



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02106722.8

[43] 公开日 2003 年 4 月 2 日

[11] 公开号 CN 1407386A

[22] 申请日 2002.3.1 [21] 申请号 02106722.8

[30] 优先权

[32] 2001.8.29 [33] US [31] 09/942,532

[71] 申请人 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 曾金仁 吴让二 藏宏政  
庄孝根

[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 3 页 说明书 28 页 附图 11 页

[54] 发明名称 一种改进的电泳显示器及其新颖的  
制造方法

[57] 摘要

本发明涉及一种改进的电泳显示器及其新颖的  
制造方法，该电泳显示器包括以分散在一种介电溶  
剂中的带电荷颜料微粒填充的，具有明确定义的形  
状、尺寸、和纵横比的盒。

7. 根据权利要求 5 所述的方法，其中所述密封组分与所述电泳流体预先混合，在相分离并在所述电泳流体上形成一漂浮层的期间或之后硬化。
8. 根据权利要求 7 所述的方法，其中所述密封组分包括的材料选自多价的丙烯酸酯、或甲基丙烯酸酯、氰基丙烯酸酯，包括乙烯基苯、乙烯基硅烷、乙烯醚的多价的乙烯基化合物，多价的环氧化物、多价的异氰酸酯、多价烯丙基化合物、和包含可交联官能团的低聚物、或聚合物、以及类似物。
9. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述密封是通过将一种密封组分涂覆在所述介电流体上，然后将所述密封组分硬化完成的，所述密封组分至少部分与所述介电溶剂或溶剂混合物不互溶，并具有低于所述介电溶剂或溶剂混合物的比重。
10. 根据权利要求 9 所述的方法，其中所述密封组分用挥发性溶剂或溶剂混合物稀释，所述挥发性溶剂或溶剂混合物在所述组分涂覆在所述介电流体上之后被蒸发。
11. 根据权利要求 9 所述的方法，其中所述涂覆的密封组分是通过溶剂蒸发、辐射、热、湿气、或者是通过在涂层与电泳流体之间的界面上的界面反应进行硬化。
12. 根据权利要求 9 所述的方法，其中所述涂覆的密封组分包括的材料选自烃橡胶、丁二烯橡胶、异戊二烯橡胶、热塑性弹性体、多价的丙烯酸酯、或甲基丙烯酸酯、氰基丙烯酸酯，包括乙烯基苯、乙烯基硅烷、乙烯醚的多价的乙烯基化合物，多价的环氧化物、多价的异氰酸酯、多价的烯丙基化合物、包含可交联官能团的低聚物、或聚合物以及类似物。

1. 一种制备用于电泳显示器的尺寸和形状基本相同的有明确定义且隔离的盒的方法，所述方法包括以下步骤：
  - a) 将一层具有预穿孔孔洞的薄膜层叠在一导电膜上；
  - b) 用分散在介电溶剂或溶剂混合物中的带电荷颜料悬浮体填充所述孔洞阵列；以及
  - c) 密封所述经填充的孔洞。
2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述薄膜是一种热塑性或热固性树脂。
3. 根据权利要求 2 所述的方法，其中所述热塑性或热固性树脂为聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)、聚萘酸乙酯 (PEN)、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚砜、聚苯乙烯、聚氨酯、聚硅氧烷、环氧树脂、聚烯烃、聚环烯烃、聚酰胺、聚酰亚胺、固化的乙烯酯、固化的不饱和聚酯、固化的多官能团乙烯醚、固化的多官能团丙烯酸酯、固化的多官能团烯丙基化合物、及其共聚物。
4. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述的膜是着色的。
5. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述密封是通过将一种比电泳流体的介电溶剂轻且与其不互溶的密封组分硬化而完成的。
6. 根据权利要求 5 所述的方法，其中所述密封组分的硬化是利用热、湿气、溶剂蒸发、或辐射完成的。

13. 一种电泳显示器，包括多个有明确定义的尺寸、形状、和纵横比的隔离的盒，所述盒由尺寸范围在大约  $1\times10^2$  至  $1\times10^6$  平方微米的微型杯形成。
14. 根据权利要求 13 所述的电泳显示器，其中所述微型杯具有范围大约在  $1\times10^3$  至  $1\times10^5$  平方微米的尺寸。
15. 一种包含多个有明确定义的尺寸、形状、和纵横比的隔离的盒的电泳显示器，所述盒由深度范围在大约 5 至 200 微米的微型杯形成。
16. 根据权利要求 15 所述的电泳显示器，其中所述微型杯具有深度范围在大约 10 至 100 微米。
17. 一种包含多个有明确定义的尺寸、形状、和纵横比的隔离的盒的电泳显示器，所述盒由开口与总面积的比例在大约 0.05 至 0.95 范围的微型杯形成。
18. 根据权利要求 17 所述的电泳显示器，其中所述微型杯的开口与总面积的比例在大约 0.4 至 0.9 的范围。

## 一种改进的电泳显示器及其新颖的制造方法

### 本发明所属技术领域

本申请是 2000 年 3 月 3 日美国专利申请（及 2001 年 9 月 13 日的 WO01/67170）的部分继续再申请，本发明涉及一种新颖的电泳显示器制造方法，该电泳显示器包含多个具有明确定义的形状、尺寸、和纵横比的隔离盒，并且该盒是以分散在溶剂中的带电荷颜料微粒填充。

### 与本发明相关的背景技术

电泳显示器（EPD）是根据悬浮在溶剂中的带电颜料微粒的电泳现象制作的一种非发射性的装置，首次于 1969 年提出。该种显示器通常包括两电极板，它们彼此相对放置并用间隔物分隔开。其中一个电极（通常在观察侧）是透明的。对于无源型的电泳显示器，在顶部板（观察侧）和底部板上分别需要行电极和列电极来驱动显示器。相比之下，对有源型的电泳显示器，在底板上需要一组薄膜晶体管，在顶部观察基板上需要一种一般的非图案化的透明导体板。在这二个电极板之间封装有着色的介电溶剂和其中分散有带电荷颜料微粒组成的电泳流体。

当在两个电极板之间施加电压差时，颜料微粒受到吸引向与颜料微粒极性相反的电极板迁移。这样，透明极板所显示的颜色，是由对极板选择性充电决定，其可以是溶剂的颜色或者是颜料微粒的颜色。改变电极板的极性，会引起微粒向相对的电极板迁移，从而改变所述颜色。中间颜色密度（或灰色梯度），

取决于透明板上过渡颜料密度，可以通过在一定范围控制电压控制电极板的电荷获得。

对不同像素或盒结构的电泳显示器先前已有报道，例如，分区式（partition-type EPD）电泳显示器（M.A. Hopper 和 V. Novotny, *IEEE Trans. Electr. Dev.*, 26, (8), pp. 1148-1152 (1979)）和微胶囊化的电泳显示器（美国专利号 5,961,804、5,930,026、和 6,017,584）。其各有如以下所述的问题。

在分区式（partition-type）的电泳显示器中，两电极之间有多个分隔区，将空间分割成较小的单元，以预防不希望的微粒的运动，例如沉淀。然而，在分隔区形成、以流体填充显示器、将流体封装在显示器中、和使不同颜色的悬浮体保持彼此分离的过程中，存在困难。

这种微胶囊化的电泳显示器具有基本上是二维的微胶囊排列，其中，各微胶囊具有由一种介电流体和在视觉上与介电溶剂形成对比的一种带电荷颜料微粒悬浮物所组成的电泳组分。可以通过界面聚合、原位聚合、或者其它现有的方法形成该微胶囊，如物理方法、液体中固化、或简易/复杂凝聚。该微胶囊通常是在一种水溶液中制备，为了要达到合适的对比度，其平均微粒尺寸相对要大（50-150微米）。但是，大微粒尺寸会导致较差的抗刮性，并且由于大胶囊在两相对电极之间需要大间隙，对应给定电压，其具有较慢的响应时间。再者，在水溶液中所制备的微胶囊的亲水外壳通常对高湿度和温度条件敏感。如果将微胶囊嵌入大量的聚合物基质中以消除这些缺点，则该基质的使用会导致更慢的响应时间和/或更低的对比度。为改进切换速率，这种电泳显示器通常需要电荷控制剂。然而，这种在水溶液中的微胶囊化工艺，对可使用的电荷控制剂的种类有限制。其它与该微胶囊系统有关的缺点包括低分辨率和较差的色彩表现能力。

## 发明简述

本发明的第一个特征涉及一种改进的电泳显示器，其包含有明确定义的形状、尺寸、和纵横比的盒，该盒以分散在介电溶剂中的带电荷颜料微粒填充。这些盒是单独密封的。

本发明的另一个方面涉及一种用于制造该电泳显示器的新颖的方法。

进一步，本发明的另一个方面涉及制备具有明确定义的形状、尺寸、和纵横比的盒。该盒中封装有分散在介电溶剂中的带电荷颜料微粒，并由根据本发明所制备的微型杯（microcup）所制成。在本发明的一个实施例中，用于制备微型杯的方法包括：使用一预成形的凸模，对涂布在一导电膜上的热塑性或热固性前体物层进行模压，然后在通过辐射、冷却、溶剂蒸发、或其它方法硬化该热固性前体物层期间或之后，将其脱模。可选择地，在本发明的另一个优选实施例中，通过将涂布一辐射固化层的导电膜进行图形曝光，接着在曝光的区域变硬后，将未曝光的区域去除，从而形成该微型杯。在本发明的另一优选实施例中，可以通过将具有预穿孔的间隔薄膜层叠在导电膜上形成微型杯。预穿孔的间隔薄膜与导电膜之间的粘着力，可以通过使用粘合剂和间隔薄膜的良好的溶剂加以改进。也可以使用热和紫外线辐射来增强其粘着力。

具有大范围的尺寸、形状、和开口比例的抗溶剂且热机械稳定的微型杯，可以使用上述的任一种方法制备。然后用悬浮在介电溶剂中的带电荷颜料微粒填充该微型杯，并且进行密封。

本发明的另一个方面，涉及对包含有悬浮在介电溶剂中的带电荷颜料微粒的电泳流体填充的微型杯进行密封。可用多种方法完成密封。在本发明的一个实施例中，通过在该填充步骤之前，将一热塑性或热固性前体物分散在该电泳流体中来完成。该热塑性或热固

性前体物与该介电溶剂不互溶，并具有比该溶剂和颜料微粒低的比重。在填充后，该热塑性或热固性前体物将与该电泳流体发生相分离，并在该流体顶部形成一漂浮层。然后通过溶剂蒸发、界面反应、湿气、热、或辐射，将该前体物层硬化而容易地完成该微型杯的密封。虽然有二个或多个上述固化机理的组合可用于改进密封步骤的产量和生产能力，但是紫外光（UV）辐射是密封微型杯的优选方法。

