

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580012134.4

[51] Int. Cl.

G02B 26/02 (2006.01)

G09F 9/37 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 4 月 11 日

[11] 公开号 CN 1947049A

[22] 申请日 2005.3.22

[21] 申请号 200580012134.4

[30] 优先权

[32] 2004.4.2 [33] GB [31] 0407641.0

[86] 国际申请 PCT/GB2005/001081 2005.3.22

[87] 国际公布 WO2005/096067 英 2005.10.13

[85] 进入国家阶段日期 2006.10.8

[71] 申请人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 A·克拉克 E·维尔费尔

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 龚海军 陈景峻

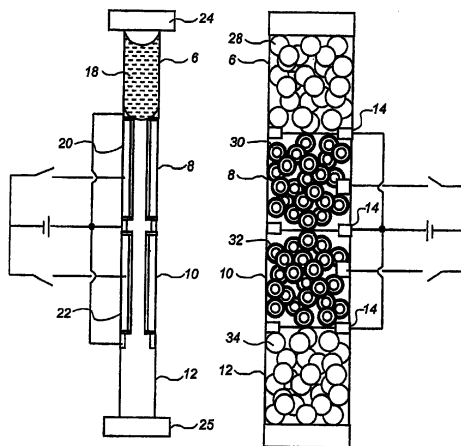
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

[54] 发明名称

电润湿显示元件

[57] 摘要

一种包括至少两个导电多孔层和导电液体的显示元件，该导电多孔层包括通过介电和疏液涂层与导电液体绝缘的多个连接的导电粒子，和用于分别连接加在至少两个多孔层和液体上的电压的装置，以便在电压顺序施加到每个导电层时液体从一个位置移动到另一个位置，在电压的交替顺序施加时液体仅返回到原始位置。



1. 一种包括至少两个导电多孔层和一个导电液体的显示元件，该导电多孔层包括通过介电和疏液涂层与导电液体绝缘的多个连接的导电粒子，和用于分别连接加在至少两个多孔层和液体上的电压的装置，以便在电压顺序施加到每个导电层时液体从一个位置移动到另一个位置，在电压的交替顺序施加时液体仅返回到原始位置。

2. 根据权利要求1的显示元件，其中相邻于至少两个导电多孔层提供至少一个另一层，液体具有与该另一层的材料小于 60° 的接触角，该另一层的厚度大于每个导电多孔层的厚度但小于两个导电多孔层的组合厚度。

3. 根据权利要求1或2的显示元件，其中至少一个另一层包括多个粒子。

4. 根据前述任一权利要求的显示元件，其中导电粒子是金属的。

5. 根据权利要求4的显示元件，其中导电粒子是涂敷有导电外壳的有机或无机粒子。

6. 根据权利要求5的显示元件，其中选择导电外壳的厚度以产生有色粒子。

7. 根据前述任一权利要求的显示元件，其中介电涂层是聚合物，聚合电解质，含氟聚合物，自装配单层（SAM）或无机外壳。

8. 根据权利要求7的显示元件，其中自装配单层包括具有结合到导电粒子的基团和提供与液体的高接触角的基团的分子。

9. 根据权利要求2至8中任一权利要求的显示元件，其中有色材料的中间层提供在该另一层和导电多孔层之一之间。

10. 根据权利要求9的显示元件，其中中间层的材料包括多个粒子，其提供基本上与上层相同的平均孔尺寸，该液体具有与多个粒子小于 60° 的接触角。

11. 根据前述任一权利要求的显示元件，其中每层具有大于 30nm 且小于 $2\mu\text{m}$ 的孔尺寸。

12. 根据权利要求2至11中任一权利要求的显示元件，其中导电液体和该另一层的材料具有基本上相同的折射率。

13. 根据前述任一权利要求的显示元件，其中导电液体通过将离子添加到溶剂中产生。

14. 根据权利要求 1 至 12 中任一权利要求的显示元件，其中导电液体是离子性液体。

15. 根据前述任一权利要求的显示元件，其中导电液体是染料或颜料以提供有色液体。

16. 根据权利要求 2 至 15 中任一权利要求的显示元件，其中该另一层包括光子晶体结构。

17. 一种包括至少一个前述任一权利要求的显示元件的装置，其包括将每个元件连接到电路以产生矩阵显示器的装置。

18. 一种包括权利要求 1 至 16 中任一权利要求的至少一个显示元件的装置，每层的材料涂敷到支撑材料上。

19. 根据权利要求 18 的装置，其中每个元件被周围密封。

电润湿显示元件

技术领域

本发明涉及显示元件领域，特别是无源显示元件领域。

背景技术

许多公司正在积极地寻求产生一种可以利用卷装进出式 (roll-to-roll) 涂敷技术容易制造的显示元件。这些显示元件可以是有源的即发射光的，例如 LED, OLED, PLED, EL, 或者是无源的即影响光的通过，反射或折射，例如 LCD, CLC, 电子墨水等。一些无源系统是双稳态，以便它们可以切换并且在电源去除后仍保持已切换状态。以前公开的大多数构形可以容易地适合于彩色功能性。

在现有技术中已知多种电润湿显示元件。

US6473492 公开了一种在毛细管内重新排列流体的流体元件装置。使用电压以将毛细管内的流体移动到所需水平。US2002/0080920 公开了一种利用基于用于 X 射线成像设备的 US6473492 的元件阵列的滤光装置。US2003/0085850 公开了一种改变弯月面形状以便装置的焦距改变的静电装置。

