

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580010235.8

[51] Int. Cl.

G02B 26/02 (2006.01)

G09F 9/37 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 100412606C

[22] 申请日 2005.3.22

[21] 申请号 200580010235.8

[30] 优先权

[32] 2004.4.2 [33] GB [31] 0407643.6

[86] 国际申请 PCT/GB2005/001063 2005.3.22

[87] 国际公布 WO2005/096066 英 2005.10.13

[85] 进入国家阶段日期 2006.9.29

[73] 专利权人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 A·克拉克

[56] 参考文献

US2002/0167714A1 2002.11.14

US6473492B2 2002.10.29

EP0884714A2 1998.12.16

US6449081B1 2002.9.10

CN1241265A 2000.1.12

US4488785 1984.12.18

US4419663 1983.12.6

审查员 魏会敏

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 邹雪梅

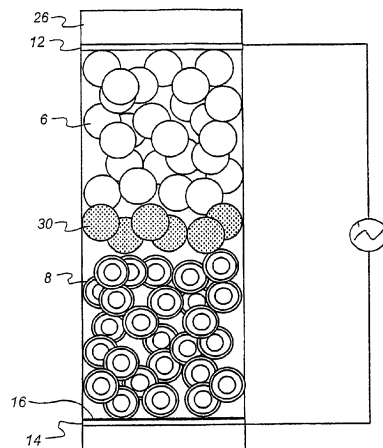
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称

电润湿显示元件

[57] 摘要

一种显示元件，包含至少两个多孔层，导电液体驻留于上层中，所述液体具有小于约 60° 的与上层材料的接触角，下层材料是导电的并且利用电介质覆盖物使之与液体隔离，液体具有大于约 90° 的与下层材料的接触角，据此在下层和液体之间施加电压时，液体从上层流入到下层中，从而在上层中实现光学变化。



1. 一种显示元件，所述显示元件包含至少两个多孔层，导电液体驻留于所述至少两个多孔层的上层中，所述导电液体具有小于 60° 的与所述上层的材料的接触角，所述至少两个多孔层的下层的材料是导电的并且利用电介质覆盖物与所述导电液体隔离，所述导电液体具有大于 90° 的与所述下层的材料的接触角，据此在所述下层和所述导电液体之间施加电压时，所述导电液体从所述上层流入到所述下层中，从而在所述上层中实现光学变化。

2. 如权利要求1所述的元件，其中所述上层包含多个粒子。

3. 如权利要求1所述的元件，其中所述下层包含多个覆盖有电介质层的导电粒子。

4. 如权利要求3所述的元件，其中所述导电粒子是金属性的。

5. 如权利要求3所述的元件，其中所述导电粒子是覆盖有导电壳的有机或无机粒子。

6. 如权利要求5所述的元件，其中所述导电壳的厚度被选择以生成有色的粒子。

7. 如权利要求1所述的元件，其中所述电介质覆盖物是聚合体、聚合电解质、含氟聚合物、自组装单层膜或无机壳。

8. 如权利要求7所述的元件，其中所述下层包含多个覆盖有电介质层的导电粒子并且所述自组装单层膜包含分子，所述分子具有结合至所述导电粒子的基团以及提供所述大于 90° 的与所述导电液体的接触角的基团。

9. 如权利要求1所述的元件，其中在所述上层和所述下层之间设置了有色材料的中间层。

10. 如权利要求9所述的元件，其中所述中间层的材料包含多个粒子，所述多个粒子提供了与所述上层的平均孔隙大小基本相同的平均孔隙大小，所述导电液体具有小于 60° 的与所述多个粒子的接触角。