另外，可通过将包含有热塑性或热固性前体物的溶液涂覆在电泳流体上来完成密封，特别是当该热固性前体物至少部分与介电溶剂兼容时。然后通过溶剂蒸发、界面反应、湿气、热、辐射、或固化机理的组合，使该前体物层硬化来完成密封。界面聚合后进行紫外光固化对这种密封方法非常有利。通过界面聚合在界面上形成的一个薄阻挡层，可以显著地抑制电泳层与涂覆层之间的互混。然后通过一个后固化步骤，优选通过紫外光辐射，来完成密封。为了更进一步降低互混的程度，非常希望该涂层的比重明显地低于电泳流体的比重。当所使用的染料至少部分可溶解于密封材料中时，这种二步骤的涂覆方法特别有用。添加剂例如表面活性剂和填料颗粒，也可以用来进一步地改善密封层的性能。这种密封方法是本发明非常独特的特征。

本发明的另一个方面涉及一种用于制造包含有明确定义的形状、尺寸、和纵横比的盒的单色电泳显示器的多步骤工艺。该加工步骤包括：通过上述的任何一种方法制备微型杯，将该微型杯填充、密封、以及最后使用预涂布有一粘合剂层的第二导电膜将该经密封、绝缘的微型杯阵列层叠。这种多步骤工艺可以通过辊对辊的方式连续地进行。

本发明的另一个特征涉及一种用于制造全彩电泳显示器的方法，通过使用一正性作用的光致抗蚀剂层将该预成形的微型杯层

叠；通过将该正性作用光致抗蚀剂图形曝光、显影，选择性地打开一定数目的微型杯；用经染色的电泳流体填充打开的微型杯；以及通过一种密封方法将经填充的微型杯密封。这些步骤可以重复，以形成用不同颜色的电泳流体填充的密封微型杯。

这种微型杯的结构和密封方法，使电泳显示器的制作可以用一种灵活的、有效率的辊对辊的连续制造工艺进行。该显示器可以在例如 ITO/PET 导电膜的连续支撑网上制备，例如，(1) 通过微模压或光蚀刻方法、或层叠具有预穿孔的间隔薄膜，在导电膜上制造微型杯结构，(2) 用电泳流体将该微型杯填充，并将该微型杯密封，(3) 以其它导电膜将经密封的微型杯层叠，和(4) 将该显示器切割成希望的尺寸或形式以便组装。

这些多步骤方法可以通过辊对辊连续或半连续的方式来进行，因此适于大量与低成本的生产。与其它大量生产的操作方法相比，这些方法也是高效率、低成本的。

本发明的电泳显示器的一个主要优点是，该微型杯壁事实上是一种使顶部与底部基材保持固定距离的内置式间隔物。该微型杯显示器的机械性能与结构的完整性显著地优于任何现有技术的显示器，包括那些通过使用间隔物微粒 (spacer) 所制造的显示器。此外，微型杯显示器都具有理想的机械性能，包括当显示器被弯曲、卷成筒、或受到来自于例如触屏应用的压力时的可靠的显示性能。微型杯技术的使用也省去了需要使用边缘密封粘合剂，该边缘密封粘合剂会限制和预先确定显示器面板，并限制预先确定一定区域里的显示器流体。使用边缘密封粘合剂的方法制备的传统显示器中的流体，如果以任何的方式切割显示器，或穿过显示器钻孔，该流体将会完全泄漏。该受损伤的显示器将不再具有任何的功能。相反地，通过微型杯技术所制备的显示器中的流体被密封且隔离在每个单元中。该微型杯显示器几乎可以切割成任何尺寸，而没有因为显示

器流体在活动区域中的流失而损伤显示器性能的风险。换句话说，该微型杯结构采用一种形式灵活的显示器制造方法，其中该方法连续产出大的薄片形式的显示器，可以切割成任何所需的形式。当以不同特性（例如颜色和切换速率）的流体填充盒时，这种隔离的微型杯或盒结构特别重要。如果没有微型杯结构，要预防流体在邻近区域中互混或在操作期间的相互干扰就很困难。

根据本发明所制备的电泳显示器对环境并不敏感（特别是对于湿度与温度）。该显示器薄、柔性、耐用、易于操控、并且形式灵活。因为根据本发明所制备的电泳显示器包含的盒具有令人满意的纵横比和有明确定义的形状和尺寸，所以这种双重稳定的反射式显示器具有极佳的色彩表现能力、高对比度、和快速的切换速率。采用现有技术方法制备的电泳显示器的缺点完全被消除了。

#### 附图简要说明

图 1 为本发明的电泳显示器的示意图；

图 2a 与 2b 表示用于电泳显示器制造的辊对辊方法，特别是通过将涂布有紫外光固化组分的导电膜进行模压制作微型杯；

图 3a 至 3d 说明一种用于制备微模压用的凸模的典型方法；

图 4a 至 4c 表示通过微模压方法制备的典型的微型杯阵列；

图 5a 至 5c 表示涉及将涂布有热固性前体物的导电膜在紫外光 (UV) 辐射下进行图形曝光制作微型杯的另一种方法步骤；

图 6 是用于制作黑/白电泳显示器或其它单色电泳显示器的流程图；以及

图 7a 至 7h 是用于制作多色电泳显示器的流程图。

## 发明详述

### 定义

除非在说明书中另有定义，否则在此所用的技术术语都是根据本领域一般技术人员通常使用和理解的惯用定义来使用。

术语“微型杯”是指通过用微模压、或图形曝光、或穿孔的间隔所制作的杯状凹处。

在本发明说明书中，术语“盒”所要表达的是指由一个密封的微型杯所形成的一个单元。该盒以分散在溶剂或溶剂混合物中的带电荷颜料微粒填充。

术语“明确定义”在说明该微型杯或盒时，意指该微型杯或盒具有根据本方法的特定参数所预先确定的明确形状、尺寸、和纵横比。

术语“隔离的”是指用密封层单独密封的盒。

术语“纵横比”是电泳显示器技术中所通常熟知的术语。在本说明书中，是指该微型杯的深度与宽度、或深度与长度的比例。

### 优选实施例

如1图所示，本发明的电泳显示器包含有二个电极板10, 11(至少其中之一是透明的10)，和密封在这二个电极之间的一层有明确定义的盒12。该盒有明确定义的形状和尺寸，并以分散在经染色的介电溶剂中的带电荷颜料微粒填充。该盒用一个密封层加以密封(未示出)。当在二个电极之间施加一个电压差时，带电荷微粒将迁移到一侧，以使得可通过透明导电膜看见该颜料的颜色或该溶剂的颜色。这二个电极至少有一个是图案化的。用于制备这种电泳显示器的方法包括以下步骤。

## I 微型杯的制备

### I (a) 用模压方法制备微型杯

这种加工步骤如图 2a 和图 2b 所示。凸模 20 可放置在支撑网 24 上面（图 2a）或下面（图 2b）。通过在玻璃板或塑料基板上形成透明导电膜 21 制成该透明导电基板。然后，将一热塑性或热固性前体物层 22 涂布在该导电膜上。该热塑性或热固性前体物层在高于该热塑性或热固性前体物层的玻璃化温度下，通过辊、平板、或带形式的凸模进行模压。

用于制备该微型杯的热塑性或热固性前体物可以是多官能团的丙烯酸酯、或甲基丙烯酸酯、乙烯酯、环氧化物，及其低聚物、聚合物、和类似物。优选为多官能团的丙烯酸酯及其低聚物。为了获得理想的物理和机械性能，多官能团的环氧化物和多官能团的丙烯酸酯的组合也非常有用。通常也加入诸如氨基甲酸乙酯丙烯酸酯、或聚酯丙烯酸酯等增强挠性的可交联低聚物，以增强模压制成的微型杯的弯曲强度。该组分可包含低聚物、单体、添加剂、和非必选的聚合物。这种材料的玻璃化温度 ( $T_g$ ) 通常在约 -70°C 至 150°C 的范围，优选为约 -20°C 至 50°C。该微模压制作通常在高于其玻璃化温度的温度下进行。一个经过加热的凸模或一个经过加热的底板（模具靠在其上进行模压）可以用来控制微模压的温度和压力。

如图 2a 与图 2b 所示，在热固性前体物层硬化期间或之后脱模，显露出微型杯阵列 23。该前体物层的硬化可通过冷却、及辐射、热、或湿气的交联作用完成。如果该热固性前体物的固化是通过紫外光辐射完成，则紫外光可以从该支撑网的底部或顶端照射到该透明导电膜上，如此二个图所示。另外，紫外光灯可放置在模具中。在这种情况下中，模具必须是透明的，以允许该紫外光穿过该预成形的凸模而照射到该热固性前体物层上。

## 凸模的制备

可以用金刚石车削工艺或光致抗蚀处理接着进行蚀刻或电镀的工艺来制备凸模。一种用于制备凸模的代表性实施例如图 3 所示。使用电镀方法（图 3a），在一玻璃基板 30 上溅镀一层籽金属薄层 31（通常为 3000Å），例如铬镍铁合金（chrome inconel）。然后涂布一层光致抗蚀剂 32，并用紫外光曝光。在该紫外光与光致抗蚀剂层 32 之间放置光掩模 34。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。烘干剩下的硬化光致抗蚀剂，并再次溅镀一薄层籽金属。然后一个主模（图 3b）就准备好用以进行电铸。用于电铸成形的典型材料是镍钴合金 33。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. 1663: 324 (1992)）中所说明的，采用氨基磺酸镍（nickel sulfamate）电铸或无电镍沉积。该模具的底板（图 3d）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、激光刻写、或激光干涉，如《精密光学复制技术》见摄影光学仪器工程师学会会刊（“Replication techniques for micro-optics” , SPIE Proc. 3099: 76-82 (1997)）中说明的。此外，该模具可使用塑料、陶瓷、金属，利用光加工方法制作。

图 4a 是通过微模压制作的典型微型杯的光学轮廓量测的三维轮廓。图 4b 是显示该微型杯开口的俯视图的光学显微照片。图 4c 是显示其深度的一行微型杯的光学轮廓剖面图。

## I (b) 通过图形曝光制作微型杯

作为另一方案，该微型杯的制备可以通过将涂布在导电膜 52 上的辐射固化材料 51，用紫外光或其它形式的辐射通过一光掩模 50 进行图形曝光（图 5a）。该导电膜 52 在一塑料基板 53 上。

就辊对辊的工艺而言，该光掩模可与支撑网同步，并且以与支撑网相同的速度移动。在图 5a 的光掩模 50 中，深色的方块 54 代表不透明的区域，而该深色方块之间的空间 55 则代表无遮挡的区域。紫外光穿过无遮挡的区域 55 照射在辐射固化材料上。曝光的区域变硬，然后将未曝光区域（为光掩模不透明区域所保护）用适当的溶剂或显影剂去除，形成微型杯 56。该溶剂或显影剂选自丁酮、甲苯、丙酮、异丙醇等通常用于溶解或降低辐射固化材料粘性的物质。