US6449081 描述了一种基于电润湿现象的聚焦元件。WO02/002099527 描述了一种具有限定棱镜结构的显示元件，该结构包含两种不混溶流体和电极以便流体可以在单元内重新排列。

发明内容

在基于液体重新排列的显示元件中，确保液体通过毛细作用力收集是有利的。这通过使元件小来实现。从而现有技术不容易满足大像素面积的要求。此外，现有技术描述了一种必须要求微制造的结构，从而不能变换到卷装进出式制造的相对复杂的构造方法。

本发明的目的是提供一种基于以前没有考虑的机构组合的新的双稳态装置。这类装置可适合于通过下面所述的用于单彩色元件的颜色使用。该显示元件实质上具有电容性，从而具有低功耗并且通过低电压切换。该元件改变其表面的反射率。

根据本发明，提供一种包括至少两个导电多孔层和导电液体的显示元件，该导电多孔层包括多个连接的通过介电和疏液涂层与导电液体绝缘的导电粒子，和分别连接加在至少两个多孔层和液体上的电压的装置，以便在电压顺序施加到每个导电层时该液体从一个位置移动到另一个位置，在电压的交替顺序施加时液体仅返回到原始位置。

相邻于至少两个导电多孔层优选提供至少一个另一层，液体具有与该另一层的材料小于 60° 的接触角，该另一层的厚度大于每个导电多孔层的厚度但小于两个导电多孔层的组合厚度。

本发明进一步提供一种包括如上所述至少一个显示元件的装置，其包括将每个元件连接到电路以产生矩阵显示器的装置。

因为元件的随机结构，因此本发明在大面积方面的制造是简单的，并且可以经由辊-辊技术制造。它实现通过毛细作用收集小的液体元件的要求。然而，元件的切换时间不被其面积所限制。经由适当图案化的无源或有源矩阵型底板，其寻址和驱动也是简单的。

元件的双稳态特性允许装置保持在一个状态直到提供电源以将元件切换到另一状态。

附图说明

现在参考所附附图描述本发明，其中：

图 1 是根据本发明的元件的示意图；

图 2 说明了元件的切换；

图 3 是根据本发明另一元件的示意图；

图 4 是根据本发明又一元件的示意图；

图 5 说明了元件内粒子的芯外壳排列；和

图 6 是包括中间层的元件的示意图。

具体实施方式

图 1 是根据本发明的显示元件的示意图。本发明涉及一种无源显示元件。

在说明书和权利要求中，术语“上”限定一侧，从该侧观察元件。术语“下”限定与上侧相对的侧。术语上和下无论如何不作为限制根据本发明的元件的取向。

图 1 中说明的元件基于四层多孔系统。层 6, 8, 10 和 12 一个在另一个之上定位, 层 6 位于顶部。在每层之间设置连接到液体的导体 14。该导体可以包括金属丝。另外的导体 20 和 22 设置成分别与层 8 和层 10 连接。该元件通过上基底 24 和下基底 26 密封。基底可以是柔性和导电的。上基底必须由透明材料构成。

上层 6 包括多个粒子 28 例如氧化硅。本领域技术人员应当理解, 氧化硅仅是可以使用的材料的一个例子。任何其他亲液材料可以使用, 只要其可以与使用的液体的折射率匹配。粒子尺寸为约 30nm 至 2 μm 。

液体 18 存在于上层 6 的孔隙空间中。液体可以是水, 但是本领域技术人员应当理解, 液体是水不是必需的。然而液体必须是导电的。导电液体可以通过将离子添加到溶剂中产生。可替换地, 导电液体可以是离子液体。上层 6 中粒子 28 的折射率应当基本上与液体 18 的折射率相同。粒子 28 的尺寸应当是光波长的基本上的一部分, 例如 200nm。由于液体的折射率基本上类似于粒子的折射率, 因此上层实际上是不可见的。

层 8 包括多个粒子 30。粒子 30 应当类似于上层 6 中粒子 28 的尺寸或小于其尺寸。粒子可以着色以提供有色的像素, 或者它们可以是黑色的以提供黑色像素。可替换地, 有色或黑色粒子的中间层 50 可以设置在上层 6 和层 8 之间。该实施例在图 6 中示意说明。该中间层的粒子在材料、尺寸、形状等方面与上层 6 的粒子具有基本上相同的特性, 除了它们是有色的。如果使用该中间层, 由于层 8 的粒子是不可见的, 因此它们是什么颜色无所谓。进一步的选择是使用有色的液体 18。液体可以通过染料或颜料的添加而着色。导体 20 与层 8 连接。

液体 18 与粒子 30 具有大于 90° 的接触角。粒子 30 是导电的。粒子可以是固体金属粒子或者仅其外壳是导电的。如果粒子具有外壳, 则可以选择外壳的厚度以产生特殊的有色粒子。该解释可以在 Zhongjie Jiang and Chun-yan Liu, J.Phys. Chem B 2003, 107, 12411-12415, "Seed-mediated Growth Techniques for the Preparation of a Silver Nanoshell on a Silica Sphere" 中找到。