11. 如权利要求 1 所述的元件, 其中各层具有大于 30nm 并小于 2 μ m 的孔隙大小。

12. 如权利要求 1 所述的元件, 其中所述导电液体和所述上层的材料具有基本相同的折射指数。

13. 如权利要求 1 所述的元件, 其中所述导电液体通过向溶剂内添加离子来生成。

14. 如权利要求 1 所述的元件, 其中所述导电液体是离子液体。

15. 如权利要求 1 所述的元件, 其中所述导电液体包含染料或色素以提供有色的液体。

16. 如权利要求 1 所述的元件, 其中所述上层包含光子晶体结构。

17. 一种包含至少一个如权利要求 1 所述的显示元件的装置, 所述装置包括用于将每个元件连接到电路以生成矩阵显示器的机构。

18. 一种包含至少一个如权利要求 1 所述的显示元件的装置, 每一层的材料被涂在支持材料上。

19. 如权利要求18所述的装置, 其中每个元件都是相对环境密封的。

电润湿显示元件

技术领域

本发明涉及显示元件领域，具体涉及无源显示元件领域。

背景技术

许多公司都在积极尝试创造一种利用滚动式涂敷技术可以很容易制造的显示元件。这些显示元件可以是有源的，即可以发光（比如LED、OLED、PLED、EL），或者是无源的，即可以影响光的通过、反射或折射（比如LCD、CLC、e-墨水等）。某些无源系统是双稳态的，以使它们可以被切换并在移去电源之后保持切换。以前公开的大部分配置都可容易地适用于彩色功能性。

在现有技术中各种电润湿显示元件是已知的。

US6473492 公开了一种在毛细管内重排流体的流体元件装置。电压用被来使毛细管内的流体移动到所期望的平面上。US2002/0080920 公开了一种供与X射线成像设备一起使用的、利用基于US6473492的元件阵列的滤波器装置。US2003/0085850 公开了一种静电装置，该装置可改变凹凸透镜的形状以使装置的焦距改变。

US6449081 描述了一种基于电润湿现象的调焦元件。W02/002099527 描述了一种具有已定义的棱镜结构的显示元件，所述已定义的棱镜结构包含两种不相混溶的流体和电极，以使流体可以利用单元（cell）被重新排列。

在基于液体重排的显示元件中，保证液体被毛细管力俘获是有益的。这可通过使元件变小来实现。因而现有技术没有很容易地解决对大像素面积的需求。而且，现有技术描述的结构必须要求微加工，因而相对复杂的构造方法不能转换为滚动式制造。

本发明的目的是提供一种基于以前未曾设想过的机制的組合的

新装置。这类装置将适用于彩色应用，虽然下文的描述是针对单一色彩元件的。显示元件实质上是电容性的，因而其具有低功耗并且通过低电压进行切换。元件修改了其表面的反射率。

发明内容

按照本发明提供了一种显示元件，该显示元件包含至少两个多孔层，导电液体驻留于上层中，液体具有小于约 60° 的与上层材料的接触角，下层材料是导电的并且利用电介质覆盖物使之与液体隔离，液体具有大于约 90° 的与下层材料的接触角，据此在下层和液体之间施加电压时，液体从上层流入下层，从而在上层中实现光学变化。

本发明还提供一种显示器装置，该显示器装置包含至少一个如上所述的元件，并且包括用于将每个元件连接到电路以生成矩阵显示器的机构。

本发明提供了以下技术方案。

1. 一种显示元件，所述显示元件包含至少两个多孔层，导电液体驻留于所述至少两个多孔层的上层中，所述导电液体具有小于 60° 的与所述上层的材料的接触角，所述至少两个多孔层的下层的材料是导电的并且利用电介质覆盖物与所述导电液体隔离，所述导电液体具有大于 90° 的与所述下层的材料的接触角，据此在所述下层和所述导电液体之间施加电压时，所述导电液体从所述上层流入到所述下层中，从而在所述上层中实现光学变化。

2. 如技术方案 1 所述的元件，其中所述上层包含多个粒子。

3. 如技术方案 1 所述的元件，其中所述下层包含多个覆盖有电介质层的导电粒子。

4. 如技术方案 3 所述的元件，其中所述导电粒子是金属性的。

5. 如技术方案 3 所述的元件，其中所述导电粒子是覆盖有导电壳的有机或无机粒子。

6. 如技术方案 5 所述的元件，其中所述导电壳的厚度被选择以生成有色的粒子。

7. 如技术方案 1 所述的元件, 其中所述电介质覆盖物是聚合物、聚合电解质、含氟聚合物、自组装单层膜或无机壳。

8. 如技术方案 7 所述的元件, 其中所述下层包含多个覆盖有电介质层的导电粒子并且所述自组装单层膜包含分子, 所述分子具有结合至所述导电粒子的基团以及提供所述大于 90° 的与所述导电液体的接触角的基团。

