



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01140382.9

[45] 授权公告日 2005 年 4 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1196020C

[22] 申请日 2001.12.20 [21] 申请号 01140382.9

[30] 优先权

[32] 2001. 7. 17 [33] US [31] 60/306,312

[71] 专利权人 希毕克斯幻像有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 梁荣昌 钟冶明 陈先彬

审查员 谢有成

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司

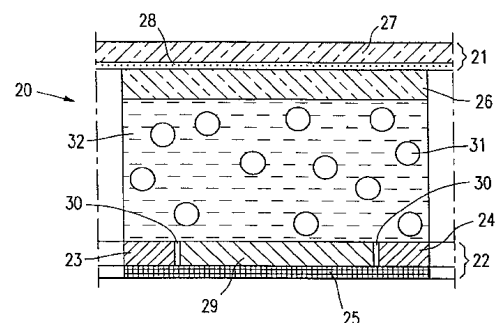
代理人 余 刚

权利要求书 7 页 说明书 20 页 附图 3 页

[54] 发明名称 具有面内切换的改良的电泳显示器

[57] 摘要

本发明涉及一种具有面内切换的改良的电泳显示器。更明确地说，本发明的电泳显示器包括具有明确定义的尺寸、形状、与纵横比的微形杯所形成的多个隔离的电泳盒，而且盒中微粒的运动通过面内切换模式来控制。本发明的电泳显示器可以连续制造的方式生产，且该显示器提供了改善的色采饱和度。



1. 一种电泳显示器，包括
 - a) 多个由具有明确定义的尺寸、形状、与纵横比的微形杯所形成的隔离的电泳盒，其中所述微形杯以一种电泳组分填充，并且所述填充后的微形杯以一个密封层密封，所述密封层由比重低于所述电泳组分的密封组分形成；以及
 - b) 面内切换模式。
2. 根据权利要求1所述的电泳显示器具有两个面内电极。
3. 根据权利要求1所述的电泳显示器具有一个面内电极。
4. 根据权利要求1所述的电泳显示器，其中所述的微形杯具有 10^2 至 1×10^6 平方微米范围之间的顶部开口。
5. 根据权利要求4所述的电泳显示器，其中所述的微形杯具有 10^3 至 1×10^5 平方微米范围之间的顶部开口。
6. 根据权利要求1所述的电泳显示器，其中所述的微形杯的深度为 5 至 200 微米。
7. 根据权利要求6所述的电泳显示器，其中所述的微形杯的深度为 20 至 100 微米。
8. 根据权利要求1所述的电泳显示器，其中所述的开口对总面积的比例为 0.2 至 0.95。

9. 一种电泳显示器，包括多个以具有明确定义的尺寸、形状、纵横比的微形杯所形成的隔离的盒，其中所述微形杯以一种电泳组分填充，并且所述微形杯以一个密封层密封，所述密封层由比重低于所述电泳组分的密封组分形成；每个所述隔离的盒包括：
- a) 一个在一侧的透明观察层；以及
 - b) 一个在相反一侧并包括一个普通电极和一个面内电极的层。
10. 根据权利要求 9 所述的电泳显示器，进一步包括一个单独的背景层，所述背景层在所述包括一个普通电极和一个面内电极的层的顶部或下面。
11. 根据权利要求 9 所述的电泳显示器，其中所述的透明观察层是无色的。
12. 根据权利要求 11 所述的电泳显示器，其中所述的具有面内电极的层是用来当作背景层，且所述的面内电极可为白色或彩色的。
13. 根据权利要求 9 所述的电泳显示器，其中所述的显示器是单色显示器。
14. 根据权利要求 13 所述的电泳显示器，其中所述的电泳组分包含清亮且无色的介电溶剂。
15. 根据权利要求 14 所述的电泳显示器，其中所有的所述的盒均具有白色的带电荷微粒以及一种颜色的背景。
16. 根据权利要求 15 所述的电泳显示器，其中所述的背景层的颜色是黑色、红色、绿色、蓝色、黄色、青绿色、或洋红色。

17. 根据权利要求 14 所述的电泳显示器，其中所有的所述的盒均具有相同颜色的带电荷微粒以及白色的背景。
18. 根据权利要求 17 所述的电泳显示器，其所述的微粒为黑色、红色、绿色、蓝色、黄色、青绿色、或洋红色。
19. 根据权利要求 14 所述的电泳显示器，其中所述的盒具有混合颜色的微粒以及一种颜色的背景。
20. 根据权利要求 19 所述的电泳显示器，其中所述的混合颜色选自黑色、白色、红色、绿色、蓝色、黄色、青绿色、和洋红色所组成的组中的两种或是更多的颜色。
21. 根据权利要求 20 所述的电泳显示器，其中所述的背景的颜色选自黑色、白色、红色、绿色、蓝色、黄色、青绿色、以及洋红色所组成组。
22. 根据权利要求 9 所述的电泳显示器，其中所述的显示器是一种多色显示器。
23. 根据权利要求 22 所述的电泳显示器，其中所述的盒具有白色的带电荷微粒以及不同颜色的背景。
24. 根据权利要求 22 所述的电泳显示器，其中所述的盒具有黑色的带电荷微粒以及不同颜色的背景。
25. 根据权利要求 22 所述的电泳显示器，其中所述的盒具有不同颜色的带电荷微粒以及白色的背景。
26. 根据权利要求 22 所述的电泳显示器，其中所述的盒具有不同颜色的带电荷微粒以及黑色的背景。

27. 根据权利要求 9 所述的电泳显示器，其中所述的透明观察层被着色或者添加一滤色器。
28. 根据权利要求 27 所述的电泳显示器，还包括一个单独的背景层，所述背景层在所述包括一个普通电极和一个面内电极的层的顶部。
29. 根据权利要求 27 所述的电泳显示器，其中所述的单独的背景层是在所述具有面内电极的层的下面。
30. 根据权利要求 27 所述的电泳显示器，其中所述的具有面内电极的层用来当作背景层，且所述的面内电极可为白色或彩色。
31. 根据权利要求 27 所述的电泳显示器，其中所述的盒均具有白色的带电荷微粒以及黑色的背景。
32. 根据权利要求 31 所述的电泳显示器，其中所有的所述的盒均具有相同颜色的透明观察层。
33. 根据权利要求 31 所述的电泳显示器，其中所述的盒均具有不同颜色的透明观察层。
34. 根据权利要求 9 所述的电泳显示器，其中，包括薄膜晶体管阵列的基板用来当作面内电极层。
35. 一种用于制造以具有明确定义的尺寸、形状、与纵横比的微形杯所形成的多个隔离的盒所构成的电泳显示器的方法，所述的方法包括以下步骤：
 - a) 用辐射固化材料涂布于透明绝缘体基板上以形成一层；
 - b) 利用微模压或辐射图形曝光在所述辐射固化材料上形成微形杯；

