

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G02F 1/167 (2006.01)  
G09F 9/37 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710177689.5

[45] 授权公告日 2010年3月31日

[11] 授权公告号 CN 100596333C

[22] 申请日 2007.11.20

[21] 申请号 200710177689.5

[73] 专利权人 北京派瑞根科技开发有限公司

地址 100026 北京市朝阳区团结湖北路2号215室

[72] 发明人 须清

[56] 参考文献

CN1890594A 2007.1.3

CN1854873A 2006.11.1

US5105185A 1992.4.14

审查员 任志伟

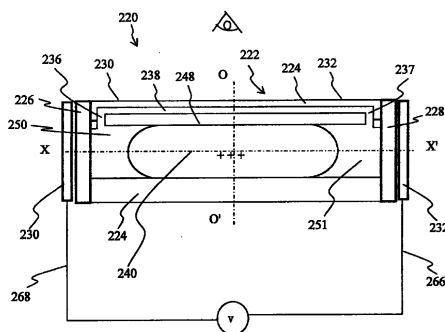
权利要求书1页 说明书10页 附图7页

## [54] 发明名称

基于微胶囊技术的显示单元和显示装置

## [57] 摘要

一种基于微胶囊技术的显示单元，包括流体腔室，其包含带有电荷的微胶囊和至少两种流体，流体相互接触且不可混溶而且微胶囊外层与流体也不混溶，每种流体之间具有不同的光学特性；和电极结构，其中包含位于流体腔室两端各一个电极，并且腔室壁在它的相对的端部设置有两个开口，所述开口利用外部流体管相互连接，使流体进出腔室流通；上述流体管的管壁是透明材料制成的，以流体管为观察面。在电极上加上电压，通过产生的电场力驱动带有电荷的微胶囊在腔室中移动并进一步推动流体在腔室和流体管中流动，使面向观察面的流体管表现出不同的光学特性。并采用至少一个本发明中的显示单元实现了一种基于微胶囊技术的低能耗显示装置。



1、显示单元，包括：

流体腔室，其包含带有一种电荷的微胶囊和至少两种流体，流体相互接触且不可混溶而且微胶囊外层与流体也不混溶，每种流体之间具有不同的光学特性；和

电极结构，其中包含位于流体腔室两端各一个电极；同时

腔室壁在它的相对的端部设置有两个开口，所述开口利用外部流体管相互连接，使流体进出腔室流通；

上述流体管的管壁是透明材料制成的。

2、如权利要求 1 所述的显示单元，其特征在于流体腔室面对流体和微胶囊的内壁覆盖一绝缘层，并且，该绝缘层是疏水的或疏油的。

3、如权利要求 1 所述的显示单元，其特征在于带有电荷的微胶囊在流体腔室中位于两种具有不同光学特性的流体之间。

4、如权利要求 1 所述的显示单元，其特征在于流体腔室两端有可独立容纳与所述带有电荷的微胶囊电荷极性相反的带电液体或带电微胶囊的小腔室。

5、如权利要求 1-4 中任一项所述的显示单元，其特征在于带有一种电荷的微胶囊带有正电荷，小腔室中的带电液体或带电微胶囊带有负电荷。

6、如权利要求 1-4 中任一项所述的显示单元，其特征在于带有一种电荷的微胶囊带有负电荷，小腔室中的带电液体或带电微胶囊带有正电荷。

7、如权利要求 1-4 中任一项所述的显示单元，其特征在于一种流体为黑色，另一种流体为白色。

8、如权利要求 1-4 中任一项所述的显示单元，其特征在于多种流体按一定光学特性顺序排列在腔室和外部流体管中。

9、显示装置，包含：

至少一个如权利要求 1-8 中任一项所述的显示单元和将每个显示单元连接到电路以产生矩阵显示器的装置。

10、柔性电子纸，包含：

在柔性基质材料中至少贴装一个如权利要求 1-8 中任一项所述的显示单元和将每个显示单元连接到电路以更新显示单元显示内容的装置。

## 基于微胶囊技术的显示单元和显示装置

### 技术领域

涉及一种基于微胶囊的显示技术及其装置，特别是利用电场力的作用推动多个具有不同光学特性的不导电液体在腔室和导流管构成的封闭环境中流动从而实现在观察面表现出不同的光学特性的显示技术和显示装置。

### 背景技术

根据电学的基本知识，电荷之间具有电场力，相同极性的电荷具有互相排斥的电场力，而不同极性的电荷之间具有相互吸引的电场力。在液体中的电荷在电场力的作用下运动就是电泳现象。利用电场力和电泳现象开发电子显示设备和电子纸的技术也出现了众多不同的技术。

一类是旋转双色元件构成的显示器，例如美国专利 No. 5808783、5777782、5760761、6054071、6055091、6097531、6218124、6137467、6147791 中所记载(尽管这类型显示器通常被称为“旋转双色球”显示器，但旋转双色元件更准确，因为在上述一些专利中旋转元件并非球形的)。这种显示器采用了大量含有两个或多个具有不同光学性质的部分的小物体(通常为球形或圆柱形)，以及一种内部偶极子。这些小物体悬浮在基质内充有液体的液泡中，该液泡充有液体以便所述物体能自由旋转。向显示器施加电场，从而使所述物体旋转到各种位置并改变由观察表面所看到的物体部分，从而改变显示器的呈现。这类显示器通常为双稳态显示器。

另一类是基于颗粒的电泳显示器，人们对其进行了多年的开发研究，其中带电颗粒在电场作用下移动通过悬浮的流体。与液晶显示器相比，电泳显示器可具有良好的亮度和对比度，广泛的视角，双稳态以及低功耗的优点。

受让给或属于 Massachusetts Institute of Technology (MIT) 和 E-Ink Corporation 的大量专利和申请被公开，其中记载了封装的电泳介质。这种封装的电泳介质包含大量的小胶囊，每个小胶囊本身包括含有悬浮在液体悬浮介质中的电泳移动颗粒的分散相以及饱含着该分散相的胶囊壁。典型地，所述胶囊自身固定在一种聚合物粘合剂内，从而在两个电极之间形成的连贯层。这类封装介质在例如美国专利 No. 5930025、5961804、6017584、6067185 等以及公开号为 WO 99/67678、WO 00/05704、WO 00/38000、WO 00/38001、WO 00/36560、WO 00/67110、WO 00/67327、WO 01/07961、

