



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02816356.7

[43] 公开日 2005 年 7 月 6 日

[11] 公开号 CN 1636236A

[22] 申请日 2002.6.20 [21] 申请号 02816356.7

[30] 优先权

[32] 2001.6.20 [33] GB [31] 0114998.8

[86] 国际申请 PCT/GB2002/002924 2002.6.20

[87] 国际公布 WO2002/103666 英 2002.12.27

[85] 进入国家阶段日期 2004.2.20

[71] 申请人 ZBD 显示器有限公司

地址 英国伍斯特郡

[72] 发明人 J·C·琼斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

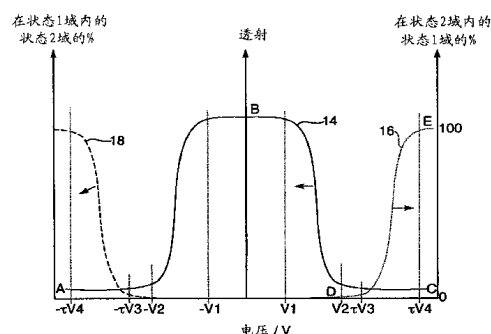
代理人 吴立明 张志醒

权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图 9 页

[54] 发明名称 液晶装置

[57] 摘要

提供一种液晶装置,包括以一种布置置于两个单元壁(4,6)之间的液晶材料(2)层,该布置使得该液晶材料(2)可以采用在没有外加电场的情况下仍持续的两种或更多种稳态液晶结构中的任何一种。该液晶装置可在两个模式下操作:第一模式,施加合适的锁定电压脉冲可以选择两种或更多种稳态液晶结构中的任何一种,第二模式,施加电场可以将液晶材料层从锁定的结构切换为被切换的结构,并且其中当所施加的电场去除时该液晶材料层将返回所述锁定的结构。



1. 一种液晶装置，包括
以一種布置置于两个单元壁之间的液晶材料层，该布置使得该液晶材料可以采用在没有外加电场的情况下仍持续的两种或更多种稳态
5 液晶结构中的任何一种，
该液晶装置可在两种模式下操作：
第一模式，其中合适的锁定电压脉冲的施加可以选择两种或更多种稳态液晶结构中的任何一种，
第二模式，其中电场的施加可以将液晶材料层从锁定的结构切换
10 为被切换的结构，并且其中当所施加的电场去除时该液晶材料层将返回所述锁定的结构。
2. 如权利要求 1 所述的液晶装置，其中在以第二模式操作前，该装置被锁定为特定的稳态结构。
3. 如前述权利要求中任何一个所述的液晶装置，其中该布置使
15 得液晶材料可以采用三种或更多种稳态液晶结构中的任何一种。
4. 如权利要求 1-2 中任何一个所述的液晶装置，其中该布置使得液晶材料可以采用两种稳态液晶结构中的任何一种。
5. 如权利要求 4 所述的液晶装置，其中在至少一个适于提供两种稳态液晶结构的单元壁的内表面上提供表面排列光栅。
- 20 6. 如权利要求 5 所述的液晶装置，其中液晶材料包括向列液晶材料。
7. 如权利要求 5-6 中任何一个所述的液晶装置，包括位于第一单元壁内表面上的表面排列光栅和位于第二单元壁内表面上的平面表面处理，该布置使稳态液晶结构中的一种是扭转向列结构。
- 25 8. 如权利要求 7 所述的液晶装置，其中在扭转向列结构中液晶材料的扭转大于 45° 。
9. 如权利要求 7-8 中任何一个所述的液晶装置，其中在扭转向列结构中液晶材料的扭转大于 90° 。
10. 如权利要求 7-9 中任何一个所述的液晶装置，其中在以第二
30 模式操作之前，该装置被锁定为扭转向列结构。
11. 如权利要求 5-6 中任何一个所述的液晶装置，包括位于第一单元壁内表面上的表面排列光栅和位于第二单元壁内表面上的同回归

表面处理，该布置使稳态液晶结构中的一种是垂直排列的向列结构。

12. 如权利要求 11 所述的液晶装置，其中在以第二模式操作之前，该装置被锁定为垂直排列的向列结构。

13. 如前述任何权利要求之一所述的液晶装置，其中液晶材料包
5 括一种向列（或长间距胆甾）材料。

14. 如权利要求 13 所述的液晶装置，其中液晶材料还包括胆甾液晶材料。

15. 如权利要求 14 所述的液晶装置，其中液晶材料包括小于 0.02 重量百分比的胆甾液晶材料。

10 16. 如权利要求 14-15 中任何一个所述的液晶装置，其中液晶层厚度与液晶材料间距的比处于包括 0.25-1.25 的范围内。

17. 如前述任何权利要求之一所述的液晶装置，其中液晶材料具有正介电各向异性。

18. 如权利要求 1-16 中任何一个所述的液晶装置，其中液晶材料
15 具有负介电各向异性。

19. 如前述任何权利要求之一所述的液晶装置，其中单元壁包括用于向液晶施加电场的电极，该电极排列为形成可寻址像素的矩阵。

20. 如权利要求 19 所述的液晶装置，包括在第一单元壁上形成的行电极和在第二单元壁上形成的列电极，第一和第二单元壁被布置为
20 限定可无源寻址像素的阵列。

21. 如权利要求 19 所述的液晶装置，包括独立地向每一单独像素施加电场的装置。

22. 如权利要求 21 所述的液晶装置，其中向每一单独像素独立地施加电场的装置包括薄膜晶体管元件。

25 23. 如权利要求 22 所述的液晶装置，其中存储电容器与每一薄膜晶体管元件相关。

24. 如权利要求 19 所述的液晶装置，该装置包括至少一个分立的半导体电路，该电路能够寻址两个或更多像素。

25. 如权利要求 19-24 中任何一个所述的液晶装置，其中该装置
30 被采用使得能够在不同的像素或像素组上同时使用第一模式操作和第二模式操作。

26. 如权利要求 19-25 中任何一个所述的液晶装置，其中将在第

二模式下操作的像素可以在第二模式操作之前，被消隐为预定的稳态液晶结构。

27. 如前述任何权利要求之一所述的液晶装置，其中施加到装置上的驱动电压基本上在时间上是直流平衡的。

5 28. 如前述任何权利要求之一所述的液晶装置，其中采用第二模式来以视频速率来显示图像。

29. 如前述任何权利要求之一所述的液晶装置，其中采用第二模式来以 256 灰度级显示图像。

10 30. 如前述任何权利要求之一所述的液晶装置，包括至少一个偏振器来在不同的液晶结构之间进行区分。

31. 如前述任何权利要求之一所述的液晶装置，其中该装置还包括反射装置，并且该装置可以在反射模式下操作。

32. 如前述任何权利要求之一所述的液晶装置，附加地包括彩色滤光元件。

15 33. 如前述任何权利要求之一所述的液晶装置，还包括用于选择第一模式或第二模式操作的电子装置。

34. 一种信息显示装置，包括一微处理器单元，该单元用于对根据前述任何权利要求之一的液晶装置进行电子寻址。

35. 一种操作液晶装置的方法，包括以下步骤：

20 获得一液晶装置，该装置被布置使液晶材料可以采用两种或更多种稳态液晶结构中的任何一种，这些稳态液晶结构在没有外加电场的情况下仍然持续；

 确定在第一模式还是第二模式操作该装置，

25 由此在第一操作模式下，可以通过施加适当的锁定电压来选择两种或更多种稳态液晶结构中的任何一种，

 在第二操作模式下，电场的施加可以将液晶材料层从锁定的结构切换到切换后的结构，并且其中当所施加的电场去除时，液晶材料层将返回所述锁定的结构。

30 36. 如权利要求 35 中所述的方法，该液晶装置包括多个像素，其中只有一些像素在第二模式下操作。

 37. 如权利要求 35-36 中任何一个所述的操作装置的方法，其中液晶材料以第二模式操作之前被锁定为特定的稳态结构。

38. 如权利要求 35-37 中任何一个所述的操作天顶双稳态装置的方法。

液晶装置

本发明涉及一种液晶装置，特别是涉及可以在两种不同模式中的任何一种下操作的液晶装置。

液晶装置 (LCD) 通常包括容纳在一对单元壁 (cell wall) 之间的液晶材料薄层。单元壁的内表面通常涂有特定材料，或以某种方式使液晶具有一定的表面排列度。这样液晶本体将采用依赖于单元壁的表面排列特性以及各种其它因素的结构，其它因素例如液晶材料的类型和液晶层的厚度。一个单元壁或两个单元壁上的光学透明电极结构可以使电场施加到液晶层上。

典型的液晶显示装置可以被设计为通过施加适当的电场可以选择两种或更多种液晶结构。将不同的液晶结构设计为是光学可区别的，使得液晶装置中可具有光学对比。例如，适当地位于一对偏振器之间的液晶装置可以具有一种使光穿过系统透射的结构以及阻止光穿过的结构。

我们知道单稳态液晶装置，其中液晶分子只能具有一种稳定的结构。施加电场可以使液晶分子的结构畸变，但是一旦去除电场，液晶在经过一定的特征时间 (通常为几十毫秒到几秒) 后将返回其单一的稳定结构。

扭转向列 (TN) 和超扭转向列 (STN) LCD 是单稳态装置的例子。可以通过施加适当的电压使该 TN 和 STN 装置切换为“通”状态，当所施加的电压减少到一定电平以下时，则该 TN 和 STN 装置将切换回“断”状态。应当注意术语“通”和“断”分别涉及施加高 (即切换) 电压和低 (即非切换) 电压，并不一定涉及所观察到的显示器的光透射。由于这些装置是单稳态的，因此功率损耗将导致图像的损失。

可以利用行和列电极条在上和下单元表面上构成多像素 TN 和 STN 无源矩阵显示器，这使得该装置可以被多路复用。选择施加到行和列电极上的驱动电压，从而可以向显示器的各像素施加大量单独的 RMS 电压电平。如 Alt 和 Pleschko 在 IEEE Trans ED 211974 第 146-155 页中所述，在阈值转移方式下，典型 TN 装置的光学透射随 RMS 电压非线性地变化。利用 RMS 方法可被寻址的像素的最大数目由 TN 或 STN 装

置的光学透射与电压之间的特征曲线来决定，在实际中，已经证明由于串扰效应和制造公差，很难制造具有显著大于大约 500 个信息线的无源矩阵 STN 显示器。而且还已经证明可以使用其它正交函数例如 Walsh 函数来实现无源寻址 TN 和 STN 显示器。