图 5b 和图 5c 说明用图形曝光制备微型杯的其它两种可选方法。这二个图的特点基本与图 5a 相同，对应的组件也用相同的数字标示。在图 5b 中，所使用的导电膜 52 不透明并且已预图案化。在这种情况下，利用导体图案作为光掩膜对辐射敏感材料进行图形曝光是有利的。在紫外光辐射后，去除未曝光区域，制成微型杯 56。在图 5c 中，导电膜 52 也是不透明且有区带图案。通过作为第一光掩模的区带图案导电膜 52 从底部使该辐射固化材料曝光。从另一侧通过具有与该导电膜的区带垂直的区带图案的第二光掩模 50，进行二次曝光。然后用溶剂或显影剂去除未曝光区域，显露出微型杯 56。

### I (c) 制备微型杯的替代方法

除了上述的 I (a) 和 I (b) 部分中所叙述的方法，还可以通过在导电膜上层叠具有预穿孔阵列的间隔薄膜来完成微型杯的制备。具有预穿孔孔洞的适当的间隔薄膜材料，包括热固性或热塑性树脂，例如聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)、聚萘酸乙二醇酯 (PEN)、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚砜、聚苯乙烯、聚氨酯、聚硅氧烷、环氧树脂、聚烯烃、聚环烯烃、聚酰胺、聚酰亚胺、固化的乙烯酯、固化的不饱和聚酯、固化的多官能团乙烯基醚、固化的多官能团丙烯酸酯、固化的多官能团烯丙基化合物、及其共聚

## II 悬浮物/分散物的制备

填充在微型杯中的悬浮物包括其中分散有带电荷颜料微粒的介电溶剂和受到电场影响而迁移的微粒。该悬浮物可选择性地包含附加的对比着色剂，其在电场中可以迁移或可以不迁移。该分散物可根据本领域现有的方法制备，例如在以下文中记载：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 *IEEE Trans. Electron Device*, 24:827 (1977)，和 *J. Appl. Phys.* 49(9), 4820 (1978)。该带电荷颜料微粒在视觉上与该微粒悬浮于其中的介质形成对比。该介质是介电溶剂，优选具有低粘滞性且介电常数为大约 1 至 30，对于高微粒移动率而言，优选大约 2 至 15。适当的介电溶剂的实施例包括有十氢化萘 (DECALIN)、5-亚乙基-2-降冰片烯、脂肪油、蜡下油等碳氢化合物；甲苯、二甲苯、苯基二甲苯乙烷、十二烷基苯、和烷基萘等芳香族碳氢化合物；全氟化十氢化萘、全氟甲苯、全氟二甲苯、二氯化三氟甲苯 (dichlorobenzotrifluoride)、3,4,5 三氯化-三氟甲苯 (3,4,5-trichlorobenzotrifluoride)、氯五氟基苯 (chloropentafluoro-benzene)、二氯壬烷、五氯苯等卤化溶剂；例如来自明尼苏达州圣保罗 (St. Paul) 的 3M 公司的 FC-43、FC-70 和 FC-5060 的全氟溶剂；例如来自俄勒冈州波特兰 (Portland) 的 TCI America 公司的聚全氟丙烯基醚 (poly(perfluoropropylene oxide)) 的低分子量的含卤素的聚合物；聚氯三氟乙烯 (poly(chlorotrifluoroethylene))，例如来自新泽西州 River Edge 的 Halocarbon Product 公司的卤烃油 (Halocarbon oil)；全氟化聚烷基醚 (perfluoropolyalkylether)，例如来自 Ausimont 公司的 Galden 或来自特拉华州 DuPont 公司的 Krytox Oils 和 Greases K-Fluid 系列。在一个优选实施例中，使用聚氯三氟乙烯作为介电溶剂。在另一优选实施例中，使用聚全氟丙烯基醚 (poly( perfluoropropylene oxide )) 作为介电溶剂。

物。该间隔薄膜可以是清亮、不透明、或着色的。可通过使用粘合剂完成该薄膜的层叠，例如一种压敏粘合剂、热融粘合剂、或者是热、湿气、或辐射固化粘合剂。可选择地，预穿孔的间隔薄膜可以通过加热或通过使用对于间隔薄膜适当的溶剂层叠在导电膜上。适当溶剂的实施例包括 THF、丙酮、丁酮、环己酮、乙酸乙酯及其衍生物，并且这些溶剂对于聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）和聚碳酸酯特别地有用。

通常，该微型杯可以是任意形状的，且其尺寸与形状可以改变。在一个系统中，该微型杯可以具有基本相同的尺寸和形状。然而，为了最大化光学效果，可制作形状和尺寸不同的混合微型杯。例如，用红色分散体填充的微型杯可以与绿色微型杯或蓝色微型杯具有不同的形状或尺寸。此外，一个像素可由不同个数的不同颜色的微型杯组成。例如，一个像素可由多个小的绿色微型杯、多个大的红色微型杯、以及多个小的蓝色微型杯组成。此三种颜色的微型杯不必具有相同的形状和数目。

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。因而，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，各个微型杯的尺寸可在大约  $1 \times 10^2$  至  $1 \times 10^6$  平方微米的范围，优选从大约  $1 \times 10^3$  至约  $1 \times 10^5$  平方微米。该微型杯的深度在大约 5 至 200 微米的范围，优选大约 10 至 100 微米。开口与总面积的比例在大约 0.05 至 0.95 的范围，优选大约 0.4 至 0.9。

该对比着色剂可以是染料或颜料。非离子偶氮与蒽醌染料特别地有用。有用的染料的例子包括但不限于：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)，Pylam Spirit 黑和 Fast Spirit 黑；Aldrich 公司的苏丹黑 B( Sudan Black B )；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 和 135，蒽醌绿 28。对于对比颜色颜料的情况，彩色颜料颗粒也可以分散在该介电介质中。这些彩色微粒优选为不带电荷的。如果二种颜料微粒带有相同的电荷，则它们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，显示器中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。

带电荷的原色颜料微粒优选为白色，且可以是有机或无机颜料，例如二氧化钛。如果使用着色的颜料微粒，它们可以由有机或无机颜料形成，例如来自 SUN Chemical 公司的酞菁蓝、酞菁绿、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)、苝系颜料 (perylene pigment series)；来自 Kanto Chemical 公司的汉撒黄 G (Hansa yellow G) 颗粒；以及 Fisher 公司的碳灯黑 (Carbon Lampblack)。微粒尺寸较好是在 0.01~5 微米的范围内，优选是在 0.05~2 微米的范围内。这些微粒应该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。在正常的工作条件下，所产生的悬浮物也必须稳定能够抗沉淀、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、和 N,N- 二甲基氨基乙基（甲基）丙烯酸酯（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。

适当的带电荷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初级微粒。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。

对黑/白电泳显示器来说，该悬浮物包含分散于黑色溶剂中的带电荷的白色二氧化钛（TiO<sub>2</sub>）微粒。黑色染料或染料混合物可被用于产生溶剂的黑色，如 Pylam Products 公司（美国亚利桑那州）的 Pylam Spirit 黑和 Fast Spirit 黑，Aldrich 公司的苏丹黑 B，BASF 公司的 Thermoplastic Black X-70，或一种不可溶的黑色颜料如碳黑。对于其它经着色的悬浮物，有多种可能性。对于减色系统而言，带电荷的二氧化钛（TiO<sub>2</sub>）微粒可悬浮于蓝绿色、黄色、或品红色的

介电溶剂中。该蓝绿色、黄色、或品红色可使用染料或颜料产生。对于加色系统而言，带电荷的二氧化钛微粒可悬浮在红色、绿色、或蓝色的介电溶剂中，其中该红色、绿色、或蓝色亦可使用染料或颜料产生。对大多数显示器的应用优选采用红色、绿色、蓝色系统。

### III. 微型杯的密封

微型杯的密封可以通过多种方法完成。一种优选的方法是将包含有多官能团的丙烯酸酯、丙烯酸低聚物、和光引发剂的紫外光固化组分，分散在包含分散在经染色的介电溶剂中的带电荷颜料微粒的电泳流体中。该紫外光固化组分与该介电溶剂是不互溶的，且其比重低于该介电溶剂和颜料微粒。这两种组分（紫外光固化组分和电泳流体）在一个径向混合器中充分地混合，并采用 Myrad 棒、凹印板、刮刀片、开槽涂布、或开缝涂布等精确的涂布机械装置，立即涂布到该微型杯上。多余的流体用刮刀或类似的装置刮除。少量的弱溶剂或者溶剂混合物，例如异丙醇、甲醇、或其水性溶液可以用于清洗该微型杯的分隔壁顶表面上残留的电泳流体。挥发性的有机溶剂可以用于控制该电泳流体的粘性和覆盖性。然后将经过填充的微型杯干燥，且该紫外光固化组分漂浮到该电泳流体的顶端。该浮至表面的紫外光固化层浮到顶端的期间或之后，将其固化，密封该微型杯。紫外光或其它形式的辐射如可见光、红外线、及电子束等都可以用于将该微型杯固化并密封。作为替代，热或湿气也可以用于将该微型杯固化并密封，如果合适，可以使用热或湿气固化组分。

具有理想的密度，且对丙烯酸酯单体和低聚物有理想的溶解度差别的优选介电溶剂组是卤化碳氢化合物，特别是全氟溶剂及其衍生物。表面活性剂可用以改进该电泳流体和密封材料之间界面的粘性和润湿性。有用的表面活性剂包括 3M 公司的 FC 表面活性剂、

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。

作为替代，该电泳流体及该密封前体物可依次涂布到该微型杯中，特别是在该密封前体物至少部分地与该介电溶剂相容时。因此，该微型杯的密封可通过在填充后的微型杯表面涂覆一个通过辐射、热、湿气或界面反应可以固化的热固性前体物薄层并固化来完成。挥发性有机溶剂可用于调整该涂层的粘滞性和厚度。当在该涂覆层中使用挥发性溶剂时，优选与该介电溶剂不互溶。

界面聚合后接着进行紫外光固化，对于这种密封方法极为有益。通过界面聚合而在该界面形成一个薄的阻挡层，则该电泳层与保护层之间的互混明显地得到抑制。然后，通过一个后固化步骤完成密封，优选通过紫外光辐射。为进一步降低互混程度，最好外涂覆层的比重明显低于电泳流体的比重。当所使用的染料至少部分地溶解于该密封材料时，这种二步骤的涂覆方法特别地有用。

#### IV. 单色电泳显示器的制备

本工艺通过图 6 所示的流程图进行说明。所有的微型杯都用同色组分的悬浮物填充。该工艺可以是连续的辊对辊工艺，包括下列步骤：

1. 将一层热塑性或热固性前体物 **60** 涂布在一个连续的支撑网 **61** 上（可选择性地使用溶剂）。若有溶剂存在，则该溶剂应易于挥发。根据显示器的切换模式，该连续的支撑网 **61** 可以是一种塑料基材，一种塑料基材上的图案化或非图案化的导电膜。
2. 在高于其玻璃化温度的温度下，用一预成形的凸模 **62** 对热塑性、或热固性前体物层进行模压。