WO 01/08241、WO 03/107315、WO 2004/023195 和 WO 2004/049045 中有所记载。

另一类相干的电泳显示器被称为“微单元电泳显示器”。在微单元电泳显示器中，带电颗粒和悬浮液体没有封装在微胶囊中，取而代之留在载体介质(通常为聚合物膜)内形成的大量腔室中。参见例如公开号为 WO 02/01281 的国际申请和公开的美国申请 No. 2004/0075556，二者都受让给了 Sipix Imaging, Inc.。

电泳显示器只需要很低的电功率来从一种状态切换到另一种状态。然而电泳显示器不具有无限的图像稳定性。颜料颗粒的布朗扩散和沉降以及由于施加切换脉冲和其他因素引起的小残余电压所驱动的运动，都有可能衰减通过显示器切换所获得的光学状态。在没有机制来防止这种光学状态衰减的情况下，所述光学状态必须定期更新，更新显示器消耗功率，从而降低了该显示器的实用性，很难或者不可能在没有消隐脉冲(即在驱动到最终所期望的光学状态之前驱使像素到其一个极端光学状态下的脉冲)的情况下完成单个像素的更新。为此仍然急需提高电泳介质的图像稳定性。

在申请号为 200480036461.9 的中国专利申请“电泳介质”中公开了通过提供具有改性的聚合物壳的电泳颗粒的方法以产生出快速并且图像稳定的显示器。同时提供了电泳颗粒的制作方法。

## 发明内容

本发明提供一种新的基于电场力的显示单元设计技术以及包含这种显示单元的显示装置和电子纸。在具有上述电泳显示器具备的良好的亮度和对比度，广泛的视角，双稳态以及低功耗的优点外，还具有更好的图像稳定性。同时能够支持多个颜色分辨率的液体显示单元和显示装置，并通过较小的电压就可以有效的控制，以实现低能耗的薄型显示应用。

为了实现上述目的，提出的技术方案如下：

显示单元，包括：

流体腔室，其包含带有一种电荷的微胶囊和至少两种流体，流体相互接触且不可混溶而且微胶囊外层与流体也不混溶，每种流体之间具有不同的光学特性；和

电极结构，其中包含位于流体腔室两端各一个电极；同时

腔室壁在它的相对的端部设置有两个开口，所述开口利用外部流体外管相互连接，使流体进出腔室流通；

上述流体管的管壁是透明材料制成的。

在流体腔室内，带有一种电荷的微胶囊位于中间位置，两边分别是具有不同光学特性的流体。优选的是在腔室中除了带有一种电荷的微胶囊占据空间之外的空间以及流体管的管内均匀地划分为等容量的子空间，按照不同流体的光学特性顺序(如颜色深浅顺序或颜色光谱顺序或颜色明亮顺序)分别填充每个子空间，使各种流体所占据的空间形成一个类似多颜色的色带。

用流体管作为显示单元的观察面，而流体管的管壁是透明的，因此当流体在腔室和流体管中流动时，滞留在流体管中流体发生变化，因而观察的光学特性发生变化。

优选的实现中，使每种流体与带有一种电荷的微胶囊的比重接近，可以实现流体在腔室和流体管中保持一种稳定的状态。

优选的实现还包括使流体管的横截面积远小于腔室的横截面积，从而使微胶囊在腔室发生的微小移动引起的液体流动在流体管中可以产生较大的位移，从而实现在电极上施加较小的电压就可以控制显示单元的光学特性变化，实现显示信息的变化。

各种流体之间除了光学特性有差异且相互之间不混溶外，优选的是各种流体都是疏水的，如烃系列机油就是不相混溶的，以 HFC-134a 与 CFC-12(氟氯烃)为例，二者既不混溶，又不溶于水，可以分别加入不同颜料形成不同的光学特性，同时选择带有一种电荷的微胶囊的囊壁材料与流体不混溶。在申请号为 200480036461.9 的中国专利申请“电泳介质”中公开了一些具有不相溶特性的带电颗粒所用材料，在本发明中全文引用该专利申请，并以其中所公开的材料和制作微胶囊的方法作为实现本发明中制作微胶囊的引用技术，制作中唯一差异，是胶囊中只有一种极性的电荷。

优选的一种用两种颜色的流体的显示单元实现中，带电荷微胶囊和两种流体之间的流体量选择如下：

第一种流体量=第二种流体量，且

第一种流体量=流体管所能容纳的流体量，且

第一种流体量+带电荷微胶囊量=腔室的容量(不包含流体管容量)。

在上述优选的两种流体显示单元实现中，控制在电极上施加的电压大小，使带电荷微胶囊不会进入流体管。显示单元的三种颜色是：第一种流体在流体管中的颜色、第二种流体在流体管中的颜色以及第一种流体和第二种流体各占一半的流体管空间呈现的

颜色。

相应地，一种更多颜色的显示单元实现中，优选的是各种流体具有相同的量且都等于流体管容量大小。

另一方面，为了提高显示单元光学特性的稳定性，在流体腔室两端有可独立容纳与所述带电荷的微胶囊电荷极性相反的带电液体或带电微胶囊的小腔室。在小腔室中充有相同电荷量的带电液体或带电微胶囊。由于小腔室中的带电液体或带电微胶囊所带电荷极性与腔室中带电荷的微胶囊所带电荷极性相反，当腔室中带电荷的微胶囊移动到腔室的一端时，即使电极上的电压已经去掉，但由于该端的小腔室充有与腔室中带电荷的微胶囊相反极性的带电液体或带电微胶囊并且距离比另一端的小腔室与腔室中带电荷的微胶囊的距离小，因此具有更大的电场吸引力，从而保持腔室中带电荷的微胶囊在腔室中的位置，以进一步增强显示单元的图像稳定性。