9. 如技术方案 1 所述的元件, 其中在所述上层和所述下层之间设置了有色材料的中间层。

10. 如技术方案 9 所述的元件, 其中所述中间层的材料包含多个粒子, 所述多个粒子提供了与所述上层的平均孔隙大小基本相同的平均孔隙大小, 所述导电液体具有小于 60° 的与所述多个粒子的接触角。

11. 如技术方案 1 所述的元件, 其中各层具有大于 30nm 并小于 $2\mu\text{m}$ 的孔隙大小。

12. 如技术方案 1 所述的元件, 其中所述导电液体和所述上层的材料具有基本相同的折射指数。

13. 如技术方案 1 所述的元件, 其中所述导电液体通过向溶剂内添加离子来生成。

14. 如技术方案 1 所述的元件, 其中所述导电液体是离子液体。

15. 如技术方案 1 所述的元件, 其中所述导电液体包含染料或色素以提供有色的液体。

16. 如技术方案 1 所述的元件, 其中所述上层包含光子晶体结构。

17. 一种包含至少一个如技术方案 1 所述的显示元件的装置, 所述装置包括用于将每个元件连接到电路以生成矩阵显示器的机构。

18. 一种包含至少一个如技术方案 1 所述的显示元件的装置, 每一层的材料被涂在支持材料上。

19. 如技术方案 18 所述的装置, 其中每个元件都是相对环境密封的。

由于元件的随机结构, 本发明易于在大面积上制造, 并且可以借

助于滚动式技术来制造。它满足了通过毛细管来俘获小液体元件的要求。然而，元件的切换时间不受其面积的限制。借助于适当图案化的无源和有源矩阵类型的底板，本发明还易于寻址和驱动。

附图说明

现在参考附图来描述本发明，其中：

图 1 是按照本发明的元件的示意图；

图 2 示出了“开启”状态和“关闭”状态下的元件；

图 3 说明了元件内粒子的核壳布置；

图 4 说明了元件内粒子的不同核壳布置；

图 5 是依照本发明的第二元件的示意图；以及

图 6 是包括中间层的元件的示意图。

具体实施方式

图 1 是按照本发明的显示元件的示意图。本发明涉及无源显示元件。

在整个说明书和权利要求书中，术语“上”定义为由其观看元件的一端。术语“下”定义为与上端相反的一端。术语上和下不是用来限制按照本发明的元件的取向的。

所述元件基于两层多孔系统。在图 1 所示的实施例中，上层 2 和下层 4 被夹在上部导体 12 和下部导体 14 之间。上部导体 12 应该是透明的。导体可同样地由比如金属细丝形成，在这种情况下材料不必是透明的。本领域的技术人员将会了解，导体不必位于元件的顶部和底部。所需要的是电压能够被施加到液体 10 上。导体可位于元件旁边或位于任何其他适当的位置。绝缘层 16 位于下层 4 和下部导体 14 之间。元件被上部衬底 26 和下部衬底 28 封装起来。衬底应该是绝缘的并且是液体不能渗透的。上部衬底必须是透明材料。

上层 2 包含许多粒子 6，如硅石。本领域的技术人员将会了解，硅石只是能够使用的材料的一个例子。能够与所用液体的折射指数相匹配的任何其他亲液材料都可以使用。粒子的大小为 30nm 到 2 微米的量

级。

液体 10 驻留于上层 2 的孔隙中。该液体可以是水，但是本领域的技术人员将会了解，该液体是水并不是必需的。然而，该液体必须是导电的。导电液体可以通过在溶剂内添加离子的方式来生成。另一方面，导电液体还可以是离子液体。

上层 2 中粒子 6 的折射指数应该基本上与液体 10 的折射指数相同。粒子 6 的大小应该是光波长的基本部分，例如 200nm。由于液体的折射指数基本上类似于粒子的折射指数，上层实际上是看不见的。所看见的是下层 4 的颜色。

下层 4 包括许多粒子 8。粒子 8 应该同上层 2 中的粒子 6 大小类似或比其更小。这些粒子可以有色的以提供有色的像素，或者它们可以是黑色的以提供黑色的像素。另一方面，在上层 2 和下层 4 之间还可以设置有色的或黑色粒子的中间层 30。图 6 示出了这样的实施例。这个中间层的粒子除了是有色的以外，它们在与液体 10 的接触角、大小、形状等方面，与上层 2 的粒子具有基本上相同的性质。如果使用这样的中间层，那么下层的粒子是什么颜色并不重要，因为它们是不可见的。另外的选择是使用有色的液体 10。