无论使用哪种类型的粒子, 它们都应当覆盖有具有低接触角磁滞的疏液材料的薄层或涂层 24。疏液材料应当是绝缘体。适当的粒子是

导电银粒子，用疏液和介电疏醇包住该粒子。本领域技术人员应当理解，这仅为一个例子，本发明中可以使用任何导电材料和疏液介电涂层。图 5 说明了粒子的可能芯外壳布置。芯 26 可以是便宜的绝缘粒子例如氧化硅。金属外壳 36 密封每个芯 26。疏液材料层 24 围绕带壳粒子。层 24 可以由例如聚合物构成。可以使用的其他材料包括聚合电解质，含氟聚合物，自装配单层，SAM，或无机外壳。然而，本发明不限于这些材料。层 6 中粒子 30 的金属成分应当被连接，疏液涂层 24 完全密封该结构。

层 10 包括多个粒子 32。粒子 32 基本上与层 8 中的粒子 30 相同。液体 18 与粒子 32 具有大于 90° 的接触角。粒子与该疏液材料薄涂层导电，如上所述。导体 22 与层 10 连接。

最下层 12 包括多个粒子 34。该粒子可以包括任何亲液材料。在与液体的接触角、尺寸等方面，该粒子应当基本上与层 6 中的粒子类似。粒子尺寸为约 30nm 至 $2\mu\text{m}$ 。

液体 18 的体积必须大于或等于上层 6 中或下层 12 中可利用的体积。可利用的体积因此是厚度 $\times$ 面积 $\times$ 孔隙度。层 6, 8, 10 和 12 的“多孔厚度 (porous thickness)”可以通过它们实际的 (机械) 厚度乘以材料的孔隙度来确定。本申请的说明书和权利要求中使用的术语“厚度”应当解释为如上所限定的“多孔厚度”。

每层 8, 10 具有小于层 6 或 12 的厚度。然而，层 8 和 10 的组合厚度大于层 6 或 12 单独的厚度。

如上所述，液体 18 与层 8 中的粒子 30 具有大于 90° 的接触角。因此，层 8 中的毛细管压力使得没有液体 18 从上层 6 进入层 8。从而，没有电压施加到元件时，液体 18 存在于上层 6 中。由于液体 18 和粒子 28 具有相似的折射率，因此上层 6 将呈现基本上透明或半透明。层 8 中的粒子 30 散射光。因此，层 8 中粒子 30 的颜色可以看见。在包括中间层的本发明的实施例中，如图 6 所示，形成中间层的粒子的颜色可以看见。

图 2 说明了当电压施加到元件时所发生的情况。施加的电压约 2 V，设想最大 20V。

电压施加在液体 18 和导体 20 之间。称为“电润湿”的作用然后产生效果。电润湿在 Blake et al, Langmuir 2000, 16, 2928-2935 中进行

了解释。电润湿作用减小了液体 18 与层 8 的接触角。通常的电润湿等式可以使用

$$\cos(\theta) = \cos(\theta_0) + \frac{\varepsilon\varepsilon_0 V^2}{2d\gamma}$$

其中 θ 是电压存在时的接触角， θ_0 是没有电压时的接触角， V 是电压， ε 是疏液层的介电常数， ε_0 是自由空间的介电常数， γ 是液体表面张力， d 是疏液层的厚度。孔隙系统内的毛细管压力 ΔP 可以限定为

$$\Delta P = \frac{\gamma \cos(\theta)}{\alpha}$$

其中 α 是多孔结构内的平均孔半径。如果我们将上层 6 定义为 A，层 8 定义为 B，层 10 定义为 C 以及层 12 定义为 D，那么：

如果 $\Delta P_A < \Delta P_B$ ，液体从上层 6 移动到层 8

如果 $\Delta P_A < \Delta P_B < \Delta P_C$ ，液体从层 8 移动到 10

如果 $\Delta P_B < \Delta P_C < \Delta P_D$ ，液体从层 10 移动到 12

本领域技术人员应当理解，反转毛细管压力则沿相反方向移动液体。

$V=0$ 时， ΔP_A 是正的， ΔP_B 是负的。因此毛细管压力对于液体 18 从层 6 移动到层 8 中是不利的。当施加足够的电压时， ΔP_B 增加直到它大于 ΔP_A ，在该点处液体 18 将移动到层 8 中。

当液体弯月面的前面到达层 8 和 10 之间的界面时，它将停止，因为层 10 仍然是疏液的。高于经由导体 20 施加的电压然后施加在液体 18 和导体 22 之间。经由导体 20 施加的电压可以在该点处减小。层 10 反过来变成亲液的，层 8 和 10 中毛细管压力的差现在使液体 18 进一步向下移动。液体 18 从上层 6 中退出。现在基本上液体为空的上层将很强地散射光并呈现为白色。当前弯月面到达层 10 和 12 的界面时，液体停止。随后电压从导体 20 和 22 中去除时，层 8 和 10 中的毛细管压力再次改变，液体 18 从而拉进层 12 中，液化将保持在其中。从而可以看出，元件是双稳态的。当电压去除时，元件仍然呈现白色。