优选的是流体腔室是圆柱形的。

优选的是流体腔室面对流体的内壁覆盖一绝缘层，并且，该绝缘层是疏水的或疏油的。

优选的是带电荷的微胶囊在流体腔室中位于两种具有不同光学特性的流体之间。

优选的是电极包括一系列与腔室横截面形状相关的面状电极。

优选的是两个电极位于腔室的两端，以保证在电极上施加电压时，控制带电荷的微胶囊在腔室中沿着腔室的轴向移动。

优选的是所述流体为液体。

优选的是所述流体为不导电液体。

优选的是流体为油。

优选的是一种流体为黑色，另一种流体为白色。

优选的是多种流体按一定光学特性顺序排列在腔室和外部流体管中。

在流体腔室内，流体在两相对端，中间嵌入一个或多个带电荷的微胶囊，优选的是微胶囊的直径略大于或等于腔室的横截面直径，以保证流体不会通过微胶囊与腔壁之间缝隙流动。或者换句话说，带电荷的微胶囊置于另外两种流体之间。由于两个电极分别位于腔室的两端，因此当向两个电极提供电压时，其中一个电极将有正电荷，另一个电极将有负电荷，如果腔室中的微胶囊带有正电荷，则在电场力的作用下，腔室中的微

胶囊将向有负电荷电极的一端移动。微胶囊在腔室中的移动直接推动腔室中的流体在腔室和流体管流动，从而改变作为观察面的流体管中流体的光学特性。而且，一旦微胶囊在腔室移动到任何一端，在小腔室的电荷产生的电场力作用下，即使去掉电极上的电压，腔室中的微胶囊在小腔室电荷形成的电场力作用下保持稳定状态。

另一方面。由于腔室的横截面积远大于流体管的横截面积，因此微胶囊产生的小位移就能推动电流体在流体管中较大的变化，因此可以使用很低的电压控制显示单元颜色的变化。

此显示单元非常适合做显示装置，包含：

至少一个上述的显示单元和将每个显示单元连接到电路以产生矩阵显示器的装置。

此显示单元也适合做柔性电子纸，包含：

在柔软材料中至少贴装一个上述的显示单元和将每个显示单元连接到电路以更新显示单元显示内容的装置。

本发明的有益效果，可以从上述实现中看出，采用本发明可以实现多分辨率、低驱动电压、低能耗的显示单元和显示设备，并可以实现一种在柔性基质材料中的电子纸的应用。同时由于每个显示单元的显示状态可以在去掉所施加的电压后保持光学状态，因此所制造的显示设备或电子纸可以长时间显示相同内容而不需要消耗任何电能。只有在需要更新内容时才消耗电能，因此是一种十分节能的显示技术。

附图说明：

图 1 是采用本发明的由具有光学特性不同的两种流体与带电荷微胶囊构成的显示单元工作原理示意图，其中图 1a 是两种流体在流体管中个占用一半的空间呈现中间色的显示单元示意图，图 1b 是黑色流体充满流体管全部空间呈现黑色的显示单元示意图，图 1c 是白色流体充满流体管全部空间呈现白色的显示单元示意图。

图 2a、图 2b、图 2c 采用本发明的显示单元一种实现分别处于不同状态的示例图

图 3 是采用本发明的增加了充有与腔室中微胶囊所带电荷极性相反的带电液体或微胶囊的小腔室的显示单元一种实现示例图。

图 4 是采用本发明的由具有光学特性不同的三种流体与带电荷微胶囊构成的显示单元工作原理示意图，其中图 4a 是第一种流体充满流体管全部空间呈现第一种流体光

学特性的显示单元示意图，图 4b 是第二种流体充满流体管全部空间呈现第二种流体光学特性的显示单元示意图，图 4c 是第三种流体充满流体管全部空间呈现第三种流体光学特性的显示单元示意图。

图 5 是用多个显示单元构成显示器像素阵列原理示意图。

具体实施方式：

图 1 是采用本发明的由具有光学特性不同的两种流体与带电荷微胶囊构成的显示单元工作原理示意图。腔室 102 与流体管 101 内部是中空的，并通过内部开口实现液体在腔室和流体管中的流动。在图示中，带电荷微胶囊 103 带有正电荷，微胶囊 103、流体 104、流体 105 相互之间不混溶，流体 104 与流体 105 具有不同的光学特性，比如，本示例中，流体 104 为黑色流体(或添加了黑色颜料的流体)，流体 105 为白色流体(或添加了白色颜料的流体)。电极 106、电极 108 分别位于腔室两端。腔室内壁覆盖绝缘层和疏水层或覆盖即绝缘又疏水的单层(没有画出)。由于带电荷微胶囊带有正电荷。当两个电极上施加电压时，则在一个电极上有正电荷，另一个电极上有负电荷，在同极性电荷相互排斥和不同极性电荷相互吸引的电场力作用下，带正电荷微胶囊向有负电荷的电极方向移动，推动带正电荷微胶囊在腔室中沿着腔室管轴线 XX'移动并推动流体 104、流体 105 进出流体管。如果以流体管为观察面，就可以看到不同的光学特性。其中图 1a 是两种流体在流体管中各占用一半的空间呈现中间色的显示单元示意图，图 1b 是黑色流体充满流体管全部空间呈现黑色的显示单元示意图，图 1c 是白色流体充满流体管全部空间呈现白色的显示单元示意图。以流体管为光学观察面，其中轴 OO'是显示单元的光学对称轴。

图 4 是采用本发明的由具有光学特性不同的三种流体与带电荷微胶囊构成的显示单元工作原理示意图。与图 1 不同的是采用了三种具有不同光学特性并且互不混溶的流体 404、405、409 与带电荷微胶囊都不混溶。通过适当控制施加在电极 106 和电极 108 之间的电压，可以控制流体 404、405、409 在流体管中的不同量而呈现不同的光学特性。其中图 4a 是第一种流体充满流体管全部空间呈现第一种流体光学特性的显示单元示意图，图 4b 是第二种流体充满流体管全部空间呈现第二种流体光学特性的显示单元示意图，图 4c 是第三种流体充满流体管全部空间呈现第三种流体光学特性的显示单元示意图。以流体管为光学观察面，其中轴 OO'是显示单元的光学对称轴。