- c) 用一种电泳组分填充所述微形杯;
 - d) 用比重低于所述电泳组分的密封组分密封所述微形杯; 以及
 - e) 用一包括普通电极和面内电极的基板覆盖所述的密封的微形杯。
36. 根据权利要求 35 所述的制造电泳显示器的方法, 其中所述包括普通电极和包括面内电极的基板涂覆有粘合剂。
37. 根据权利要求 35 所述的方法, 其中所述的微形杯具有 10^2 至 1×10^6 平方微米范围之间的顶部开口。
38. 根据权利要求 35 所述的方法, 其中所述的透明绝缘体基板是无色的。
39. 根据权利要求 38 所述的方法, 其中所述的盒具有相同颜色的背景, 而且以包括分散于清亮无色介电溶剂中的相同颜色的带电荷微粒的电泳组分所填充。
40. 根据权利要求 38 所述的方法, 其中所述的盒具有不同颜色的背景而且以包括分散于清亮无色介电溶剂中的相同颜色的带电荷微粒的电泳组分所填充。
41. 根据权利要求 38 所述的方法, 其中所述的盒具有相同颜色的背景而且以包括分散于清亮无色介电溶剂中的不同颜色的带电荷微粒的电泳组分所填充。
42. 根据权利要求 35 所述的方法, 其中所述的透明绝缘体基板是彩色的。

43. 根据权利要求 42 所述的方法，其中所有的所述的盒均具有黑色背景而且均以包括分散于清亮无色介电溶剂中的带电荷的白色微粒的电泳组分所填充。
44. 根据权利要求 43 所述的方法，其中所有的盒均具有相同颜色的透明绝缘体基板。
45. 根据权利要求 43 所述的方法，其中所述的盒均具有不同颜色的透明绝缘体基板。
46. 一种用于具有以明确定义的尺寸、形状、与纵横比的微形杯所形成的隔离的盒制造电泳显示器的方法，所述的方法包括以下步骤：
- a) 用辐射固化材料涂布于一包括一普通电极和面内电极的基板上以形成一层；
 - b) 利用微模压或辐射图形曝光在所述辐射固化材料上形成微形杯；
 - c) 用一种电泳组分填充所述微形杯；
 - d) 用比重低于所述电泳组分的密封组分密封所述微形杯；以及
 - e) 用一透明绝缘基板覆盖所述的密封的微形杯。
47. 根据权利要求 46 所述的制造电泳显示器的方法，其中所述透明绝缘基板涂覆有粘合剂。
48. 根据权利要求 46 所述的方法，其中所述的微形杯具有 10^2 至 1×10^6 平方微米范围之间的顶部开口。
49. 根据权利要求 46 所述的方法，其中所述的透明绝缘体基板是无色的。

50. 根据权利要求 49 所述的方法，其中所述的盒具有相同颜色的背景而且以包括分散于清亮无色介电溶剂中的相同颜色的带电荷微粒的电泳组分所填充。
51. 根据权利要求 49 所述的方法，其中所述的盒具有不同颜色的背景而且以包括分散于清亮无色介电溶剂中的相同颜色的带电荷微粒的电泳组分所填充。
52. 根据权利要求 49 所述的方法，其中所述的盒具有相同颜色的背景而且以包括分散于清亮无色介电溶剂中的不同颜色的带电荷微粒的电泳组分所填充。
53. 根据权利要求 46 所述的方法，其中所述的透明绝缘体基板是彩色的。
54. 根据权利要求 53 所述的方法，其中所述的盒均具有黑色背景而且均以包括分散于清亮无色介电溶剂中的带电荷的白色微粒的电泳组分所填充。
55. 根据权利要求 54 所述的方法，其中所有的盒均具有相同颜色的透明绝缘体基板。
56. 根据权利要求 54 所述的方法，其中所述的盒均具有不同颜色的透明绝缘体基板。

具有面内切换的改良的电泳显示器

与本发明相关的背景技术

电泳显示器 (EPD) 是基于影响悬浮在着色介电溶剂中的带电荷颜料微粒的电泳现象的一种非发射性的装置。此种普遍的显示器是于 1969 年首次提出的。一个电泳显示器通常包括一对相对、间隔分离的板状电极。至少其中之一的电极 (通常是观察端) 是透明的。就此种无源型电泳显示器件, 对应其顶部 (观察端) 及底部的行与列的电极均需要用来驱动显示。相比之下, 对于有源型电泳显示器件, 需要底板上的薄膜晶体管阵列以及于顶部观察基板上的普通且无图案的透明导体板。电泳流体由着色的介电溶剂和分散的带电荷颜料微粒组成, 密封于该二电极板之间。

当在二电极之间施加一电压差时, 由于带相反极性的极板吸引使颜料微粒向该极板迁移。因此, 显示在透明板上的颜色 (由选择性地极板充电所决定) 可为溶剂的颜色或是颜料微粒的颜色。将板的极性反转会使得微粒反方向迁移, 由此也将颜色反转。不同的过渡色 (灰色梯度) 是由透明极板的过渡颜料密度决定, 并可通过控制电压和充电时间来获得。此种类型的反射式电泳显示器不需要背景光。

美国专利 No. 6,184,856 披露的一种透射式电泳显示器, 其中使用了背景光、滤色器、以及具有两个透明电极的基板。该电泳盒用来作为光阀。在集聚状态 (collected state) 下, 该微粒排布以将盒的水平区域覆盖范围最小化, 以及使其背景光通过该盒。在分布式的状态 (distributed state) 中, 该微粒排布用于将像素的水平区域加以

覆盖, 以及将背景光加以分散或吸收。然而, 在此装置中所使用的背景光与滤色器会消耗掉大量的能量, 对于便携式装置, 如个人数字处理装置以及电子图书是不适宜的。

E. Kishi 等人的 “5.1: *development of In-Plane EPD*”, Canon Research Center, SID 00 Digest, 第 29-31 页, (2000), 除了描述了电泳显示器通常的顶部/底部电极切换模式以外, 同时披露了反射式“面内”切换电泳显示器。然而, 在这些参考资料中只披露了单色面内切换电泳显示器。若制备多色电泳显示器, 则需要滤色器、或隔离的色彩像素、或盒结构用于进行色彩分离及再现。滤色器通常很昂贵且耗能高。另一方面, 现有技术没有披露用于面内切换电泳显示器中进行色彩分离以及再现而将像素或盒隔离。

现有技术中有关于不同像素或盒结构的电泳显示器记载, 例如, 分区式电泳显示器 (M.A. Hopper 和 V. Novotny, *IEEE Trans. Electr. Dev.*, Vol. ED 26, No. 8, pp. 1148-1152 (1979)) 和微胶囊化的电泳显示器 (美国专利 No. 5,961,804 和 No. 5,930,026), 而这些当中的每一项各自均有如下所述的问题。

分区式 (partition-type) 的电泳显示器中, 在两电极之间具有多个分隔物, 以将空间切割成较小的单元, 阻止不需要的微粒运动, 例如沉淀。然而, 会在以下情况中遇到问题: 形成分区、以流体填充该显示器、于显示器中密封流体、以及使不同的悬浮色料彼此维持分离。

微胶囊化的电泳显示器具有基本二维的微胶囊排列, 其中各微胶囊具有由介电质流体与带电荷颜料微粒悬浮物 (在视觉上与介电质溶剂对比) 所组成的电泳组分。该微胶囊通常是在水溶液中制备, 为了达到一有用的对比率, 其平均微粒尺寸相对较大 (50-150 微米)。大微粒尺寸会导致较差的抗刮性以及对于给定的电压具有较慢的反应时间, 这是由于大胶囊需要介于两相反电极间的较大间