3. 通过紫外光曝光将该模具由热塑性或热固性前体物层脱模，优选在硬化的期间或之后。

4. 将这样制成的微型杯阵列 63 在用经染色的介电溶剂中的带电荷颜料分散物 64 填充，该介电溶剂包含有至少一种与该溶剂不相溶且比重低于该溶剂和颜料微粒的热固性前体物。

5. 在该热固性前体物分离并在液相顶端形成一悬浮层的期间或之后，优选紫外光辐射 65，或者用热或湿气，将热固性前体物固化而密封该微型杯，这样形成装有分散在经着色的介电溶剂中的颜料悬浮物的密封电泳盒。

6. 将预涂布有一粘合剂层 67 的一个第二导电膜 66 层叠在该经密封的电泳盒阵列上，其中该粘合剂层可以是压敏粘合剂、热熔粘合剂，热、湿气、或辐射固化粘合剂。

该层叠的粘合剂可通过例如紫外光 68 等辐射穿过该支撑网的任意一侧而进行后固化。在该层叠步骤后，成品可切割 69。此外，该密封的微型杯可以在层叠步骤之前切割成适当的尺寸。

上述的微型杯制备可以方便地用另一个方法取代：使用具有预穿孔的间隔薄膜，或者是将该涂布有一热固性前体物的导电膜进行图形曝光，并接着用适当的溶剂将该未曝光区域去除。此外，该微型杯的密封可以通过直接在该电泳流体表面涂覆并硬化密封组分完成。

## V. 多色电泳显示器的制备

对于多色电泳显示器的制备而言，需要额外的步骤以产生包含不同颜色的悬浮物的微型杯。这些额外的步骤包括：(1) 将一正性作用干膜光致抗蚀剂层叠在已形成的微型杯上，其中该光致抗蚀剂至少包含有一种可去除载体，例如 Saint-Gobain 公司 (Worcester,

MA) 的 PET-4851, Shipley 公司的酚醛正性光致抗蚀剂 Microposit S1818, 以及一种碱性显影粘合剂层, 例如 National Starch 公司的 Nacor72-8685 和 BF Goodrich 公司的 Carboset 515 的混合物; (2) 通过将该光致抗蚀剂进行图形曝光, 将可去除的载体膜去除, 以及用例如 Shipley 公司的经稀释的 Microposit 351 显影剂将该正性光致抗蚀剂显影, 选择性地打开一定数目的微型杯; (3) 用含有带电荷白色颜料 (二氧化钛) 微粒和第一原色的染料或颜料的电泳流体填充已经打开的微型杯; 并且 (4) 按照制作单色显示器所描述的方法, 将该经填充的微型杯密封。这些额外的步骤可以重复, 以便制作以第二和第三原色电泳流体填充的微型杯。

更特别地是, 多色电泳显示器可以根据图 7 所示的步骤来制备:

1. 在一导电膜 71 上涂布一层热固性前体物 70。
2. 在高于热塑性或热固性前体物层的玻璃化温度的温度下, 用一预成形的凸模 (图中未示出) 对该热塑性或热固性前体物层进行模压。
3. 将模具从热塑性或热固性前体物层脱模, 优选在冷却硬化或利用辐射、热、或湿气进行交联硬化的期间或之后。
4. 在这样形成的微型杯阵列 72 上层叠一正性干膜光致抗蚀剂, 其中该光致抗蚀剂层包含至少一粘合剂层 73、一正性光致抗蚀剂层 74、以及一可去除的塑料保护片 (图中未示出)。
5. 将该正性光致抗蚀剂用紫外光、可见光、或其他辐射进行图形曝光 (图 7c), 去除塑料保护片, 在曝光区域显影并打开微型杯。步骤 4 及步骤 5 的目的是在一预定区域有选择地打开一些微型杯 (图 7d)。

6. 用分散在介电溶剂中的带电荷白色颜料分散物 75 填充该打开的微型杯，其中该介电溶剂至少包含该第一原色的染料或颜料，以及与该溶剂不相溶并且比重低于该溶剂和颜料微粒的热固性前体物 76。

7. 在该热固性前体物分离并形成一漂浮在该液相顶端的表面层的期间或之后，通过将该热固性前体物固化（优选通过紫外光辐射，通过热、或湿气的方法次之）把该微型杯密封，从而形成含有该第一原色的电泳流体的密封电泳盒（图 7e）。

8. 可以重复上述的步骤 5 至 7，从而在不同区域产生包含有不同颜色电泳流体的有明确定义的盒（图 7e, 7f 与 7g）。

9. 将预涂布有一粘合剂层 78 的一预图案化的第二透明导电膜 77 对准并层叠在密封的电泳盒阵列上，其中粘合剂层 78 可以是压敏粘合剂，热熔粘合剂，热、湿气、或辐射固化粘合剂。

10. 将该粘合剂硬化。

上述方法中微型杯的制备可方便地用另一种方法取代：将该涂布有一热固性前体物的导电膜进行图形曝光，并接着通过适当的溶剂将该未曝光区域移除并且使用具有预穿孔的孔洞的间隔薄膜。此外，该微型杯的密封可以通过在液相表面直接涂布一层密封材料来完成。

用本方法制造的显示器可以达到仅一张纸的厚度。该显示器的宽度为涂布支撑网的宽度（通常为 1 至 90 英寸）。显示器的长度依据卷的大小可以从几英寸到几千英尺。

## 实施例

对以下实施例的描述，是为便于本领域技术人员能够更清楚地了解并实施本发明，不应理解为是对本发明范围的限制，其仅仅是对本发明的说明和示范。

### 实施例 1 利用微模压进行微型杯的制备

表 1 中所示的组分是用一个 3 密耳（千分之一英寸）开口的镍铬鸟型（Nickel Chrome bird type）薄膜涂布器，将其涂布在 Mylar J101/200 上。该溶剂可以挥发，留下一层玻璃化温度低于室温的粘性薄膜。

表 1：用于微模压的含有聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）的组分

编号	说明	成分	供货商	重量百分比
1	环氧丙烯酸酯	Ebecryl 3605	UCB Chemicals	7.35
2	单体	Sartomer SR205	Sartomer	9.59
3	氨基甲酸乙酯丙烯酸酯	Ebecryl 6700	UCB Chemicals	4.87
4	聚甲基丙烯酸甲酯	Elvacite 2051	ICI	9.11
5	光引发剂	Darocur 1173	Ciba	1.45
6	阳离子光引发剂	CyraCure UVI 6976	Union Carbide	0.60
7	溶剂	丙酮	Aldrich	67.03
		总计		100.00

用 Colorado Spring, Photo Stencil 公司的预成形模板作为该微模压用的凸模，用 Henkel 公司的 Frekote 700-NC 作为脱膜剂。然后，室温下用加压滚轮的模板对该经涂布的薄膜进行模压。接着用装有金属氟化物灯管（具有 80 毫瓦/平方厘米的强度，波长为 365 纳米）的 Loctite Zeta 7410 曝光装置，透过 Mylar 膜将涂布物进行紫外光固化约 20 分钟。之后将经模压的薄膜从模具中脱模，呈现出有明确定义的微型杯，通过光学轮廓测量和显微镜测量，该微型

杯具有从 60 微米至 120 微米 (200-400 dpi (点/英寸)) 范围的横向尺寸, 以及 5 微米至 30 微米范围的深度 (图 4a 至图 4c)。

### 实施例 2

含有固态低聚物、单体、和添加剂的组分如表 2 所示。该混合物的玻璃化温度也低于室温。如前例, 该粘性涂层沉积在 Mylar J101/200 的顶端。模压可使用加热加压辊或层合机 (laminator), 在 32°C 和 60°C 进行。制得具有 5 至 30 微米深的有明确定义的高分辨率微型杯 (100 至 400dpi)。

表 2: 模压组分

编号	说明	成分	供货商	重量百分比
1	环氧丙烯酸酯	Ebecryl 3903	UCB Chemicals	17.21
2	单体	HDODA	UCB Chemicals	8.61
3	氨基甲酸乙酯丙烯酸酯	Ebecryl 4827	UCB Chemicals	2.87
4	光引发剂	Irgacure 500	Ciba	1.43
5	增滑剂	Ebecryl 1360	UCB Chemicals	1.60
6	溶剂	丙酮	Aldrich	68.26
		总数		100.00

### 实施例 3

使用 #3 Myrad 棒, 将包含 5 份的 Ebecryl 830、2.6 份的 SR-399 (来自 Sartomer)、1.8 份的 Ebecryl 1701、1 份的 PMMA(来自 Aldrich, Mw=350,000)、0.5 份的 Irgacure 500、以及 40 份的丁酮 (MEK) 的底层涂布溶液 (primer solution), 涂布在 2mil 60 ohm/sq. 的 ITO/PET 薄膜 (来自 Sheldahl Inc., MN.) 上, 干燥, 并使用 Zeta7410 (5w/cm<sup>2</sup>, 来自 Loctite) 曝光装置在空气中进行紫外光固化 15 分钟。

35 份（按重量）的 Ebecryl 600 (UCB)、40 份的 SR-399 (Sartomer)、10 份的 Ebecryl 4827 (UCB)、7 份的 Ebecryl 1360 (UCB)、8 份的 HDDA (UCB)、0.05 份的 Irgacure 369 (Ciba Specialty Chemicals)、以及 0.01 份的异丙基噻吨酮 (isopropyl thioxanthone, 来自 Aldrich 的 ITX) 均质地混合，涂布到底层处理的 ITO/PET 薄膜上，目标厚度约为 50 微米，并以 Ni-Co 凸模模压（该凸模具有 60 (长) × 60 (宽) 微米的重复突出的正方形图案，突出部分的高度为 25-50 微米并具有 10 微米宽的分隔区带），以来自 PET 一侧的紫外光固化 20 秒，用 2" 的剥离棒以约 4-5 英尺/分钟的速度将其从凸模上去除。深度范围在 25 至 50 微米的有明确定义的微型杯，是通过使用具有相对应的突出物高度的凸模来加以制备。各种不同尺寸的微型杯阵列，例如 70 (长) × 70 (宽) × 35 (深) × 10 (分隔)、100 (长) × 100 (宽) × 35 (深) × 10 (分隔) 以及 100 (长) × 100 (宽) × 30 (深) × 10 隔 (分割) 微米也是以相同的程序加以制备。