下面对于显示单元的实现做进一步详细描述。



图 2a、图 2b、图 2c 采用本发明的显示单元一种实现分别处于不同状态的示例图。此显示单元 220 包含不可混溶的两种流体 250、251，例如液体，和微胶囊 240。其中微胶囊 240 是带电荷的，例如正电荷或负电荷；流体 250 和流体 251 是具有不同光学特性的流体，如用两种不混溶的油，分别加上白色颜料和黑色颜料。在本实施实例中，微胶囊 240 被夹在流体 250 和流体 251 之间。

流体被容纳在腔室 222 和流体管 238 中，其中微胶囊 240 被全部放在腔室中，占据腔室大部分空间，流体 250 和流体 251 分别位于腔室微胶囊 240 两端和流体管中，并有相同容量。在这个实施实例中腔室 222 表现为由侧壁 224 限定的纵向延伸的管的形式并具有一管轴线。在这个特定的例子中，腔室为一圆柱形管，其管轴线为 XX'。另外的壁 226 和 228 在管的端部延伸以形成封闭流体的腔室 222。

微胶囊 240 中充满液体和带电荷微粒，囊壁具有一定的柔性能保持一定的形状，在显示单元 220 腔室管轴线 XX' 的横向上延伸。

典型地，为了将微胶囊 240、流体 250、251 限定在腔室 222 预期的部分内，腔壁对于每一流体和微胶囊具有一定的疏水性或疏油性。

显示单元 220 进一步包含置于腔室两端的两个电极 230 和电极 232，优选的是电极的横截面与腔室的横截面尺寸一致。

腔壁整个内侧都被绝缘层覆盖并且此绝缘层还覆盖一疏水层或疏油层，作为可替换的既绝缘又疏水或疏油的层 248 覆盖腔壁的内侧，如图 2a、2b、2c 所示。在显示单元一个状态下，没有电压施加到电极 230 和电极 232 上，没有外部电场作用力，微胶囊 240 是静止的。

如果在电极 230 和电极 232 上施加电压，如电极 230 连接电压正极，电极 232 连接电压负极，此时电极 230 上有正电荷，电极 232 有负电荷，由于本示例中微胶囊 240 带正电荷，因此电极 230 与微胶囊 240 形成排斥的电场力，电极 232 与微胶囊 240 形成吸引的电场力，在这个力的作用下，微胶囊 240 向电极 232 端移动，当电极上电压维持时，此移动就会继续或者直到微胶囊 240 到达腔室的右壁 228。如果电极 230 和电极 232 之间的电压被关断，微胶囊 240 将会保持在它已经到达的位置。

图 2c 示出了微胶囊 240 几乎到达右壁 228 的情况，使流体 251 通过开口 237 几乎全部流入流体管 238 中。以流体管 238 为观察面，当流体管 238 为透明材料时，观察到的是流体 251 的光学特性所反映的颜色。以流体管为光学观察面，其中轴 OO' 是显示单

元的光学对称轴。

为了实现开始移动微胶囊 240 所需的电场力，只需要小的电压，例如仅仅几伏特，因此电压源是一个低压源。

在微胶囊 240 向右移动期间，向右移动的微胶囊 240 在它的右侧挤压流体 251 经由腔壁上的开口 237 流到腔室的外面。连接到此开口和腔室左侧的开口 236 的流体管 238 引导流体 251 从开口 237 进入流体管 238，同时流体 250 从开口 236 回到腔室。

图 2b 示出了显示单元的第二个光学特性状态，此状态通过将电极 230 和电极 232 上施加反向电压，即电极 230 连接电压负极，电极 232 连接电压正极，此时电极 230 上有负电荷，电极 232 有正电荷，由于本示例中微胶囊 240 带正电荷，因此电极 230 与微胶囊 240 形成吸引的电场力，电极 232 与微胶囊 240 形成排斥的电场力，在这个力的作用下，微胶囊 240 向电极 230 端移动，当电极上电压维持时，此移动就会继续或者直到微胶囊 240 到达腔室的左壁 226。如果电极 230 和电极 232 之间的电压被关断，微胶囊 240 将会保持在它已经到达的位置。

在微胶囊 240 向左移动期间，向左移动的微胶囊 240 在它的左侧挤压流体 250 经由腔壁上的开口 236 流到腔室的外面。连接到此开口和腔室右侧的开口 237 的流体管 238 引导流体 250 从开口 236 进入流体管 238，同时流体 251 从开口 237 回到腔室。

以流体管 238 为观察面，当流体管 238 为透明材料时，观察到的是流体 250 的光学特性所反映的颜色。以流体管为光学观察面，其中轴 OO' 是显示单元的光学对称轴。

图 2a 是显示单元表现为一种介于流体 250 的光学特性和流体 251 的光学特性之间的一种状态。与上述同样的原理，通过在电极 230 和电极 232 之间(在图 2c 状态下)施加一定时间的电压，可以使流体 250 和流体 251 分别充满流体管一半的空间。此时以流体管 238 为观察面，当流体管 238 为透明材料时，观察到的是流体 250 的光学特性和流体 251 的光学特性混合所反映的颜色。以流体管为光学观察面，其中轴 OO' 是显示单元的光学对称轴。

实际上，所属领域的人员明白，通过适当控制施加于电极 230 和电极 232 之间的电压和维持时间，可以控制流体 250 和流体 251 在流体管中所占空间的比例，从而得到多种介于流体 250 的光学特性与流体 251 之间的光学特性的混合光学特性。

