



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02131637.6

[45] 授权公告日 2006 年 9 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1273860C

[22] 申请日 2002.9.12 [21] 申请号 02131637.6

[30] 优先权

[32] 2002.3.6 [33] US [31] 10/092,936

[71] 专利权人 希毕克斯影像有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 梁荣昌 曾金仁 吴让二 藏宏攻

审查员 毛 燕

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司

代理人 余 刚

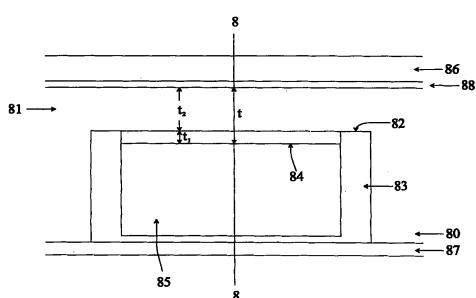
权利要求书 3 页 说明书 33 页 附图 12 页

[54] 发明名称

一种改良的电泳显示器及其制造方法

[57] 摘要

本发明涉及一种改良的电泳显示器及其制造方法，尤其涉及一种电泳显示器，其包括多个盒，每个盒：由侧壁限定，该侧壁具有侧表面和顶部表面；以分散于溶剂中的带电荷微粒填充并用聚合物密封层单独密封，所述侧壁的所述顶部表面在所述电泳流体表面之上至少 0.01 微米；该聚合物密封层：与所述流体紧密接触，并在所述流体上形成连续的膜，与所述盒侧壁的位于所述流体上方的所述侧表面紧密接触，与所述盒侧壁的所述顶部表面紧密接触。



1. 一种电泳显示器，包括多个盒，每个盒：
 - a) 由侧壁限定，所述侧壁具有侧表面和顶部表面；
 - b) 填充以电泳流体，所述电泳流体包括分散于电介质溶剂或溶剂混合物中的带电荷微粒，所述侧壁的所述顶部表面在所述电泳流体表面之上至少 0.01 微米；以及
 - c) 并且所述盒用聚合物密封层单独密封，所述聚合物密封层：
 - i) 与所述流体紧密接触，并在所述流体上形成连续的膜；
 - ii) 与所述盒侧壁的位于所述流体上方的所述侧表面紧密接触；以及
 - iii) 与所述盒侧壁的所述顶部表面紧密接触。
2. 根据权利要求 1 所述的电泳显示器，其中所述聚合物密封层在被密封的所述盒的顶部形成连续的膜。
3. 根据权利要求 1 所述的电泳显示器，其中所述密封层是由一种包括选自下述的一种材料的组分形成：多价的丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯，腈基丙烯酸酯，多价的乙烯基化合物，多价的环氧化物，多价的异氰酸酯，多价的丙烯基化合物，以及包含可交联官能团的低聚物或聚合物。

4. 根据权利要求 3 所述的电泳显示器，其中所述组分进一步包括一种添加剂，选自由表面活性剂、抗氧化剂、引发剂、催化剂、交联剂、增稠剂、聚合物粘合剂、颜料、染料、和填料组成的组。
5. 根据权利要求 4 所述的电泳显示器，其中所述填料选自包括二氧化硅、 CaCO_3 、 BaSO_4 、 TiO_2 、金属颗粒、金属氧化物、和碳黑的组。
6. 根据权利要求 1 所述的电泳显示器，其中所述侧壁的顶部表面在所述电泳流体的顶部表面之上 0.02 微米至 15 微米。
7. 根据权利要求 6 所述的电泳显示器，其中所述侧壁的顶部表面在所述电泳流体的顶部表面之上 0.1 微米至 4 微米。
8. 根据权利要求 1 所述的电泳显示器，其中所述密封层的顶部表面在所述侧壁的顶部表面之上至少 0.01 微米。
9. 根据权利要求 8 所述的电泳显示器，其中所述密封层的顶部表面在所述盒壁的顶部表面之上 0.01 微米至 50 微米。
10. 根据权利要求 9 所述的电泳显示器，其中所述密封层的顶部表面在所述侧壁的顶部表面之上 0.5 微米至 8 微米。
11. 根据权利要求 1 所述的电泳显示器，当在所述盒中心测量时，其中所述密封层具有 0.1 微米至 50 微米的厚度范围。
12. 根据权利要求 11 所述的电泳显示器，当在所述盒中心测量时，其中所述密封层具有 0.5 微米至 15 微米的厚度范围。
13. 根据权利要求 12 所述的电泳显示器，当在所述盒中心测量时，其中所述密封层具有 1 微米至 8 微米的厚度范围。

14. 根据权利要求 1 所述的电泳显示器，其中，所述多个盒夹在两电极板之间。
15. 根据权利要求 14 所述的电泳显示器，进一步包括一粘合剂层，所述粘合剂层是在所述聚合物密封层顶部和所述电极板之一之间。
16. 根据权利要求 15 所述的电泳显示器，其中所述粘合剂层是压敏粘合剂、热熔粘合剂，一种热、湿气、或辐射固化粘合剂。
17. 根据权利要求 16 所述的电泳显示器，其中所述粘合剂层是由一种材料形成，所述材料选自由丙烯酸、苯乙烯 - 丁二烯共聚物、苯乙烯 - 丁二烯 - 苯乙烯嵌段共聚物、苯乙烯 - 异戊二烯 - 苯乙烯嵌段共聚物、聚乙烯醇缩丁醛、乙酸丁酸纤维、聚乙烯基吡咯烷酮、聚氨基甲酸酯、聚酰胺、乙烯 - 乙烯基乙酸酯共聚物、环氧化物、多官能丙烯酸酯、乙烯基化合物、乙烯醚、和它们的低聚物、聚合物、和共聚物组成的组。
18. 根据权利要求 15 所述的电泳显示器，其中所述密封层和所述粘合剂层是由相同的材料形成。
19. 根据权利要求 18 所述的电泳显示器，其中所述材料是辐射可固化材料。
20. 根据权利要求 15 所述的电泳显示器，其中所述密封层和所述粘合剂层是由不同的材料形成。

一种改良的电泳显示器及其制造方法

技术领域

本申请是 2000 年 3 月 3 日提交的美国申请 09/518,488 的部分继续申请，也是 2002 年 1 月 3 日提交的美国申请 60/345,934 的部分继续申请，并要求一种涉及电泳显示器的发明，其包括以分散于电介质溶剂中的带电荷颜料微粒填充的隔离的盒。该经填充的盒是用聚合物密封层单独密封。

背景技术

电泳显示器是基于悬浮在溶剂中的带电荷颜料微粒的电泳现象制成的一种非发射性的装置。于 1969 年首次提出。这类显示器通常包括具有电极的两块板，这两块板彼此相对放置并由隔离物分隔开。通常，其中的一块电极板是透明的。包含有一种着色溶剂和带电荷颜料微粒的悬浮物被密封在二个电极板之间。当在二电极之间施加一个电压差时，颜料微粒将迁移到一侧，该颜料的颜色或该溶剂的颜色依电压差的极性显现。

为避免不希望的微粒迁移（诸如沉淀），有人提出在两个电极之间划分区间，从而将空间划分为更小的盒。然而，在分区式电泳显示器的情况下，形成分区与悬浮物密封处理会遇到某些困难。此外，难于在分区式电泳显示器中保持不同颜色的悬浮物分离。

其后，有人尝试将悬浮物密封于微胶囊中。美国专利第 5,961,804 号和第 5,930,026 号披露了微胶囊化的电泳显示器。该文

献披露的显示器具有基本上二维的微胶囊排列，其中各微胶囊含有由一个电流体与一带电荷颜料微粒悬浮物（在视觉上与电介质溶剂形成对比）所组成的电泳组分。这些微胶囊的形成可借助于界面聚合、原位聚合、或者诸如物理处理、液内固化、或简单/复杂凝聚等其他已知的工艺。在微胶囊形成后，可将其注入装有二个隔离电极的室中，或“印刷”或涂布在透明导电膜上。该微胶囊也可被固定于透明基质或夹在该二电极之间的粘合剂中。

利用这些现有工艺方法，特别是美国专利第 5,930,026 号、第 5,961,804 号以及第 6,017,584 号所披露的微胶囊方法制备的电泳显示器有许多缺点。例如，用微胶囊方法制造的电泳显示器，由于微胶囊壁的化学性质受到对环境变化的敏感度（特别是对于湿度和温度的敏感度）的不利影响。第二，由于微胶囊的薄壁面与较大的微粒尺寸，用微胶囊制造的电泳显示器具有较差的抗刮性。为改进该显示器的操作性，将微胶囊嵌埋于大量的聚合物基质中。但是，由于二电极间距增大，使响应时间变长；而且，由于颜料微粒的低有效负载，使对比度降低。因为电荷控制剂在微胶囊制备期间趋于扩散至水/油界面，致使难于增加颜料微粒上的表面电荷密度。微胶囊中颜料微粒的低电荷密度或 ζ 电位也导致响应速率变低。此外，因为微胶囊的大微粒尺寸和宽尺寸分布，对于色彩应用而言，这种类型现有技术的电泳显示器具有的分辨率与寻址能力较低。