#### 实施例 4 介电溶剂中的颜料分散物的制备

聚苯乙烯 (0.89 克, Polysciences 公司, 分子量 50,000) 以及 AOT (0.094 克, American Cyanamide 公司, 二辛基硫代丁二酸钠)，溶解在 17.77 克的热二甲苯 (Aldrich 公司) 中。添加 Ti-Pure R-706 (6.25 克) 到该溶液中，并在一研磨机中以 200 rpm 研磨 12 小时以上。获得一低粘滞性且稳定的分散物。添加 Oil-blue N (0.25 克, Aldrich) 使该分散物着色。然后在一标准的电泳盒 (包含有以一个 24 微米的间隔物所隔离的二个 ITO 导电板) 中测试该悬浮物。在 80 伏特下，可观察到高对比度的白色与蓝色交替的影像，该影像具有约 60 赫兹的切换速率和 8.5 毫秒的浮现时间。

### 实施例 5

重复实施例 4 的实验，不同之处是使用油溶红 EGN ( Oil Red EGN, Aldrich 公司 ) 和具有 24 微米间隔物的电泳盒。在 60 伏特下，可观察到高对比度的红色与白色交替的影像，该影像具有大约 60 赫兹的切换速率和 12 毫秒的浮现时间。

### 实施例 6

Ti-Pure R-706 (112 克) 在溶液中用研磨机研磨，该溶液包含有 11.2 克的顺丁烯二酸酐共聚物 (Baker Hughes 的 X-5231)、24 克的 3,4-三氟化二氯苯、以及 24 克的 1,6-二氯己烷 (两者都来自 Aldrich)。相似地，12 克的碳黑在一个 100℃ 的溶液中被研磨，其中该溶液包含有 1.2 克的烷基化聚乙烯吡咯烷酮 (来自 ISP 的 Ganex V216)、34 克的 3,4-三氟化二氯苯、以及 34 克的 1,6-二氯己烷 (Aldrich)。然后，此二分散物均匀混合并进行测试。在 100 伏特下，可观察到高对比度的黑色与白色交错的影像，该影像具有最高 10 赫兹的切换速率和大约 36 毫秒的浮现时间。

### 实施例 7 颜料分散物

Ti Pure R706 (6.42 克) 用均化器分散到溶液中，该溶液包含有来自 Ausimont 的 1.94 克 Fluorolink D、来自 Ausimont 的 0.22 克 Fluorolink 7004、来自 3M 的 0.37 克氟化铜酞菁染料、以及来自 Ausimont 的 52.54 克全氟溶剂 (perfluoro solvent) HT-200。

### 实施例 8 颜料分散物

如实施例 7 相同的步骤，除了 Ti Pure R706 和 Fluorolink 分别换成了涂布聚合物的 TiO<sub>2</sub> 微粒 PC-9003 ( Elimentis, Highstown, NJ ) 和 Krytox ( Du Pont )。

### 实施例 9 用一步法密封微型杯

在 HDDA (Aldrich 公司的 1,6-己二醇二丙烯酸盐) 中包含有 1wt% 的苯偶酰二甲基酮 (来自 Sartomer 的 Esacure KB1) 的 0.05 毫升的紫外光固化组分, 分散在 0.4 毫升的介电溶液中, 该介电溶剂 包 含 在 来 自 3M 公司的 FC-43 中的 0.5wt%的 2,2,3,3,4,4, 5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10- 氟代十九烷 -1- 癸 醇 (2,2,3,3,4,4, 5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10 -nonadecafluoro-1-decanol, Aldrich)。然后将所获得的分散物立即填充在实施例 2 所制备的微型杯阵列中。多余的流体用刮刀刮除。该 HDDA 溶液允许相分离至少 30 秒, 并以紫外光辐射 ( $10 \text{ mw/cm}^2$ ) 进行固化约 1 分钟。可观察到一个硬的且透明的薄层位于该微型杯顶端, 而该微型杯被密封。

### 实施例 10 微型杯密封

在实施例 7 中所制备的电泳流体用来自 3M 的挥发性全氟共溶剂 FC-33 稀释, 并且涂布在实施例 2 中所制备的 35 微米深的微型杯阵列上。该挥发性共溶剂可以蒸发, 以使得部分填充的微型杯阵列曝光。在庚烷中的 7.5%的聚异戊二烯溶液 (来自 Aldrich, 顺式含量 97%), 然后用具有 3 密尔开口的万用刀片涂布器 (Universal Blade Applicator) 涂覆到部分填充的微型杯上。然后在室温下干燥这些经涂布的微型杯。在每一个微型杯的顶端形成具有可接受的粘着性和均匀性, 且厚度 (干膜) 为大约 7-8 微米的无缝密封层。用显微镜观察, 在密封的微型杯里没有发现能看到的气泡。预涂布有粘合剂层的第二 ITO/PET 导体层合在密封的微形杯上。该具有良好抗挠性的电泳盒显示出令人满意的切换性能。在 66°C 的炉中陈化 5 天之后, 没有发现重量的损失。

### 实施例 11 微型杯密封

按照实施例 10 进行相同的程序，不同之处在于使用实施例 8 中所制备的  $TiO_2$  分散物。在显微镜下可以观察到厚度约 6 微米的无缝密封层。在密封的微型杯里，没有发现气泡。

### 实施例 12 通过涂覆和紫外光固化的办法密封微型杯

将实施例 6 中所制备的电泳流体填充在实施例 2 所制备的微型杯阵列中。将 Norland 光学粘合剂薄层 NOA 60 (Norland Products Inc., New Brunswick, NJ) 涂布在经填充的微型杯上。将任何多余的紫外光粘合剂用 Mylar 膜刮片刮除，并用一片吸收纸清洁。然后该经涂覆的粘合剂立即在 Loctite Zeta 紫外光曝光装置下进行固化约 15 分钟。微型杯完全密封，没有观察到气泡。以 Mitutoyo 厚度计量测，该经固化的粘合剂层的厚度约为 5 至 10 微米。

### 实施例 13 用二步骤（涂覆和湿气固化）方法密封微型杯

重复实施例 12 的实验，不同之处是用 Elmer's Products 公司 (Columbus, Ohio) 的 Instant Krazy glue 胶代替 Norland 粘合剂。经涂覆的粘合剂在空气中用湿气固化 5 分钟。微型杯完全密封，看不到气泡。以 Mitutoyo 厚度计测量，固化的粘合剂层的厚度约为 5 至 10 微米。

### 实施例 14 用二步骤（涂覆和界面聚合）方法密封微型杯

重复实施例 13 的实验，不同之处是用包含 0.3wt% 四乙撑五胺 (Aldrich) 的 3,4-三氟化二氯苯溶液作为电泳流体，并且用无水醚中的脂肪族聚异氰酸脂 (来自 Bayer 公司的 Desmodur N 3300) 溶液代替 Instant Krazy 胶。在涂覆后立即可看到一高度交联的薄膜。当醚在室温下蒸发后，介电溶剂完全密封在微型杯中。看不到气泡。

---

虽然本发明通过参考其特定具体实施例加以说明，但对本领域技术人员来说，可以进行各种改变和等同置换而不背离本发明的精神和范围。另外，可以进行许多修改以适用于特别的情况、材料、组成、方法、方法步骤或多个步骤，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。

### 组件符号说明

UV	紫外光
10	电极板
11	电极板
12	盒
20	凸模
21	透明导电膜
22	前体物层
23	微型杯阵列
24	支撑网
30	玻璃基板
31	籽金属薄层
32	光致抗蚀剂层
33	镍钴合金
34	光掩模
50	光掩模
51	辐射固化材料
52	导电膜
53	塑料基板
54	深色的方块
55	深色方块之间的空间
56	微型杯
60	热塑性或热固性前体物
61	连续的支撑网
63	微型杯阵列
64	带电荷颜料分散物
65	辐射
66	第二导电膜
67	粘合剂层
68	紫外光
69	切割

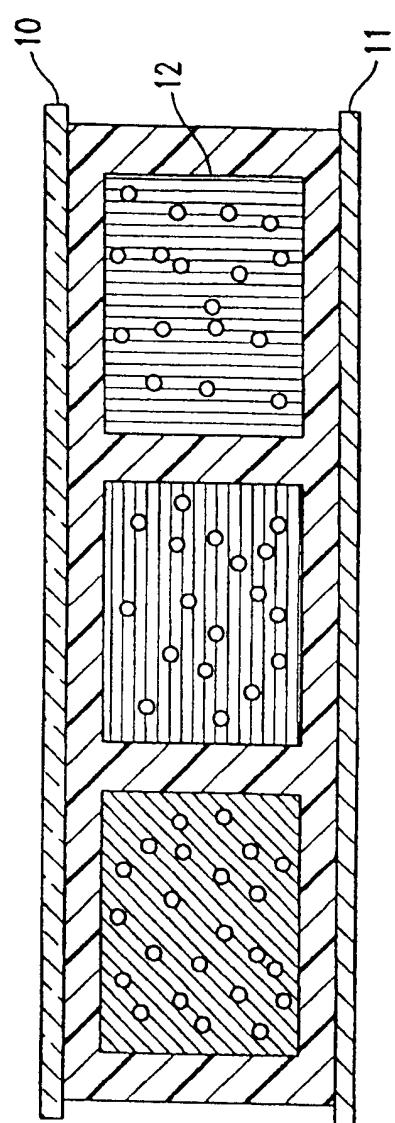


图 1

- 70 热固性前体物
- 71 导电膜
- 72 微型杯
- 73 粘合剂层
- 74 正性光致抗蚀剂
- 75 带电荷的白色颜料分散体
- 76 热固性前体物
- 77 第二导电膜
- 78 粘合剂层