- 5 已经发现在 TN LCD 中靠近各像素结合一驱动元件例如薄膜晶体管 (TFT) 或其它这样的非线性元件 (例如背对背二极管, 铁电层等) 将显著地增加可被寻址的像素的总数目; 这样的显示器称为有源矩阵。除了可被结合在 TN 显示器中的增加数目的像素, 有源矩阵 TN 装置与多路复用的 TN 或 STN 显示器相比还具有很多其它优点, 例如要求相对
- 10 较低的操作电压, 温度操作范围较宽以及提供灰度级的能力。TFT 被切换的速度允许快速的顺序扫描显示器中的行和列, 从而实现高速、视频速率、操作。由于利用 TFT 将各像素隔离, 因此在有源矩阵装置中可以有效地去除串扰的影响。

- 很多单稳态装置可以通过控制施加到液晶材料层的电压的幅度来
- 15 获得灰度级。选择具有浅的透射-电压特性的 TN 液晶结构并施加驱动电压以产生中间传输电平, 从而可以在有源矩阵 TN 装置中得到灰度级。像素还可包括存储电容器以允许保持电荷, 从而在有限的时间段内保持施加在液晶上的电场。在 TN 有源矩阵装置中, 液晶是单稳态的, 随着施加在像素上的电场衰减, 液晶将返回到弛豫的结构。因此, 在
- 20 有源矩阵 TN 显示器上保持一个图像需要规则地更新各像素以及施加连续的电源。

- 有源矩阵 TN 装置今天通常在用于膝上型计算机、计算机监视器、便携式 TV 等的商用显示器中, 并且本领域技术人员已知可以视频帧更新率以多灰度级工作的装置。对有源矩阵 LCD 技术的更多详细介绍可以参见例如 R. G. Stewart (1996) 有源矩阵 LCD, 信息显示协会, 研究会报告纪要, 第 1 卷, 1996 年 5 月 13 日, San Diego 会议中心, CA, M5-1-35 (P3.17-19)。
- 25

- 利用印刷技术或射流自装配技术被转移到装置衬底上的半导体电路的使用也可以形成分立的半导体电路, 这些电路可以寻址两个或更多显示像素。这种装置的说明可以参见 2000 年 9 月 25-28 日在 Palm Beach Florida USA 举行的 (2000) 第 20 届国际显示器研究会议的论文集第 415-418 页中 R. G. Stewart 的论文。
- 30

US06120588 说明了电泳墨水也可与 TFT 结合使用。使用 TFT 有源矩阵可以去除由电泳墨水导致的串扰的影响，它的状态之间不具有明显的阈值。这些装置也在第 20 届 IDRC 会议, 84-87 中由 K. Amundsen 和 P. Drzaic (2000) 进行了说明。

5 另一种已知类型的 LCD 装置是双稳态装置。在双稳态 LCD 中，在没有施加电场的情况下，液晶材料可具有两个不同的稳定的结构。对双稳态 LCD 的研究主要在于他们存储图像的固有能力以及高的多路复用能力。这使得不需要具有昂贵有源矩阵背板的装置并且这实现每次传送一行的无源寻址。

10 对双稳态液晶层施加合适的电场可以实现在其所具有的两个稳态结构之间进行切换，也就是所谓的“锁定”。下文中“锁定”用于表示液晶从一个稳态结构到另一个稳态结构的转变，从而在去除所施加的电压后还能保持该状态，同时“切换”表示对液晶结构的任何场诱发的变化，其包括单稳态切换效应。

15 双稳态液晶装置几乎仅利用无源矩阵技术来寻址；显示器是利用上下单元表面上的行和列电极条构成的，这允许该装置可被复用。在没有功率的情况下存储图像的固有能力可能允许一次一线构建合成图像，并使双稳态装置可以在需要低能耗的应用中大受欢迎，这些低能耗应用例如膝上型计算机、PDA 和移动电话装置。

20 双稳态液晶显示器的例子包括如 N A Clark 和 S T Lagerwall, Appl. Phys. Lett., 36, 11, 899' (1980) 中所述的表面稳定的铁电液晶 (SSFLC) 装置。铁电液晶装置通常是无源寻址的，但是由于 FLC 材料可以在两个稳态结构中极为快速的锁定，因此他们也可与有源矩阵背板组合从而产生具有非常快速帧时间的装置，参见例如 (2000) 第
25 20 届 IDRC 会议论文集 ((2000) Proceeding of the 20th IDRC) 第 13-17 页 J. Xue 和 M. A. Handschy 的论文。

30 还有已经论证了 (见 US5604616) 可以伪双稳态方式操作胆甾型显示器。可以通过施加高电压使该显示器从第一稳定状态电锁定为第二稳定状态。一旦将该装置锁定为第二稳定状态，则它可以被有效的“冻结”在该状态，并只可能通过加热该装置使其温度高于液晶材料的各向同性温度，实现可靠地重新选择第一稳定状态。该第一和第二稳定状态都是具有不同程度的整体扭转的扭转向列结构。在所谓的向

列模式下操作该装置可以实现装置从稳定状态中的任何一个的 RMS 切换。US5604616 中的装置不具有任何真正的双稳态操作的优点，例如这样的装置不允许只利用电寻址技术，使在没有施加电源时存留的图像被写入并随后多次重新写入。

- 5 在专利申请 W091/11747 (“双稳态电手征控制的液晶光学装置”) 和 W092/00546 (“具有由弯电效应控制的表面双稳定性的向列液晶显示器”) 中可以看出通过利用手征离子或弯电耦合可以使向列液晶具有两个稳定状态并在两个稳定状态之间切换。

- 10 W097/14990 教导了怎样利用给定设计的光栅来构造天顶双稳态装置 (ZBD)，从而使向列液晶分子可以在同一方位平面采用两个稳定的预倾角。这些状态中的一个是高预倾角状态，另一个是低预倾角状态，装置可以采用两种稳定的液晶结构中的任何一种并在它们之间容易地切换。W099/34251 教导了另一种具有扭转向列结构的负介电各向异性材料的 ZBD 装置。专利申请 GB0017953.1 描述了一种表现出多个稳态
15 而不是双稳态的天顶稳定装置。

- ZBD 的两个稳态的液晶结构可以在去除驱动电信号后持续保持，且 (见 Wood 等 SID Digest 2000) 该装置可以承受机械冲击，并在低驱动电压 (<20V) 时提供数十微秒的锁定时间，并具有很高程度的多路复用性。在 (1998) 亚洲显示器会议论文集 (1998) proceedings of
20 Asia Display 第 1051-1052 页中 Bryan-Brown 等还论述了利用可以实现像素的部分开关的线性调频脉冲光栅实现灰度级。

- 虽然双稳态装置对于低能耗和低成本应用很理想，但是在特定应用 (例如当显示视频图像时) 中还需要在暗和亮状态之间具有大量的灰度级。利用时间和/或空间抖动可以在真正的双稳态装置中实现灰度
25 级，其中可以通过以比观众可感知的速率更快的速率对各像素进行 “开” 和 “关” 转换或通过每个像素分为两个或多个加权的子像素区域来提供灰度级的感知。

- 在双稳态显示装置中利用空间和/或时间抖动技术会增加复杂度，从而增加装置的单位成本。例如空间抖动增加了行和列驱动器的
30 数目，需要更细的轨迹从而增加了轨迹电阻以及在板面上的阻性功率损耗，还需要更精确的蚀刻技术来确保灰度级响应的线性。由于这些原因，至少目前为止，本领域技术人员所公知的无源寻址的双稳态装

置不能产生大数目的灰度级和运动视频图像。

本发明的一个目的是缓和与上述液晶装置相关的某些缺点。

根据本发明的第一方面，液晶装置包括以一种布置置于两个单元壁之间的液晶材料层，该布置使得该液晶材料可以采用在没有施加电场的情况下仍保持的两种或更多种的稳态液晶结构中的任何一种，该液晶装置可在两个模式下操作：在第一模式下，施加一合适的锁定电压可以选择两种或更多种稳态液晶结构中的任何一种，在第二模式下，施加电场可以将液晶材料层从锁定的结构切换为被切换的结构，并且当所施加的电场去除时该液晶材料层将返回所述锁定的结构。

10 根据本发明第一方面的装置，当在第一（多稳态）模式下操作时，具有可以在不需要装置的连续电寻址的情况下存储图像的优点。一旦图像被存储，可以通过将装置锁定为所需的状态来去除该图像（或写入替换图像）。如上所述，在装置中写入（需要时重新写入）图像且该图像在断电时仍然存留的能力可以降低装置的整体能耗。这在装置被结合在便携式设备例如膝上型计算机、PDA、数字相机、电子画框、移动电话等时特别有用。

当根据本发明的装置在第二模式下操作时，还可从任何一个稳态的（即锁定的）液晶结构切换为“切换后的结构”。在向该装置提供电源时，该切换后的液晶结构将保持，但是当去除所加电场时液晶将衰变回到稳定的液晶结构。第二模式操作可以比第一（即多稳态）模式下的操作提供更多数目的灰度级或更快的切换速率。换句话说，在瞬时的液晶状态之间的切换可以用于显示图像，但这种图像需要定期更新。

25 根据本发明的装置可具有通常只与多稳态或单稳态装置相关的优点。例如，可通过在第一模式下操作实现低功率操作以及在第二模式下操作实现更快的图像更新和/或增加数目的灰度级等。

有利地，该液晶显示装置在第二模式下操作之前，可被锁定为特定的稳态结构。通常被选择的状态是与在第二模式下由电场诱发的状态最不相似的状态。

30 优选地，一种布置是液晶材料可采用三种或更多种稳态的液晶结构中的任何一种。然后提供锁定电压脉冲从而在三个或更多种稳态结构的任一种之间进行切换。

方便的, 一种布置是液晶材料可采用两种稳态液晶结构中的任何一种。换句话说, 该装置是双稳态的, 通过施加适当的锁定电压脉冲可以选择两种稳态液晶结构中的任何一种。

有利的, 在适于提供两种稳态的液晶结构的至少一个单元壁的内表面上提供表面排列光栅。该提供天顶双稳定性的表面排列光栅已经在现有技术例如 W097/14990 中被说明。