发明内容

本发明的第一个方面涉及一种电泳显示器，该电泳显示器包括具有明确定义的形状、尺寸、和纵横比的多个盒，其中每个盒：由侧壁限定，所述侧壁具有侧表面和顶部表面；填充以电泳流体，所述电泳流体包括分散于电介质溶剂或溶剂混合物中的带电荷微粒，所述侧壁的所述顶部表面至少在所述电泳流体表面之上 0.01 微米；以及用聚合物密封层单独密封，所述聚合物密封层：与

所述流体紧密接触，并在所述流体上形成连续的膜；与所述盒侧壁的位于所述流体上方的所述侧表面紧密接触；以及与所述盒侧壁的所述顶部表面紧密接触。聚合物密封层优选用含有热固性、或热塑性前体物的组合物制成。在本发明的一个具体实施例中，盒部分填充以电泳流体，在电泳流体之上密封层形成连续的膜，并且与流体和流体没覆盖到的盒壁周边都有紧密的接触。在本发明的一个优选具体实施例中，密封层可进一步延伸于盒侧壁的顶部表面之上。

在本发明的另一个优选具体实施例中，盒壁的顶部表面至少比电泳流体的顶部表面高 0.01 微米 (μ)。较好地，盒壁的顶部表面比电泳流体的顶部表面高大约 0.02 微米至 15 微米。优选地，盒壁的顶部表面比电泳流体的顶部表面高大约 0.1 微米至 4 微米。

在本发明的另一个优选具体实施例中，在盒壁的顶部表面上，聚合物密封层的顶部表面至少为 0.01 微米，以改善密封层和盒之间的粘合。较好地，在盒壁的顶部表面上，聚合物密封层的顶部表面约为 0.01 微米至 50 微米。优选地，在盒壁的顶部表面上，聚合物密封层的顶部表面约为 0.5 微米至 8 微米。密封层的总厚度约为 0.1 微米至 50 微米，较好约为 0.5 微米至 15 微米，更好约为 1 微米至 8 微米。优选密封层在盒壁及电泳流体之上形成连续的膜。

本发明的另一个方面，涉及制备这种电泳显示器的新颖方法。

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。这些盒封装分散于电介质溶剂中的带电荷颜料微粒的悬浮物，并由根据本发明制备的微型杯所形成。简而言之，制备微型杯的方法涉及：用预图案化凸模模压涂布于导电膜上的热塑性、或热固性前体物层，接着在热塑性、或热固性前体物层硬化期间、或之后进行脱模，硬化是通过辐射、冷却、溶剂蒸发、或其他方法。另一方面，微型杯可用下述方法制成：图形

曝光涂布有辐射固化层的导电膜，然后在曝光区域硬化后去除未曝光区域。

由上述任一种方法都可制造具有多种尺寸、形状、和开口比的、耐溶剂且热机械稳定的微型杯。然后用电介质溶剂中的带电荷颜料微粒的悬浮物填充微型杯并密封。

本发明的另一个方面涉及对填充有电泳流体的微型杯进行密封，所述电泳流体包含带电荷颜料微粒在介电流体中的分散体。可以用多种方法进行密封。在本发明的一个优选具体实施例中，密封是通过在填充步骤之前，把含有热塑性塑料、热固性塑料、或它们的前体物的密封组分分散于电泳流体中来完成。密封组分与电介质溶剂不溶混并具有比溶剂和颜料微粒更低的比重。填充后，密封组分与电泳流体发生相分离，并在流体的上面形成表面浮层。于是通过硬化密封层可以方便地完成微型杯的密封，密封层的硬化可以利用溶剂蒸发、界面反应、湿气、热、或辐射完成。虽然上述两种或更多固化机理的结合可用来增加密封生产量，但是紫外光辐射是硬化密封层的优选方法。

在本发明的另一个优选具体实施例中，可通过使用包含热塑性塑料、热固性塑料、或它们的前体物的密封组分来涂布电泳流体而完成密封。然后，通过溶剂蒸发、界面反应、湿气、热、辐射、或固化机制的组合，将前体物硬化，进而完成密封。这些密封方法是本发明的非常独特的特点。在密封组分中也可加入添加剂，如表面活性剂、均化剂、填料、粘合剂、粘度调节剂（稀释剂或增稠剂）、共溶剂、和抗氧化剂，以改良显示器的性能。染料或颜料也可加入密封层中，特别是如果显示器是从相反的一侧观看时。

本发明的另一个方面涉及一种用于制造单色电泳显示器的多步骤方法。工艺步骤包括用上述的任何一种方法制备微型杯，密

封微型杯，最后将预涂布有粘合剂层的第二导电膜层压于经密封的微型杯阵列。这种多步骤方法可以辊对辊连续地进行。

本发明的另一个方面涉及一种用于制造全色电泳显示器的方法，该方法包括将一种正作用光致抗蚀剂层层压或涂布于预成型的微型杯，对光致抗蚀剂进行图像曝光以选择性地打开一定数目的微型杯，接着显影抗蚀剂，对开启的微型杯填充着色的电泳流体，而后采用本发明的一种密封方法密封填充过的微型杯。上述步骤可以重复，以制造填充以不同颜色的电泳流体的密封微型杯。

这些披露的多步骤方法，可以在支撑网上辊对辊连续或半连续地进行。事实上，这种微型杯结构使得规格多样化和有效的辊对辊连续生产成为可能。这些方法相对于典型的显示器制造方法，具有非常低的成本。

本发明的电泳显示器的一个优点是，微型杯壁事实上是一种内在的隔离物，以保持顶部和底部基片相隔固定的距离。这种类型的显示器的机械性能和结构完整性显著好于任何现有技术所制成的显示器，包括用隔离微粒（spacer particles）制成的显示器。此外，涉及微型杯的显示器具有所希望的机械性能，包括当显示器被弯曲、辊压、或在压力作用下（例如在接触屏应用中）时具有可靠的显示性能。微型杯制造技术的使用也避免需要使用边缘密封粘合剂，边缘密封粘合剂将限制和预先规定显示器面板的尺寸并把显示流体限制在预定区域内。如果以任何方式切割显示器，或如果钻出通过显示器的孔，用边缘密封粘合剂方法制成的传统显示器内的显示流体将完全漏出。损坏的显示器将不再具有其功能。与此相反，用微型杯技术制造的显示器内的显示流体是封装和隔离在每个盒中。可将微型杯显示器切割成几乎任何尺寸，而不会由于在活动区域内显示流体的损失而损害显示器性

能。换句话说，这种微型杯结构使规格多样化的显示器制造工艺成为可能，其中所述工艺的连续生产较大的薄片规格的显示器，可切割成任何所希望的尺寸。

当用不同的特定性能（如颜色和换向速率）的流体填充盒时，这种隔离的微型杯或盒结构是特别重要的。如果没有微型杯结构，将很难防止相邻区域的流体混合，或在操作期间将受到串扰的影响。因此，本发明的双稳定反射显示器也具有优异的色彩寻址能力和换向性能。

根据本发明制备的电泳显示器对环境不敏感，特别是对湿度和温度不敏感。这种显示器可以很薄、柔性、耐用、易于操作、和款式多样化。因而完全消除了用现有工艺方法制备的电泳显示器的缺点。

附图说明

图 1 示意说明本发明的电泳显示器。

图 2a 与 2b 表示用于电泳显示器制造的辊对辊方法，特别是通过模压涂布有可紫外光固化组分的导电膜而生成微型杯。

图 3a 至 3d 说明一种制备用于微模压的凸模的典型方法。

图 4a 至 4c 表示一种典型的微模压制备的微型杯阵列。

图 5a 至 5c 表示其他可供选择的制备微型杯的方法步骤，该方法步骤涉及将涂布有热固性前体物的导电膜图形曝光于紫外光辐射。

图 6 是制造黑 / 白电泳显示器或其它单色电泳显示器的流程图。

图 7a 至 7h 是制造多色电泳显示器的流程图。

图 8 图示了部分填充以电泳流体的电泳显示器盒，以及密封层在流体上形成连续的膜，并延伸至盒侧壁的顶部表面上。

具体实施方式

定义

除非在本专利说明书中另有定义，否则在此所用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被使用。

术语“微型杯”是指由微模压或图形曝光所生成的杯状凹处。

在本发明说明书中，术语“盒”是指由一密封微型杯所形成的独立的单元。这些盒以分散于溶剂或溶剂混合物中的带电荷颜料微粒填充。

当说明该微型杯或盒时，术语“有明确定义的”是指该微型杯或盒具有根据本制造方法的特定参数预定的明确的形状、尺寸、和纵横比。

“纵横比”一词为电泳显示器领域中一般所知的词汇。在本申请中，它是指微型杯的深度对宽度、或深度对长度的比例。

优选具体实施例

如图 1 所示，本发明的电泳显示器包括二个电极板（10, 11）（至少其中之一是透明的 10），以及密封在二个电极板之间的一层明确定义的盒 12。所述盒以分散于着色电介质溶剂中的带电荷颜料微粒填充，并用聚合物密封层（未示出）单独密封。当