这里所指的光学特性可以是可见光的颜色反射特性、透射特性等或不可见光的反射特性、透射特性等，因此可以应用于可见光反射或透射的显示领域，也可应用于非可

见光的光学特性变化领域。

如图 2a、2b、2c 所示，选择微胶囊 240 的量以及对于流体 250 和 251 量的选择，一种优选的方案是满足如下关系：

- 1) 流体 250 的量 = 流体 251 的量，且
- 2) 流体 250 的量 = 流体管 238 所能容纳的流体量，且
- 3) 流体 250 的量 + 微胶囊 240 的量 = 腔室 222 的容量(不包含流体管 238 中的容量)。

在如图 2a、2b、2c 所示的实施实例中，其中流体 250 和流体 251 是互不相混溶的油，并各自拥有不同的光学特性，在微胶囊 240 和绝缘层 248 有非常薄的油膜，此膜充当微胶囊 240 于腔室移动的润滑膜。

电极 230 和电极 232 与腔室横截面相关，优选的是电极的表面与腔室横截面相同，如电极形成半径典型地位于 1mm 和 20mm 之间的圆面。图 2a、2b、2c 所示中的层 248 具有的厚度在 5nm 和 50 $\mu$  之间。

图 3 是采用本发明的增加了充有与腔室中微胶囊所带电荷极性相反的带电液体或微胶囊的小腔室的显示单元一种实现示例图。与图 2 所示实例的不同之处在于，本实施实例中把腔室两端的壁 328、326 设计为内部中空的小腔室，并在小腔室中充有与腔室中微胶囊所带电荷极性相反的带电液体或微胶囊，如本实例中为充有负电荷或负离子的液体，其它部分具有相同的结构。在图 3 所示的实例中，由于小腔室的存在，使微胶囊 240 只能稳定在三个位置状态，即腔室的最左边、腔室的最右边以及腔室的正中间。而且在两个电极都没有施加电压时，由于当微胶囊 240 位于腔室的正中间时，如果出现较大机械振动，使微胶囊 240 偏离腔室的正中间，在小腔室中电荷的作用下，可能使微胶囊 240 移动到靠近的小腔室一端，从而改变了显示单元的光学特性。为了使显示单元具有很好的光学稳定性，可以只利用本实例的两种光学状态：微胶囊 240 位于腔室的最左边和微胶囊 240 位于腔室的最右边。这时的显示单元具有极好的光学稳定性，是较理想的双稳态显示器或电子纸的实现技术。同时，由于小腔室的存在，当需要切换显示单元的显示状态时，需要提高施加在电极 230 和电极 232 之间的初始电压，以克服小腔室产生的电场力，相应地，当微胶囊 240 越过腔室的正中间位置，小腔室的存在将加速微胶囊 240 的移动，其效果可以表现为两个方面：一方面如果需要最快的切换速度，则可以维持电极上的电压，另一方面，如果需要最好的节省能耗，则此时可以去掉电极上的电

压，由小腔室产生的电场力可以继续推动微胶囊 240 的移动。

图 5 是用多个显示单元构成显示器像素阵列原理示意图。由于每个显示单元 500 包含两个电极，在形成的像素点阵显示器实现中，每行的行扫描电极需要一个，如图示的 501，每列的列扫描电极需要一个，如图示的 503。在完整的显示器电路中，还包含数据存储单元和像素驱动单元，图中没有画出。一种实现方式，是将显示单元均匀敷设在具有电极基板上(类似于 LCD 工艺)。敷设时需要保证每个显示单元的流体管部分朝向观察面即可。

采用同样的方法，敷设于柔软的有机材料中可以制造柔性显示设备或敷设于纸类材质的材料上可以制造电子纸。

由于每个显示单元的显示状态可以在去掉所施加的电压后保持光学状态，因此所制造的显示设备或电子纸可以长时间显示相同内容而不需要消耗任何电能。只有在需要更新内容时才消耗电能，因此是一种十分节能的显示技术。