方便的, 液晶材料包括向列液晶材料。

优选, 液晶装置可包括位于第一单元壁内表面上的表面排列光栅和位于第二单元壁内表面上的平面表面处理, 该布置使稳态的液晶结构中的一种是扭转向列 (TN) 结构。

换句话说, 由表面排列光栅导致的两种稳态排列的结构中的一种在一个单元壁上实现液晶基本平面排列, 另一单元壁上的均匀表面处理可以导致在该壁上液晶的基本平面排列。由一个单元壁上的表面排列光栅导致的基本平面排列的面内排列方向基本不同于由另一单元壁上均匀表面处理导致的面内排列方向, 从而使所采用的稳态液晶结构中的一种是扭转向列结构。

这里术语扭转向列 (或 TN) 结构是指其中液晶从一个单元壁处的取向扭转为另一单元壁处的第二取向的结构。该术语包括所谓的超扭转 (STN) 结构等。

方便地, 在扭转向列结构中液晶材料从第一单元壁到第二单元壁的扭转大于 45° 或大于 90° 或大于 180° 或大于 270° 。

有利地, 在第二模式下操作之前, 该装置被锁定为扭转向列结构。

这样, 天顶双稳态装置 (zenithally bistable device) 提供有作为扭转向列 (TN) 结构的一种稳态的液晶结构。与现有技术中所描述的单稳态 TN 结构相似, 该 TN 结构可响应 RMS 电压而切换。换句话说, 装置可以通过施加电脉冲锁定为两种双稳态中的任何一种以及按照与单稳态 TN 装置相似的方法响应所施加的电压而切换。于是 TN 装置的优点与电锁定的双稳态操作的优点结合。

有利地, 液晶装置包括位于第一单元壁内表面上的表面排列光栅和位于第二单元壁内表面上的同回归 (homeotropic) 表面处理, 该布置使得稳态的液晶结构中的一种是垂直排列的向列结构。

换句话说, 采用一个单元壁内表面上的表面排列光栅使其诱发基

本同回归的排列，另一个单元壁上的表面处理导致液晶的基本同回归排列，从而使所采用的稳态液晶结构中的一种是垂直排列的向列（VAN）结构。

- 5 本领域技术人员应当理解术语垂直排列向列结构表示其中该装置中的液晶导向器的取向都基本垂直于装置的单元壁的任何液晶结构。换句话说，向列液晶相对于水平单元壁垂直排列。

方便地，在第二模式下操作之前，该装置被锁定为垂直排列的向列结构。

- 10 优选，液晶材料包括一种向列（或长间距胆甾）材料。方便地，液晶材料还可包括胆甾液晶材料。有利地，液晶材料包括小于 0.02wt% 的胆甾液晶材料。

有利地，液晶层厚度与液晶材料间距的比例大于 0.25 和/或小于 1.25。

- 15 包括胆甾掺杂物可以使扭转向列结构很容易实现具有大于 90° 的扭转。具有大于 90° 的扭转的 TN 结构将实现像 STN 一样的较陡的电-光切换阈值。这种陡的阈值可以降低串扰效应并在连续模式下对大量的线进行无源寻址。

优选，液晶材料具有负介电各向异性或者正介电各向异性。

- 20 优选，单元壁包括用于向液晶施加电场的电极，该电极排列形成可寻址像素的矩阵。

方便地，该装置包括在第一单元壁上形成的行电极和在第二单元壁上形成的列电极，第一和第二单元壁的布置方式将限定可无源寻址像素的阵列。然后通过施加适当的行和列电压波形，对显示器进行多路复用操作。

- 25 有利地，该装置包括独立地向各单独像素施加电场的装置。换句话说，可以提供有源背板。

- 30 方便地，向各单独像素独立地施加电场的装置包括薄膜晶体管元件，它可有利地具有与其相关的存储电容器。该存储电容器允许存储电荷从而使电场在液晶上保持一段时间；由于上述与有源矩阵单稳态装置相关的原因，该电荷存储对于以第二模式操作的装置的操作性有利。

在另一优选实施例中，该装置包括至少一个分立的半导体电路，

它可以寻址两个或更多显示像素。这种半导体电路已经在 2000 年 9 月 25-28 日 USA Palm Beach Florida 举行的第 20 届国际显示器研究会议论文集 (2000) ((2000) Proceedings of the 20th International Displays Research Conference) 中 R.G.Stewart 的论文中说明。

- 5 优选, 采用该装置使得在不同的像素或像素组上同时使用第一模式操作和第二模式操作。

有利地, 将以第二模式操作的像素可以在以第二模式操作之前, 被锁定为预定的稳态液晶结构 (即空白的)。

- 10 因此显示装置的给定部分可以在第一模式下操作, 而另一部分可以在第二模式下操作。在显示器情况下, 这样可以使装置的特定区域利用第二模式操作的更快切换速度或增加的灰度级, 同时可以通过使显示器的其余部分在第一模式下操作而在一定程度上节省功率。例如, 可要求膝上型计算机显示器只在显示器的特定区域或窗口内显示动态或高分辨率图像。

- 15 方便地, 施加到装置上的驱动电压基本上在时间上是 d. c. 平衡的。这防止了液晶材料的老化。

优选, 第二模式适于以视频速率 (即, 每秒 50 或以上帧) 和/或以至少 64 或 256 灰度级来显示图像。第二模式还可以较低速率 (例如 10 帧/秒) 来操作, 从而显示黑白动画。

- 20 在另一优选实施例中, 该装置包括至少一个偏振器来区别不同的液晶结构。本领域技术人员应当知道多种方法, 其中布置一个或两个偏振器, 或可能与附加的光学元件 (例如延迟薄膜等) 来结合, 从而得到对应不同液晶结构的光学对比度。还应当知道除了提供偏振器外, 液晶材料中还可以另外包括染色剂。

- 25 有利地, 该装置还包括反射装置, 并且该装置被配置在反射模式下操作。该反射装置包括镜面反射层或位于一个单元壁上与另一单元壁上的漫射体组合的反射层。

液晶显示装置可附加地包括彩色滤光元件。或者, 根据需要使用彩色反射器或彩色吸收器或彩色偏振器。从而得到彩色显示器。

- 30 优选, 该装置还包括用于选择第一模式或第二模式操作的装置。

例如, 可以提供用于区分与静态图像和视频信号相关的信息的装置。例如可以在存储模式下对计算机屏幕上的页面中的文本区域进行

寻址，同时在连续模式下对动态图像进行寻址。或者，该装置可以通过考虑将要显示的数据格式来选择操作模式。例如，当该装置显示时钟时，它可以在连续模式下显示秒，但在存储模式下显示分和小时以及其它信息（例如日期、图标等）。

- 5 还可以操作该装置从而在第二模式下更新一行信息（例如当前正在编辑的文本行），同时利用第一模式显示该显示器的其余部分（即，当前没有被编辑处理的文本）。本领域技术人员应当知道怎样从用于构造显示的图像数据的图形硬件和/或软件中得到适当的选择第一模式或第二模式操作的信号。该技术对于其中在第一模式操作（即锁定）
10 期间对比度降低的装置特别有用。

根据本发明的第二方面，信息显示装置包括一微处理器单元，它用于对根据本发明第一方面的液晶装置进行电子寻址。该信息显示装置可以是膝上型计算机、PDA、数字照相机、电子画框、移动电话等。

- 根据本发明第三方面，操作液晶装置的方法包括以下步骤：获得
15 一液晶装置，该装置的布置可以使液晶材料采用两个或更多稳态液晶结构中的任何一个，这些稳态液晶结构在没有施加电场的情况下仍然保持；确定在第一模式还是第二模式操作该装置，在第一操作模式下，可以通过施加适当的锁定电压来选择两个或更多稳态液晶结构中的任何一个，在第二操作模式下可以施加电场将液晶材料层从锁定的结构
20 切换到切换后的结构，并且当所施加电场去除时，液晶材料层将返回所述的锁定结构。

方便地，该液晶装置包括多个像素，并且其中只有一些像素在第二模式下操作。

- 有利地，液晶材料在第二模式下操作之前被锁定为特定的稳态结
25 构。

优选，对适当构造的天顶双稳态装置执行本方法。

- 本发明提供了一种液晶显示装置，它可以在两种模式下操作，其中第一模式是多稳态模式，使得图像可以在不存在电场的情况下保留；在向装置施加适当的电场时与第一模式相比第二模式提供了更多
30 数目的灰度级和/或更快的切换速度和/或在不导致不希望的对比度变化的情况下的寻址和/或显示动态图像的能力。

换句话说，液晶装置（LCD）包括，容纳在两个单元壁之间的液晶

材料层以及向其施加电场的装置，光学上区分液晶层的不同结构的装置，其中采用该 LCD 使得在施加电场的情况下，该装置的光学透射特性可以受控方式被改变，其中不同的电场产生多个透射水平，其中液晶材料层还可以是双稳态的，从而在没有施加电场的情况下液晶材料

5 可以采用两种结构中的任何一种，而施加具有适当极性、幅度和方向的电压脉冲可以使液晶材料锁定为其双稳态状态中的任何一个。

另外，本发明还提供一种以双模式操作液晶装置的方法，该方法包括以下步骤：在锁定模式下操作该装置，从而可以选择两种或更多稳态的液晶结构，所述稳态液晶结构可以在不存在外加电压的情况下

10 保持；所述方法还另外或者可替换地包括在第二模式下操作装置的步骤从而使电场的施加提供多种暂态液晶结构，由此执行在锁定模式下操作 LCD 的步骤从而将 LCD 切换到稳态结构，使得所选择的稳态结构将在不需要连续消耗功率的情况下得以保持。

可以参照下面的附图来说明本发明，附图为：

15 图 1 示出现有技术 ZBD 的示意图；

图 2 示出现有技术 ZBD 的切换特性；

图 3 示出根据本发明的装置的透射-电压响应；

图 4 示出现有技术 TN 有源矩阵装置的示意图；

图 5 示出根据本发明的有源矩阵装置；

20 图 6 示出一无源寻址状态；

图 7 示出 ZBD 测试单元在施加 RMS 电压和锁定电压时透射变化的比较；

图 8 示出对于参照附图 7 所说明的测试单元的透射和 RMS 电压的关系；

25 图 9 示出根据本发明的矩阵复用液晶显示器的平面图；

图 10 示出图 9 的显示器的截面部分。

参照图 1，示出在 W099/34251 中描述的类型的天顶双稳态装置。具有负介电各向异性的向列液晶材料层 2 被夹在第一玻璃壁 4 和第二玻璃壁 6 之间。该第一玻璃壁 4 上涂有双稳态表面排列光栅 8，该光栅