隙。再者，于水溶液中所制备的微胶囊的亲水性外壳，对于高湿度与温度条件敏感。如果将微胶囊嵌埋于大量的聚合物基质中以排除这些缺点，则该基质的使用会导致反应时间变长及/或对比度降低。为改善其切换速率，这类电泳显示器中常需要使用电荷控制剂。然而，水溶液中的微胶囊化方法，限制了可使用的电荷控制剂的种类。其它关于微胶囊系统的缺点包括较低的分辨率和色彩表现能力。

最近，在共同未决的于 2000 年 3 月 3 日提交的美国专利 No. 09/518,488，于 2001 年 1 月 11 日提交的美国专利 No. 09/759,212，于 2000 年 6 月 28 日提交的美国专利 No. 09/606,654，以及于 2001 年 2 月 15 日提交的美国专利 No. 09/784,972 中，披露了改良的电泳显示器技术，于此一并作为参考。该改良的电泳显示器包含具有明确定义的形状、尺寸、与纵横比的多个隔离盒，且该多个盒以分散在溶剂中的带电荷颜料微粒填充。该电泳流体被隔离且密封于每一个微形杯中。

事实上，该微形杯结构可以使电泳显示器的制备形式更为灵活，实现有效率的辊对辊连续制造处理。该显示器可在如 ITO/PET 的连续网状导电膜上制备，例如，（1）将辐射固化组分涂布于 ITO/PET 膜上，（2）用微模压或光蚀刻方法制备微形杯结构，（3）以电泳液体填充并密封该微形杯，（4）用其他导电膜层叠在该将经密封的微形杯上，以及（5）将该显示器件切割成所需的尺寸或形式用于装配。

此电泳显示器设计的一项优点，是该微形杯壁实际上是一种将顶部与底部基板保持一固定距离的内置式间隔物。微形杯显示器的机械性能与结构完整性显著地优于任何现有技术的显示器，包括那些使用间隔物微粒所制造的显示器。此外，用微形杯制备的显示器，均具有理想的机械性质，包括当显示器被弯曲、卷拢、或受到来自诸如触屏应用的压力形式时所具有的可靠的显示性能。微形杯技术

的使用也省去了需要边缘密封粘合剂，该边缘密封粘合剂会限制和预先限定显示器面板尺寸、以及限制了预先确定区域内的显示器流体。在用边缘密封粘合剂方法制备的传统显示器件中的显示器中，当以任何方式切割、或钻孔该显示器件时，其流体会完全泄漏，因此，该受损伤的显示器件将不再具有任何的功能。相反的，在用微型杯技术所制备的显示器中，显示器流体则被密封且隔离于每个盒中。该微型杯显示器几乎可被切割成任何尺寸，而不会有因为显示器流体在作用区域中的流失而损害显示器性能的风险。换句话说，该微型杯结构可使显示器件的制造处理方法形式灵活，其中该方法可以很大的片状规格进行显示器连续输出生产，可将该片状显示器件切割成任何所需的规格。当以诸如不同颜色和切换速率的不同特性的流体填充电泳盒时，该隔离的微型杯或盒结构显得特别重要。如果没有微型杯结构，要防止流体在邻近区域中混合或避免受到操作期间的交叉效应影响是很困难的。

因此，可以利用以不同颜色的染料（如红色、绿色、或蓝色）所填充的微型杯形成的空间邻近的微小像素数阵列制造多色显示器。然而，这种传统的顶部/底部电极切换模式系统具有重大的缺陷。从“关闭”的彩色像素所反射出的白色光，会大大地减弱“开启”色彩的色彩饱和度。关于此项问题的细节将于以下的“发明详述”部分中叙述。

此缺陷可用一种如分散聚合物液晶的覆盖光栅装置补救，以将每个像素切换至黑色。然而，此方法的缺点是这种覆盖装置及复杂的驱动电路设计成本很高。

因此仍然需要以有效方式制备的、具有改良性能的电泳显示器。

发明简述

本发明涉及一种改良电泳显示器，包括用于影像形成的面内切换模式。更特别地，本发明的电泳显示器包括具有明确定义的尺寸、形状、与纵横比的微形杯所形成的多个隔离的盒，且盒中的微粒是用面内切换模式控制运动的。本发明的电泳显示器可以连续的辊对辊方法生产，所获显示器件提供了改良的色彩饱和度和对比度。

附图简要描述

应注意所有的附图都是示意性的，而非按比例来表示。

图 1 表示只具有顶部/底部切换模式的传统型电泳显示器的普遍缺陷；

图 2 表示本发明典型的电泳盒以及面内切换电极的一般位置；

图 3A 与 3B 是表示本发明的单色显示器；

图 4A-4D 是表示本发明的不同的多色型态；以及

图 5A-5B 表示通过一光掩模的图形光蚀刻曝光的微形杯制备。

发明详述

除非在本专利说明书中另有定义，否则在此所有的技术术语皆根据本领域技术人员通常使用并了解的惯用定义而使用。术语“盒”、“微形杯”、“明确定义”、“纵横比”、以及“图形曝光”均与上文提到的本案共同申请定义一致。

术语“隔离”意指以密封层单个密封的电泳盒，以使得在一个盒中的电泳流体无法转换至其它盒中。

I. 具有传统型上下切换模式的电泳显示器的缺点

图 1 的电泳显示器具有传统型顶部/底部电极切换模式。该盒是以悬浮物填充，悬浮物中白色带电荷微粒分散在着色的（红色、绿色、和蓝色）介电溶剂中。图 1 的三个盒的顶部、底部电极间都存在电压差（未示出）。在绿色与蓝色盒中，白色微粒迁移到顶部透明的观察电极，因此，微粒的颜色（亦即白色）则会经由该两个盒中的透明导电膜而反射到观察者。在红色盒中，白色微粒迁移到盒的底部，而溶剂的颜色（亦即红色）可经由顶部透明导电膜看见。在图 1 中，从绿色与蓝色盒中有白色光强烈反射，因而降低了红色的色彩饱和度与对比度。

除了上述提及问题之外，在具有非常低极性的介电溶剂中，染料的低溶解度与较差的坚固度，如全氟和烃溶剂，对于达到电泳显示器顶部、底部切换模式的高对比度是一大挑战。

II 本发明的电泳显示器

图 2 图示本发明的典型的电泳盒。该盒 **20** 包括一顶部层 **21** 与一底部层 **22**。该底部层 **22** 具有面内切换电极 **23** 和 **24** 以及背景层 **25**。在被沟槽 **30** 分开的两个面内电极间有一普通的电极 **29**。可选择地，底部层 **22** 可以只有一个面内切换电极，以及一个其间具有沟槽的普通电极。另一个选择，则为在底部层 **22** 中，背景层 **25** 在电极顶部上。该面内电极层也可作为背景层，而在此实施例中该面内电极层可为白色或彩色。

典型地，图 2 的盒是以分布在清亮的介电溶剂 **32** 中的彩色微粒 **31** 填充。该微粒可为白色、黑色、或彩色（亦即红色、绿色、或蓝色）。该背景层 **25** 则可为无色、白色、黑色、或彩色。经填充的盒随即以密封层 **26** 加以密封。将顶部层 **21**（具有透明绝缘层 **27**，且优选具有粘合剂层 **28**）覆盖在该经密封的盒上。