液体 10 具有大于 90° 的与粒子 8 的接触角。粒子 8 是导电的。该粒子可以是实心的金属粒子或者只是其中的壳可以是导电的。如果粒子具有壳，则能够选择壳的厚度以生成特定颜色的粒子。对此的解释可以在“Seed-mediated Growth Techniques for the Preparation of a Silver Nanoshell on a Silica Sphere”，Zhong-jie Jiang and Chun-yan Liu, J. Phys. Chem B 2003, 107, 12411-12415 中找到。无论使用哪种类型的粒子，它们都应该被电绝缘的薄层或具有低接触角滞后的疏液材料的覆盖物 24 所覆盖。适当的粒子将是用疏液和电介质疏醇包住的导电银粒子。本领域的技术人员将会了解，这只是一个例子并且在本发明的范围内能够使用任何导电材料和疏液覆盖物。图 3 和 4 说明了粒子可能的核壳布置。核 20 可以是廉价的绝缘粒子，

如硅石。金属壳 22 封装了每个核 20。疏液材料层 24 包围着带壳的粒子。层 24 可以由比如聚合体制成。可以使用的其他材料包括聚合电解质、含氟聚合物、自组装单层膜 (SAM) 或无机壳。然而, 不认为本发明受限于这些材料。对于直流操作, 应该连接下层 4 中粒子 8 的金属核 20, 并且疏液的电绝缘覆盖物 24 完全封装了该结构。对于直流操作, 层 4 的所有粒子核需要连接到导体 14。对于交流操作, 粒子能够被疏液的和电绝缘的壳单独封装。图 3 中说明的结构将对交流和直流操作都起作用。

液体 10 具有与下层粒子 8 的高超前接触角。因此毛细管压力使得没有液体 10 将从上层流入下层。由于下层 4 是疏液的, 液体将留在上层 2 中。因此, 在没有电压施加到导体 12、14 和液体之间的情况下, 液体 10 驻留在上层 2 中。由于液体 10 和粒子 6 具有类似的折射指数, 上层实际上将显现为透明的或半透明的。下层 4 的粒子 8 使光散射。因此, 能够看见下层中粒子的颜色。参见图 6, 在包括中间层的本发明的实施例中, 将看见形成中间层的粒子的颜色。在液体和导体 12、14 之间施加电压时, 被称为“电润湿”的效应发挥作用。在 Blake 等人的 Langmuir 2000, 16, 2928-2935 中对电润湿进行了解释。所施加的电压约为 1 伏的量级, 所设想的最大值为 20V。

所施加的电压引起电润湿效应, 其可减小液体 10 与下层 4 的接触角。通常的电润湿方程可使用:

$$\cos(\theta) = \cos(\theta_0) + \frac{\epsilon\epsilon_0 V^2}{2d\gamma}$$

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, 以及 d 是疏液层的厚度。在孔隙系统中毛细管压力 ΔP 可定义为:

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

其中, α 是多孔结构中的平均孔隙半径。如果我们定义上层为 A 以及下层为 B, 则

如果 $\Delta P_A < \Delta P_B$ ，则液体从上层流向下层

以及如果 $\Delta P_A > \Delta P_B$ ，则从下层流向上层

对于疏液底层和疏液顶层以及 $V=0$ 的情况， ΔP_A 为正值， ΔP_B 为负值。因此毛细管压力不利于液体10流入到下层4中。当施加了足够的电压时， ΔP_B 增加直到其大于 ΔP_A ，此时液体10将流入到下层4中。上层2（现在多半缺少液体10）将强烈地散射光并显现为白色。当随后除去电压时， ΔP_B 将下降，并假设其下降到小于上层2的 ΔP_A ，则液体10将流回到上层中。注意，重要的是上层永远都不会完全变空，虽然在施加电压时系统是自限制的以使得这种情况不会轻易发生。