在二电极之间施加一个电压差时，带电荷微粒将迁移到一侧，因而通过透明导电膜可看到颜料的颜色或溶剂的颜色。至少二个电极之一是图案化的。制备该电泳显示器的方法包括很多方面。

I. 微型杯的制备

I (a) 模压制备微型杯

工艺步骤图示于图 2a 与图 2b 中。凸模 20 可放置在网 24 之上（图 2a）或之下（图 2b）。通过在玻璃平板或塑料基片上形成一透明导电膜 21，从而制成透明导电基片。然后在该导电膜上涂布包括热塑性塑料、热固性塑料、或它们的前体物的组合物 22。在高于热塑性、或热固性前体物层的玻璃化温度条件下，用辊、板、或带形式的凸模对热塑性或热固性前体物层进行模压。

用于制备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、乙烯醚、环氧化物、和它们的低聚物、聚合物、和类似物。优选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团的丙烯酸酯的组合也非常有利于获得所需要的物理机械性能。通常，也添加赋予挠性的可交联低聚物，例如氨基甲酸乙酯丙烯酸酯或聚酯丙烯酸酯，以改善模压微型杯的抗弯曲性。该组分可以包含聚合物、低聚物、单体、和添加剂，或仅包含低聚物、单体、和添加剂。这类材料的玻璃化温度 (T_g) 范围通常为约 -70°C 至约 150°C，优选为约 -20°C 至约 50°C。微模压方法通常是在高于玻璃化温度下进行。可以采用加热的凸模或加热的模子基板 (housing substrate) (模具对其加压)，以控制微模压的温度和压力。

如图 2a 与图 2b 所示，在前体物层硬化期间或硬化后脱模，以显露微型杯阵列 23。可用冷却、溶剂蒸发、辐射交联、热、或湿气使前体物层硬化。如果用紫外光辐射来固化热固性前体物，

紫外光则可以从网的底部或顶部辐射到透明导电膜上，如上述两图所示。此外，紫外光灯可置于模子内部。在这种情况下，模子必须是透明的，从而允许紫外光通过预图案化的凸模辐射到热固性前体物层上。

凸模的制备

可以先用光致抗蚀剂处理后，接着采用蚀刻或电镀的方法制备凸模。制作凸模的代表性实施例见图 3。采用电镀法时（图 3a），在一玻璃基片 30 上喷镀一薄层通常为 3000\AA 的籽金属 31，例如铬镍铁合金（chrome inconel）。接着涂布一层光致抗蚀剂 32，并以紫外光曝光。一掩模 34 被置于紫外光与光致抗蚀剂层 32 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。干燥保留的硬化光致抗蚀剂，并再次喷镀一薄层籽金属。然后主模（图 3b）准备就绪，可以进行电铸成形。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. Vol. 1663, pp. 324 (1992)*）中说明的，采用氨基磺酸镍（nickel sulfamate）电镀或无电镍沉积。模子的底板厚度（图 3d）通常为 50 至 400 微米。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《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，模子可使用塑料、陶瓷、或金属，利用光加工制作。

图 4a 是微模压制备的典型微型杯的光学轮廓三维图（optical profilometry three-dimensional profile）。图 4b 是微型杯开口的上

视图的光学显微照片。图 4c 是一行微型杯的光学轮廓垂直截面图 (optical profilometry vertical cross-section view)，表示其深度。

I (b) 用图形曝光方法制备微型杯

此外，通过一掩模 50，用紫外光或其他形式的辐射把涂布于导电膜 52 上的辐射固化材料 51 图形曝光（图 5a），也可以制备微型杯。导电膜 52 是在塑性基片 53 上。

对辊对辊方法来说，光掩模可与网同步，以与后者相同的速度移动。在图 5a 的光掩模 50 中，深色方块 54 表示不透明区域，深色方块之间的间隔 55 表示开口区域。紫外光通过开口区域 55 辐射到辐射固化材料上。曝光区域变硬，然后用适当的溶剂或显影剂除去未曝光区域（先前由该掩模的不透明区域加以保护），从而形成微型杯 56。该溶剂或显影剂选自那些通常用来溶解辐射可固化材料或降低辐射可固化材料粘度的溶剂，如丁酮、甲苯、丙酮、异丙醇、或类似物。

图 5b 和 5c 图示了用图形曝光制作微型杯的两种其他可选方法。此二图特点基本与图 5a 所示特点一样，并且相应部分采用了同样的编号。在图 5b 中，使用的导电膜 52 是不透明和预图案化的。在这种情况下，有利于通过导电膜图形对辐射敏感材料进行图形曝光，其中该导电膜图形用作光掩模。在紫外光辐射后除去未曝光区域则可制得微型杯 56。在图 5c 中，导电膜 52 也是不透明和区带-图案化的。透过导电膜区带-图案 52，从底部对辐射固化材料进行曝光，其中导电膜区带-图案作为第一个光掩模。通过第二个光掩模 50 从另一侧进行二次曝光，第二光掩模具有与导电膜区带垂直的区带图案。然后用溶剂或显影剂除去未曝光区域从而显露出微型杯 56。

一般来说，微型杯可具有任何形状，并且它们的尺寸和形状可以改变。在一个系统中，微型杯可具有基本上均匀的尺寸和形状。然而，为获得最佳光学效果，可以制造不同形状和尺寸的微型杯。例如，填充红色分散体的微型杯可具有与绿色微型杯或蓝色微型杯不同的形状或尺寸。此外，一个像素可以由不同颜色不同数目的微型杯组成。例如，一个像素可以由一定数量的小的绿色微型杯、一定数量的大的红色微型杯、和一定数量的小的蓝色微型杯组成。没有必要使三种颜色的微型杯具有相同的形状和数目。

微型杯的开口可以是圆形的、正方形的、长方形的、六边形的、或任何其他形状。在维持理想的机械性能的前提下，开口之间的分隔区域要尽可能小，以获得高的色饱和度和色对比度。因而，例如与圆形开口相比，蜂窝状开口更佳。

对于反射式电泳显示器而言，每个单独微型杯的尺寸可以是在大约 10^2 至大约 5×10^5 平方微米的范围内，优选从大约 10^3 至大约 5×10^4 平方微米。微型杯的深度是在大约 3 至大约 100 微米的范围内，优选从大约 10 至大约 50 微米。开口面积与盒壁面积的比例是在约 0.05 至约 100 的范围内，优选约 0.4 至约 20。开口宽度（从开口的边缘到边缘）通常是在大约 15 至大约 450 微米的范围内，优选从大约 25 至大约 300 微米。

II 悬浮物 / 分散体的制备

微型杯以分散于电介质溶剂中的带电荷颜料微粒填充。分散体可根据本技术领域熟知的方法加以制备，如记载于美国专利第 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，以及电气和电子工程师协会会报-《电子装置》(IEEE Trans. Electron Device)，ED-24, 827

(1977) 和 *J. Appl. Phys.* 49 (9), 4820 (1978) 中的方法。该带电荷颜料微粒在视觉上与微粒悬浮于其中的介质形成对比。该介质为电介质溶剂，最好具有低粘度且介电常数在约 1 至约 30 的范围内，为达到高微粒迁移率，优选为约 1.5 至约 15。适当的电介质溶剂的实例包括如蔡烷 (DECALIN)、5-亚乙基-2-降冰片烯、脂肪油、石蜡油等碳氢化合物；如甲苯、二甲苯、苯基二甲苯乙烷、十二烷基苯、和烷基奈等芳香族碳氢化合物；如全氟蔡烷、全氟甲苯、全氟二甲苯、二氯三氟甲苯 (dichlorobenzotrifluoride)、3,4,5-三氯三氟甲苯 (3,4,5-trichlorobenzotrifluoride)、氯五氟基苯 (chloropentafluorobenzene)、二氯壬烷、五氯苯等卤化溶剂；诸如来自明尼苏达州 St. Paul 的 3M 公司的 FC-43TM、FC-70TM、和 FC-5060TM 等全氟溶剂；低分子量的含卤素聚合物，如来自奥勒岗州 Portland 的 TCI America 公司的聚全氟丙烯醚 (poly (perfluoropropylene oxide))；聚三氟氯乙烯，如来自新泽西州 River Edge 的 Halocarbon Product 公司的卤烃油 (Halocarbon oil)；全氟聚烷基醚 (perfluoropolyalkylether)，如来自 Ausimont 公司的 GaldenTM，或来自特拉华州 DuPont 公司的 KrytoxTM 油和脂 K-Fluid 系列。在一个优选具体实施例中，使用聚三氟氯乙烯作为电介质溶剂。在另一个优选的具体实施例中，使用聚全氟丙烯醚作为电介质溶剂。