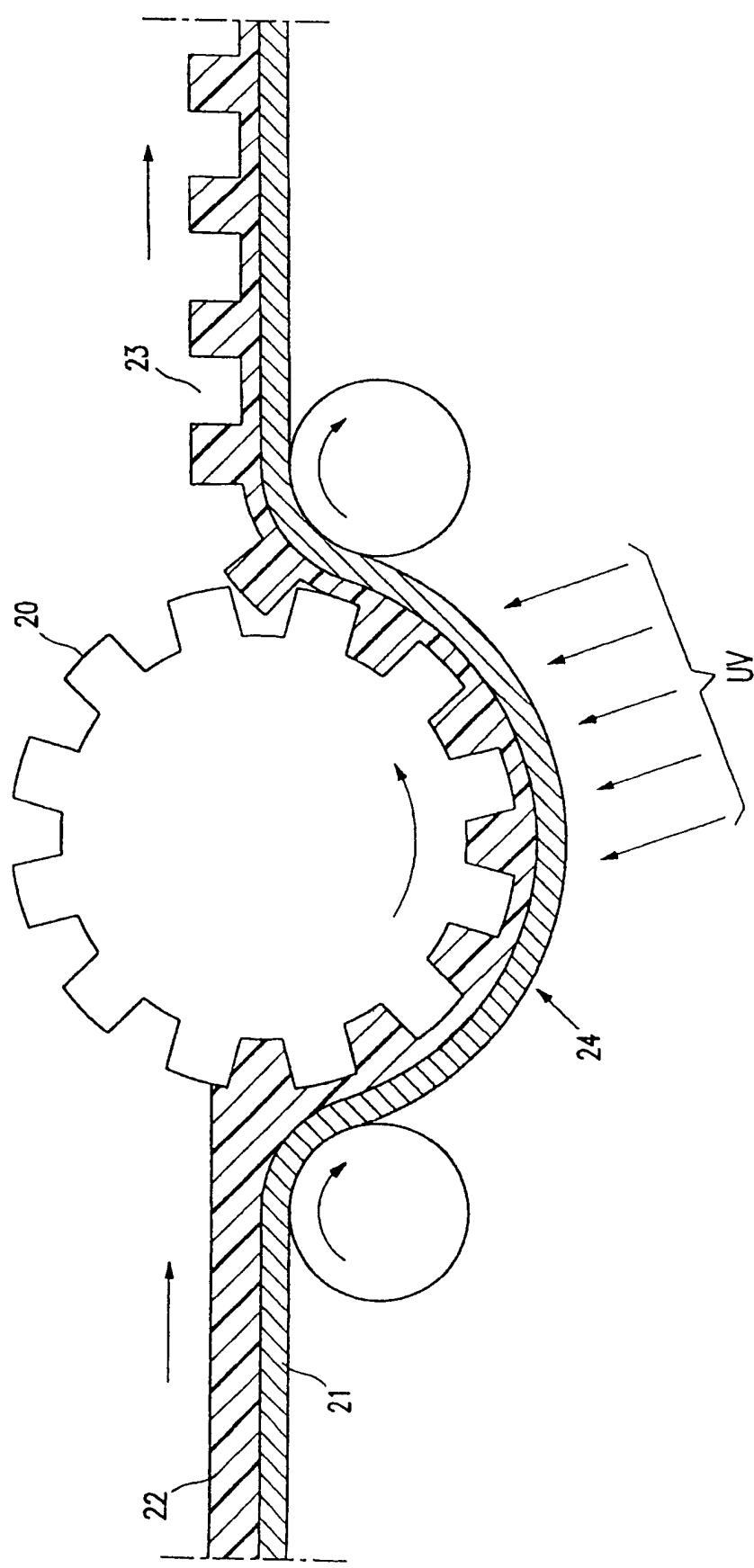


图 2a

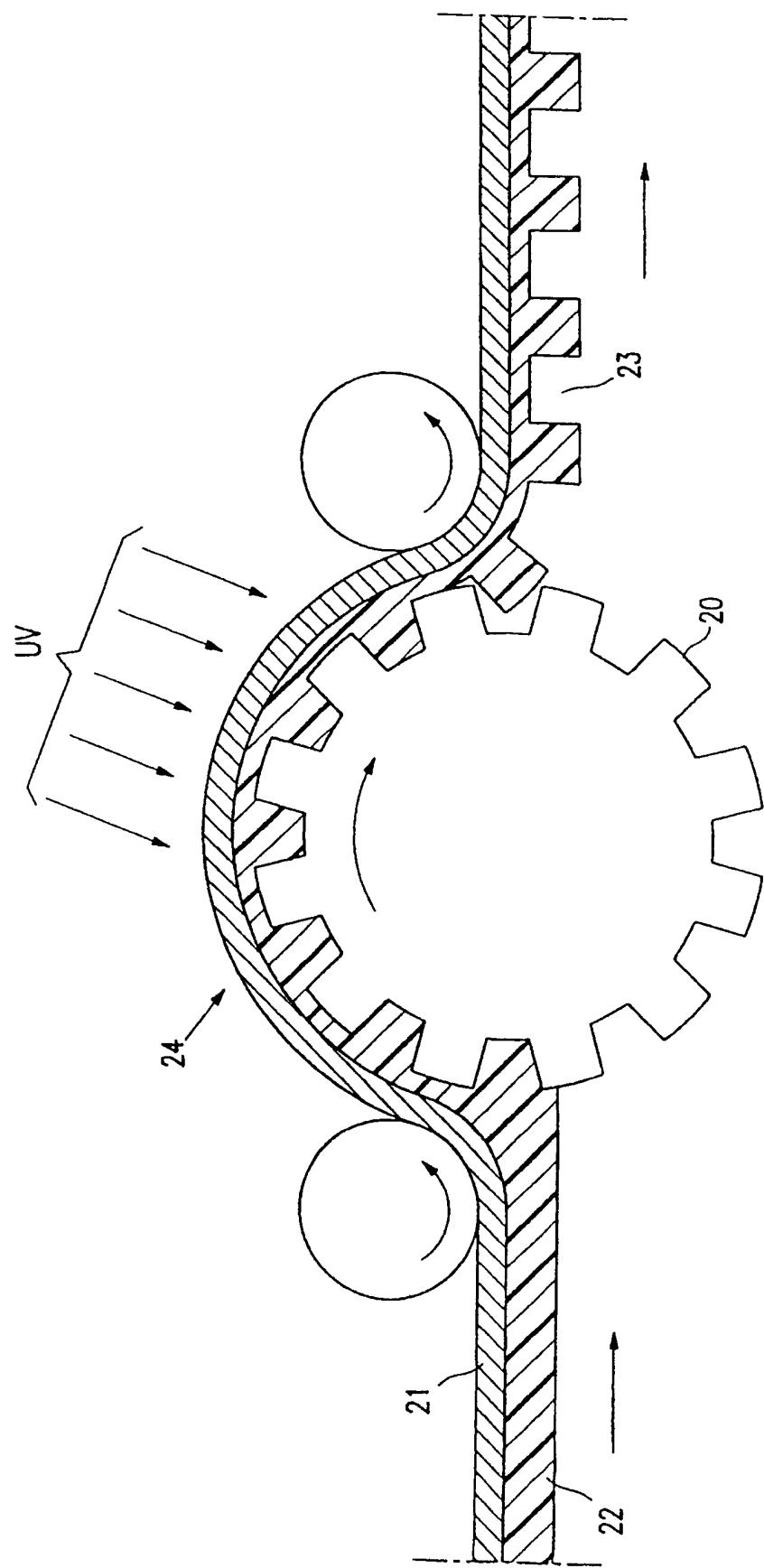


图 2b

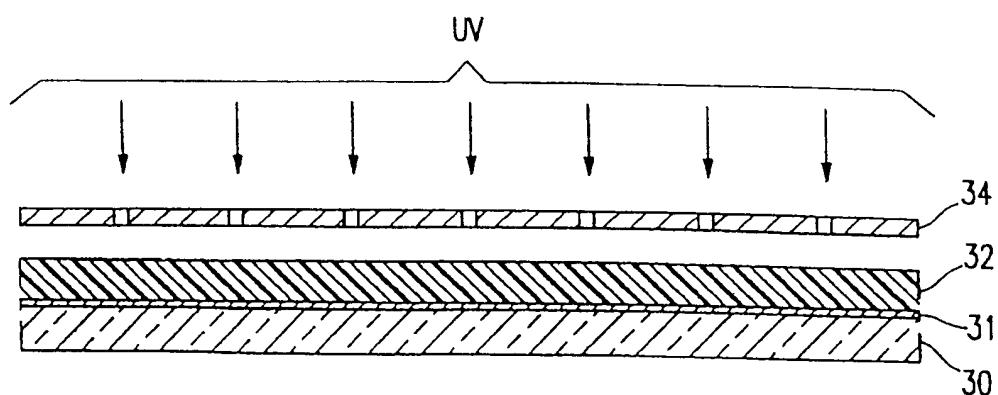


图 3a

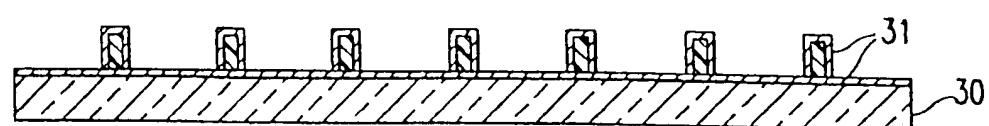


图 3b

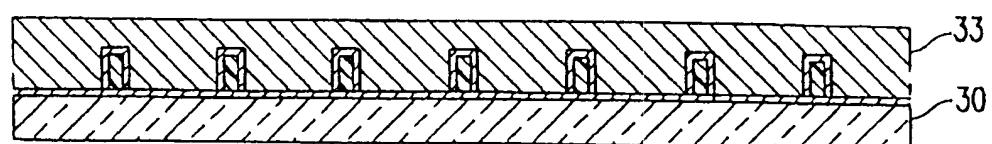


图 3c

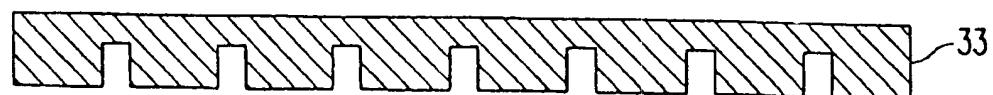
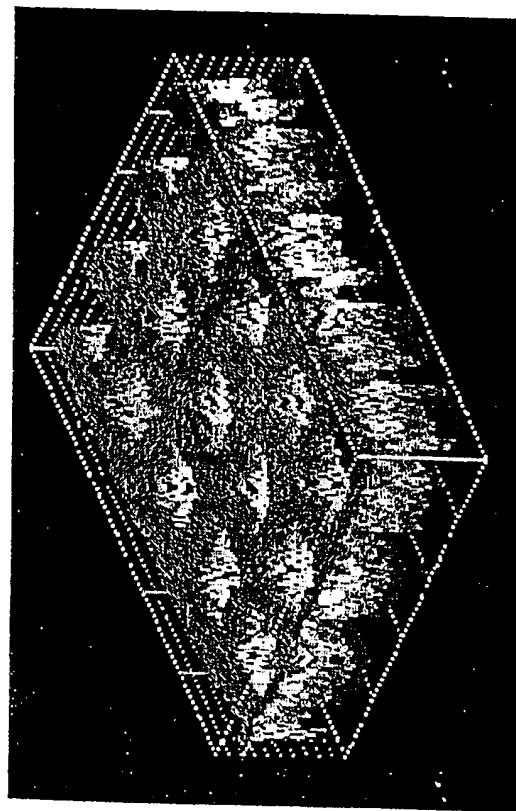