优选地，该微形杯阵列是以上端朝下的方式制备。在这种情形下，是用微模压或光蚀刻方法在顶部的透明绝缘层基板上制备微形杯阵列，于以下共同提出的专利申请中披露：2000年3月3日提交的美国专利申请 09/518,488、2001年1月11日提交的美国专利申请 09/759,212、于2000年6月28日提交的美国专利申请 09/606,654以及于2001年2月15日提交的美国专利申请 09/784,972，于此一并作为参考。以电泳流体填充该微形杯，接着以密封层密封。随即将包含预定图形电极并优选具有粘合剂层的底部层覆盖在该经密封的微形杯上。可以喷漆、印刷、涂布、或覆盖颜色层于底部电极基板上以获得彩色背景。

面内切换模式的优点之一，是获得在透明塑料绝缘体基板上制造微形杯的可能性。这可以消除在微模压和其它腹板操作步骤期间，将如ITO/PET等易碎的导体电极打破的风险。仅在最后步骤中将预定图形的面内导电膜用于完成制造显示器面板，覆盖在该经填充及密封的微形杯上。

(1) 反射式单色显示器

在图3A的盒中，白色微粒分散于清亮无色的介电溶剂中。所有的盒背景均为相同颜色（黑色、蓝色、青绿色、红色、洋红色等等）。当在普通电极（未示出）与两个面内切换电极（未示出）间具有电压差时，白色微粒则迁移到盒的侧面，导致可经顶部透明开口看见背景色。当普通电极与两个面内切换电极间不具有电压差时，白色微粒就分布于介电溶剂中，因此，可通过顶部透明绝缘体层看见微粒的颜色（即白色）。

可选择地，如图3B所示，相同颜色的微粒分散在所有盒的清亮无色的介电溶剂中，且盒的背景是白色的。当在普通电极（未示出）与两个面内切换电极（未示出）间具有电压差时，彩色微粒迁移到盒的侧面，导致可通过顶部透明开口看见背景色（亦即白色）。

当在普通电极与两个面内切换电极间不具有电压差时，彩色微粒分布于介电溶剂中，因此，可经由顶部透明绝缘体层看见微粒的颜色（即白色）。

(2) 反射式多色显示器

图 4A-4D 显示本发明的多色显示器。

在图 4A 中，用具有白色带电荷微粒分散于其中的无色介电溶剂填充该盒，且具有不同的背景色（即红色、绿色、或蓝色）。当面内电极间（未示出）具有电压差时，白色微粒迁移到盒的某个侧面，导致可通过顶部透明开口看见背景色（亦即红色、绿色、或蓝色）。当面内电极间不具有电压差时，微粒则分布于介电溶剂中，导致可通过顶部透明开口看见白色（亦即微粒的颜色）。

在图 4B 中，该盒是用具有黑色微粒分散于其中的无色介电溶剂填充，且具有不同的背景色（亦即红色、绿色、或蓝色）。当面内电极间（未示出）具有一电压差时，微粒则迁移到盒的一个侧面，导致可通过顶部透明开口看见背景色（亦即红色、绿色、或蓝色）。当面内电极间不具有电压差时，微粒则分布于介电溶剂中，导致可通过顶部透明开口看见黑色（亦即微粒的颜色）。

在图 4C 中，该盒是以具有不同颜色微粒（亦即红色、绿色、或蓝色）分散于其中的无色介电溶剂所填充。该盒背景是黑色的。当面内电极间具有一电压差时（未示出），彩色带电荷微粒则迁移到盒的一个侧面，导致可经由顶部透明开口看见背景色（亦即黑色）。当面内电极间不具有电压差时，彩色微粒则分布于介电溶剂中，导致可经由顶部透明开口看见微粒的颜色（亦即红色、绿色、或蓝色）。此设计中，黑色状态具有高品质。

在图 4D 中, 该盒是以具有不同颜色微粒 (亦即红色、绿色、或蓝色) 分散于其中的无色介电溶剂所填充。该盒背景是白色的。当面内电极间 (未示出) 具有一电压差时, 微粒则迁移到盒的一个侧面, 可通过顶部透明开口看见背景色 (亦即白色), 而获得高品质的白色状态。当面内电极间不具有电压差时, 微粒则分布于介电溶剂中, 导致可通过顶部透明开口看见微粒的颜色 (亦即红色、绿色、或蓝色)。

如图 4A-4D 中显示, 面内切换模式可使微粒以平面的方向 (左/右) 移动, 而微粒、背景、和流体的不同颜色的组合 (其中每一个分别为白色、黑色、红色、绿色、或蓝色), 可用来产生不同的多色电泳显示器。

此外, 介电溶剂中的微粒可为混合颜色, 且盒具有相同的背景色。

在本发明另一种反射式显示器中, 可为显示器的顶部透明观察层染色、或者添加一滤色器。在这种情况下, 该盒是以电泳组分填充的 (其电泳组分包括清亮无色或彩色介电溶剂中的白色带电荷微粒), 且该盒的背景为黑色。在单色显示器中, 每个像素上的透明观察层是相同颜色 (诸如黑色、红色、绿色、蓝色、黄色、青绿色、洋红色等等)。在多色显示器中, 透明观察层可为不同颜色。

III 本发明的微形杯阵列的制备

通常可用微模压或光蚀刻方法制备微形杯, 如 2000 年 3 月 3 日提交的美国专利申请 No. 09/518,488, 以及于 2001 年 2 月 15 日提交的美国专利申请 No. 09/784,972 所披露。

III(a) 用微模压制备微形杯阵列

凸模的制备

凸模可用任何适当的方法制备,例如金刚石切割工艺或用光致抗蚀剂处理后,接着蚀刻或电镀。用于凸模的主模板则可以用任何适当的方法制造,例如电镀。采用电镀法时,在一玻璃基板上喷镀一层通常为 3000Å 的籽金属薄层,例如铬镍铁合金。接着涂布一层光致抗蚀剂层,并以紫外光曝光。一掩模被置于紫外光和光致抗蚀剂层之间。该光致抗蚀剂的曝光区域变硬。然后用适当的溶剂清洗去除未曝光区域。对保留的固化光致抗蚀剂进行干燥,并再次喷镀一层籽金属薄层。主模准备就绪进行电铸成形。用于电铸成形的典型材料是镍钴合金。此外,该主模可由镍制作,如摄影光学仪器工程师学会会刊卷 1663, pp.324 (1992) 中《薄镀层光学介质的连续制作》(“Continuous manufacturing of thin cover sheet optical media”, SPIE Proc.) 中所说明的,采用电铸或无电镍沉积。该模具的底板通常约 50 至 400 微米。该主模也可用其他微工程技术制作,包括电子束写入、干式蚀刻、化学蚀刻、激光写入或激光干涉,如摄影光学仪器工程师学会会刊刊登的《精密光学复制技术》(“Replication techniques for micro-optics”, SPIE Proc.) 卷 3099, pp.76-82 (1997) 中说明。此外,该模具可使用塑料、陶瓷、金属,利用光加工制作。