除了带电荷的基本的颜料微粒如 TiO₂ 微粒以外，电泳流体可通过对比着色剂进行着色。对比着色剂可由染料或颜料制成。非离子偶氮、葸醌、和酞菁染料或颜料特别有用。其他有用的染料实例非限定性地包括：亚利桑那州 Pylam Products 公司生产的油溶红 EGN (Oil Red EGN)、苏丹红、苏丹蓝、油溶蓝、Macrolex 蓝、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 黑 X-70；以及 Aldrich 公司的葸醌蓝、葸醌黄

114、蒽醌红 111 和 135 以及蒽醌绿 28。在不可溶颜料的情况下，用于产生介质颜色的颜料微粒也可分散于介电介质中。优选地，这些彩色微粒不带电荷。如果用于产生介质颜色的颜料微粒带电荷，则它们最好带有与带电荷颜料微粒的电荷极性相反的电荷。如果两种类型的颜料微粒带有相同的电荷，那么它们应具有不同的电荷密度或不同的电泳迁移率。在任何情况下，用于产生介质颜色的染料或颜料必须是化学上稳定的并且与悬浮物中的其他组分相容。

带电荷颜料微粒可为有机或无机颜料，如来自 Sun 化学制品公司的 TiO₂、酞菁蓝、酞菁绿、二芳基黄（diarylide yellow）、二芳基 AAOT 黄（diarylide AAOT Yellow）、喹吖啶酮、偶氮、若丹明、菲系颜料（perylene pigment series）；来自 Kanto 化学制品公司的汉撒黄 G（Hansa yellow G）颗粒；以及来自 Fisher 公司的碳灯黑（Carbon Lampblack）。优选的是亚微粒子尺寸。这些微粒应具有可接受的光学特性，不应被电介质溶剂溶胀或软化，并且应该是化学稳定的。在正常的操作条件下，所产生的悬浮物也必须稳定且能抗沉淀、乳化、或凝结。

颜料微粒可以呈现自身的电荷，或可使用电荷控制剂直接使之带电，或可在悬浮于电介质溶剂中时获得电荷。适当的电荷控制剂是本领域熟知的；它们可为聚合或非聚合性质，并且也可以是离子的或非离子的，包括离子表面活性剂，如气溶胶邻联甲苯胺（Aerosol OT）、十二烷基苯磺酸钠（sodium dodecylbenzenesulfonate）、金属皂、聚丁烯丁二酰亚胺（polybutene succinimide）、顺丁烯二酸酐共聚物（maleic anhydride copolymers）、乙烯基吡啶共聚物、乙烯吡咯烷酮共聚物（vinylpyrrolidone copolymer）（如来自 International Specialty Products 公司的 GanexTM）、（甲基）丙烯酸共聚物（(meth) acrylic acid copolymers）和 N,N-二甲基氨基乙基（甲基）丙烯酸酯

共聚物[N,N-dimethylaminoethyl (meth) acrylate copolymers]。氟化表面活性剂在氟碳溶剂(fluorocarbon solvents)中作为电荷控制剂特别有用。这些氟化表面活性剂包括FC氟化表面活性剂，如3M公司的FC-170CTM、FC-171TM、FC-176TM、FC430TM、FC431TM、和FC-740TM；以及ZonylTM氟化表面活性剂，如Dupont公司的ZonylTMFSA、FSE、FSN、FSN-100、FSO、FSO-100、FSD、和UR。

可通过任何熟知的方法制备适当的带电荷颜料分散体，包括研磨、碾磨、球磨、气流磨(microfluidizing)以及超声波技术。例如，将细粉末形式的颜料微粒加入悬浮溶剂，所获混合物被球磨数小时，从而将高度附聚的干颜料粉分散成最初的微粒。虽然不是最理想的，但在球磨过程中，可对该悬浮物添加用于产生悬浮介质颜色的染料或颜料。

可通过使用适当的聚合物将该微粒微胶囊化，使其比重与电介质溶剂的比重匹配，以消除颜料微粒的沉淀或乳化。可用化学或物理方法完成颜料微粒的微胶囊化。典型的微胶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。

就黑/白电泳显示器而言，该悬浮物包括分散于黑色溶剂中的带电荷的白色二氧化钛(TiO₂)微粒，或分散于一种电介质溶剂中的带电荷黑色微粒。黑色染料或染料混合物，如亚利桑那州的Pylam Products公司的PylamTMSpirit黑和Fast Spirit黑，Aldrich公司的苏丹黑B，BASF公司的Thermoplastic黑X-70TM；或一种不可溶的黑色颜料如碳黑，可用来产生溶剂的黑色。对于其它有色悬浮物来说，有多种可能性。对于减色系统而言，带电荷的TiO₂微粒可悬浮于蓝绿色、黄色、或品红色的电介质溶剂中。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 TiO_2 微粒可悬浮于红色、绿色、或蓝色的电介质溶剂中，其中该红色、绿色、或蓝色也可使用染料或颜料产生。对大多数的应用来说，最好采用这种红色、绿色、蓝色系统。

III. 微型杯的密封

微型杯的密封可用多种方法完成。一种优选的方法是将密封组分分散于电泳流体中，其中所述密封组分包括选自下述的一种材料：多价的丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯、腈基丙烯酸酯、多价的乙烯基化合物（包括苯乙烯、乙烯基硅烷、和乙烯醚）、多价的环氧化物、多价的异氰酸酯、多价的丙烯基化合物、包含可交联官能团的低聚物或聚合物、和类似物。在密封组分中也可非必选地加入添加剂，如聚合粘合剂或聚合增稠剂、光敏引发剂、催化剂、填料、着色剂、和表面活性剂。密封组分和包含分散于着色电介质溶剂中的带电荷颜料微粒的电泳流体用例如线上（in-line）混合器进行彻底混合，并采用如 Myrad 棒、凹印板、刮刀片、槽涂布、或缝涂布等精确的涂布机械装置，立即涂布于微型杯上。用扫杆刮刀或类似的装置将过量的流体刮除。可用少量的弱溶剂或者溶剂混合物，如异丙醇、甲醇、或其水溶液，来清洗微型杯的分隔壁顶部表面上残留电泳流体。密封组分与电介质溶剂不互溶，且其比重低于电介质溶剂和颜料微粒的比重。可使用挥发性有机溶剂，以控制电泳流体的粘度和覆盖度。如此填充的微型杯然后加以干燥，且密封组分浮到电泳流体的顶部。在密封层分离期间或浮至顶部之后，用例如紫外光硬化浮在表面的密封层，从而密封微型杯。可以使用其它形式辐射如可见光、红外光、和电子束来固化和密封微型杯。此外，如果使用可热或湿气固化的组分，则也可以采用热或湿气来干燥、硬化、和密封微型杯。

具有所需密度并对丙烯酸酯单体和低聚物有溶解度差别的优选电介质溶剂组为卤代烃，特别是氟化和全氟化溶剂及其衍生

物。可用表面活性剂改善电泳流体与密封材料之间界面的粘合性与润湿性。有用的表面活性剂包括 3M 公司的 FCTM 表面活性剂、DuPont 公司的 ZonylTM 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。