30 8 上涂有同回归表面活性剂，如 W097/14990 和 W099/34251 中所述，光栅表面附近的液晶可选择采用无缺陷或缺陷排列结构。通过例如利用聚合物涂覆来处理第二玻璃壁 6，该聚合物随后被摩擦从而使向列液

晶材料 2 在第二玻璃壁 6 上诱发平面表面排列。

图 1a 和 1b 中分别示出由表面排列光栅导致的无缺陷和缺陷结构。

在图 1a 所示的无缺陷结构中，向列液晶在表面排列光栅 8 和液晶 2 之间的界面处取向以便基本垂直于光栅的局部表面。在与液晶单元的整体厚度相比的距光栅液晶界面近距离之内，液晶采用基本同回归的排列结构。在第二玻璃壁 6 处诱发液晶的均匀排列，从而得到倾斜的液晶结构。

在图 1b 的缺陷结构中，在凹和凸缺陷位置的附近形成所谓的缺陷或不足。形成缺陷对的结果是在与液晶单元整体厚度相比，距光栅液晶界面的近距离内，向列液晶将采用具有基本较少的预倾同回归结构的结构。在该结构中形成 60° 的扭转结构，它小于平面倾角（通常 20° 左右）

W099/34251 描述了当利用具有负介电各向异性的向列材料形成的这种结构如何降低不希望的 RMS 电压效应和提高双稳态性能。

参照图 2，以描述将装置在缺陷和无缺陷状态之间进行切换所需的电压和切换脉冲宽度之间关系的图形的方式来说明图 1 所示的装置的切换特性。这些在其它地方有进一步的详细描述（例如 W097/14990，W099/34251）。

将图 1 所示类型的装置置于一对交叉偏振器之间，例如在图 1a 的倾斜的无缺陷状态和图 1b 的扭转缺陷状态之间实现光学对比。本领域技术人员将马上明白对于具有给定双折射的液晶材料如何最优化单元的厚度，从而最大化所得到的对比。本领域技术人员还应当知道可以使用多个可替换的光学系统来观察缺陷和无缺陷状态的光学特性的差别。

如上所述，利用双稳态装置很难实现全色图像所需的 256 灰度级，实现这个目的的一个方法是使用空间抖动。例如，行为 1: 2 比例和列为 1: 4 比例的数字加权可以实现 8 个灰度级，即使每个像素只有 2 个固有级别。如果还需要中间（或模拟）级别，则分别以 1: 3 和 1: 9 的比例加权行和列可以实现最大为 81 的灰度级。这对于全色应用仍然是不够的。如果通过行为 1: 4 的比例和列为 1: 16 的比例加权实现 4 次级，则可以显示 256 静态灰度级。

但是，以这种方式使用空间抖动存在很多问题。它将使行驱动器的数目和列驱动器的数目加倍，从而增加整个模块的成本。沿着细轨迹的损耗也变得重要。例如利用 $250\mu\text{m}$ 的像素间距和 $10\mu\text{m}$ 的最小腐蚀，4 级 ZBD 需要的最小子像素宽度为 $13.5\mu\text{m}$ 。虽然可能制造，但是
5 大面积平板的轨迹阻抗将非常大，沿线的信号损耗也非常大。而且蚀刻误差（特别对于最小有效位）将导致灰度级的非线性或损耗。

对于显示装置的另一个重要要求是需要视频操作，它通常是以大约 50Hz 的帧频进行的。假设液晶材料和单元间隙可被选择为给出合适的快速光学响应，由于晶体管开关的快速，视频操作很容易利用 TFT
10 驱动的 LCD 实现。对于双稳态显示装置，例如 ZBD，帧频主要由两个因素来决定：线寻址时间乘以线的数目以及光学响应时间的减慢。对于具有大量数目的线的非常复杂的显示器，很难实现视频速率（即 50Hz ）操作。这种情况在使用空间抖动后变得更坏，因为这将导致显示器中可寻址的行将至少变为两倍。

15 本发明提供一种装置，它与现有技术的 ZBD 装置相似可以锁定为两个稳态 ZBD 状态中的任何一个；它可以在双稳态模式或图像存储模式下操作。另外，本发明的装置还可被设计为在子锁定电压表现出 RMS 电压响应；即还可以在子锁定或连续模式下操作。换句话说，该装置可以作为双稳态装置并在 RMS 模式下操作。装置操作的这种双重模式
20 与目前技术中的操作模式不同，因此单稳态和双稳态装置的电寻址也非常不同。

参照图 3a，示出本发明装置的电压-透射响应特性。曲线 14 表示单元本体中液晶的 RMS 响应，与标准 TN 响应类似。曲线 16 表示当装置从缺陷状态锁定为无缺陷状态时的透射的变化，曲线 18 表示当装置
25 从无缺陷状态锁定为缺陷状态时透射的变化。如下面将要详细说明的，本发明的装置可被设计为使双稳态切换（即锁定）和 RMS 切换（即，子锁定电压诱发的液晶的扭曲）彼此分离，从而使他们可以在单个的装置中有差别的使用。

可以利用参照图 1 所述类型的扭转向列 ZBD 几何形状来实现图 3a
30 所示特性的类型。但是，与图 1 所述的 ZBD 装置不同，本装置中的液晶材料的介电各向异性优选（虽然不必需）是正的。该单稳态表面在天顶双稳态表面的缺陷状态下，具有低预倾角、垂直于导向器布置的

平面均匀排列。当该装置位于交叉的偏振器之间时，在该例子中装置在正常白色模式下操作。一旦断开变为缺陷（低倾角）状态时，由于在液晶本体中的扭转向列结构，整体像素表现透射的。

5 施加大于 TN 转变电压 V_1 的电压（由于它是 RMS 响应，因此正或负）将使导向器在任何一个表面处不发生可察觉的变化的情况下在单元本体中重新取向。典型的 TN 透射特性在 $\pm V_2$ 左右饱和进入黑暗状态。 V_1 和 V_2 的典型值分别是 1.5 和 4.5V。

虽然在 RMS 模式下施加到液晶的单极性脉冲是导致锁定为无缺陷状态的正确标志，但是该装置被设计为 V_2 不足以导致任何表面锁定；
10 即从缺陷到无缺陷结构产生锁定需要施加大于 τV_3 的电压脉冲。应当注意当将具有足够电压和持续时间的脉冲施加到装置时（即在该情况下当脉冲大于 τV_3 时）出现锁定，RMS 响应只依赖于 RMS 电压电平，与极性无关。

为了确保（近似）d. c. 均衡，该装置可以例如在每一帧开始时使用适当的负脉冲实现锁定。这也可确保在每一帧开始时重写校正稳定状态以帮助减小误差。
15

参照图 3b，示出一个装置的电压-透射响应关系，其中双稳态光栅被设计为提供不对称的锁定响应；在现有技术例如 W097/14990 中可以找到关于如何得到这种光栅设计的教导。曲线 14 代表单元本体中液晶的 RMS 响应，并与标准 TN 响应相似。曲线 17 代表当装置从缺陷状态
20 锁定为无缺陷状态时的透射变化，曲线 19 表示当装置从无缺陷状态锁定为缺陷状态时透射的变化。

在该装置中，可以利用具有与利用 RMS 响应所需的电压脉冲相似幅度的电压脉冲（即施加小于 $-\tau V_3$ 的电压脉冲）来获得从无缺陷状态
25 锁定为缺陷状态。这样，可以在保持基本 d. c. 平衡的同时，对该装置进行寻址。

因此本发明的装置可以在两个模式中的任何一个下操作，这两个模式为：连续更新模式或图像存储模式。本发明因此可提供实现全彩色、视频操作和具有真正的图像存储器的装置的超低能耗的显示器。
30 本领域技术人员还可以立刻认识到使用本发明装置可以证明任何需要辐射调制的应用中的优点；例如空间光调制器、光学快门。

该显示器被设计为使这些模式具有独立的电压/电荷操作范围。这

是通过对 LC 材料的选择（例如弹性特性、介电各向异性）、光栅设计（例如光栅间距、深度、形状）、表面固定属性和单元间隙等来实现的，从而使对于大于对应透射变化的饱和电压的电压可出现锁定为双稳态二者。由于 ZBD 显示器的锁定是场效应（与弯电极化有关）而透射的动态 RMS 响应是电压效应并且与单元间隙无关，因此可以对连续更新或存储模式所需的相对电压进行控制。

一旦该显示器被切换到存储模式时，从帧存储中读出信息的最后一帧，并将其编码为适当的复杂级别（例如 B/W 或有限的灰度级数目），该显示器再次空白并利用超过 $+ \tau V_4$ 的电压选择性地对将要锁定为其它稳定状态的像素进行写入。即使将该装置断开电源，该图像也将保持直到帧的下一更新。这可以在显示器断电时自动执行。

为了实现本发明，可以使用一 TFT 有源矩阵，图 4 示出典型的现有技术 TFT TN 装置 20。其中示出四个 TFT 驱动的像素 22、24、26、28 以及行电极 30、32 和列电极 34、36。所示装置在正常的白色模式（即像素保持为白色，列电压为零）下操作。可以通过对施加在列电极上的信号进行幅度调制来实现灰度级。

与有源矩阵显示器中每一像素相关的晶体管通常具有两个电输入连接端：栅极连接端 38 和驱动连接端 40。对栅极连接端 38 施加适当的电压将使驱动连接端 40 上存在的电压施加到透明像素电极 22 上。在用于形成 TFT 的一个或多个层中还可能形成一光栅排列结构（即，可以给予液晶材料一定程度排列的结构）。

有源矩阵显示器通常的布置是这样的，一行中的每一像素晶体管的栅极连接与一公共行电极连接，一列中的每一晶体管的驱动连接与一公共列电极连接。对单行施加栅电压同时对单列施加驱动电压，从而使驱动电压施加到各像素的液晶层上。还示出寻址图 4 的四像素装置的适当的驱动和栅电压。

参照图 5，示出用于驱动根据本发明的装置的 TFT 寻址方案。

图 5a) 示出根据本发明的双模式装置 50 在连续更新模式下操作所需的有源矩阵寻址方案。在其中向栅极连接端 38 施加电压脉冲的任何周期，施加到驱动连接端 40 的电压都施加到了像素 22 的电极上。