图5说明了本发明的第二实施例。在该实施例中，上层2是光子晶体（例如蛋白石或反蛋白石）结构18，而不是随机的多孔结构。光子晶体结构是非常规则的，并且粒子的大小为光波长量级。晶体结构用作衍射光栅并且只反射特定波长的光，即特定颜色。当晶体结构中的缝隙充满液体10时，层2的光子特性被去除并且如上所述该层变为透明或半透明。于是看到下层4的颜色。然而，当液体10从上层2中排出时，按照上述同样的方式，光子层以晶体结构的对称性和间距尺寸所限定的波长强烈反射。因此，上层2现在反射由光子晶体的大小所限定的颜色。于是能够制成有色的元件。

下面运行的例子论证了本发明的原理。

基电极（下部导体）通过聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）基上的氧化铟锡（ITO）涂层来构成。这被用于提供和切成适当大小的片。ITO层面朝上并设置了导电表面，在该导电表面上可构建多孔显示器装置。

ITO基被浸渍并用含氟聚合物（产自Cytonix公司的Fluoropel 804A）进行涂敷（3-4层），其相当于疏水电介质层。该层的厚度近似为 $3\mu\text{m}$ 。

下部多孔层包含 200nm 直径的银粒子，它们被涂敷在十八烷基硫醇层上。在硝酸银和硼氢化钠的还原反应时沉淀银粒子。沉淀之后立即添加十八烷基硫醇。十八烷基硫醇为银粒子提供了疏水和电绝缘的

涂层。

当利用置于表面的一滴 20g/l 的 NaCl 溶液来测量电容时，由此产生的涂层表示了电容随电压（2V 交流峰-峰值）的阶跃变化。这表明液滴被来回牵引出入下部多孔网络。

上部多孔层被涂在涂有银粒子的硫醇之上。上层中的粒子是涂有硅胶粒子的聚苯乙烯液珠。参见 US5455320 和 US 5750328。这些粒子的直径为 650nm。上层由配制有大约 25%的固体、0.1%的 Zonyl FSN 和 0.1%的凝胶的含水系统来涂敷。

上层粒子的折射指数高于水的折射指数。所以为了提高折射指数，在装置中使用 80%的甘油溶液（20g/l NaCl）作为液体。论证切换系统。利用液体使上层粒子完全润湿，并除去任何过剩的液体。在这个阶段装置具有灰色的外观。然后将一根针放到上表面上，并且又将其连接到交流电源。当交流电压被施加到系统上时，针尖周围的区域变为白色。这表明该区域内的液体被牵引到了下层中并且装置已经切换。当去除所施加的电压时，该区域变回为其最初的灰色。

可利用涂敷技术来制造元件。最初通过比如印刷的手段来制备包含有电极图案的衬底。然后利用涂敷过程（或为多次单层涂敷或为一次或多次多层涂敷）来敷设多孔层。所选择的涂敷过程可以是未被测量的或者优选地为预先测量过的。通过单层或多层涂敷过程来制造多孔颗粒层在涂敷领域是公知的。接着使该层变干。而后可涂上液体 10 并且由于上层是亲液的，该液体将填充上层而不会渗透到下层。然后，最终的封装层通过涂敷或层压来设置，并且最终的封装层将包含电极以连接到液体层。