此外，如果这种密封前体物至少部分地与电介质溶剂相容，则可将电泳流体和密封组分依次涂布于微型杯。这样，可通过涂敷一薄层密封组分来完成微型杯的密封，其中所述密封组分包含一种选自下述的材料：多价的丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯、腈基丙烯酸酯、多价的乙烯基化合物（包括苯乙烯、乙烯基硅烷、和乙烯醚）、多价的环氧化物、多价的异氰酸酯、多价的丙烯基化合物、包含可交联官能团的低聚物或聚合物、和类似物。该材料可通过辐射、热、湿气、或界面反应进行固化并在填充的微型杯的表面固化。界面聚合后接着进行紫外光固化对密封过程是非常有利的。在这种情况下，因界面聚合而在界面形成的薄阻障层，显著地抑制了电泳层和外涂层之间的混合。然后，通过后固化步骤，优选通过紫外光辐射，而完成密封。为进一步降低混合的程度，非常希望外涂层的比重显著低于电泳流体的比重。可使用挥发性有机溶剂来调整涂层的粘度和厚度。当外涂层中使用挥发性溶剂时，优选地，挥发性溶剂与电介质溶剂不混溶。当在电泳流体中使用的着色剂至少部分地相溶于密封组分时，两步骤的外涂过程特别有用。也可使用添加剂或填料，如表面活性剂、抗氧化剂、交联剂、增稠剂、和聚合物粘合剂，以改良其性能或加工性能。特别当显示器是从相反的一侧观看时，也可使用颜料、染料、或填料如二氧化硅、CaCO₃、BaSO₄、TiO₂、金属粒子及其氧化物、碳黑。

密封层可延伸至盒侧壁的顶部表面上，如图 8 所示。塞子形状的密封层 81 具有约 0.1 微米至约 50 微米的厚度 (t，是在盒 80

的线段 8-8 上进行测量) 范围, 较好为 0.5 微米至 15 微米, 更好为 1 微米至 8 微米。盒 80 部分填充以电泳流体 85。在分隔壁 83 顶部表面 82 之下和界面 84 之上的密封层厚度 (t_1) 是在界面之上至少 0.01 微米, 较好为约 0.02 微米至约 15 微米, 更好为约 0.1 微米至约 4 微米。延伸至分隔壁的顶部表面 82 上的密封层厚度 (t_2) 至少为 0.01 微米, 较好为约 0.01 微米至约 50 微米, 更好为约 0.5 微米至约 8 微米。优选地, 密封层在盒壁和电泳流体上形成一连续膜。

盒是夹在两导电层 (86 和 87) 之间。在密封层 81 的顶部与顶部导电层 86 之间可以有额外的粘合剂层 88。在以下部分将说明顶部导电层和粘合剂层在盒上的应用。

IV. 单色电泳显示器的制备

通过图 6 所示的流程图说明此工艺。所有的微型杯都用同色组分的悬浮物填充。该工艺可为连续的辊对辊工艺, 包括如下步骤:

1. 将一层热塑性塑料、热固性塑料、或它们的前体物 60 涂布于导电膜 61 上 (可选择性地使用一溶剂)。若有溶剂存在, 则该溶剂会很快挥发。
2. 在高于所述层的玻璃化温度条件下, 用预图案化凸模 62 对层 60 进行模压。
3. 从层 60 脱模, 最好在其以适当方法硬化期间或之后进行。
4. 用一种在着色电介质溶剂中的带电荷颜料分散体 64 填充上述方法制成的微型杯阵列 63, 其中所述着色电介质溶剂包含一

种与该溶剂不相容的密封组分，并且所述密封组分的比重低于溶剂和颜料微粒的比重。

5. 在密封组分分离并于该液相顶部形成一表面浮层期间或之后，优选采用如紫外光辐射 65、或加热、或湿气，通过硬化密封组分以密封微型杯，因而形成封闭的含有在着色电介质溶剂中的颜料分散体的电泳盒。

6. 用预涂布有粘合剂层 67 的第二导电膜 66 层压密封的电泳盒阵列，其中粘合剂层可为压敏粘合剂、热熔粘合剂、一种热、湿气、或辐射固化粘合剂。用于粘合剂的优选材料包括：丙烯酸、苯乙烯-丁二烯共聚物、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、苯乙烯-异戊二烯-苯乙烯嵌段共聚物、聚乙烯醇缩丁醛、乙酸丁酸纤维、聚乙烯基吡咯烷酮、聚氨基甲酸酯、聚酰胺、乙烯-乙烯基乙酸酯共聚物、环氧化物、多官能丙烯酸酯、乙烯基化合物、乙烯醚、和它们的低聚物、聚合物、和共聚物。

如果顶部导电膜对辐射是透明的，则可以用如紫外光 68 辐射通过顶部导电膜对层压的粘合剂进行后固化。在层压步骤后，可对成品进行切割 69。

上述的微型杯制备方法可方便地用另一种程序代替：图形曝光涂布有辐射可固化组分的导电膜，接着用适当的溶剂去除未曝光区域。

在本发明的一个优选具体实施例中，微型杯的密封可替换地以下述方法完成：首先用电泳流体部分地填充微型杯阵列，然后直接在流体表面外涂并硬化密封组分。当电泳流体的着色剂与密封组分至少部分相容时，这种两步外涂密封方法特别有用。

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悬浮物的微型杯。这些额外的步骤包括：（1）用一种正作用干膜光致抗蚀剂模压已制成的微型杯，该光致抗蚀剂由以下成分组成：至少一种如马萨诸塞州 Worcester 的 Saint-Gobain 公司的可去除载体 PET-4851TM、一种酚醛树脂正性光致抗蚀剂如 Shipley 公司的 Microposit S1818TM、以及一种碱性显影粘合剂层，如 National Starch 公司的 Nacor 72-8685TM与 BF Goodrich 公司的 Carboset 515TM的混合物；（2）将光致抗蚀剂进行图形曝光，除去可移除的载体膜，以及用一种显影剂，如 Shipley 公司的经稀释的 Microposit 351TM显影剂，将正性光致抗蚀剂显影，从而选择性地打开一定数目的微型杯；（3）用包含带电荷白色颜料（二氧化钛）微粒和第一原色染料或颜料的电泳流体填充打开的微型杯；以及（4）按照单色显示器制备中说明的方法，将经填充的微型杯密封。这些附加的步骤可重复，以形成用第二和第三原色的电泳流体填充的微型杯。此外，用传统的湿式涂布方法可将正作用光致抗蚀剂涂布于未填充的微型杯阵列。

更具体地，可根据图 7 所示步骤制备一种多色电泳显示器：

1. 在导电膜 71 上涂布一层热塑性塑料、热固性塑料、或它们的前体物 70。
2. 在高于所述层的玻璃化温度条件下，用预图案化凸模（未示出）对层 70 进行模压。
3. 从层 70 脱模，最好在其硬化期间或之后进行，硬化是通过溶剂蒸发、冷却、或辐射交联、热、或湿气来完成。

4. 用正性干膜光致抗蚀剂层压上述制成的微型杯阵列 72，其中正性干膜光致抗蚀剂至少包括一粘合剂层 73、一种正性光致抗蚀剂 74、以及一种可去除的塑料保护片（plastic cover sheet）（图中未示出）。

5. 用紫外光、可见光、或其他辐射将正性光致抗蚀剂进行图形曝光（图 7c），除去保护片，在曝光区域显影并打开微型杯。步骤 4 和 5 的目的是在预定区域选择性地打开微型杯（图 7d）。

6. 用电介质溶剂中的带电荷白色颜料分散体 75 填充打开的微型杯，其中电介质溶剂至少包含一种第一原色的染料或颜料，以及一种密封组分 76，该密封组分与电泳流体不相容并且其比重低于溶剂和颜料微粒的比重。

7. 在密封组分分离并在电泳流体上面形成一表面浮层的期间或之后，通过硬化密封组分（优选采用如紫外光辐射，也可采用热或湿气），从而密封微型杯并形成包含第一原色的电泳流体的封闭电泳盒（图 7e）。

8. 可以重复上述步骤 5 至 7，以在不同区域产生包含不同颜色电泳流体的有明确定义的盒（图 7e、图 7f、和图 7g）。

9. 将预涂布有粘合剂层 78 的一个预图案化的第二透明导电膜 77，套准层压于密封的电泳盒阵列，其中所述粘合剂层可为压敏粘合剂、热熔粘合剂、或一种热、湿气、或辐射固化粘合剂。用于粘合剂的优选材料包括：丙烯酸、苯乙烯-丁二烯共聚物、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、苯乙烯-异戊二烯-苯乙烯嵌段共聚物、聚乙烯醇缩丁醛、乙酸丁酸纤维、聚乙烯基吡咯烷酮、聚氨基甲酸酯、聚酰胺、乙烯-乙烯基乙酸酯共聚物、环氧氧化物、多官能丙烯酸酯、乙烯基化合物、乙烯醚、和它们的低聚物、聚合物、和共聚物。

10. 粘合剂硬化

上述的微型杯制备方法可方便地用另一种程序代替：图形曝光涂布有辐射可固化组分的导电膜，接着用适当的溶剂去除未曝光区域。微型杯的密封可替换地通过在液相表面直接涂布一层密封组分来完成。此外，用传统的湿式涂布方法可将步骤 4 中的正作用光致抗蚀剂涂布于未填充的微型杯阵列。