这样制备的凸模通常具有大约 1 至 500 微米之间的凸起,较好为大约 2 至 100 微米之间,优选为大约 4 至 50 微米。凸模可以是带、辊、片的形式。对于连续制造而言,优选为带型模。在涂布紫外光可固化的树脂组成物以前,对模具可用脱模剂加以处理,以有助于脱模过程。

如于 2001 年 2 月 15 日提出的美国专利申请 No. 09/784,972 中所披露,可以采用分批次或是连续的辊对辊工艺过程制备微形杯。

在微模压方法的第一步骤中,首先用适当的装置,将紫外光固化树脂涂布在基板上(优选为透明绝缘体),如滚轮涂布、压模涂布、槽孔涂布、缝隙涂布、刮刀涂布等等。适合的透明绝缘体基板包括聚对苯二甲酸乙酯(polyethylene terephthalate)、聚萘酸乙酯(polyethylene naphthate)、芳族聚酰胺(polyaramid)、聚酰亚胺、聚环烯、聚砜(polysulfone)、环氧化物,及它们的组合物。所使用的辐射固化材料可以是热塑性或热固性前体物,如多官能团的丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯、乙烯醚、环氧化物,以及它们的低聚物、聚合物和同类物。最优选的是多官能团的丙烯酸酯及其低聚物。多官能团的环氧化物与多官能的丙烯酸酯的组合也非常有用,可获得所需的物理机械性能。在配送前可以对紫外光固化树脂先进行除气,并且可以选择性地包含溶剂。溶剂(如果有的话)可轻易地蒸发。

在压力下用凸模对涂布于基板上的辐射固化材料进行模压。如果凸模是金属的并且不透明,则塑料基板通常对于用来固化树脂的光化性辐射而言是透明的。反之,凸模可以是透明的而塑料基板对于光化性辐射而言是不透明的。塑料绝缘体优选为透明的,因为其通常是观察端。在此实施例中,该电极可为不透明的。可选择地,微模压可于包含电极的基板上进行。

在辐射曝光后,辐射固化材料会硬化。移除凸模显露出制成的微形杯。

III(b) 用光蚀刻方法制备微形杯阵列

图 5A 和 5B 中图示了用于制备微形杯阵列的光蚀刻方法。

如图 5A 和 5B 中所示,对用任何已知方法涂布于绝缘体基板 **53** 上的辐射固化材料 **51a**,通过掩模 **56** 对紫外光(或可选择其它形式的辐射,如电子束等)曝光,以形成对应通过掩模 **56** 投影图形的杯壁 **51b**,从而制备微形杯阵列 **50**。

在图 5A 的光掩模 **56** 中，深色方块 **54** 代表对所使用的辐射不透明的区域，而该深色方块之间的间隔 **55** 则代表辐射透明区域。紫外光穿通过开口区域 **55** 照射在辐射固化材料 **51a** 上。

如图 5B 所示，经曝光的区域 **51b** 变硬，接着用适当的溶剂或显影剂去除未曝光的区域（由该掩模 **56** 的不透明区域 **54** 所保护），而形成该微形杯 **57**。该溶剂或显影剂选自常用的溶解或分散辐射固化材料的制剂，如丁酮、甲苯、丙酮、异丙醇等。

可选择地，可以将光掩模置于绝缘体基板之下完成曝光。在这种情况下，该基板对于用来曝光的辐射波长必须是透明的。

该微型杯的开口可以是圆形、正方形、长方形、六角形或任何其它形状。开口之间的间隔区域最好小一些，以便在维持理想的机械性质的同时，获得较高的色彩饱和度和对比度。因此，蜂巢状开口比其它形状（例如圆形）开口更好。

对于反射式电泳显示器而言，各个微形杯的尺寸可在约 10^2 至约 1×10^6 平方微米范围中，优选约 10^3 至约 1×10^5 平方微米。该微形杯的深度为约 5 至约 200 微米，优选约 20 至约 100 微米。该开口对总面积的比例为约 0.2 至约 0.95，优选为约 0.5 至约 0.9。开口的距离通常约 15 至 450 微米，优选开口的边缘至边缘约 25 至 300 微米。

III(c) 微形杯的密封

用电泳流体填充微形杯后对微型杯进行密封。可以用多种方法完成微形杯密封的关键步骤。优选的方法是将紫外光固化组分分散于电泳流体中，该电泳流体含有分散于着色介电溶剂中的带电荷颜料微粒。适合的紫外光固化材料包括丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、苯乙烯、 α -甲基苯乙烯、丁二烯、异戊二烯、丙烯酸烯丙酯

(allyacrylate)、多价的丙烯酸酯、或甲基丙烯酸酯、氰基丙烯酸酯、多价的乙烯化物(包括乙烯基苯、乙烯基硅烷、乙烯基醚)、多价的环氧化物、多价的异氰酸酯、多价的丙烯化物,以及包含可交联官能团的寡聚物、聚合物等等。该紫外光固化组分与该介电溶剂不互溶,且比重低于该电泳流体,亦即介电溶剂及颜料微粒的组合物。此二组分(紫外光固化组分与电泳流体)在径向混合器中充分地混合,并以诸如 Myrad 棒、凹印板、刮刀片、长缝涂布或细缝涂布等精确的涂布装置立即涂布于该微形杯上。将过量的流体用扫杆刮刀或类似的装置而去除。少量的弱溶剂或者溶剂混合物,如异丙醇或甲醇等溶剂可用于清洗该微形杯的分隔壁顶端表面上残留电泳流体。挥发性的有机溶剂可用于控制该电泳流体的粘性与覆盖性。接着烘干经填充的微形杯,且该紫外光固化组分漂浮至该电泳流体的顶端。在该浮至表面的紫外光固化层浮至顶端期间或之后,将其进行固化,以密封该微形杯。紫外光或其他形式的辐射如可见光、红外线、电子束等,都可以用于固化密封层并将微形杯密封。此外,如果使用热或湿气固化组分,则可利用热、或湿气固化密封层并密封微形杯。

具有所需密度且对丙烯酸酯单体与寡聚体有溶解度差别的优选介电溶剂族群为卤化碳氢化物及其衍生物。可使用表面活性剂改善电泳流体与密封材料间的界面的粘性和润湿性。表面活性剂包括有 3M 公司的 FC 表面活性剂、来自 DuPont 公司的 Zonyl 氟化表面活性剂、氟化丙烯酸酯、氟化甲基丙烯酸酯、氟取代长链醇类、全氟取代的长链羧酸及其衍生物。

可选择地,如果该密封前体物至少部分地与该介电溶剂相容,为防止其互混,可依序将电泳流体及密封前体物涂布于微形杯中。因此,可以在该经填充的微形杯表面涂布一密封材料的薄层,利用辐射、热、湿气、或界面反应进行固化,以完成该微形杯的密封。可利用挥发性有机溶剂调整该涂布层的粘性和厚度。当对该保护涂

层使用一种挥发性溶剂时,优选与该介电溶液不互溶,以降低密封层与电泳流体间的互相混合程度。为进一步降低互相混合的程度,最好该保护涂层的比重明显地低于该电泳流体的比重。在共同提交的专利申请,2001年6月4日美国专利申请 No. 09/874,391 中,披露了热塑性橡胶作为优选的密封材料。