能够装配元件矩阵或许多元件以构成显示器装置。

为了封装液体并防止湿气进入和液体损失，显示器装置的元件将是相对环境密封的。

参考其中的优选实施例已经对本发明进行了详细的描述。本领域的技术人员将会了解，在本发明的范围内可进行变更和修改。

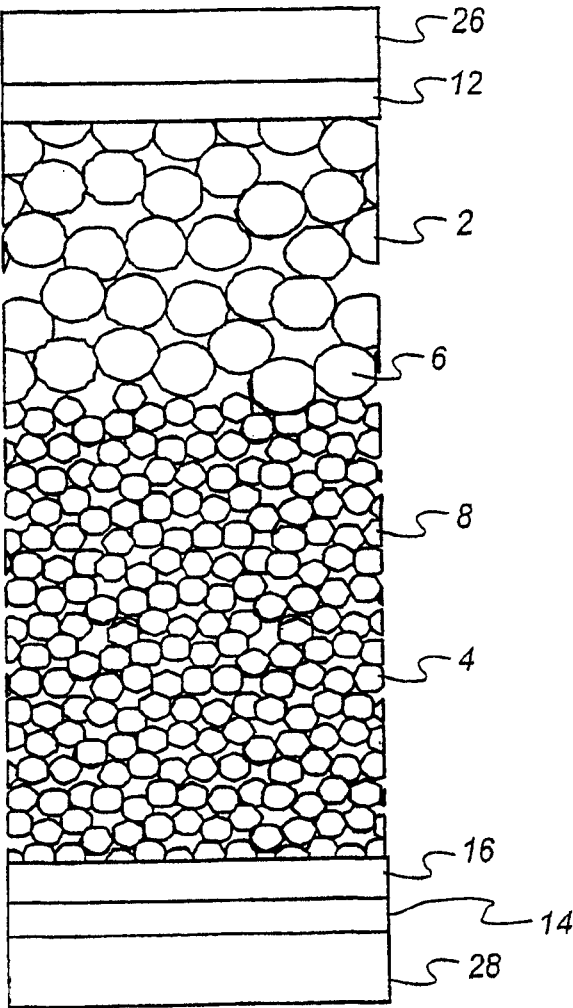