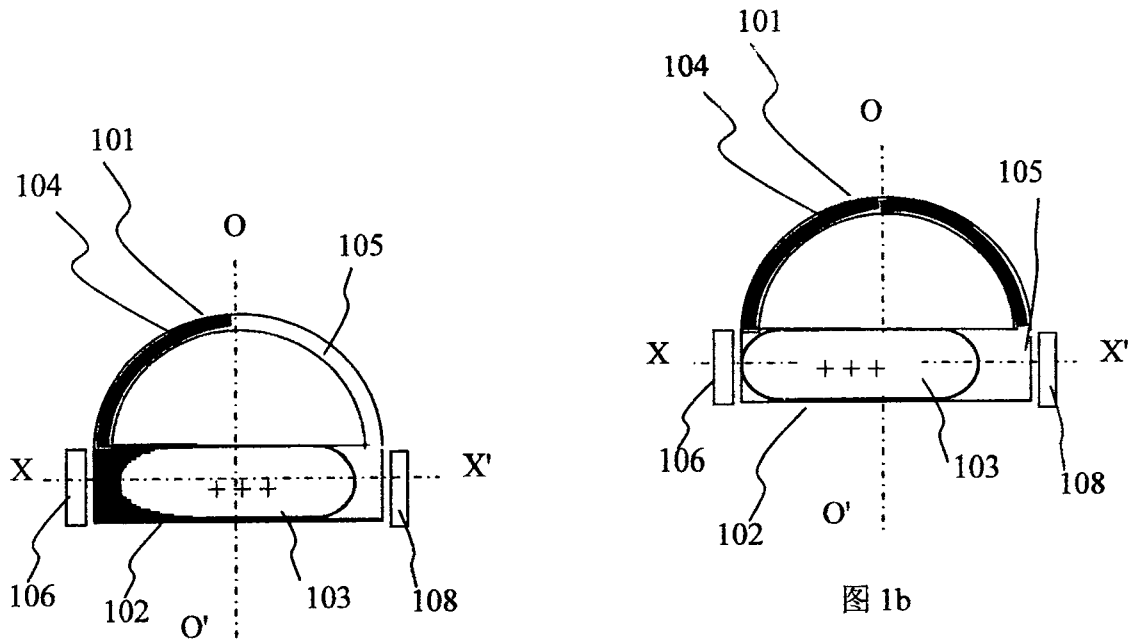


图 1a

图 1b

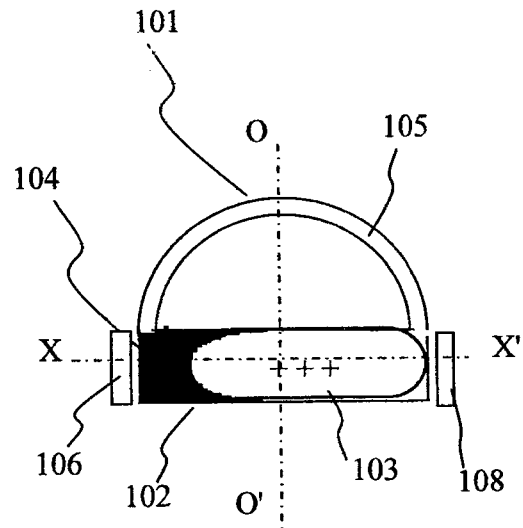


图 1c

图 1

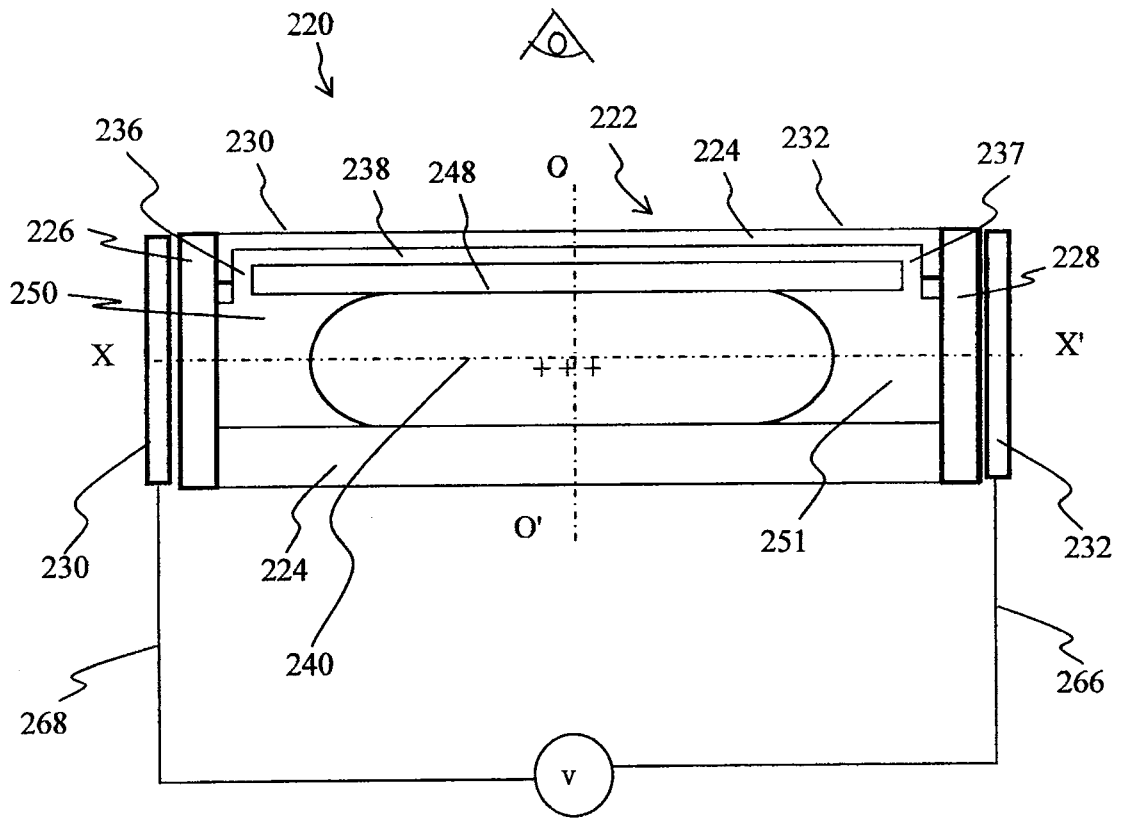


图 2a