利用图 5a 中示出的驱动方案，可以看出在施加将液晶切换到所需结构的电压之前，像素 22 被初始锁定为一个双稳态状态（即，空白的）。

理想情况下，像素处于稳定状态，这样当随后施加 RMS 电压时可以表现出最佳的光学对比变化。在该模式下，该装置的操作方式与 TN 装置相似；任何电压（小于锁定电压 $\tau V3$ ）都将导致液晶结构的变形。随着该电压降低，液晶将向初始的稳定（即，空白）结构驰豫。

- 5 可以像现有技术一样，对根据本发明的装置的像素顺序地每行地进行写入，确保列电压不超过 $\tau V3$ ，从而不会锁定为其它域。注意与传统的 TFT 驱动方式不同，列电压的极性在所有的帧中都将保持相同（而不是从帧到帧极性交替以实现整体 DC 平衡）。本领域技术人员应当知道多种可实现时间上 d. c. 平衡的方法；例如可变的电压消隐脉冲或
10 或利用 d. c. 平衡预脉冲。

- 图 5b) 示出根据本发明的双模式装置 50 在图像存储模式中操作所需的有源矩阵寻址方案。利用图 5b 所示的驱动方案，可以看出在施加将液晶锁定为另一状态的电压之前，像素 22 被初始写入为一种双稳定状态（即，空白的）。在存储模式下，可以如连续模式一样实现消隐，
15 但是像素被锁定为另一状态所需的随后的驱动电压必须超过 $\tau V3$ ，这样才能实现锁定。在图 5b 所示的例子中，这些像素的列电压都大于 $\tau V4$ ，从而可以实现完全的像素锁定。

- 对于在存储模式下操作的装置，还可以给出存储的模拟灰度级。例如，可以像 Bryan-Brown 等在 (1998) 亚洲显示器会议，第 1051-
20 1052 中描述的一样，使用线性调频的光栅结构。还可以提供子像素效应 (sub-pixelation) 从而提供空间抖动。实际上，本领域技术人员应当知道用于在双稳态装置获得模拟灰度级（例如部分切换区域的研究）的技术也可用于在根据本发明在存储模式下操作的装置中获得灰度级。相似的，本领域技术人员应当知道可以利用时间抖动在连续模式
25 式操作中提供灰度级。

- 当在连续更新模式下操作时，很可能本发明的显示器在正面发光反射模式下使用。对于存储模式，很可能需要显示器在没有任何照明的反射模式下操作以节约功率。因此，液晶层最好被特制为在反射模式下操作。但是，根据该装置的实际操作环境，该装置还可被最佳化
30 从而在透射模式下工作。为了这些目的而最佳化装置的技术对本领域技术人员来说是公知的。

在本发明的一个实施例中，提供单个内部反射偏振器，具有一内

部光控制反射器，该内部光控制反射器具有位于 ZBD 表面下部的 TFT 和位于前表面的彩色滤光板。或者，可以将后表面的镜面反射板与面板前表面的散射板结合使用。虽然 ZBD 光栅可位于有源或公共板中的任何一个上，但是为了便于制造，优选将光栅制造在公共板上。或者，
5 可以利用在 TFT 处理中所使用的掩模步骤之一同时制造所需的光栅外观特征。

参照图 6，示出无源寻址根据本发明的 ZBD 测试单元的技术。该测试单元具有 $1.5\mu\text{m}$ 的单元间隙，其中填充有市场上可得的向列液晶材料 MLC6204。曲线 60 示出对于给定的双极性脉冲持续时间将该装置从
10 缺陷（即 TN）状态完全锁定为无缺陷状态所需的电压，同时曲线 62 表示锁定的开始。从而定义出部分锁定区域 64。

如上所述，无源矩阵显示器通常是利用分别位于上和下单元表面上的行和列电极条构成的。这提供了可寻址的像素元件矩阵。施加到单个像素液晶上的合成电压只是施加到相关列和行电极上的电压的
15 差。通常顺序向行施加选通波形，同时顺序向列施加数据波形（例如选择或非选择波形）。这样，显示器中的每个像素都可依次被寻址（或多路复用）。这种类型的多路复用技术对本领域技术人员来说是公知的。

为了限定特定像素的响应，选通波形可与多种数据波形组合。采用具有 11V 幅度的 $400\mu\text{s}$ 的双极性选通脉冲，并将其与具有相似持续时间的 -1V 和 $+1\text{V}$ 的数据脉冲组合将在相关像素分别产生 12V（图 6 的
20 pt B）和 10V（图 6 的 pt A）的合成电压脉冲。对于同样的选通脉冲，施加 -2.7V 和 $+2.7\text{V}$ 的数据脉冲将在相关像素上产生 13.7V（图 6 的 pt C）和 8.3V（图 6 的 pt D）的合成电压脉冲。这样可以看出 $\pm 1\text{V}$ 的数据电压可以用于提供连续模式操作（即 pt A 和 B）而同时 $\pm 2.7\text{V}$ 的数据电压可以提供实现选择和
25 非选择锁定的合成脉冲。

参照图 7，示出利用具有 $0.9\mu\text{m}$ 的间距的双稳态光栅形成的 ZBD 测试单元的透射变化。线 80 示出施加具有 $500\mu\text{s}$ 持续时间的不同幅度的锁定电压脉冲时，单元的透射变化（任意单位）。线 82 示出施加 RMS
30 切换电压时透射的变化。在两种情况下，在进行测量前都选择 TN 状态。

参照图 8，放大示出了参照图 7 描述的测试单元的透射（任意单位）-RMS 电压数据的关系。可以看出在分别施加 $0.7(V_{\text{off}})$ 和 $1.6\text{V}(V_{\text{on}})$

的 RMS 电压时对于该测试单元表现 90%和 10%的透射。

对于图 7 和 8 所示的连续 RMS 切换的电-光响应,可利用下面表达式来估算可被多路复用 (n_{max}) 的线的最大数目:

$$n_{max} = \frac{(V_{ON}^2 + V_{OFF}^2)^2}{(V_{ON}^2 - V_{OFF}^2)^2} \quad (1)$$

5

其中数据 V_d 和选通 V_s 信号近似关系为:

$$\frac{V_d}{V_s} = \frac{1}{\sqrt{n_{max}}} \quad (2)$$

对于图 8 所示的结果,等式 (1) 和 (2) 估算 $n_{max}=2$ 和 $V_d=0.71V_s$ 。
10 对于没有不希望的锁定情况下操作的连续模式,下面的条件应当满足:

$$\tau_c(V_s+V_d) < \tau_s V_{th} \quad (3)$$

其中 V_{th} 为对于持续时间 τ_s 的脉冲的锁定幅度的阈值, τ_c 为连续
15 模式脉冲的持续时间。

假设 $V_s < 0.586V_{th}$, 取图 7 的结果并选择 $\tau_c = \tau_s = 500\mu s$, 然后可以不导致不希望的锁定的情况下连续寻址(例如显示出动画)。在该情况下 ($V_{th}=22V$), $V_s=12.5V$, $V_d=8.8V$, 锁定为存储模式需要的数据 V_D 必须大于 $9.5V$ 。应当知道通过适当的调节 τ_s 、 V_{th} 和 V_s 可以选择不同的电压。
20

参照图 9 和 10, 示出根据本发明无源寻址的显示器。

该液晶单元 101 是通过容纳在壁 103、104 之间的液晶材料层 102 形成的, 该壁可以是任何适合的材料例如玻璃和/或塑料。如果装置需要在反射模式下操作, 则也可使用硅或金属。在整个单元上适当分布
25 的衬垫 105 可以保持壁之间具有所需的距离间隔。在壁 103 上形成条状的行电极 106, 他们可以是例如 SnO_2 、氧化铟锡 (ITO) 或铝制成,

在另一壁 104 上形成相似的列电极 107。利用 m 行和 n 列电极形成一 $m \times n$ 的可寻址元件或像素的矩阵，这些像素是由行和列电极交叉形成的。

行驱动器 108 向各行电极 106 施加电压。相似地，列驱动器 109
5 向各列电极 107 施加电压。通过与电压源 111 和时钟 112 连接的控制逻辑 110 执行对所施加电压的控制。

单元的任意侧是偏振器 113、113'，如果有的话，它们根据特定的液晶排列被布置在相邻壁 103、104 上，其偏振轴基本上彼此交叉并与排列方向 R 呈基本上 45° 。还可以在壁和偏振器之间的液晶层 102 附近加入附加的一个或多个光学补偿层 117，例如拉伸的聚合物。当然，
10 本领域技术人员知道还可以利用一个偏振器或根本不用偏振器来实现其它实施例。

可以在单元 101 后与光源 115 一起布置一局部反射镜 116。这样可以使显示器反射可见，并从背后用暗淡的环境光来照明。对于透射
15 装置可以省略镜子 116。或者，可以使用内部反射表面例如内部铝电极。

在组装之前，要给单元壁 103、104 中的至少一个提供表面排列光栅从而提供双稳态预倾角。另一表面可以提供有平面、倾斜或同回归单稳态表面或另一双稳态表面。可以利用上述的多种技术来制造提供
20 双稳态预倾角的表面排列光栅结构。

虽然上述实施例公开利用正性材料操作的 90° 扭转的 ZBD 单元操作的使用，但是本领域技术人员可以很快认识到还可以使用多种替换的 ZBD 结构。例如，可以向向列液晶材料中加入胆甾掺杂物，从而诱发大于 90° 的扭转。这样实现了“类似 STN”的陡的电-光切换阈值，
25 从而可以在连续模式下对大量的线进行无源寻址。对于典型液晶混合物，在向列基质中需要小于 0.02% 的胆甾添加物（通常 $d/P < 1.25$ ，其中 d =单元间隔， P 为向列/胆甾混合物的自然间距）。

负性材料可与同回归单稳态表面结合使用；应选择消隐脉冲以锁定为无缺陷状态并且连续模式将像垂直排列的向列（VAN）单元一样操作。
30

还可以使用平面（或倾斜平面）单稳态表面（例如摩擦后的聚合物）与双稳态表面排列光栅相对，从而提供具有混合（无缺陷）状态

和非扭转平面（缺陷）状态的双稳态装置。具有正或负介电各向异性的液晶材料可用于这种结构。可以设计单元间隔和液晶双折射从而使混合状态起到四分之一波片（即提供 $\lambda/4$ 的光学延迟）的作用，同时平面状态起到半波片（即提供 $\lambda/4$ 的光学延迟）的作用。然后，可以通过将显示器置于交叉偏振器之间，在透射模式下操作该显示器，偏振器与排列方向呈 45° 角。或者，可以提供镜子和单个偏振器用于反射模式操作。