图 1

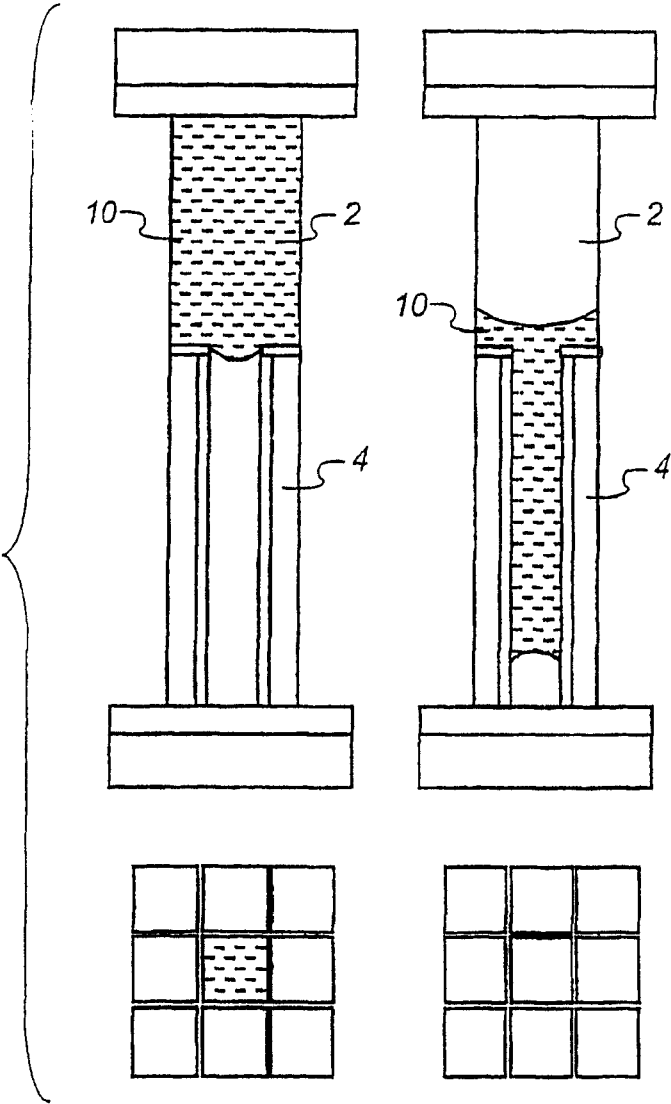


图 2

图 3

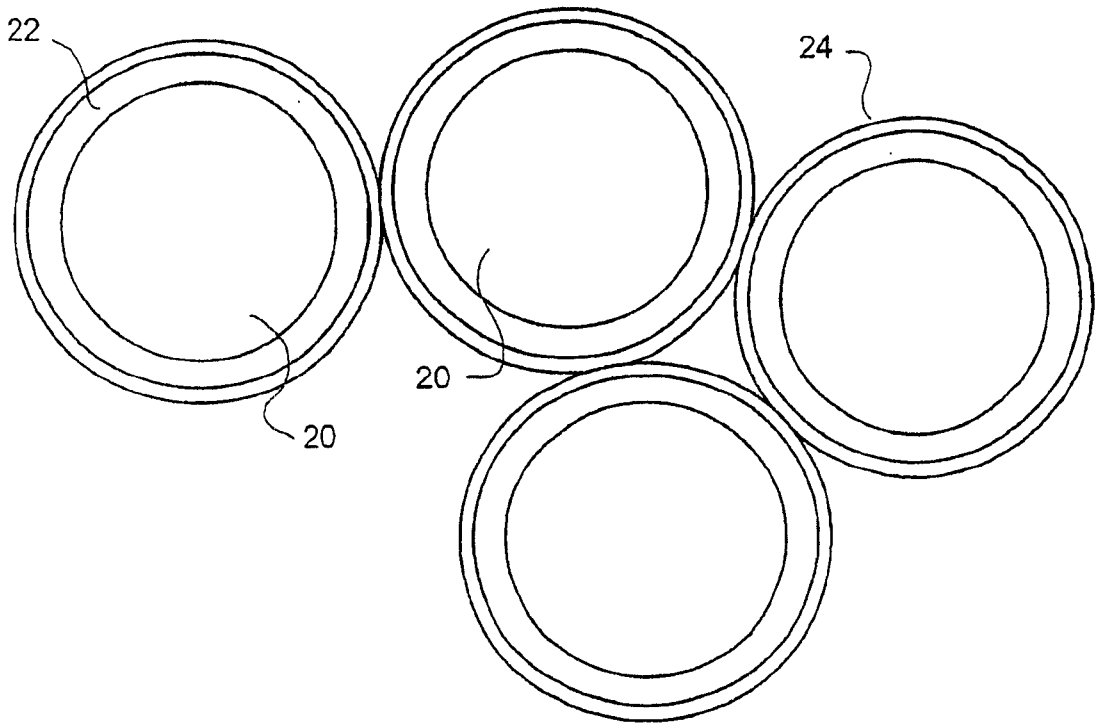
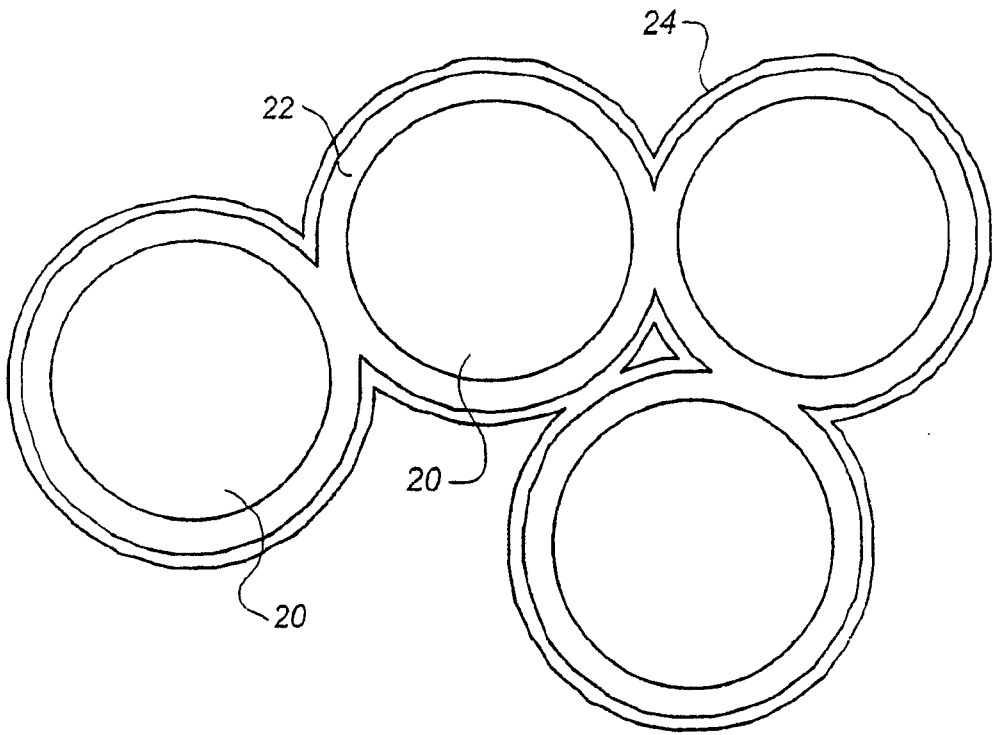