用本方法制造的显示器可以达到仅一张纸的厚度。该显示器的宽度可为涂布网（coating web）的宽度（通常为 3 至 90 英寸）。该显示器的长度可为数英寸至数千英尺，取决于卷的大小。

实施例

以下所描述的实施例，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，而仅仅对是本发明的说明和示范。

实施例 1

微模压制备微型杯

用开口为 3 mil 的镍铬鸟型膜刮板制膜器（bird type film applicator），将表 1 所示的组合物涂布于 MylarTM J101/200 样板（gauge）上。允许溶剂挥发，而留下玻璃化温度低于室温的粘性膜。

表 1：用于微模压的含有聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）的组合物

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

Photo Stencil, Colorado Springs 公司的预图案化镂花模板 (stencil) 用作微模压的凸模，而 Henkel 公司的 FrekoteTM 700-NC 则用作脱膜剂。然后在室温下，利用压辊通过镂花模板模压经涂布的膜。接着通过 MylarTM 膜，采用 Loctite Zeta 7410TM 曝光装置，紫外光固化涂层约 20 分钟，其中所述曝光装置装备有金属氟化物灯，该灯在 365nm 处的强度为 80mW/cm²。然后对经模压的膜进行脱模，从而呈现出明确定义的微型杯，如光学轮廓曲线仪 (optical profilometry) 及显微镜所测量的，这些微型杯的横向尺寸范围是从 60 微米至 120 微米 (200-400 dpi)，深度范围是从 5 微米至 30 微米 (图 4a 至图 4c)。

实施例 2

微型杯的制备

一种包含固态低聚体、单体、和添加剂的组分列于表 2 中。混合物的玻璃化温度也低于室温。如前述，粘性涂层沉积于 MylarTM J101/200 样板的顶部。在 60°C 下，利用加热的压辊或层合

机进行模压。因而制成明确定义的高分辨率微型杯（100 至 400dpi），其深度范围是从 5 至 30 微米。

表 2：包含低聚物、单体、添加剂、和溶剂的模压组分

编号	描述	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	光敏引发剂	Irgacure™ 500	Ciba	1.43
5	助滑剂 (slip)	Ebecryl™ 1360	UCB Chemicals	1.60
6	溶剂	丙酮	Aldrich	68.26
		总计		100

实施例 3

电介质溶剂中颜料分散体的制备

把聚苯乙烯（0.89 克， Polysciences 公司， 分子量 50,000）和 AOT（0.094 克， American Cyanamide 公司， 硫琥珀酸二辛钠（*sodium dioctylsulfosuccinate*））溶解于 17.77 克的热二甲苯（Aldrich 公司）中。将 Ti-Pure R-706™（6.25 克）加到溶液中，并在超微磨碎机中以 200 转/分钟的转速研磨 12 小时以上。得到低粘度且稳定的分散体。加入油溶蓝 N（0.25 克， Aldrich 公司）以对分散体进行着色。然后在一标准的电泳盒中对悬浮物进行测试，其中电泳盒包括两个为一种 24 微米的隔离物（树脂颗粒， *spacer*）所分开的 ITO 导电板。可观察到高对比的、交错的白色和蓝色图像，并在 80 伏时的换向速率约为 60Hz 而浮现时间为 8.5msec。

实施例 4

颜料分散体的制备

重复实施例 3 的实验，不同之处在于使用了油溶红 EGN (Aldrich 公司) 和具有 24 微米隔离物的电泳盒。可观察到高对比的、交错的红色和白色图像，并在 60 伏时的换向速率为 60Hz 而浮现时间为 12msec。

实施例 5

颜料分散体的制备

在一溶液中，用超微磨碎机对 Ti-Pure R-706TM (112 克) 进行研磨，其中所述溶液包含 11.2 克顺丁烯二酸酐共聚物 (Baker Hughes X-5231TM)、24 克 3,4-二氯三氟甲苯 (*dichlorobenzotrifluoride*) (来自 Aldrich 公司)、以及 24 克 1,6-二氯己烷 (也来自 Aldrich 公司)。相似地，在 100°C 下，将 12 克碳黑在一溶液中进行研磨，其中所述溶液包含 1.2 克烷化聚乙烯基吡咯烷酮 (来自 ISP 公司的 GanexTM V216)、34 克 3,4-二氯三氟甲苯、和 34 克 1,6-二氯己烷 (Aldrich 公司)。然后均匀地混合上述两个分散体并测试。可观察到高对比的黑色和白色图像，并在 100 伏时的换向速率达 10Hz 而浮现时间约为 36msec。

实施例 6

一步法密封微型杯

将 0.05 毫升的紫外光可固化组分分散于 0.4 毫升的电介质溶剂中，其中所述紫外光可固化组分包括 1% (重量百分比) 的在 HDDA (来自 Aldrich 公司的二丙烯酸 -1,6- 己二醇酯) 中的苯基

二甲基酮缩醇（来自 Sartomer 公司的 Esacure KB1TM），其中所述电介质溶剂包括 0.5%（重量百分比）的在 FC-43TM（来自 3M 公司）中的 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-十九氟（nonadecafluoro）-1-癸醇（Aldrich 公司）。接着将所生成的分散体立即填充于如实施例 2 中所制备的微型杯阵列中。用刮片刮去过量的流体。允许 HDDA 溶液相分离至少 30 秒，并以紫外光辐射（10mw/cm²）进行固化约 1 分钟。在微型杯顶部可观察到一坚硬、澄清层，从而微型杯被密封。

实施例 7

二步法（涂布和紫外光固化）密封微型杯

将在实施例 5 中所制备的电泳流体涂布于如实施例 2 中所制备的微型杯阵列上。把 Norland 光学粘合剂薄层 NOA 60TM（新泽西州 New Brunswick 的 Norland Products 公司）涂布于经填充的微型杯上。用 MylarTM 膜薄片刮除任何过量的紫外光粘合剂，并用一张吸收纸清洁。然后在 Loctite Zeta 7410TM 紫外光曝光装置下立即对涂布的粘合剂进行固化约 15 分钟。微型杯被完全密封，并且观察不到任何残存气泡。如由 Mitutoyo 厚度计所测量的，固化的粘合剂层的厚度约为 5 至 10 微米。

实施例 8

二步法（涂布和湿气固化）密封微型杯

重复实施例 7 的实验，不同之处在于用 Instant KrazyTM 胶（来自俄亥俄州哥伦布的 Elmer's Products 公司）代替 Norland 粘合剂。接着经涂布的粘合剂通过空气中的湿气固化 5 分钟。微型杯被完全密封，并且观察不到任何残存气泡。如由 Mitutoyo 厚度计所测量的，固化的粘合剂层的厚度约为 5 至 10 微米。

实施例 9

二步法（涂布和界面聚合）密封微型杯

重复实施例 8 的实验，不同之处在于：电泳流体被包含 0.3%（重量百分比）的四亚乙基五胺（Aldrich 公司）的 3,4-二氯三氟甲苯溶液所代替，以及 Instant KrazyTM 胶被无水醚中的脂族聚异氰酸脂（来自 Bayer 公司的 DesmodurTM N 3300）溶液所代替。在涂布后几乎立即就观察到一个高度交联的薄膜。在醚于室温下蒸发后，电介质溶剂则被完全密封在微型杯中，并且观察不到任何残存气泡。

实施例 10

微型杯配方

占重量 35 份的 EbecrylTM 600（UCB 公司）、40 份 SR-399TM（Sartomer 公司）、10 份 EbecrylTM 4827（UCB 公司）、7 份 EbecrylTM 1360（UCB 公司）、8 份 HDDA（UCB 公司）、0.05 份 IrgacureTM 369（Ciba Specialty 化学制品公司）、以及 0.01 份异丙基噻吨酮（ITX，来自 Aldrich 公司），均匀混合并用于微模压。

实施例 11

微型杯阵列的制备

用 # 3Myrad 棒，将由 5 份 EbecrylTM 830、2.6 份 SR-399TM（Sartomer 公司）、1.8 份 EbecrylTM 1701、1 份 PMMA（分子量 350,000，Aldrich 公司）、0.5 份 IrgacureTM 500、和 40 份丁酮（MEK）组成的初始溶液涂布在 2mil ITO / PET 膜（60 ohm/sq., 明尼苏达州的 Sheldahl 公司）上，干燥，并用 Zeta 7410TM（5 瓦/平方厘米，自 Loctite 公司）曝光装置在空气中进行紫外光固化 15