为了返回到原始颜色，使施加在液体和导体 20 和 22 之间的电压反向。

电压首先施加在液体和导体 22 之间。层 10 变成亲液的，液体 18 和粒子 32 之间的接触角下降。液体 18 因此从层 12 拉进层 10 中。当液

体通过层 10 并到达与层 8 的界面时, 大的电压施加在液体和导体 20 之间, 施加到液体和导体 22 之间的电压减小。经由导体 22 和 20 施加的电压的差将层 8 中的毛细管压力改变为层 10 中的毛细管压力, 液体向上拉进层 8 中。在该点处, 所有的液体 18 离开层 12。弯月面的前面将在层 6 和 8 的界面处。提供给导体 20 和 22 的电压去除时, 液体将拉进上层 6 中。一旦液体完全填充层 6, 元件将再次呈现其原始颜色。

图 3 说明了根据本发明第二实施例的元件。

图 3 所示的元件基于三层多孔系统。

本实施例在许多方面与图 1 所示类似。三层粒子基本上与图 1 所示的层 6, 8 和 10 相同, 因此将其标记为相同。在每层之间, 提供与液体连接的导体 14。该导体可以包括金属丝。导体 20 和 22 与层 8 和 10 连接, 如上所述。绝缘层 16 定位在最下层 12 下方。元件通过上基底 24 和下基底 26 密封。上基底必须由透明材料构成。

每层 8, 10 具有小于层 6 的厚度。然而, 层 8 和 10 的组合厚度大于层 6 单独的厚度。

该元件以基本上与图 1 所示元件相同的方式工作。

没有电压施加时, 液体保持在上层 6 中。上层因此实际上是不可见的, 如上所述。因此层 8 中粒子的颜色或中间层的颜色(如果提供的话)是可见的, 如关于图 1 所示的实施例所述。当电压施加在液体和导体 20 之间时, 电润湿作用使液体与层 8 的接触角减小。液体因此开始拉进层 8 中, 前弯月面到达层 8 和 10 之间的界面。在更高的电压施加在液体和导体 22 之间时, 层 10 反过来变成亲液的, 层 8 和 10 中毛细管压力的差现在使液体 18 进一步向下拉动。所有液体从层 6 中退出, 在层 8 和 10 中停下来, 主要在层 10 中。如上所述, 液体 18 从层 6 的去除影响该层中的光学变化。

在电压从导体 20 和 22 中去除时, 层 8 和 10 返回成为疏液的。然而, 当液体的弯月面不在层 6 和 8 的界面时液体不从层 8 和 10 中移动, 毛细管压力在层 8 和 10 中平衡。从而可以看出, 图 3 所示的元件是双稳态的。

为了返回到原始颜色, 在液体和导体 20 之间施加电压。由于层 8 和 10 中现在发现的毛细管压力的差别, 液体 18 上升直到弯月面到达层 6 和 8 的界面。当电压然后断开时, 层 6 和 8 中毛细管压力的差使液

体上升到层 6 中。一旦液体完全填充层 6，元件再次呈现其原始颜色。

在图 1 和 2 所示的实施例中，上层 6 可以可替换地包括光子晶体结构，例如蛋白石或逆蛋白石（reverse opal），而不是随意的多孔结构。晶体结构作为衍射光栅并且仅反射特定波长的光。当晶体结构中的间隙充满液体时，层的光子特性去除，层变成透明或半透明的。然后看见来自下层的颜色。当液体从层中排出时，然而，层在由光子晶体的结构和空间尺寸所限定的波长处很强地反射。

图 4 说明了根据本发明第三实施例的元件。

图 4 所示的元件基于两层多孔系统。两层粒子基本上与图 1 所示的层 8 和 10 相同，因此将其标记为相同。

如上所述，两层 8 和 10 包括多个导电粒子。粒子可以是固体金属粒子或者仅其外壳是导电的。无论使用哪种类型的粒子，它们都必须覆盖有疏液电绝缘材料的薄层，如上所述。粒子尺寸和粒子组分应当在每层 8 和 10 中相同。每层 8 和 10 的多孔体积和孔尺寸应当相同。层具有相同的厚度。

在每层 8 和 10 的侧面处，分别设置两个电极 38 和 40。电极允许电压施加到每层中的粒子。绝缘基底 42 和 44 设置在元件的顶部和底部。基底 42 必须是透明的。这些基底密封元件。

当元件导电时，通过静电将液体 46 用力推入层 8。这通过在层和液体之间施加电压实现，因此当粒子表面上的液体接触角减小时增加毛细管压力。当吸入到层中的液体体积与层 8 的孔中可利用体积相同时，数设上透明基底，由此密封元件。

在电压去除时，液体 46 仍然保持在层 8 中。如果液体是有色的，则可以看见该液体是有色的。优选使用有色液体。这给出了“开”和“关”状态之间的最大光学对比度。在电压经由电极 40 施加在层 10 和液体之间时，层变成亲液的，层 8 和 10 之间毛细管压力的差使液体 46 拉进层 10 中。一旦液体完全吸入到层 10 中，电压断开。在电压去除后，液体将保持在层 10 中，因为在层 8 和 10 中的毛细管压力没有差别。从而可以看出，图 4 所示的元件是双稳态的。利用层 10 中的液体，如果从上层进行观察，元件将显示层 8 中粒子的颜色。如果下基底 44 是透明的，通过下基底 44 观察元件，则液体的颜色可以看见。从而逆象从元件的任一端是可见的。

为了返回到原始颜色，电压经由电极 38 施加到层 8。层 8 从而变成亲液的，层 8 和 10 之间的毛细管压力的差使液体 46 拉进层 8 中，将其返回到原始颜色。