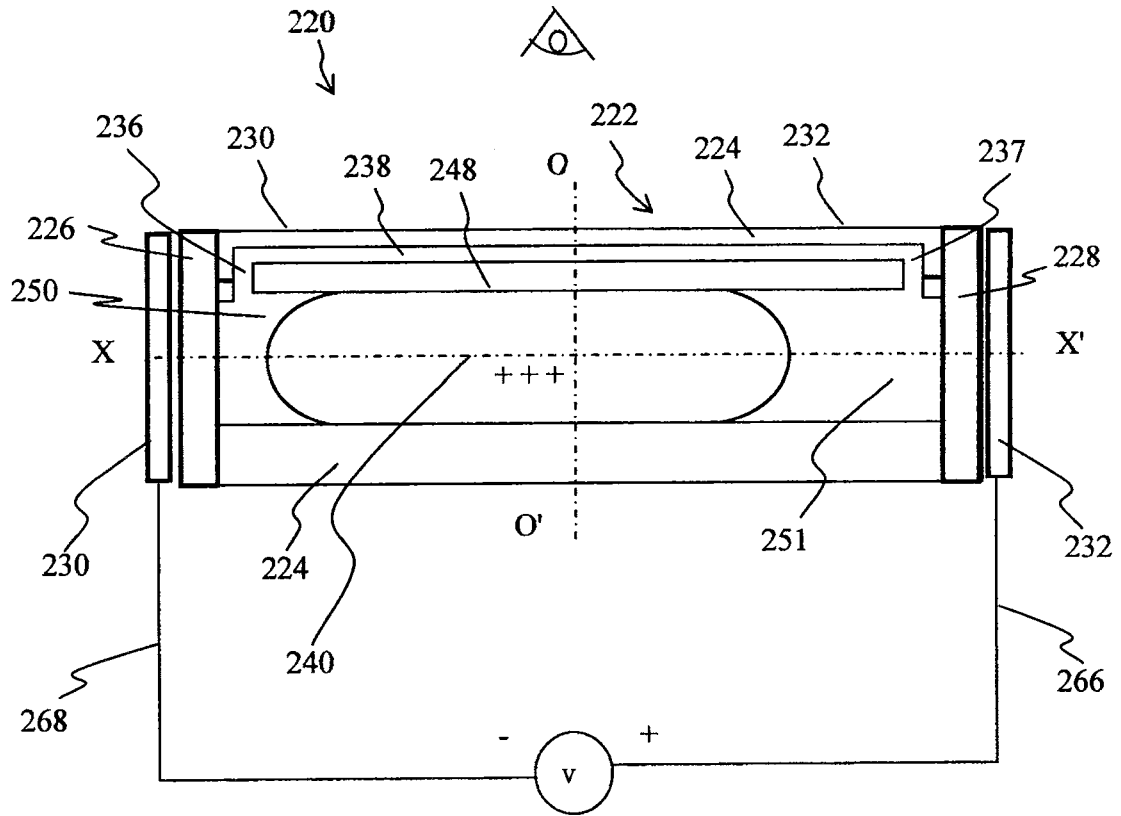


图 2b

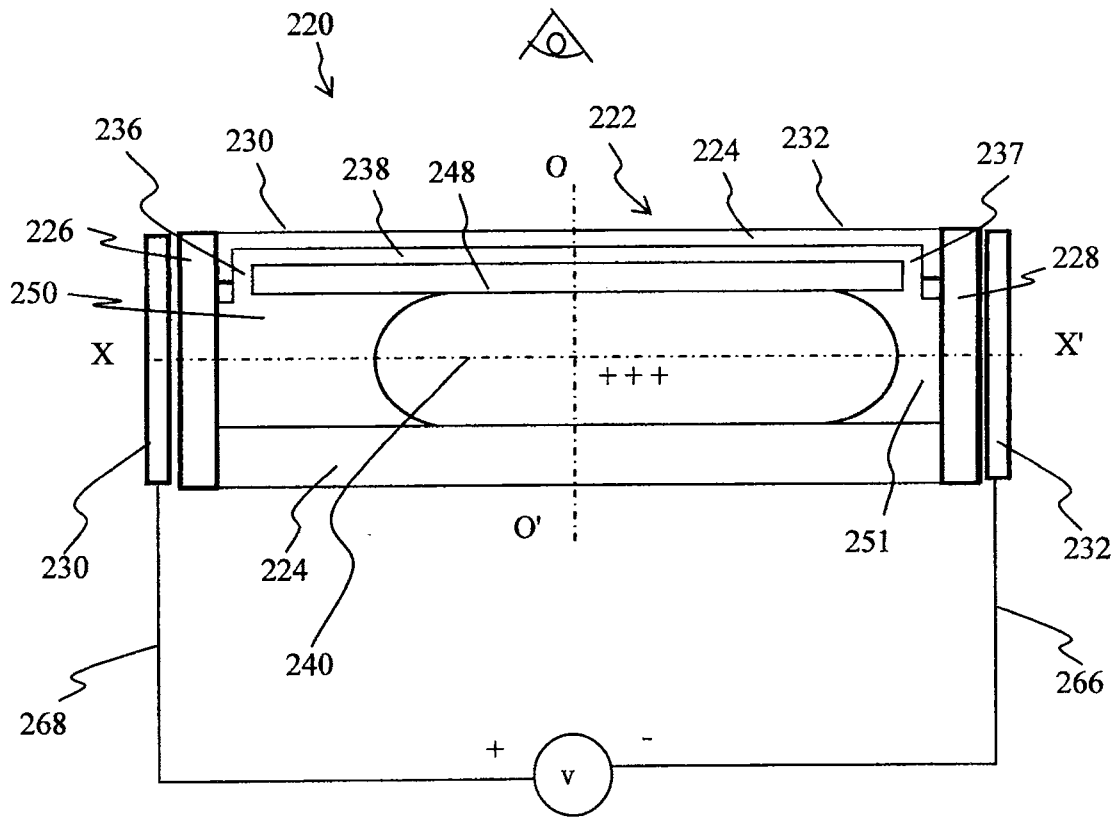


图 2c



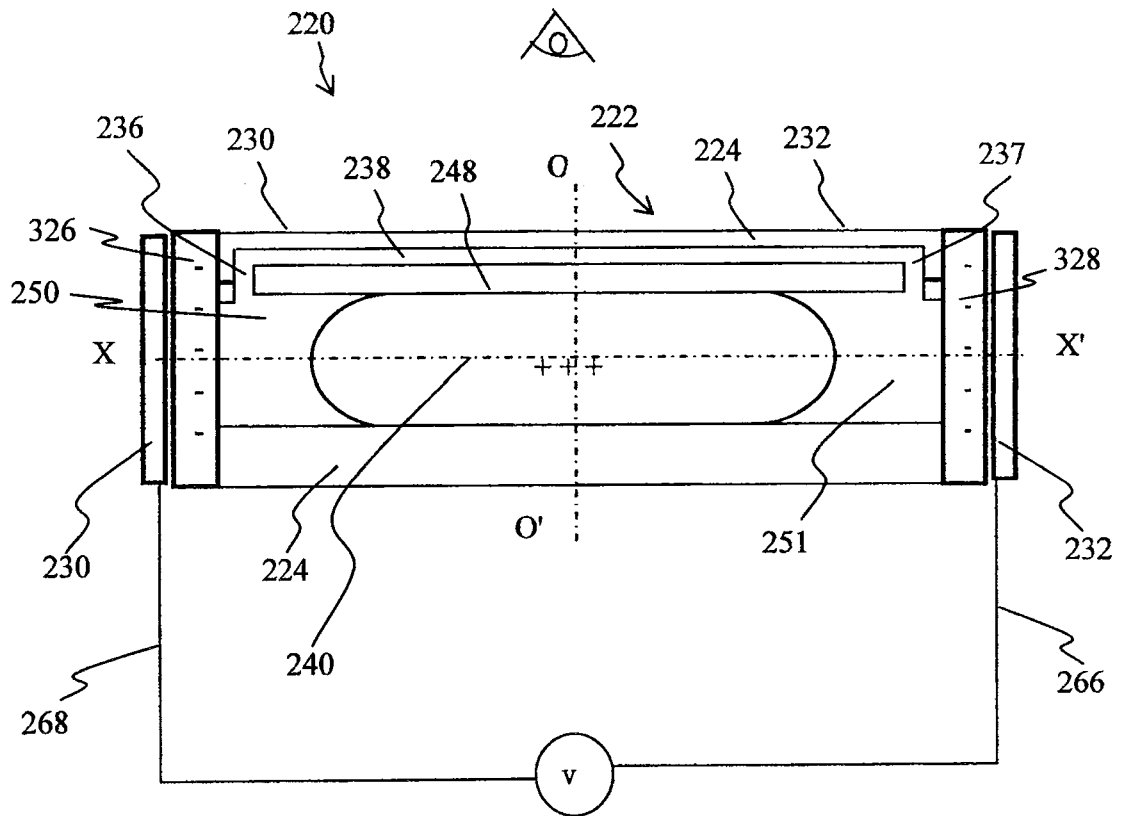


图 3

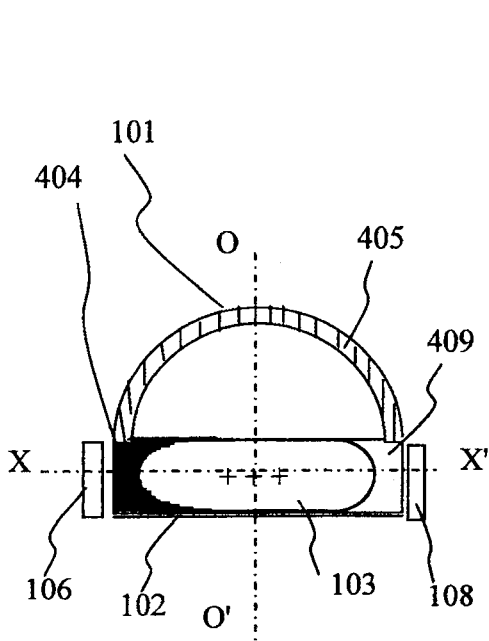