分钟。将在实施例 10 中制备的微型杯配方组分涂布在经处理的 ITO/PET 膜上，目标厚度约 50 微米，用 Ni-Co 凸模进行模压（该凸模具有 60 (长) X 60 (宽) μm 的重复突出的正方形图案，突出物的高度为 25-50 μm 并具有 10 μm 宽的分隔线），从 PET 侧进行紫外光固化 20 秒，用 2" 剥离棒以约 4-5 英尺/分钟的速度脱模。用具有对应突起高度的凸模制备了深度为 25-50 微米的明确定义的微型杯。用同样的步骤也可以制备不同尺寸的各种微型杯阵列，例如 70 (长) \times 70 (宽) \times 35 (深) \times 10 (间隔)、100 (长) \times 100 (宽) \times 35 (深) \times 10 (间隔)、和 100 (长) \times 100 (宽) \times 30 (深) \times 10 (间隔) 微米。

实施例 12

颜料分散体

用均化器将 6.42 克聚合物涂布的 TiO₂微粒 PC-9003TM（来自新泽西州 Highstown 的 Elimentis 公司）分散于一溶液中，该溶液含有 1.94 克 KrytoxTM（来自 Du Pont 公司）、0.37 克氟化铜酞菁染料 FC-3275TM（来自 3M 公司）、和 52.54 克氟化溶剂 HT-200TM（来自 Ausimont 公司）。

实施例 13

微型杯密封

用 3M 公司的挥发性全氟化共溶剂 FC-33TM，将在实施例 12 中制备的电泳流体稀释，并涂布于在实施例 11 中所制备的 70 (长) X 70 (宽) X 35 (深) X 10 (分隔) 的微型杯阵列上。挥发性共溶剂挥发，从而曝光部分地被填充的微型杯阵列。将溶在庚烷中的 7.5% 的聚异戊二烯溶液（97%顺式，Aldrich 公司），用开口为 3mil 的通用叶片涂板器涂在部分地填充的杯上。经涂布的

微型杯在室温下干燥。在微型杯阵列上形成了一无缝密封层，其厚度（干）约为 7-8 微米，并具有可接受的粘合和一致性。用显微镜观察，在密封的微型杯中，并没有发现任何明显的残存空气。用第二个预涂有粘合剂层的 ITO/PET 导体层压在密封的微型杯上。电泳盒表现出令人满意的换向性能并具有良好的抗弯曲性。在 66°C 的烘箱中老化 5 天后，没有观察到任何明显的重量损失。

实施例 14-21

微型杯密封

与实施例 13 的程序相同，不同之处在于：用聚乙烯醇缩丁醛（ButvarTM 72，密苏里州 St. Louis 的 Solutia 公司）、热塑性弹性体如 SIS（Kraton D1107TM，15% 苯乙烯，来自得克萨斯州 Houston 的 Kraton Polymers 公司）、SBS（Kraton D1101TM，31% 苯乙烯）、SEBS（Kraton G1650TM 和 FG1901TM，30% 苯乙烯）、和 EPDM（Vistalon 6505TM，57% 乙烯，来自得克萨斯州 Houston 的 ExxonMobil 化学制品公司）取代密封层。结果总结在表 3 中。

表 3：密封实施例 14-21

实施例 编号	密封聚合物	涂布溶液	估计的干 燥厚度	杯 的 尺 寸 (L×W×D×P) , 微米	涂层质量 (目视)	涂层质量 (显微镜 观察)
14	聚异戊二烯 (97% 顺式)	庚烷中 7.5%	7-8 μ m	60×60×35×10	良好	良好
15	Butvar 72	异丙醇中 8.5%	4-5 μ m	60×60×35×10	尚可	尚可
16	SIS (Kraton D1107 TM); 15% 苯乙烯	庚烷中 4%	4-5 μ m	70×70×35×10	良好	良好
17	SIS (Kraton D1107 TM); 15% 苯乙烯	庚烷中 4%	3-4 μ m	100×100×30×10	良好	良好
18	SBS (Kraton D1107 TM); 31% 苯乙烯	甲苯 / 庚烷 (20 / 80) 中 10%	4-5 μ m	70×70×35×10	良好	良好
19	SEBS (Kraton FG-1901 TM , 30% 苯乙烯, 1.5% 顺丁烯二 酸酐	二甲苯 / Isopar E (5 / 95) 中 10%	4-5 μ m	70×70×35×10	良好	良好
20	SEBS (Kraton G1650 TM , 30% 苯乙烯)	甲苯 / 庚烷 (5 / 95) 中 5%	4-5 μ m	70×70×35×10	良好	良好
21	EPDM (Vistalon TM 650 5, 57% 乙烯)	Isopar E 中 10%	4-5 μ m	70×70×35×10	良好	良好

实施例 22

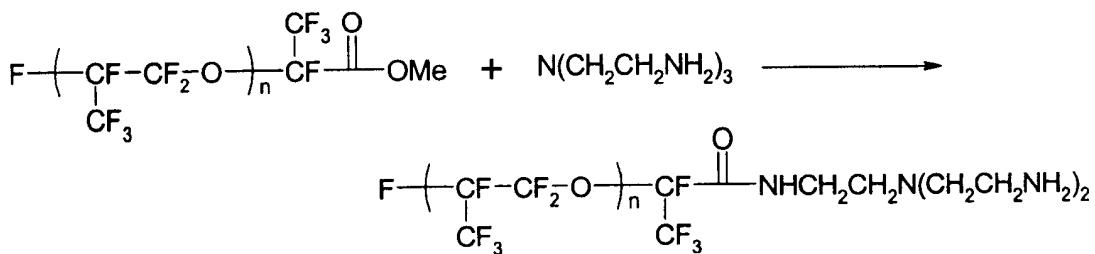
重复实施例 16 的程序与配方组分, 不同之处在于: 按下述程序, TiO_2 微粒 TINT-AYD® PC9003 预涂布 4 - 乙烯基吡啶 (90 %) 和甲基丙烯酸丁酯 (10 %) 的碱性共聚物 (PVPyBMA) (Aldrich 公司)。

将 50 份的 PC-9003 分散于 25 份乙醇和 25 份 10 % 的 PVPyBMA 共聚物甲醇溶液中, 均化 5 分钟, 接着超声破碎 10 分钟。把获得的淤浆 (12 份) 加入 100 份含 1.2 % 的 Krytox® 157FSH 的 HT-200TM 溶液中, 并在室温均化 (10K 速度) 30 分钟。在 80°C 除掉乙醇并对分散体进一步超声破碎 30 分钟。把 0.8 重量% (基于分散体) 蓝色染料 FC-3275TM 加入上述分散体, 并填

充于在实施例 11 中所制备的 70 (长) X 70 (宽) X 35 (深) X 10 (分隔) 的微型杯阵列中，而经填充的微型杯如同实施例 16 进行密封。在微型杯阵列上形成了一无缝密封层，其厚度 (干) 约为 4-5 微米，并具有可接受的粘合和一致性。用显微镜观察，在密封的微型杯中，并没有发现任何明显的残存空气。用第二个预涂有粘合剂层的 ITO/PET 导体层压在密封的微型杯上。电泳盒表现出良好的换向性能并具有良好的抗弯曲性。在 66°C 的烘箱中老化 5 天后，没有观察到任何明显的重量损失。

实施例 23

多官能 Rf-胺的合成



化学式 (I)

将 Krytox® 甲酯 (17.8 克, 分子量约 1780, n 约 10, DuPont 公司) 溶解于含有 12 克 1,1,2 - 三氟三氟乙烷 (Aldrich 公司) 和 1.5 克 α,α,α -三氟甲苯 (Aldrich 公司) 的溶剂混合物中。在室温、搅拌下，经过 2 小时把形成的溶液滴入另一溶液，该溶液为 25 克 α,α,α -三氟甲苯和 30 克 1,1,2-三氟三氟乙烷中含有 7.3 克三 (2- 氨乙基) 胺 (Aldrich 公司)。然后再搅拌混合物 8 小时以使反应完全。产物的红外光谱清楚地表明在 1780cm^{-1} 处甲酯的 C=O 振动消失，而在 1695cm^{-1} 处出现酰胺产物的 C=O 振动。通过旋转蒸发及其后的在 100°C 真空解吸 (1 托) 4 至 6 小时除去溶剂。然后将粗产物溶解于 50ml 的 PFS₂TM 溶剂 (来自 Ausimont 公司的低分子量氟聚醚) 中，用 20ml 的乙酸乙酯萃取 3 次，之后进行干

燥，获得 17 克纯产物（Rf- 胺 1900），该产物在 HT200TM 中表现出极好的溶解性。

其他化学式为 (I) 具有不同分子量的多官能 Rf 胺，如 Rf- 胺 4900 (n = 约 30)、Rf- 胺 2000 (n 约为 11)、Rf- 胺 800 (n 约为 4)、和 Rf- 胺 650 (n 约为 3)，也按照相同的程序步骤进行了合成。也通过相同的程序步骤制备了 Rf- 胺 350，不同之处在于用 CF₃CF₂CF₂COOCH₃ (来自 SynQuest Labs, Alachua, FL) 代替 Krytox® 甲基酯。