元件可以利用涂敷技术制造。首先包括电极图案的基底通过例如印刷制备。随后，涂敷处理，使用多次单层涂敷或一个或多个多层涂敷来敷设多孔层。选择的涂敷处理可以是未测量的或者优选是预先测量的。涂敷领域中众所周知通过单个或多层涂敷处理制造多孔粒子层。该层然后被干燥。液体然后可以被涂敷，并且由于顶层是亲液的，因此液体将填充上层而不会渗透下层。最终的密封层然后通过涂敷或通过层压设置，并包含电极以连接到液体层。

矩阵或多个元件可以装配以形成显示装置。

显示装置的元件被周围密封以便密封液体并防止水分进入和液体损失。

本发明已经参考优选实施例进行了详细描述。本领域技术人员应当理解，多种变化和变形可以落在本发明的范围内。

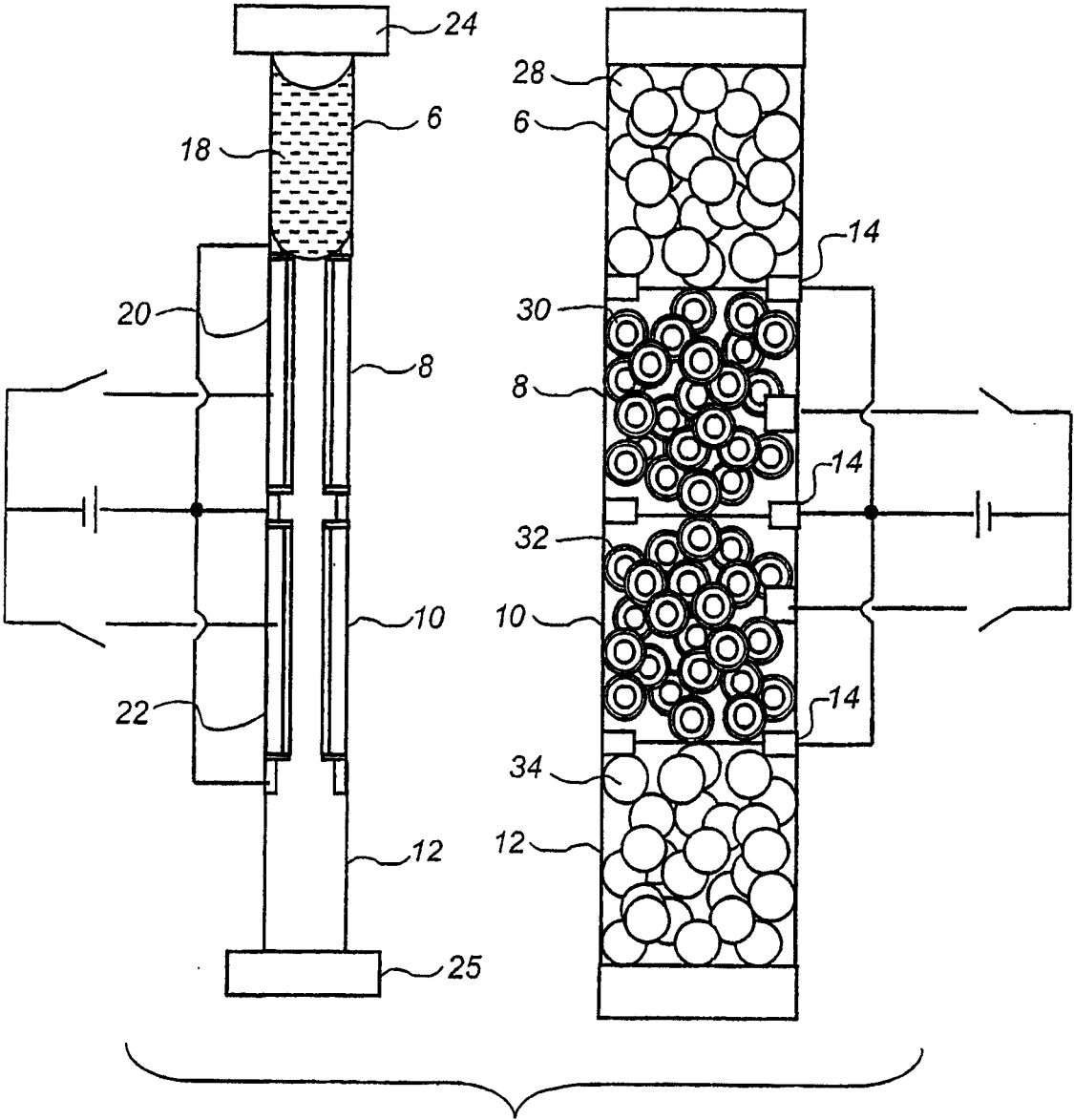


图 1

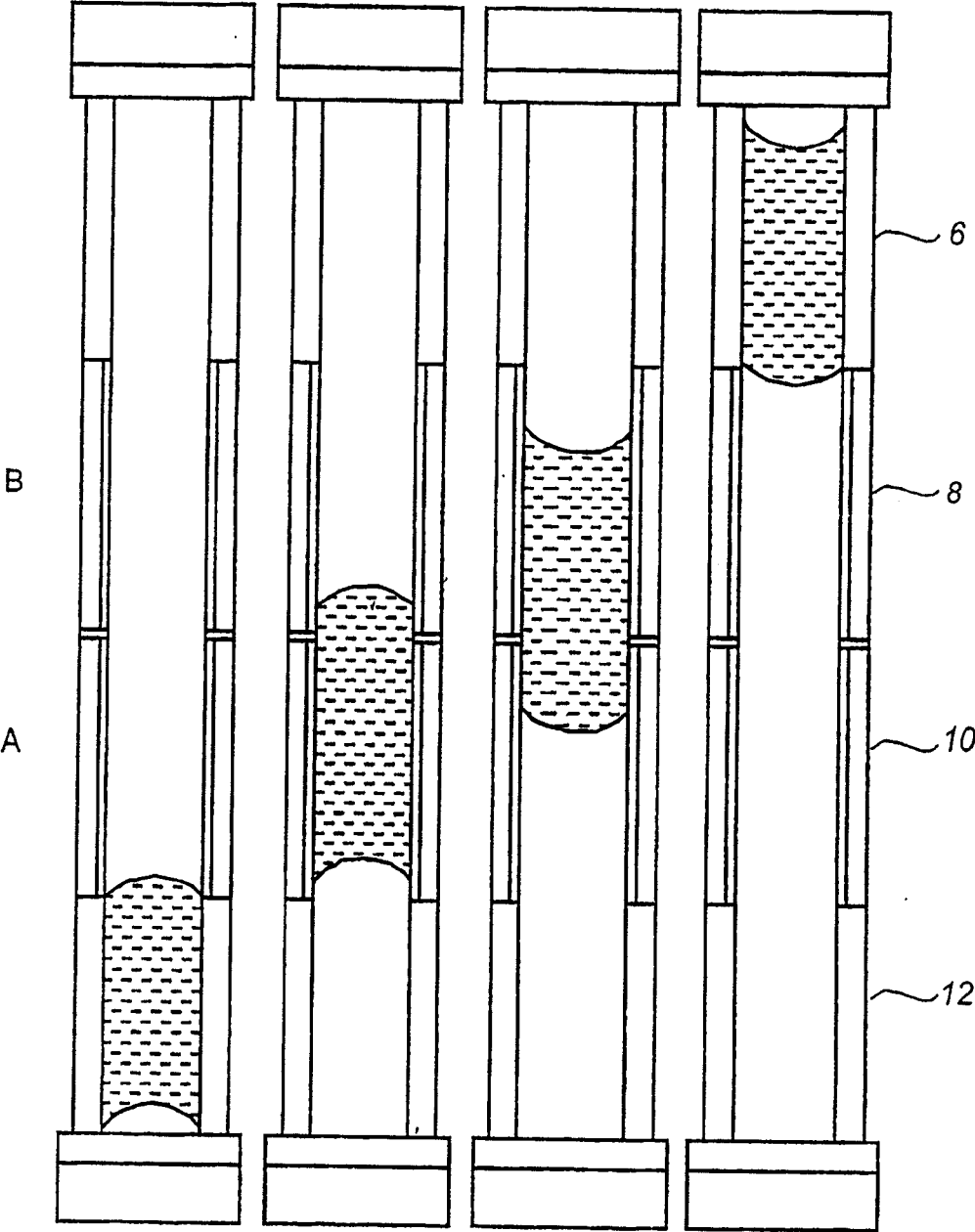


图 2

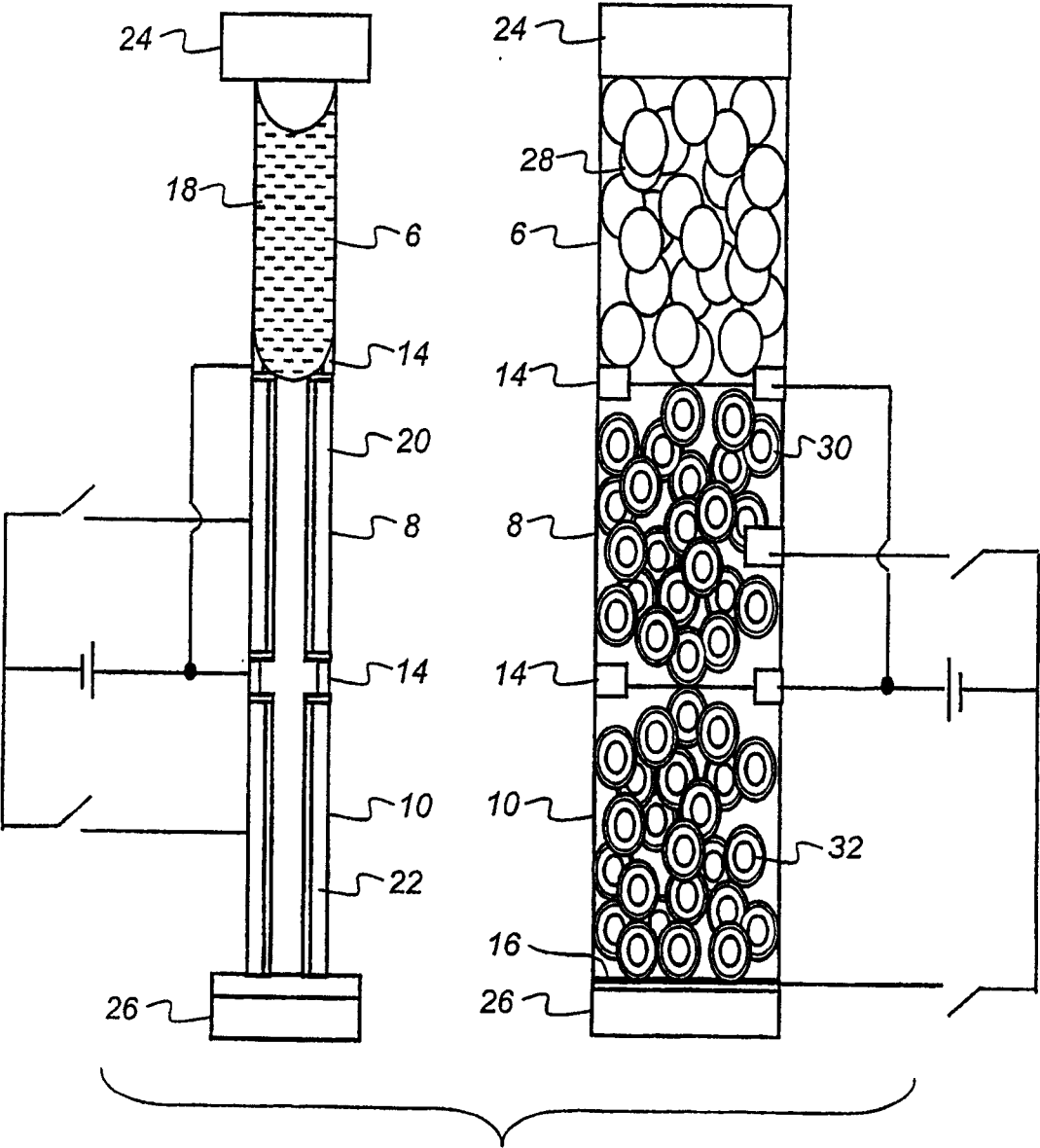