图 4a

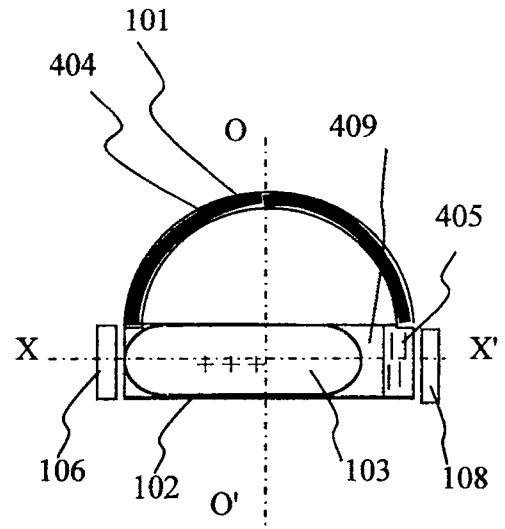


图 4b

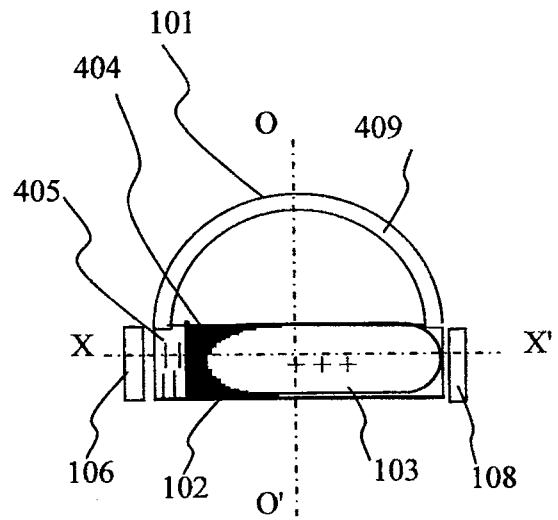


图 4c

图 4

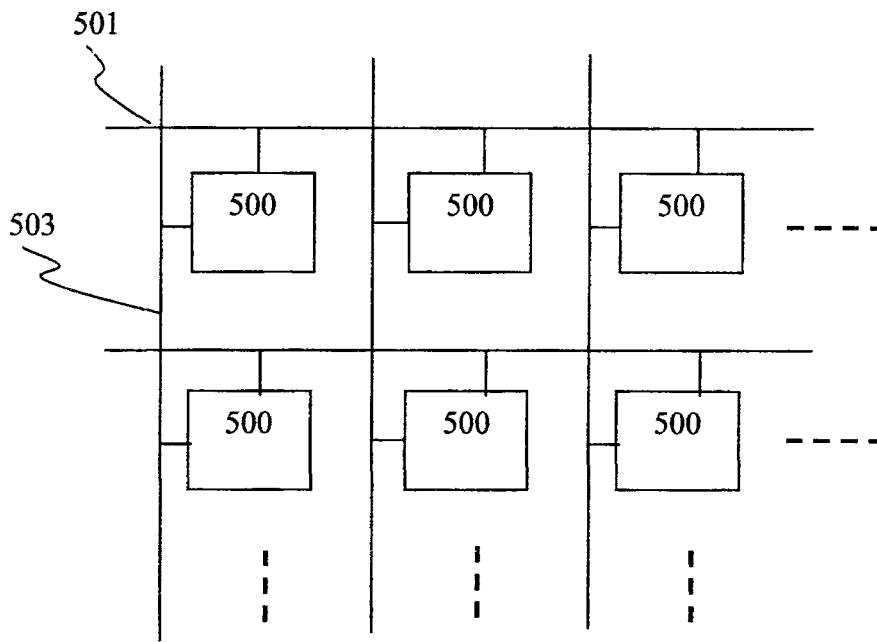


图 5