图 4

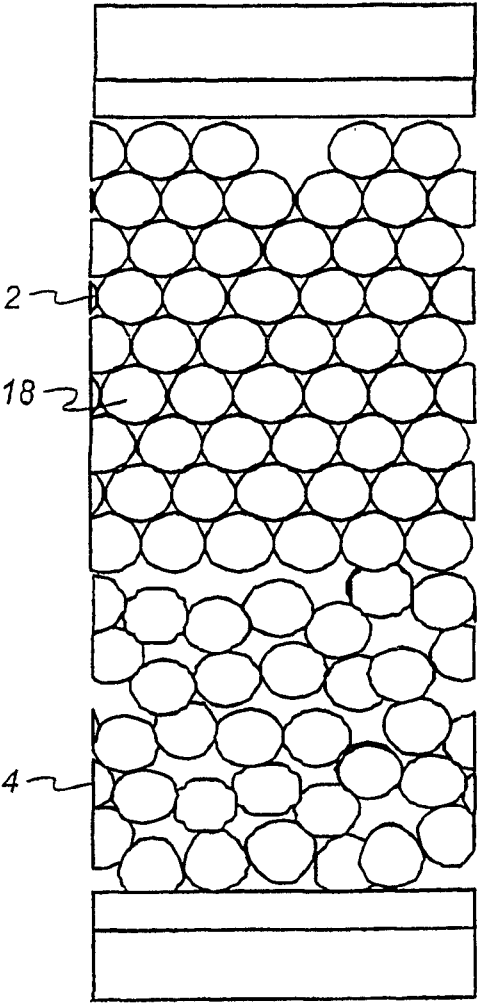


图 5

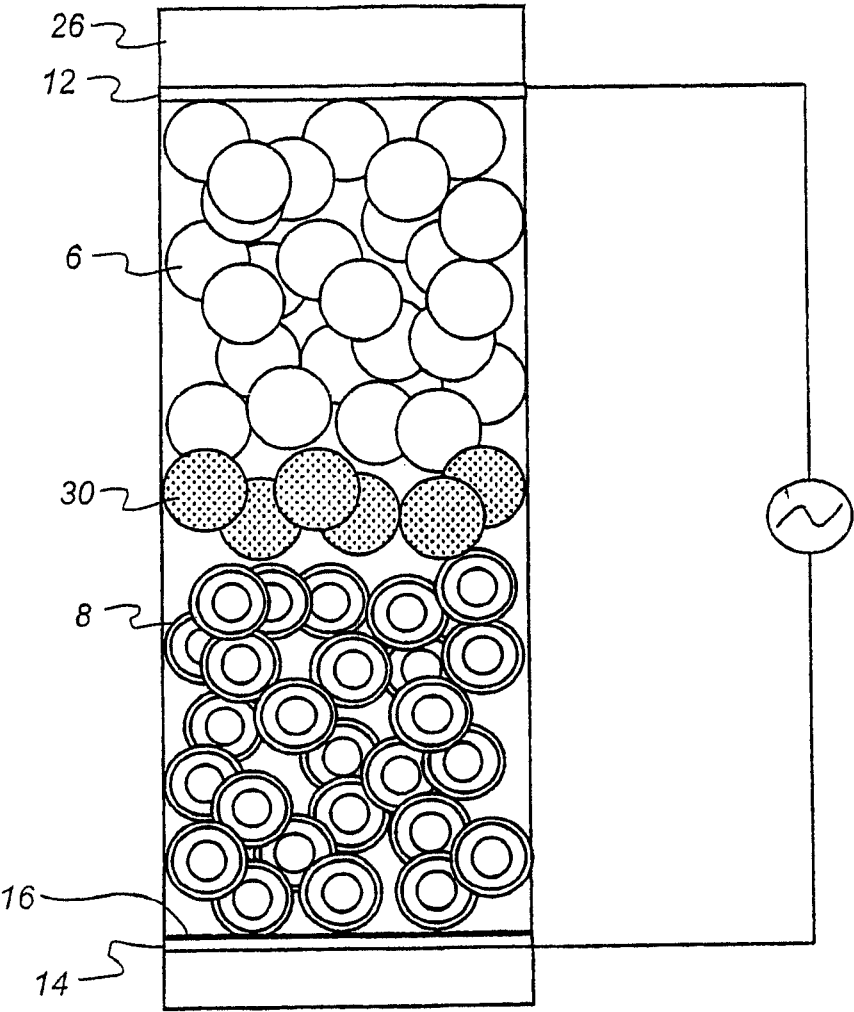


图 6