有用的热塑性橡胶的例子包括 ABA、和 $(AB)_n$ 型的二嵌段、三嵌段和多嵌段共聚物,其中 A 是为苯乙烯、 α -甲基苯乙烯、乙烯、丙烯或降冰片烯; B 是为丁二烯、异戊二烯、乙烯、丙烯、丁烯、二甲基硅氧烷、或硫化丙烯; 并且 A 与 B 化学式不同。该数字 n, 是 ≥ 1 , 优选为 1-10。特别有用的是苯乙烯或 α -甲基苯乙烯的二嵌段、三嵌段共聚物,诸如 SB (聚(苯乙烯-b-丁二烯))、SBS (聚(苯乙烯-b-丁二烯-b-苯乙烯))、SIS (聚(苯乙烯-b-异戊二烯-b-苯乙烯))、SEBS (聚(苯乙烯-b-乙烯/丁烯-b-苯乙烯)) 聚(苯乙烯-b-二甲基硅氧烷-b-苯乙烯)、聚(α -甲基苯乙烯-b-异戊二烯)、聚(α -甲基苯乙烯-b-异戊二烯-b- α -甲基苯乙烯)、聚(α -甲基苯乙烯-b-硫化丙烯-b- α -甲基苯乙烯)、聚(α -甲基苯乙烯-b-二甲基硅氧烷-b- α -甲基苯乙烯)。

可选择地,发现界面聚合后进行紫外光固化对于该密封处理是极为有益的。用界面聚合在该界面形成一个薄的隔挡层,则该电泳层与隔挡层之间的互相混合明显得到抑制。接着以后固化步骤(优选紫外光辐射)完成该密封。当所使用的染料至少部分地溶解于该热固性前体物时,此二步骤保护涂层方法特别有效。

III(d) 微形杯的覆盖

接着用一包括预定图形的面内导电膜的顶部层覆盖经密封的微形杯,该层优选具有一粘合剂层。适合的粘合剂材料包括丙烯酸、和橡胶型压敏粘合剂,紫外光固化粘合剂包括诸如多官能团的丙烯

酸酯、环氧化物、或乙烯醚，以及诸如环氧、聚胺酯、和氰基丙烯酯。

由III(a)至III(d)章节中的方法制备的盒，可以颠倒的方式使用，在顶部具有透明的观察层以及底部具有面内电极。

III(e) 可选择的方法

可选择地，在微模压过程中，将紫外光固化树脂以任何适当的方式（诸如涂布、浸渍、浇铸及等等）分散于凸模上。分散装置可为动态或静止的。接着在紫外光固化树脂上覆盖一层在塑料基板上的预定图形的面内导电膜，该塑料基板可以是聚对苯二甲酸乙酯、聚萘酸乙酯、聚萘酸乙酯（polyethylene naphthate）、芳族聚酰胺（polyaramid）、聚酰亚胺、聚环烯、聚砜（polysulfone）、环氧化物及其组合物等。如果需要的话，可以施加压力，以确保树脂和塑料之间有适当的接合，并控制微型杯底板的厚度。如果凸模是金属的并且不透明，则塑料基板通常对于用来固化树脂的光化性辐射而言是透明的。相反地，凸模可以是透明的而塑料基板对于光化性辐射而言是不透明的。

在辐射曝光后，该辐射固化材料会硬化。对凸模进行脱模处理。对形成的微形杯阵列按上文所述进行填充和密封。接着以一透明绝缘体层覆盖该密封的微形杯，优选使用粘合剂。

虽然并非优选方法，但是光蚀刻曝光也可在具有面内电极的基板上进行。在预定图形的导电膜上涂布紫外光固化材料。可以通过光掩模对辐射固化材料进行曝光形成微形杯，如上文章节III(b)所述及图5所示。

接着对用这种方法制备的微形杯进行填充和密封，并覆盖优选带有粘合剂层的透明绝缘层。

于此章节所揭示的任何用于制备微形杯的方法中，包含薄膜晶体管（TFT）阵列的基板，可用来当作底部面内电极层，而于此例中，TFT层也提供了一种有源驱动机制。

IV 悬浮物的制备

填充于微型杯中的悬浮物包括具有带电荷颜料微粒分散于其中的介电溶剂，以及受到电场影响而迁移的微粒。该悬浮物可选择性地包含添加的不在电场中迁移的着色剂。该分散物可按照本领域所熟知的方法制备，如美国专利第 6,017,584 号、第 5,914,806 号、第 5,573,711 号、第 5,403,518 号、第 5,380,362 号、第 4,680,103 号、第 4,285,801 号、第 4,093,534 号、第 4,071,430 号、第 3,668,106 号，以及如 IEEE Trans. Electron Device, ED-24, 827 (1977)，和 J. Appl. Phys. 49(9), 4820 (1978) 文献中的叙述。

该悬浮流体介质是一种介电溶剂，优选具有低粘性且介电常数为约 2 至约 30，对于高微粒移动率而言，优选介电常数为约 2 至约 15。适当的介电溶剂的实例包括如十氢化萘（DECALIN）、5-亚乙基-2-降冰片烯、脂肪油、石蜡油等碳氢化合物；诸如甲苯、二甲苯、苯基二甲苯乙烷、十二苯、和烷基萘等的芳香族碳氢化合物；如二氯苯并三氟、3,4,5-三氯苯并三氟、氯五氟基苯、二氯壬烯、五氟基苯等的卤化溶剂；诸如来自明尼苏达州 St. Paul 的 3M 公司的全氟化十氢萘、全氟甲苯、全氟二甲苯、FC-43、FC-70 和 FC-5060 的全氟溶剂；如来自俄勒冈州波特兰的 TCI America 公司的低分子量的含氟聚合物，如聚全氟氧化丙烯（poly(perfluoropropylene oxide)）；诸如来自新泽西州 River Edge 的 Halocarbon Product 公司的 Halocarbon Oils 的聚氯三氟乙烯；诸如来自 Ausimont 的 Galden、HT200 和 Fluorolink，或是来自特拉华州 DuPont 的 Krytox Oils 和 Greases K-Fluid Series 的全氟化聚烷基醚。在一个优选实施例中，

使用聚氯三氟乙烯作为介电溶剂。于另一优选实施例中，使用聚全氟环氧丙烷作为介电溶剂。

非迁移的流体着色剂可由颜料或染料组成。非离子偶氮与蒽醌染料特别地有用。有用的染料包含（但非仅限于此）：亚利桑那州 Pylam Products 公司生产的油溶红 EGN（Oil Red EGN），苏丹红（Sudan Red），苏丹蓝（Sudan Blue），油溶蓝（Oil Blue），Macrolex Blue，溶剂蓝 35（Solvent Blue 35），亚利桑那州 Pylam Products 公司的 Pylam Spirit 黑和 Fast Spirit 黑，BASF 公司的 Thermoplastic Black X-70，以及 Aldrich 公司的蒽醌蓝，蒽醌黄 114，蒽醌红 111，135，蒽醌绿 28，Aldrich 公司的苏丹黑 B（Sudan Black B）。当使用全氟化溶剂时，氟化染料特别有用。在颜料的状况中，用来作为非迁移流体着色剂的颜料微粒也可分散于该介电溶剂中，而这些彩色微粒优选为不带电荷的。如果用于在介质中产生颜色的颜料颗粒是带电荷的，则其最好带有与该带电荷颜料微粒相反的电荷。若二种颜料微粒带有相同的电荷，则其应具有不同的电荷密度或不同的电泳移动速率。在任何情况下，用于产生介质颜色的染料或颜料必需具有化学稳定性，并与悬浮物中的其它组分相容。

