x	x	x	x	x	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x		
165	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x		

图21

(a)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	x	x	x	x
	15	x	x	x	⊗	○	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	x	x	x	x
	30	x	x	x	○	○	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	○	x	x	x
	45	x	x	x	○	○	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	○	x	x	x
	60	x	x	x	○	○	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	○	x	x	x
	75	x	x	x	○	○	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	○	x	x	x
	90	x	x	x	○	○	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	○	x	x	x
	105	x	x	x	○	○	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	○	x	x	x
	120	x	x	x	⊗	○	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	○	x	x	x
	135	x	x	x	○	○	○	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	x	x	x	x
	150	x	x	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	x	x	x	x
	165	x	x	○	○	○	○	○	x	x	x	x	x	x	x	x	⊗	x	x	x	x

(b)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x
	15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	45	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	60	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	75	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	90	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	105	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	120	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	135	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	150	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	165	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x

图22

(a)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	⊗	⊗	○	×
	15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	⊗	⊗	○	×
	30	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	⊗	⊗	○	×
	45	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	⊗	⊗	○	×
	60	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	⊗	○	×
	75	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	⊗	○	×
	90	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	⊗	○	×
	105	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	⊗	○	×
	120	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	⊗	○	×
	135	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	⊗	○	×
150	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	⊗	⊗	○	×	
165	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	⊗	⊗	○	×	

(b)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	140	150	180	270
θ3	0	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×
	15	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×
	30	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×
	45	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×
	60	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×
	75	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×
	90	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×
	105	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×
120	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×	
135	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×	
150	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×	
165	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×	

图23

(a)

		360 · d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	×	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	×
	15	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×
	30	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	×	×	×
	45	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	×	×	×
	60	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	×	×	×
	75	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	×	×	×
	90	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	×	×	×
	105	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×
	120	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×
	135	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	×
	150	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	×
165	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	

(b)

		360 · d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	x	x
	15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	⊗	○	○	x	x
	30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	○	○	x	x
	45	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	○	○	x	x
	60	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	75	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	90	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	105	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	120	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	135	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	⊗	○	x	x
	150	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	⊗	⊗	○	○	x	x
	165	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	○	○	x	x

图24

(a)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	150	165	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	x	x
	15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	x	x
	30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	x	x
	45	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	x	x
	60	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	x	x
	75	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	x	x
	90	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	x	x
	105	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	x	x
	120	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	x	x
	135	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	x	x
	150	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	x	x
	165	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	○	○	x	x

(b)

		360· d/p																			
		0	15	30	45	60	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	135	140	150	180	270
θ3	0	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	30	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	45	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	60	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	75	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	90	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	105	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	120	x	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	135	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	150	x	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	x	x	x
	165	x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	x	x	x

图25

专利名称(译)	反射型液晶显示装置以及具备其的可穿戴设备		
公开(公告)号	CN109154739A	公开(公告)日	2019-01-04
申请号	CN201780031029.8	申请日	2017-05-16
[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	大谷拓也 箕浦洁 佐藤孝		
发明人	大谷拓也 箕浦洁 佐藤孝		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/133 G02F1/13363 G02F1/1337 G02F1/1362 G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/133 G02F1/1335 G02F1/13363 G02F1/1337 G02F1/1362 G02F1/139		
优先权	2016101066 2016-05-20 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

反射型液晶显示装置包括：第一基板，具有反射光的第一电极；第二基板，具有透射光的第二电极；液晶层，设置于第一电极与第二电极之间，包含介电常数各向异性 $\Delta\epsilon$ 为负的向列液晶材料与手性剂，在没有电压施加时取得大致垂直取向，在施加白电压时取得扭转取向或者混合取向；偏光层，设置于第二基板的观察者侧；至少一片相位差层，配置于偏光层与第二基板之间；液晶显示装置具有以1fps以下的帧频对所述液晶层施加黑电压或者白电压的任意一个的驱动电路，驱动电路在横跨多帧对液晶层施加白电压时，以第二电极的电位为基准，对每一帧施加极性反转的白显示电压，当将包含手性剂的向列液晶材料的自然间距作为 p ，将液晶层的厚度作为 d ，将向列液晶材料的双折射率作为 Δn 时， $60^\circ < |360^\circ \cdot d/p| < 180^\circ$ 且 $237\text{nm} \leq \Delta n d \leq 331\text{nm}$ 成立。