图 3d

4b



4a



4c

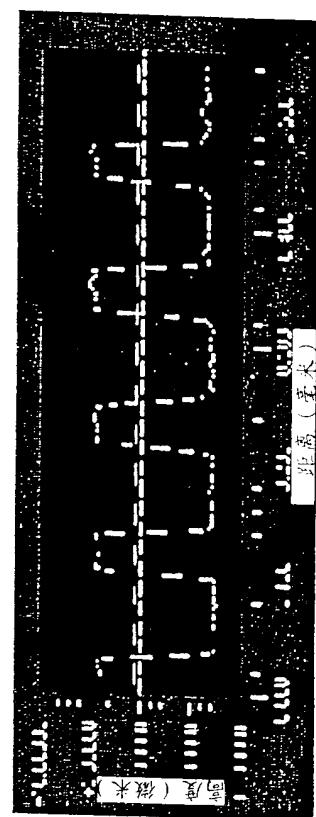


图 4

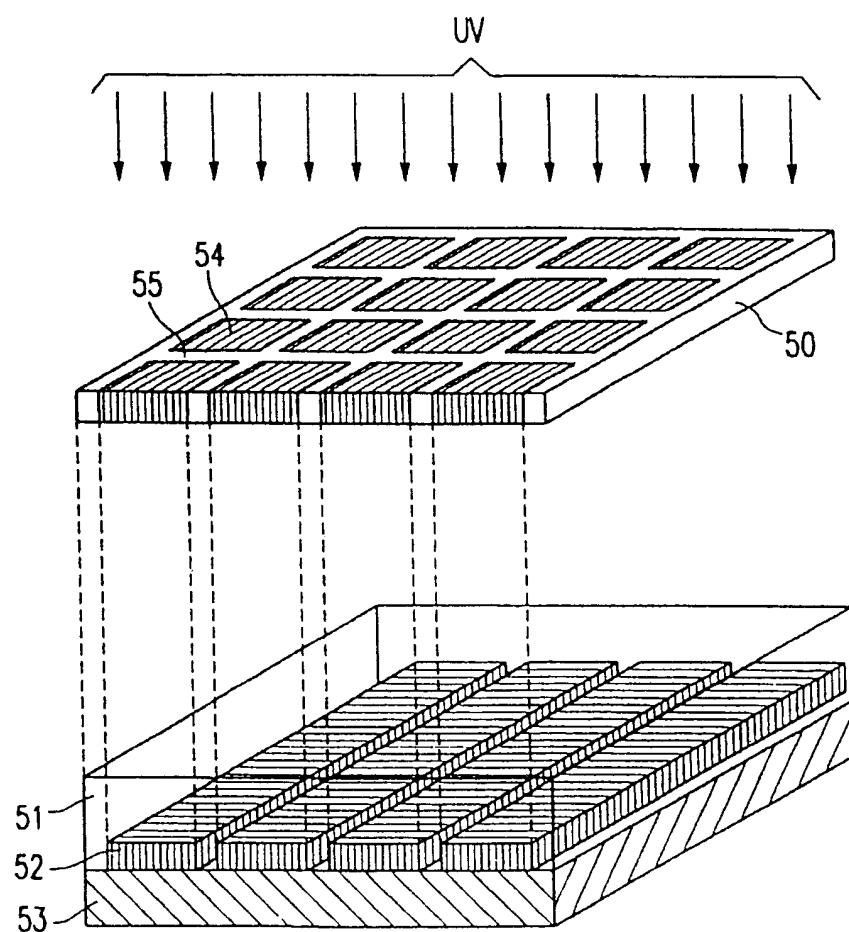


图 5a1

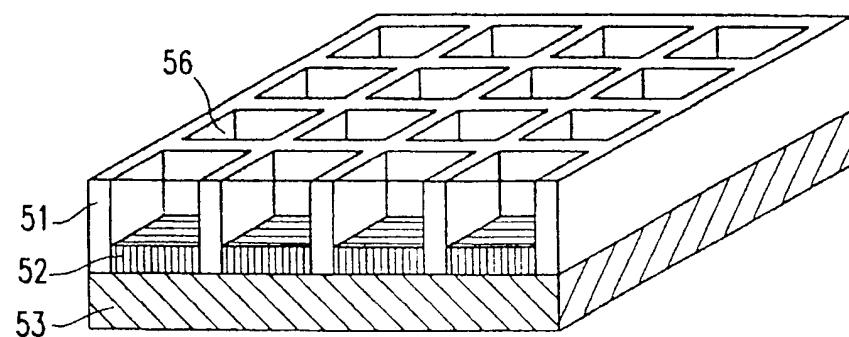


图 5a2

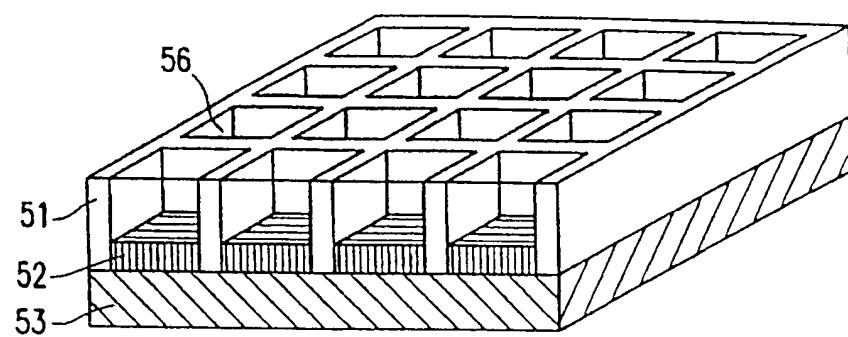


图 5b2

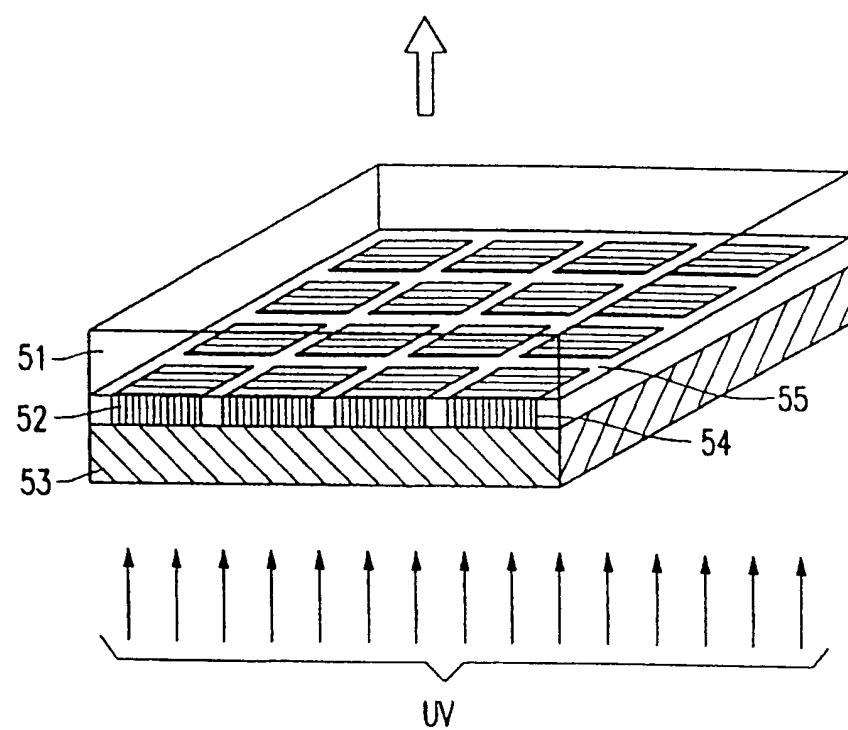


图 5b1

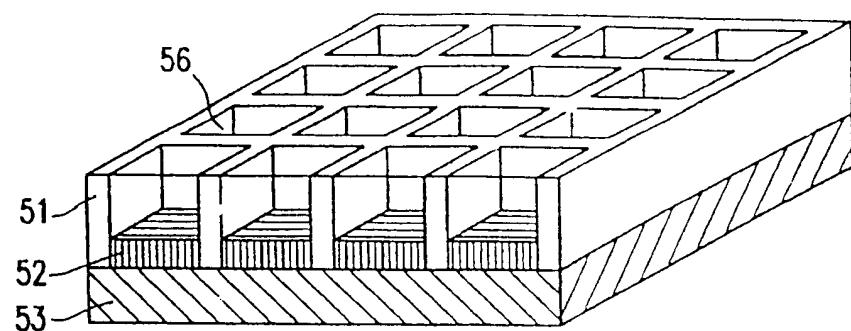


图 5c2

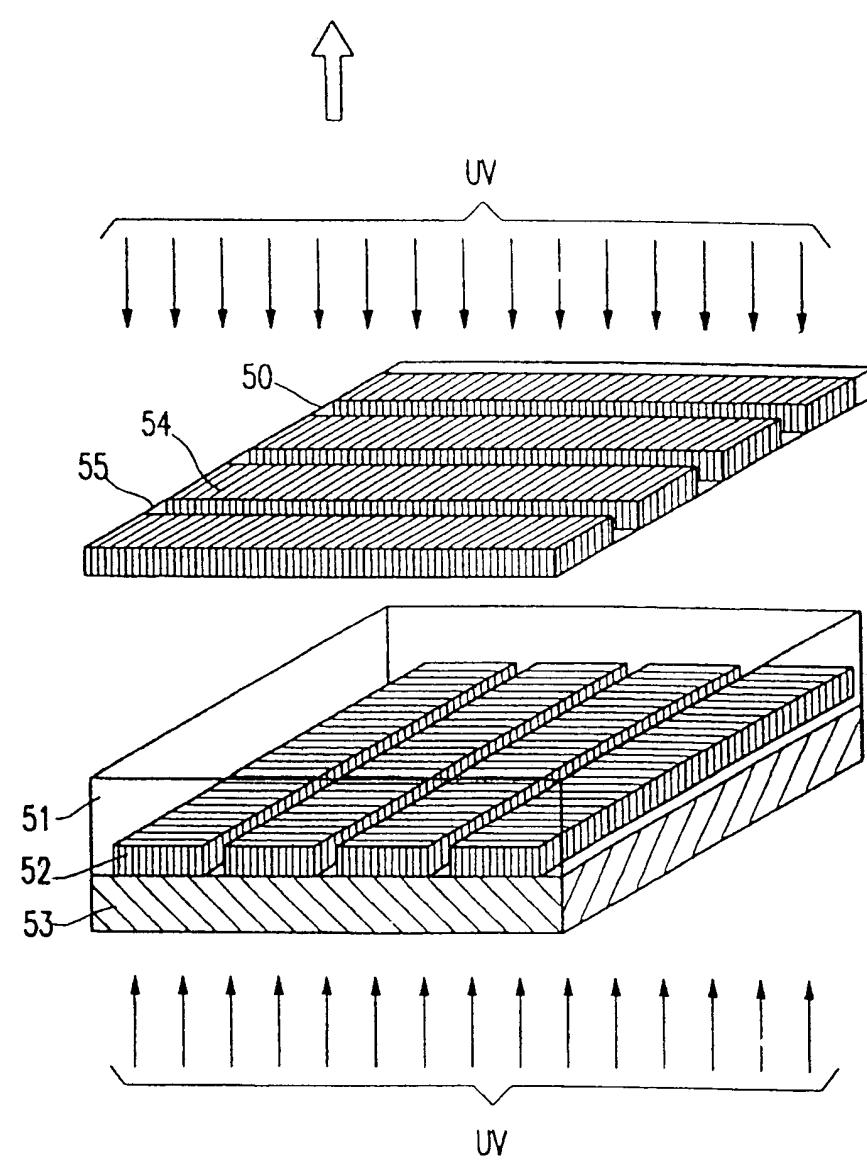


图 5c1

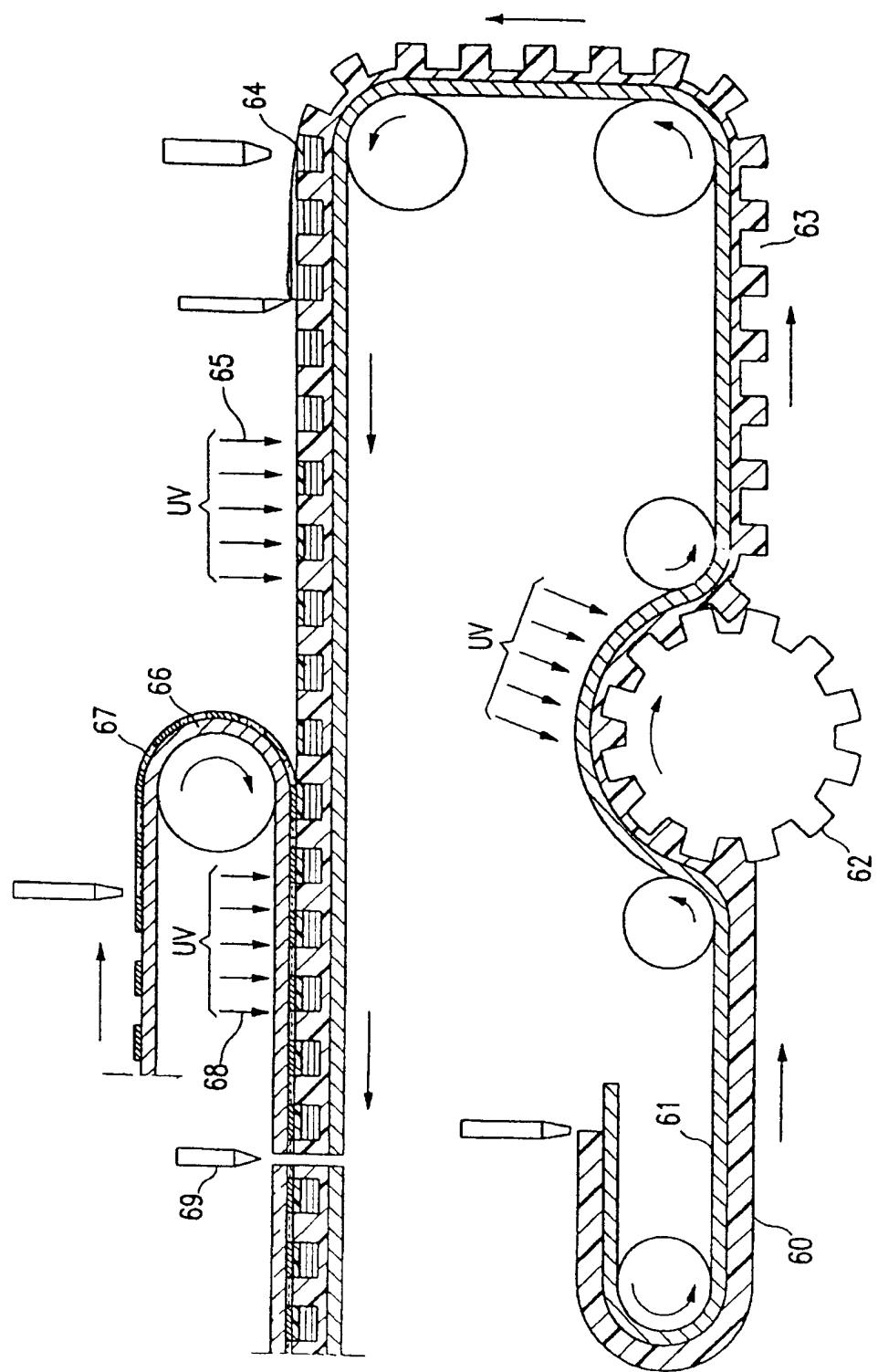