该带电荷的迁移颜料微粒最好为白色，该颜料微粒可为有机或无机颜料，诸如二氧化钛。

如果使用彩色迁移颜料微粒，可选用以下原料：自 Sun 化学制品公司的酞菁蓝（phthalocyanine blue）、酞菁绿（phthalocyanine green）、二芳基黄（diarylide yellow）、二芳基 AAOT 黄（diarylide AAOT Yellow）、喹吖啶酮（quinacridone）、偶氮（azo）、若丹明（rhodamine）、芘系颜料（perylene pigment series），Kanto Chemical 的汉撒黄 G（Hansa yellow G）颗粒，以及 Fisher 的 Carbon Lamblack。优选为次微米级的微粒尺寸。该微粒应具有可接受的光学特性，不

应被介电溶剂膨胀或软化，并且应该是化学稳定的。在正常的作业条件下，所产生的悬浮物亦必须稳定且能抗沉淀、乳化、或凝结。

该颜料微粒可以本身带有电荷，或可以使用电荷控制剂使之明显带电，或悬浮在介电溶剂中时获得电荷。适当的电荷控制剂是本技术领域所熟知的；它们可以是聚合或非聚合性质，也可以是离子化或非离子化的，包括离子表面活性剂，例如气溶胶邻联甲苯胺（Aerosol OT）、十二烷基苯磺酸钠、金属皂、聚丁烯琥珀酰亚胺、顺丁烯二酸酐共聚物、乙烯吡啶共聚物、乙烯吡咯烷酮共聚物（例如来自 International Special Products 的 Ganex）、（甲基）丙烯酸共聚物、N,N-二甲基胺基乙基（甲基）丙烯酸乙酯（N,N-dimethylaminoethyl(meth)acrylate）共聚物。氟化表面活性剂在全氟化碳溶剂中作为电荷控制剂特别有用。这些包括了 FC 氟化表面活性剂，例如自 3M 公司的 FC-170C、FC-171、FC-176、FC430、FC431 和 FC-740，以及 Zonyl 氟化表面活性剂，例如来自 Dupont 公司的 Zonyl FSA、FSE、FSN、FSN-100、FSO、FSO-100、FSD 和 UR。

适当的带电颜料分散物可以通过任何已知的方法制造，包括研磨、碾磨、球磨、气流磨（microfluidizing）、以及超声波技术。例如，将细微粉末形式的颜料微粒添加到该悬浮溶剂中，所形成的混合物经球磨或研磨数小时，而将高度团聚的干颜料粉末粉碎成最初的微粒。虽然不是优选的方法，但是在球磨过程中，用于产生悬浮介质颜色的染料或颜料可以添加到该悬浮物中。

可通过使用适当的聚合物将该微粒微囊化，以消除颜料微粒的沉淀或乳化，使其比重与介电溶剂的比重一致。可用化学或物理方法完成颜料微粒的微囊化。典型的微囊化工艺包括界面聚合、原位聚合、相分离、凝聚、静电涂布、喷雾干燥、流化床涂布、以及溶剂蒸发。

就颜料悬浮物而言，有多种的可能性。对于减色系统而言，带电荷的二氧化钛微粒可悬浮于蓝绿色、黄色、或紫红色的介电溶剂中。该蓝绿色、黄色、或紫红色可使用染料或颜料而产生。对于加色系统而言，带电荷的二氧化钛微粒可悬浮于红色、绿色、或蓝色的介电溶剂中，其中该红色、绿色、或蓝色也可使用染料或颜料而产生。大多数的应用最好采用这种红色、绿色、或蓝色系统。

虽然本发明已通过参考其特定具体实施例来说明，但是对于本领域技术人员来说，可以容易地对上述实施方案进行各种改变和等同置换而不偏离本发明的目的、精神、和范围。另外，可以有許多修改以适用于特别的情形、材料、组分、方法、方法步骤或步骤，而不脱离本发明的目的、精神、与范围。所有这类修改被认为在所附权利要求的范围内。

所以，希望本发明的范围是在现有技术所允许的前提下，按照下面权利要求的范围，并以说明书为依据。

组件符号说明

20	盒
21	顶部层
22	底部层
23	面内切换电极
24	面内切换电极
25	背景层
26	密封层
27	透明绝缘层
28	粘合剂层
29	普通的电极
30	沟槽
31	彩色微粒
32	介电溶剂
50	微形杯阵列
51a	辐射固化材料
51b	杯壁
53	绝缘体基板
54	深色方块
55	间隔
56	掩模
57	微形杯