本领域技术人员应当明白可以提供替换的 ZBD 装置，本发明不仅仅可用于这种 ZBD 装置。可以根据本发明操作具有多个稳态结构的装置，该装置被配置为可以进行切换。

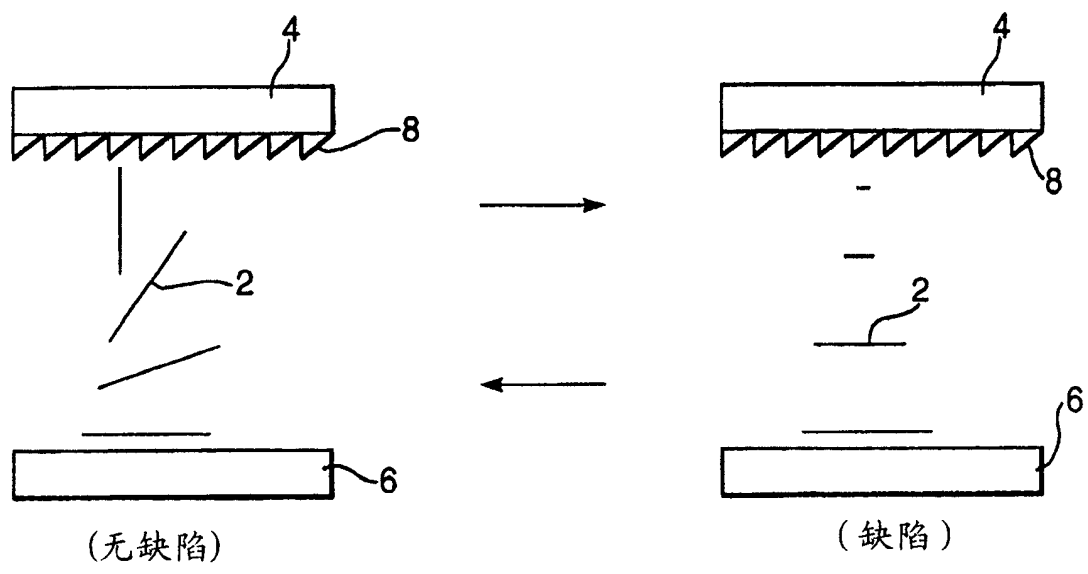


图 1 (a)

图 1 (b)