图 6

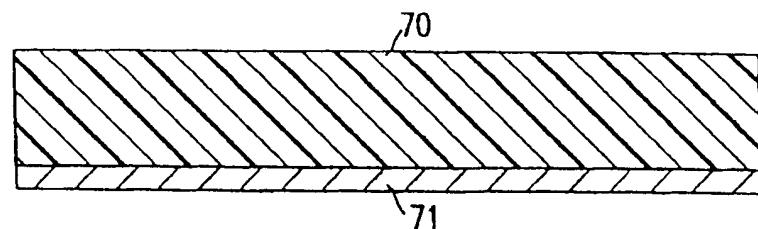


图 7a

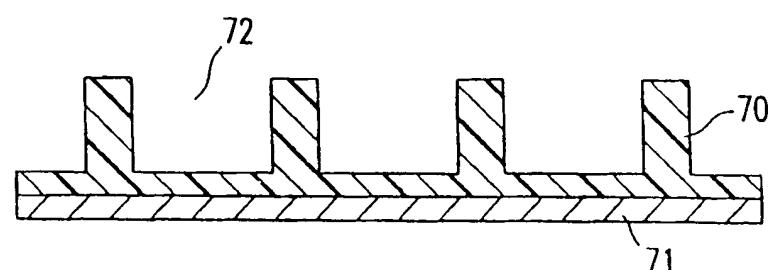


图 7b

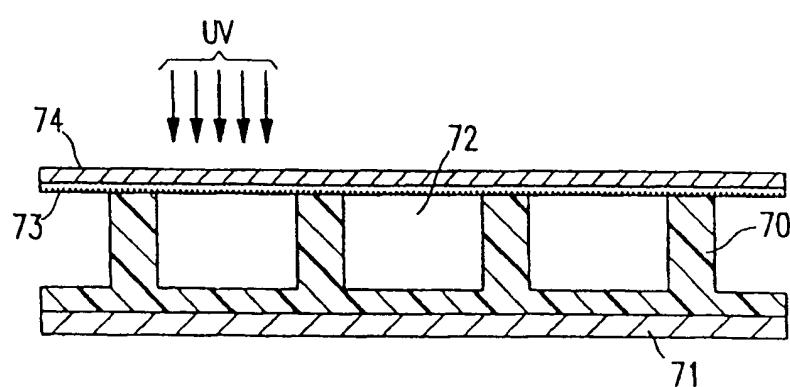


图 7c

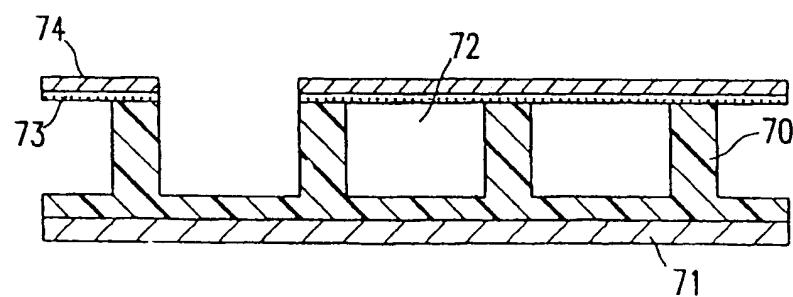


图 7d

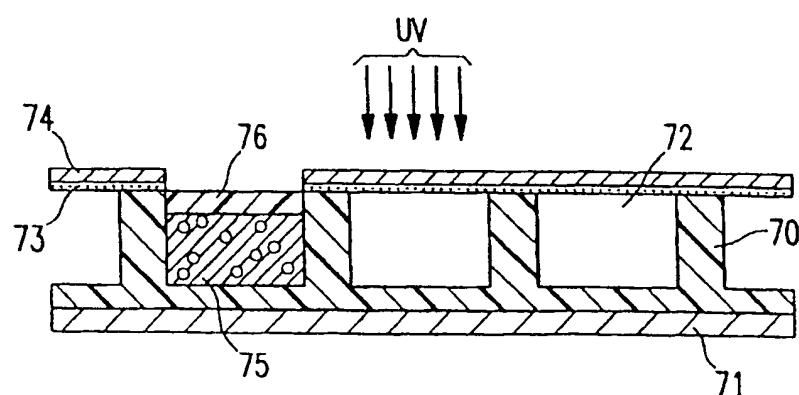


图 7e

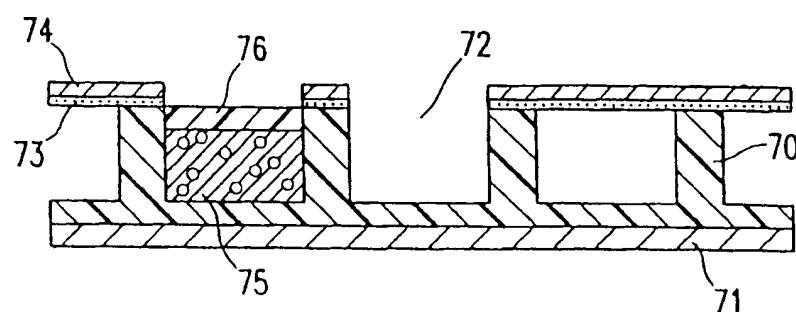


图 7f

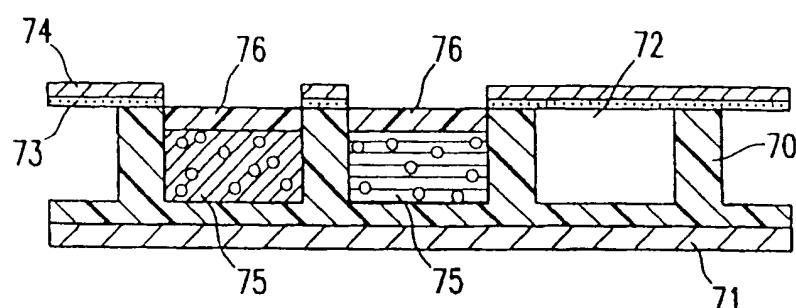


图 7g

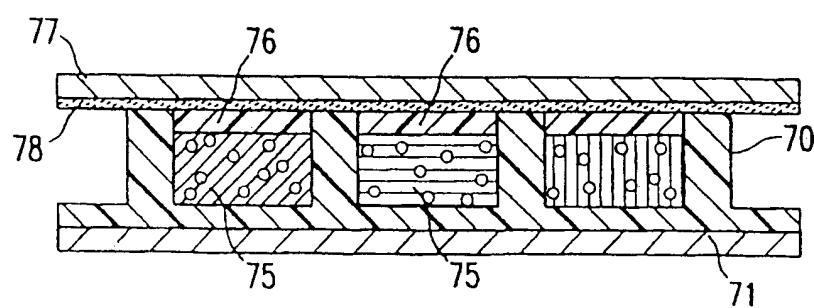


图 7h