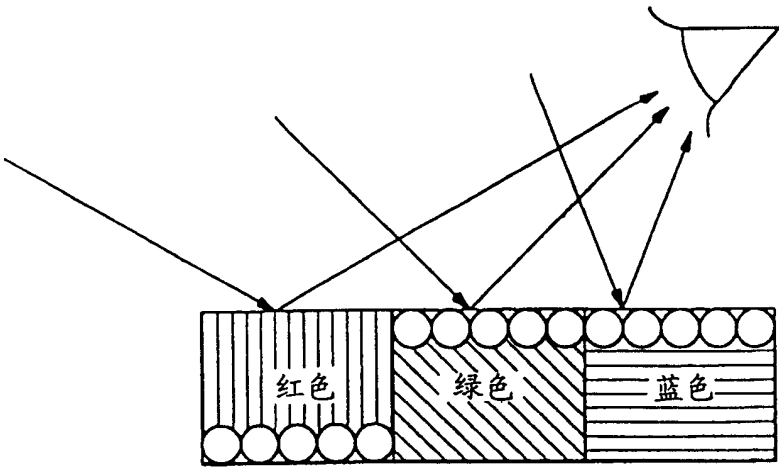


图 1

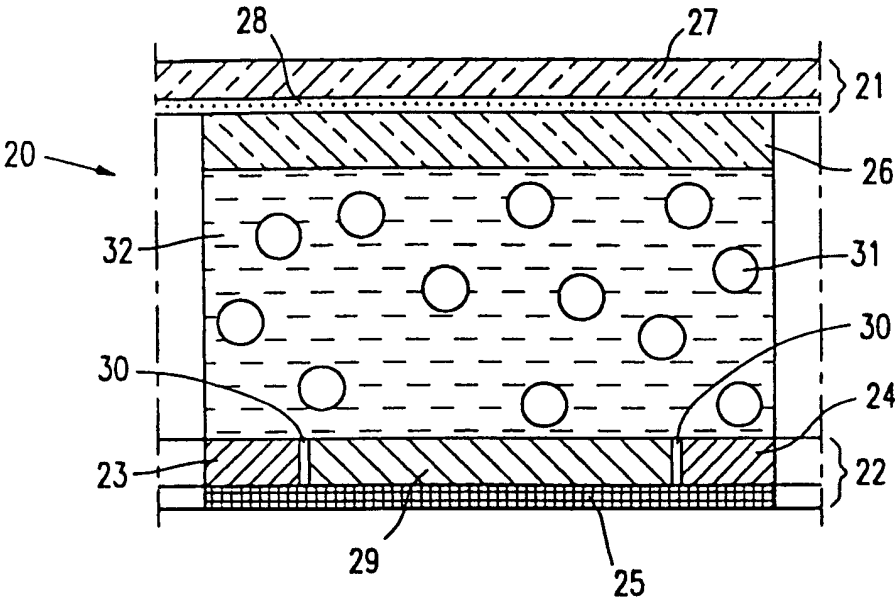
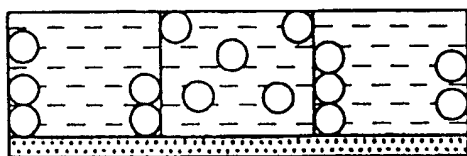
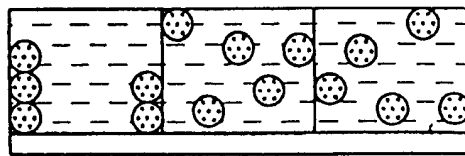


图 2



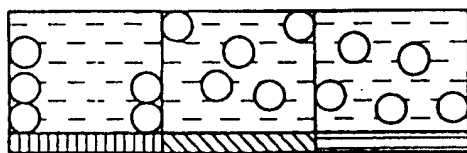
□ 白色
 ■ 彩色

图 3A



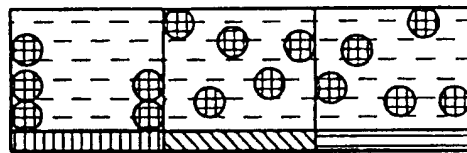
□ 白色
 ■ 彩色

图 3B



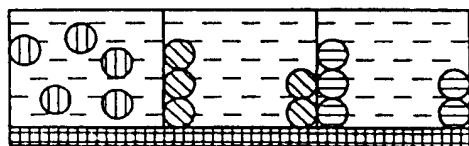
▨ 红色
 ▤ 绿色
 ▥ 蓝色
 □ 白色

图 4A



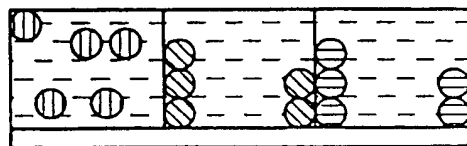
▨ 红色
 ▤ 绿色
 ▥ 蓝色
 ▧ 黑色

图 4B



▨ 红色
 ▤ 绿色
 ▥ 蓝色
 ▧ 黑色

图 4C



▨ 红色
 ▤ 绿色
 ▥ 蓝色
 □ 白色

图 4D

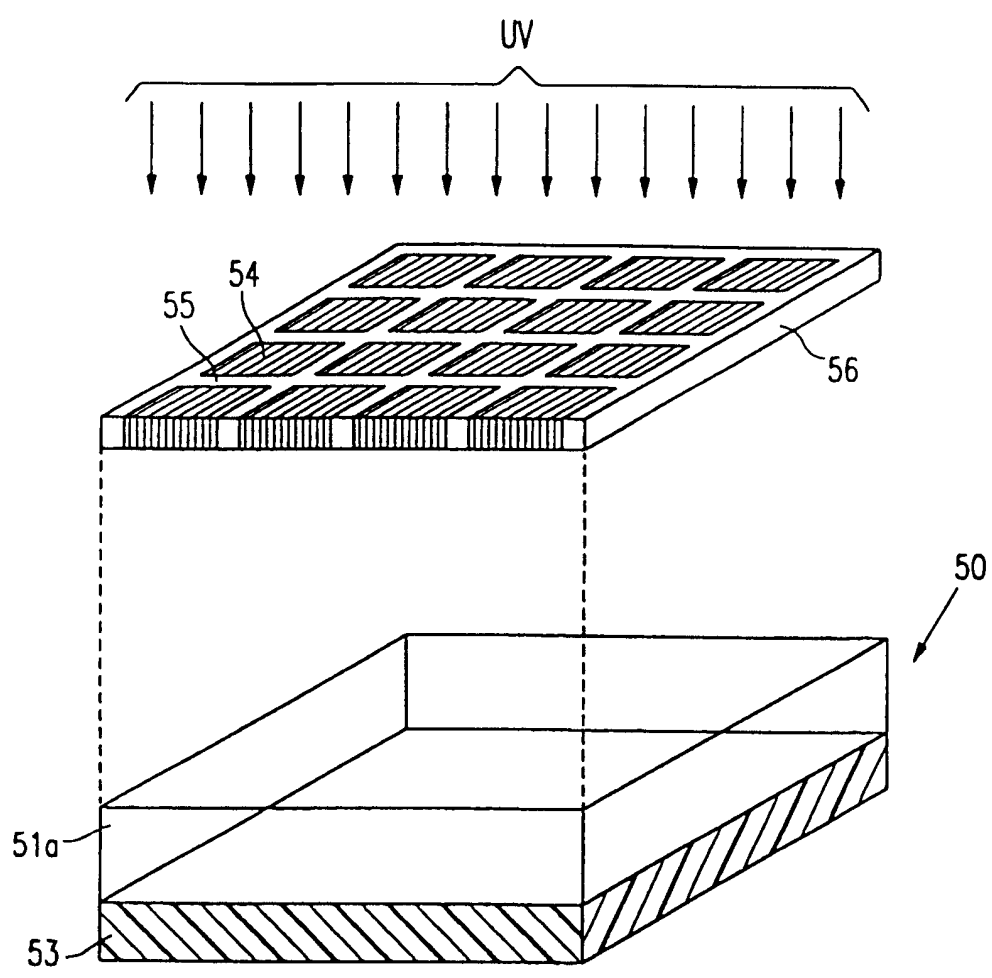


图 5A

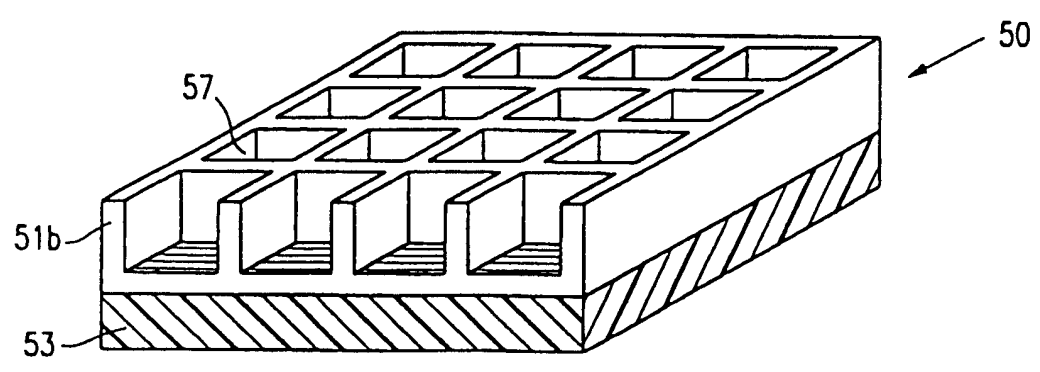


图 5B