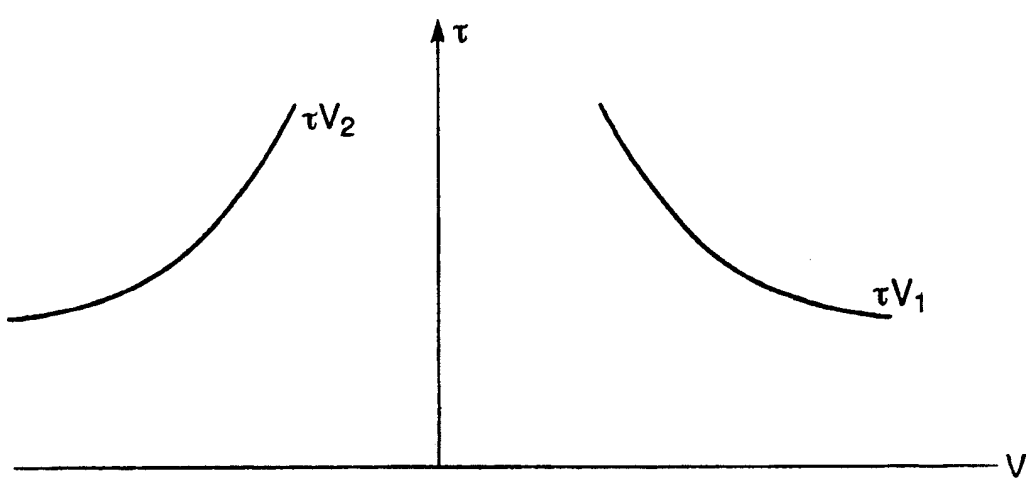


图 2

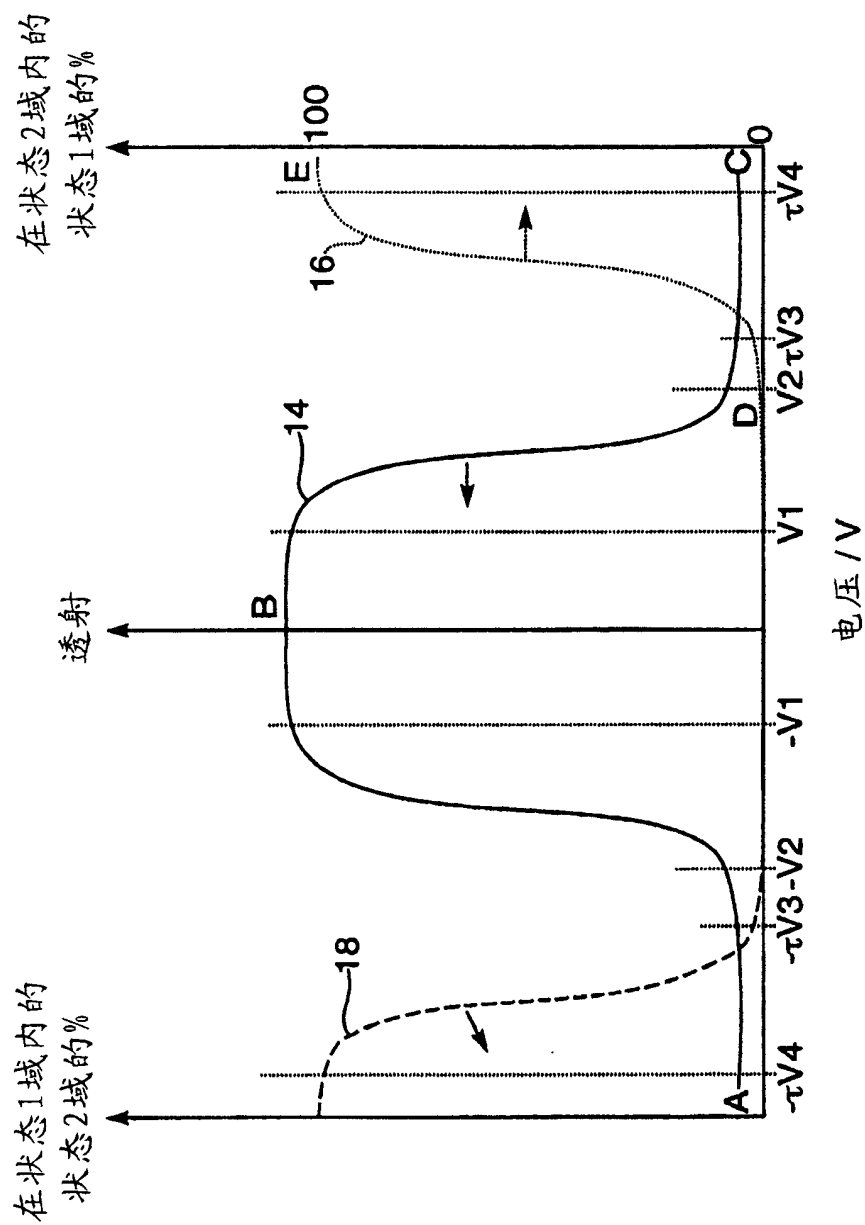


图 3a

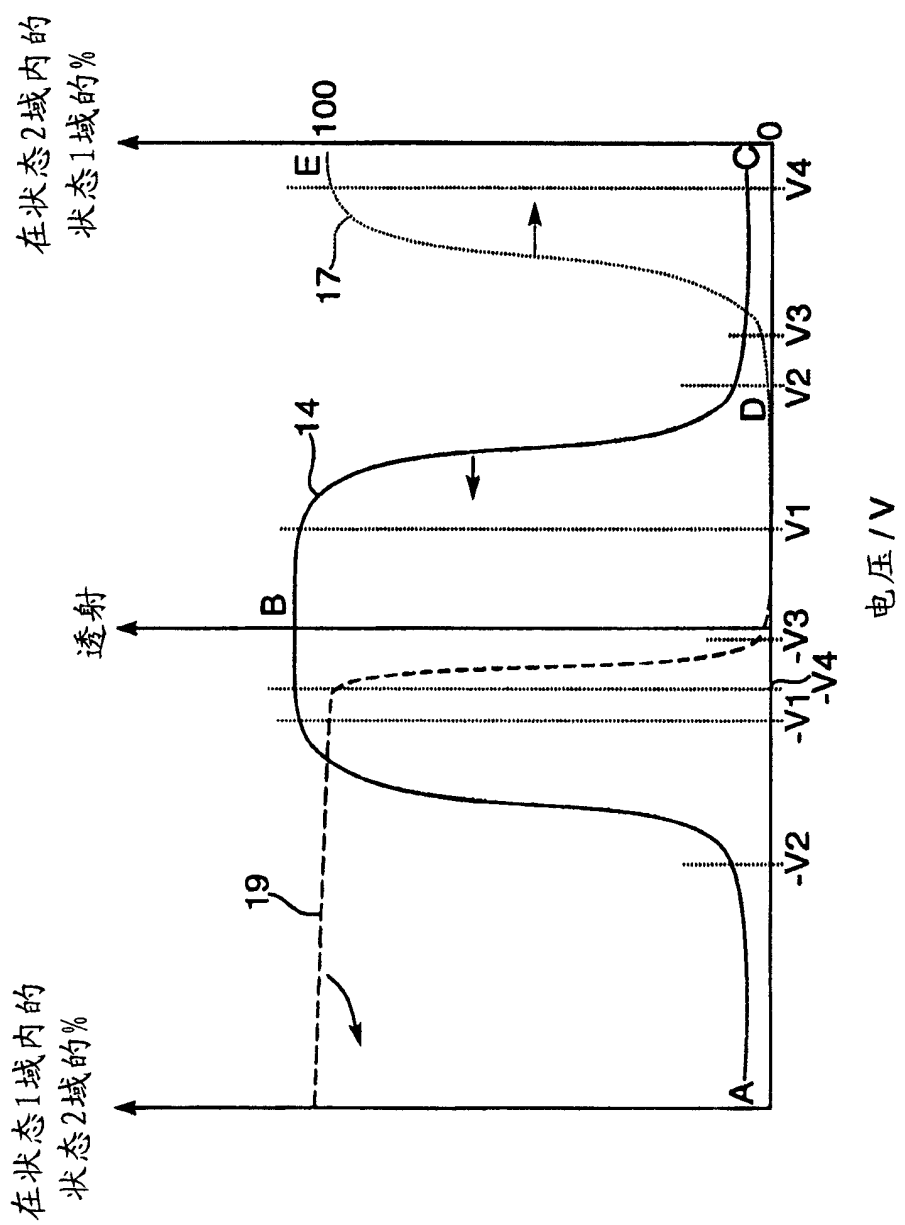


图 3b

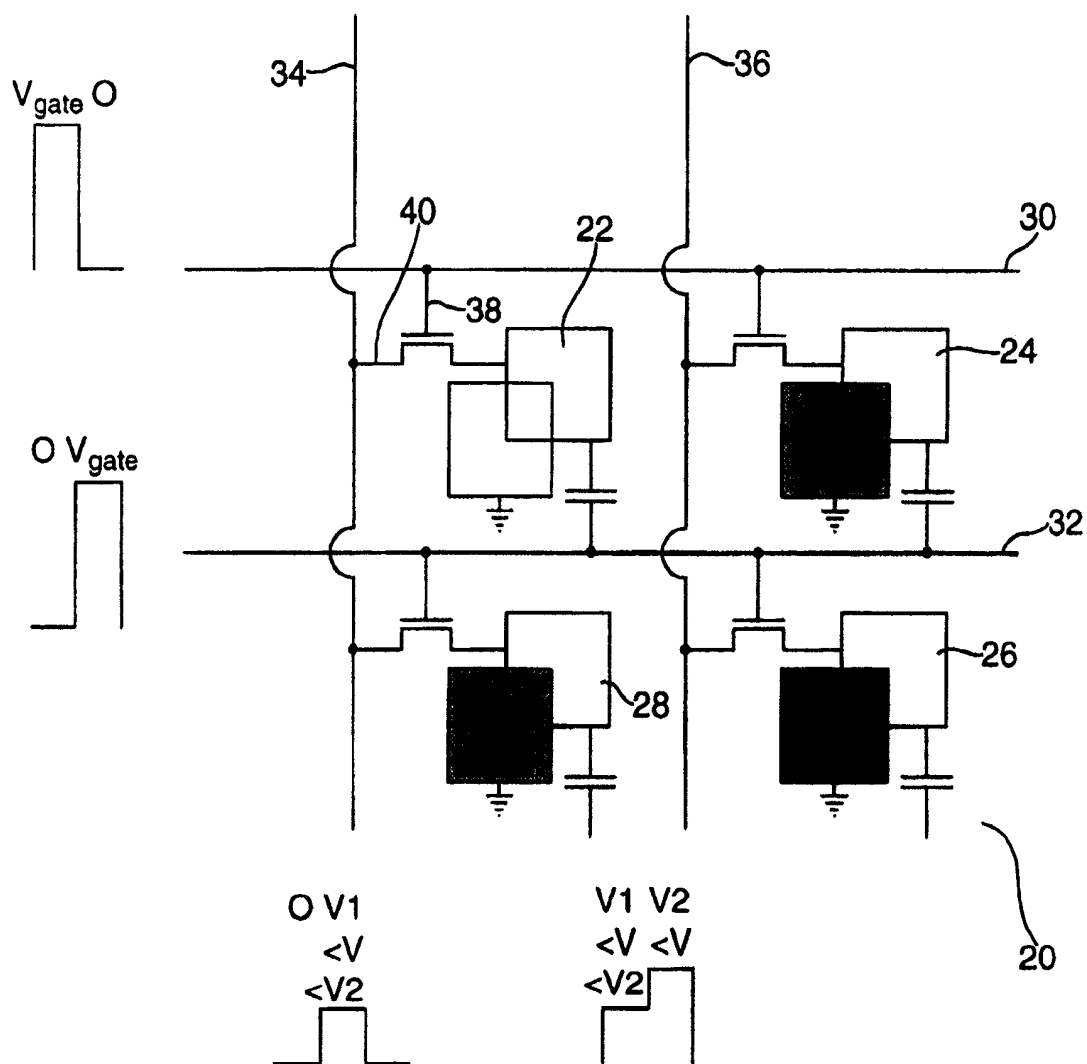


图 4
(现有技术)

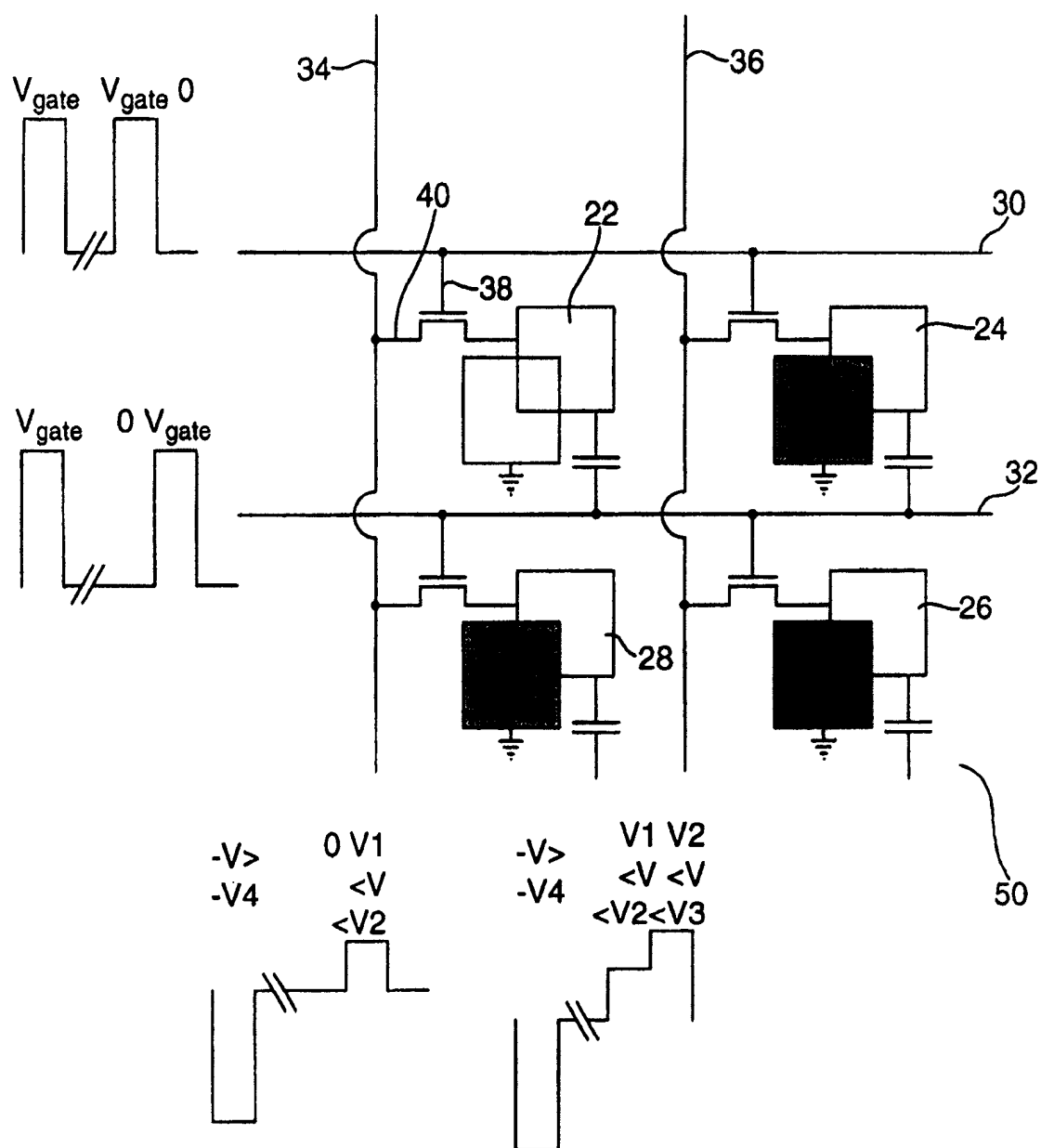


图 5 (a)

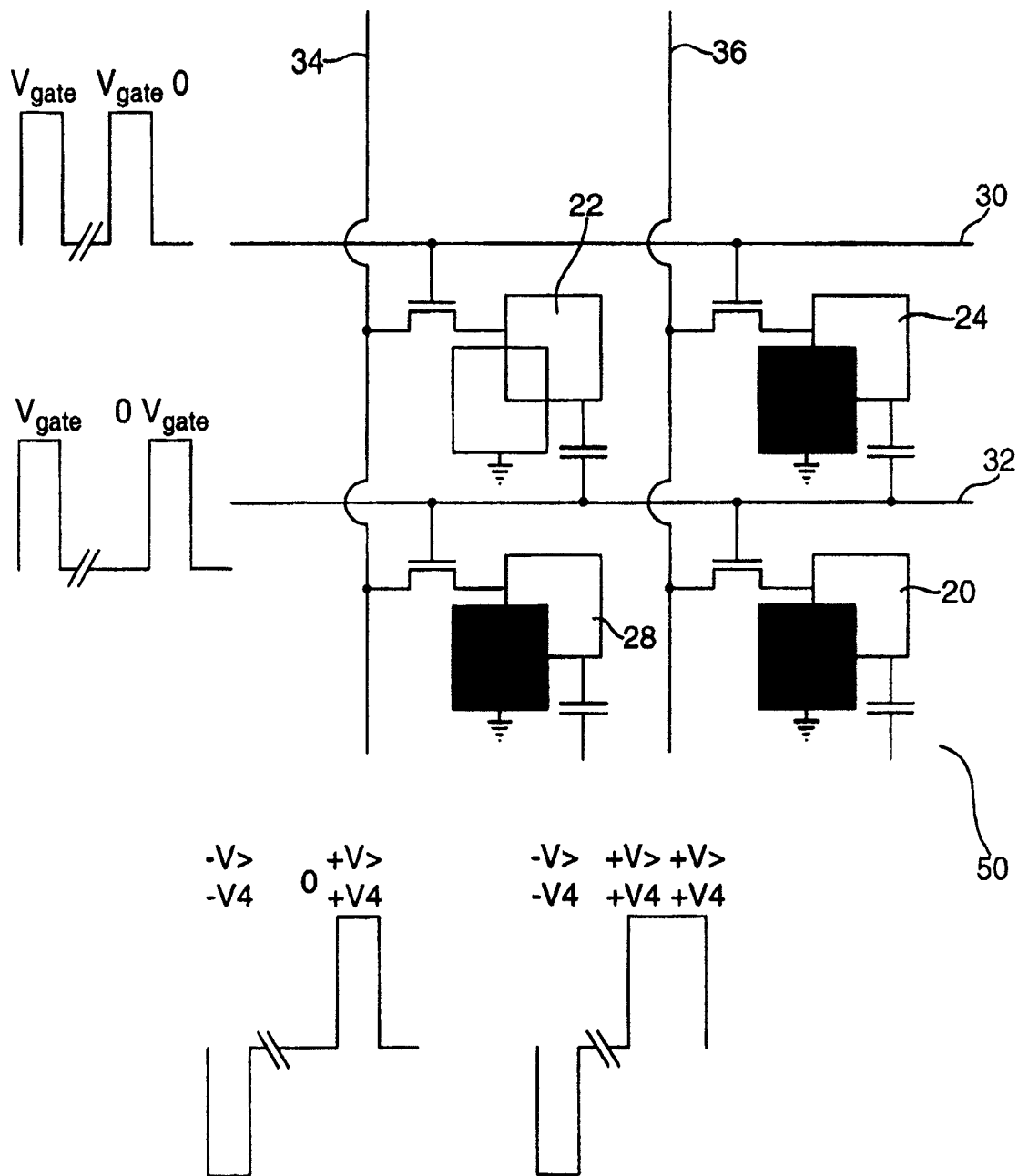


图 5 (b)