图 3

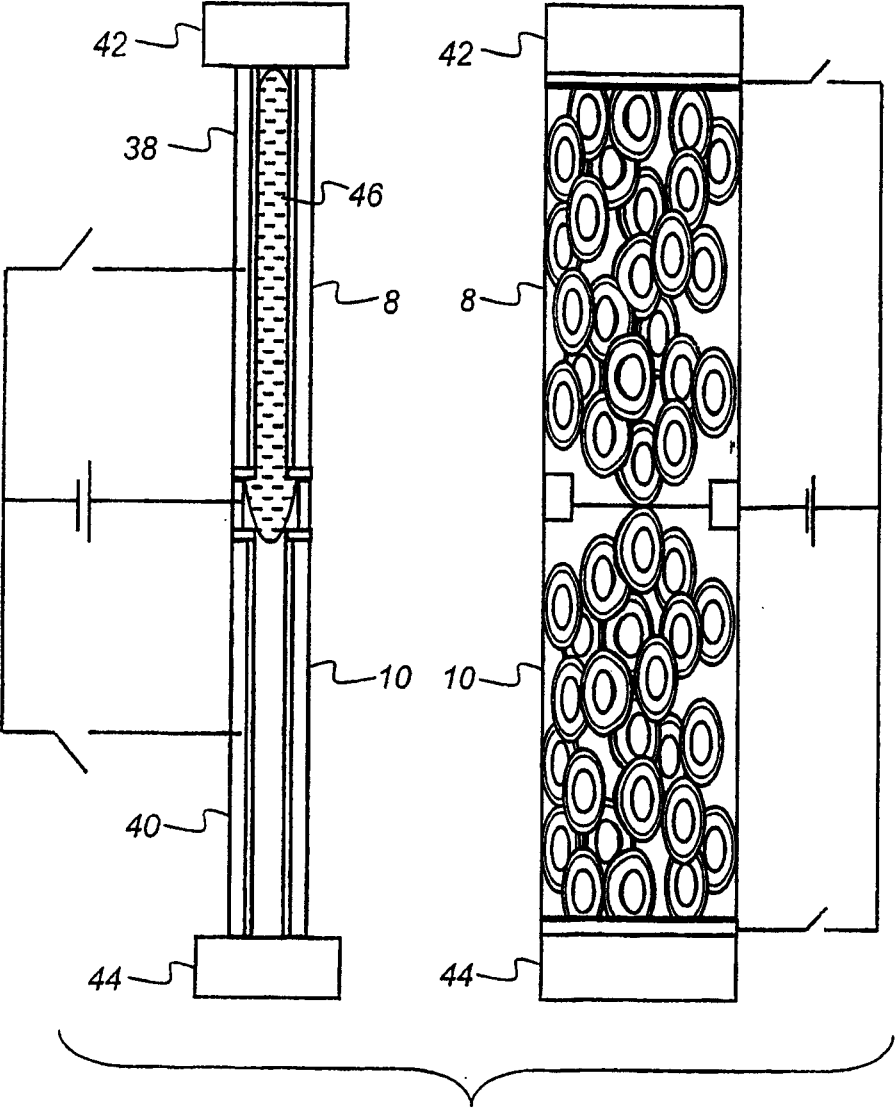


图 4

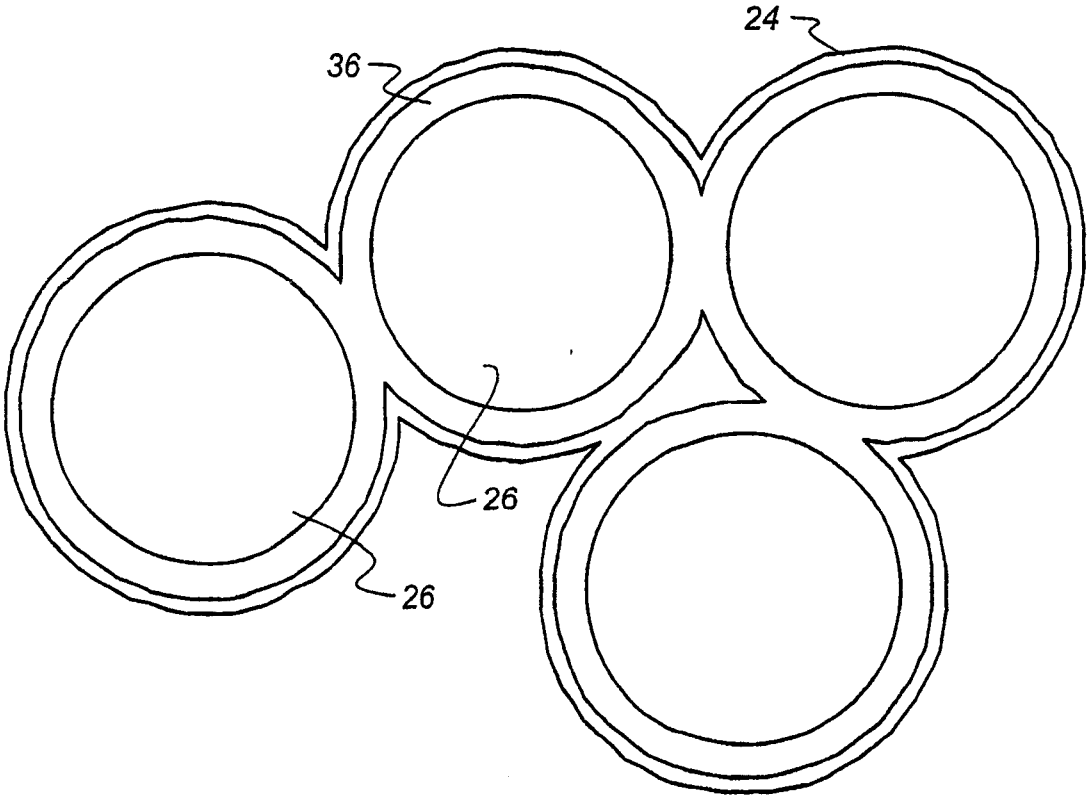


图 5

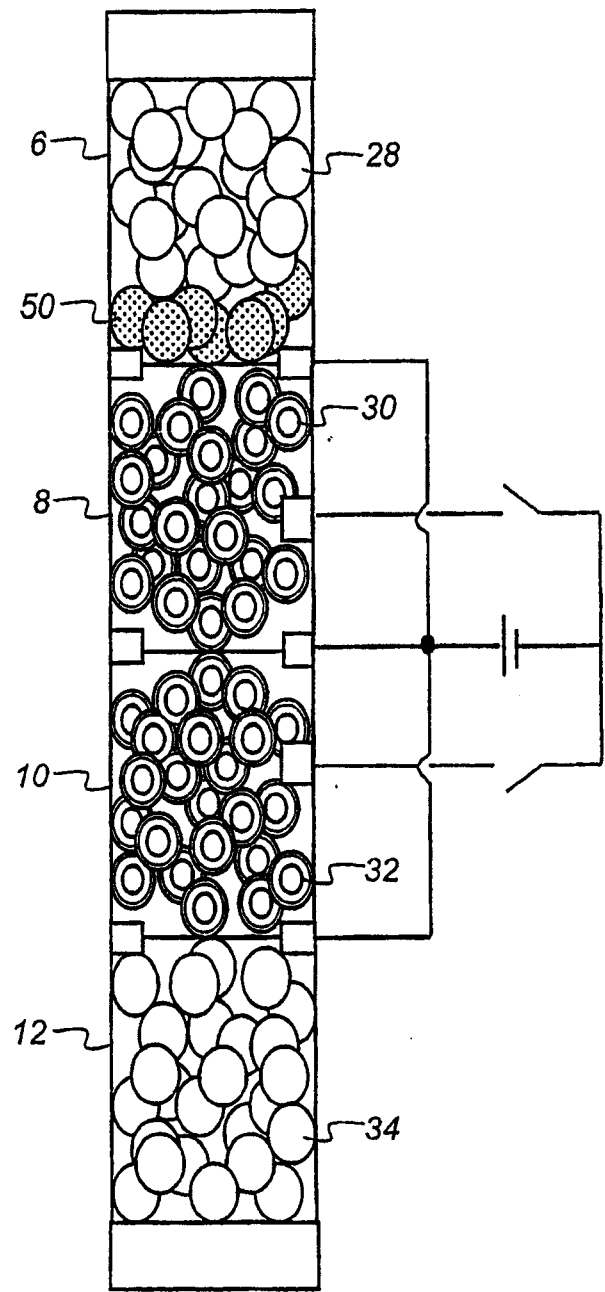


图 6