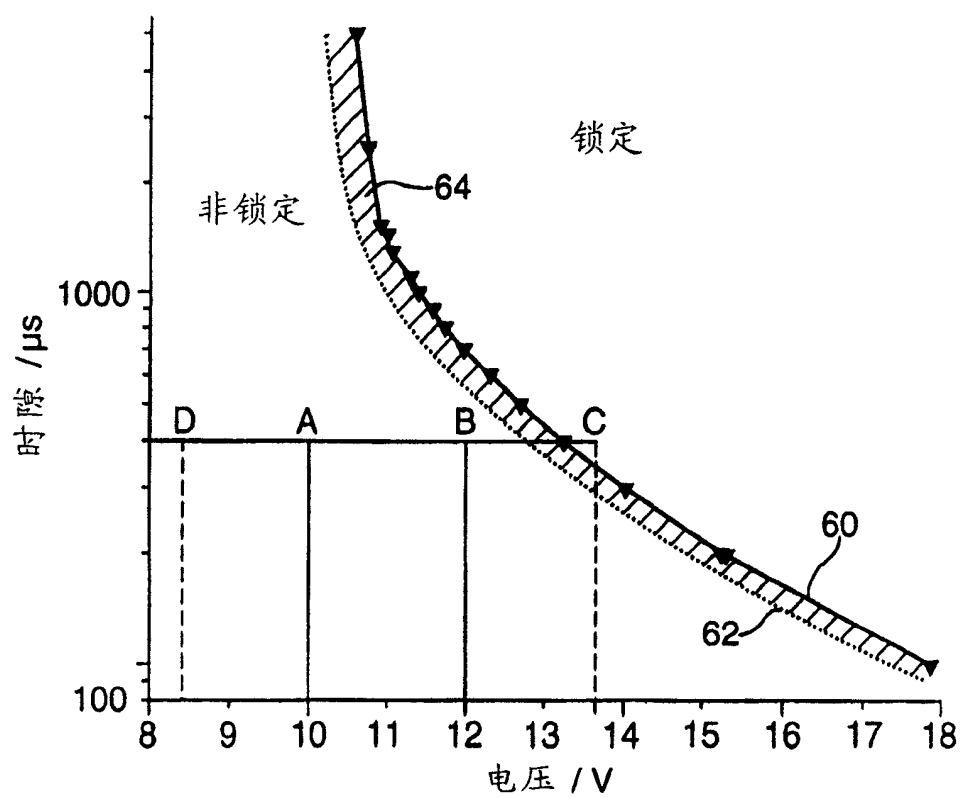


图 6

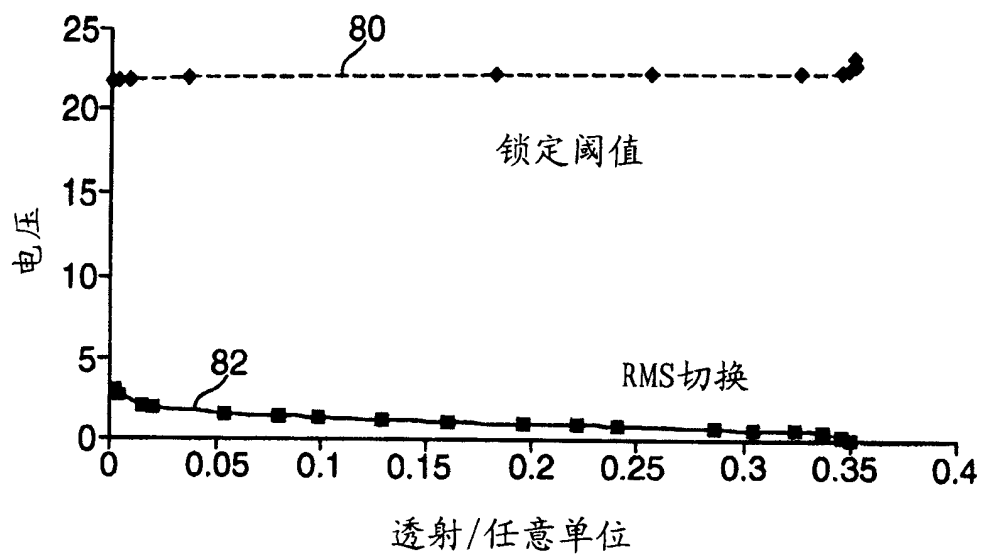


图 7

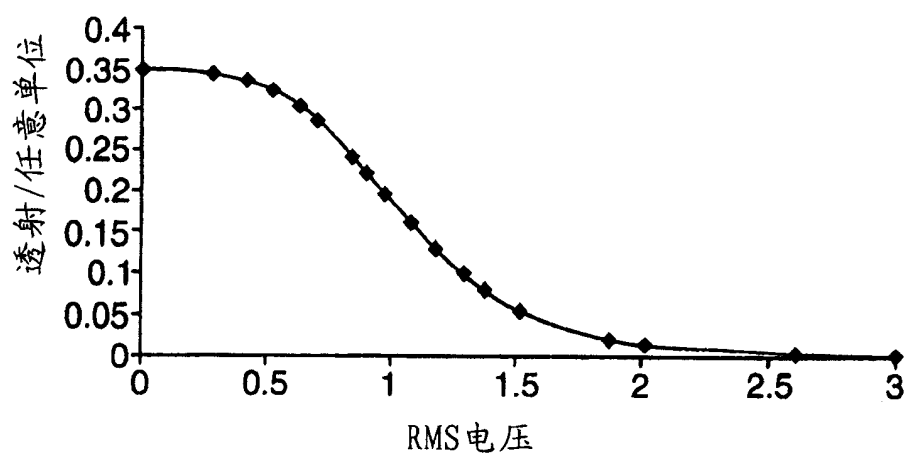


图 8

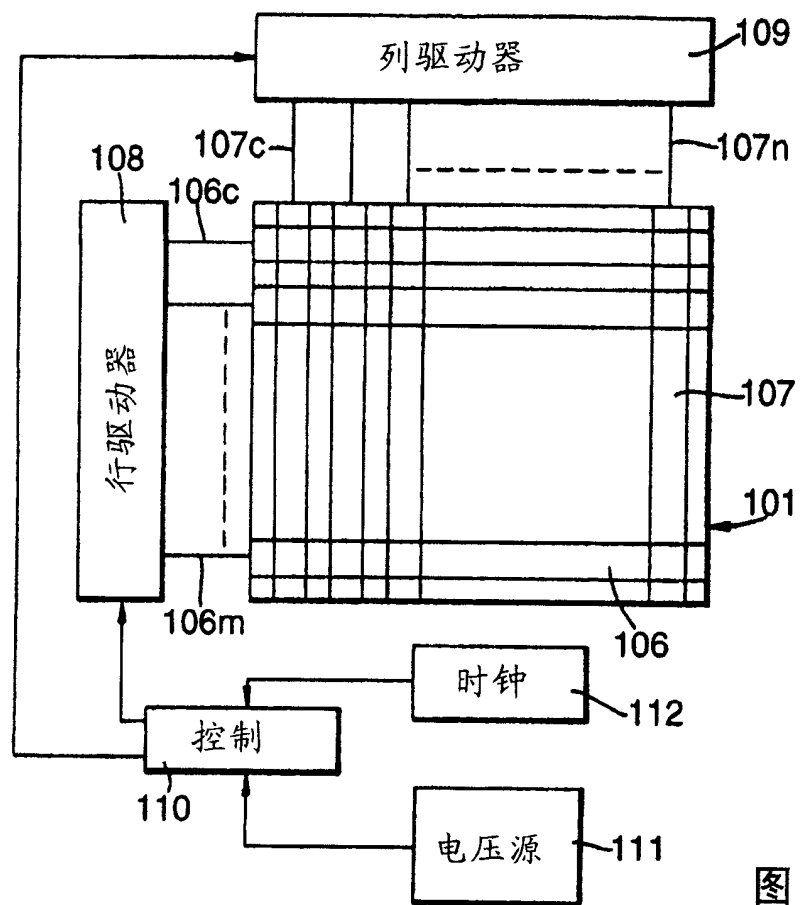


图 9

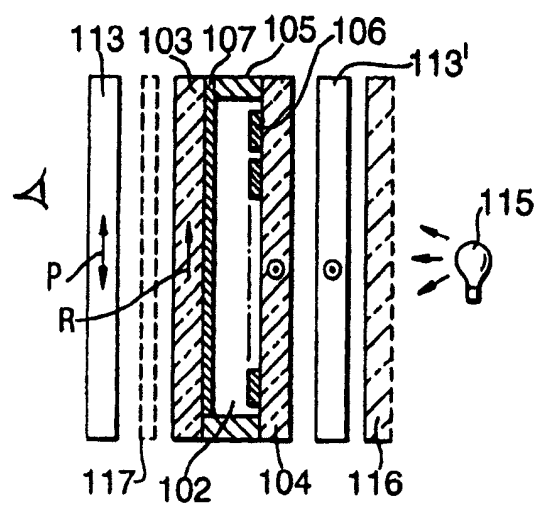


图 10