实施例 24

把 3.82 克 Desmodur® N3400 脂族聚异氰酸酯 (Bayer AG 公司) 和 1.87 克 Multranol® 9175 (Bayer AG 公司) 溶解于 4.2 克丁酮 (MEK) 中。在生成的溶液中，加入 6.94 克 TiO₂ R900TM (DuPont 公司) 并在室温下均化 1 分钟；加入 0.15 克 2% 的二月桂酸二丁锡 (dibutyltin dilaurate) (Aldrich 公司) 的丁酮溶液，并均化 2 分钟；加入 26.70 克含有 0.67 克 Rf- 胺 4900 (来自实施例 23) 的 HT-200 溶液并再均化 1 分钟；然后在室温下真空除去丁酮。

在室温下通过均化器把上述制备的淤浆缓慢乳化成 30 克的 HT-200TM 溶液，该溶液含有 0.66 克 Rf- 胺 1900 (来自实施例 7)、1.3 克 Krytox® 157FSL、0.15 克三 (2- 氨乙基) 胺 (Aldrich 公司)、和 0.40 克 4- 氨甲基吡啶 (Aldrich 公司)。对所生成的微胶囊分散体，在 80°C 加热 2 小时并搅拌，从而对微粒进行后固化。用离心机分离微胶囊，并重新分散于 HT-200TM 中。

制备了一种电泳显示器流体，该流体包含 1% (重量百分比) 的氟化铜酞菁染料 FC-3275TM (来自 3M 公司) 和 8% (重量百分数) 的在 HT200TM 中的 TiO₂ 微胶囊固体，将该流体填充于在

实施例 11 中所制备的微型杯阵列中，并按实施例 16 进行密封。在微型杯阵列上形成了一无缝密封层，其厚度（干）约为 4-5 微米，并具有可接受的粘合性和一致性。用显微镜观察，在密封的微型杯中，并没有发现任何明显的残存空气。用第二个预涂有粘合剂层的 ITO/PET 导体层压在密封的微型杯上。电泳盒表现出令人满意的换向性能并具有良好的抗弯曲性。在 66°C 的烘箱中老化 2 天后，没有观察到任何明显的重量损失。

实施例 25

重复实施例 24 中的程序，不同之处在于密封组分由另一组合物代替，该组合物由下述化合物组成：8.0 份 KratonTMG1650、0.9 份 KratonTMGRP 6919、0.3 份 Cab-O-Sil TS-720TM（来自伊利诺伊州 Tuscola 的 Cabot 公司）、0.46 份多官能丙烯酸酯 SR306TM（来自 Sartomer 公司）、0.22 份 SR9020TM、0.03 份 IrgacureTM369（来自 Ciba 公司）、0.09 份异丙基噻吨酮（ITX，来自 Aldrich 公司）、81 份 IsoparTM E（来自 ExxonMobil 化学制品公司）、和 9 份乙酸异丙酯（来自 Aldrich 公司）。采用 Loctite Zeta 7410TM 曝光装置，用紫外光后固化经密封的微型杯阵列 5 分钟，其中所述曝光装置装备有金属氟化物灯，该灯在 365nm 处的强度为 80mW/cm²。电泳盒表现出令人满意的换向性能并具有良好的抗弯曲性。在 66°C 的烘箱中老化 2 天后，没有观察到任何明显的重量损失。

虽然本发明已经参考其特定的具体实施例而加以描述，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多种修改和改进，或应用于其它领域。可以做多种的改变，以及有多种的等效物可以取代。此外，可以做许多修改来适合特殊的情况、材料、组分、工艺、一个工艺步骤或多个步骤，而不偏离本

发明的目的、精神、和范围。所有这些改动均在所附的本发明专利申请权利要求范围内。

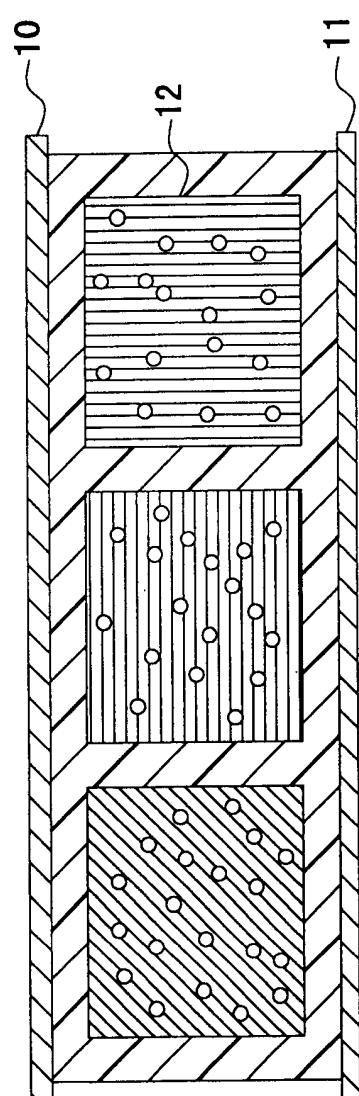


图1

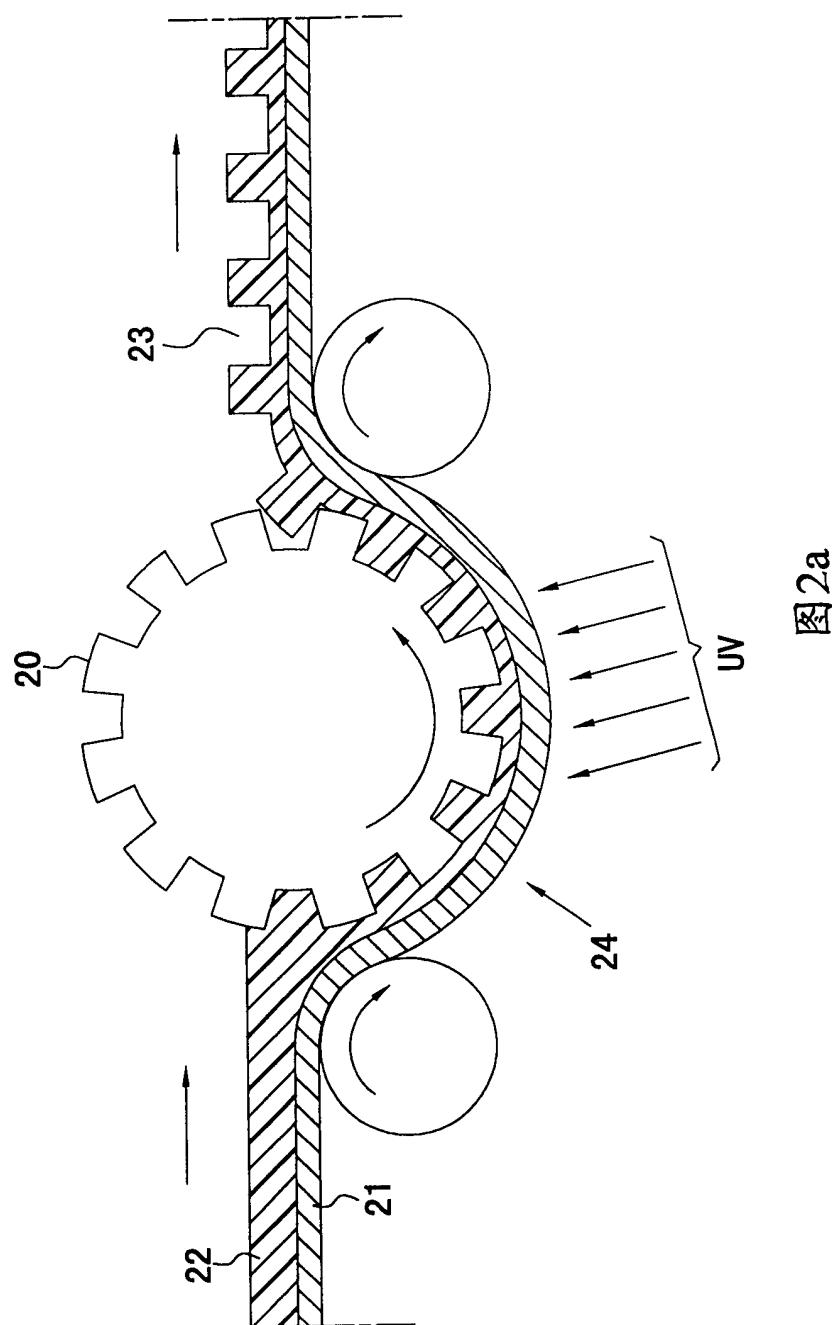


图2a

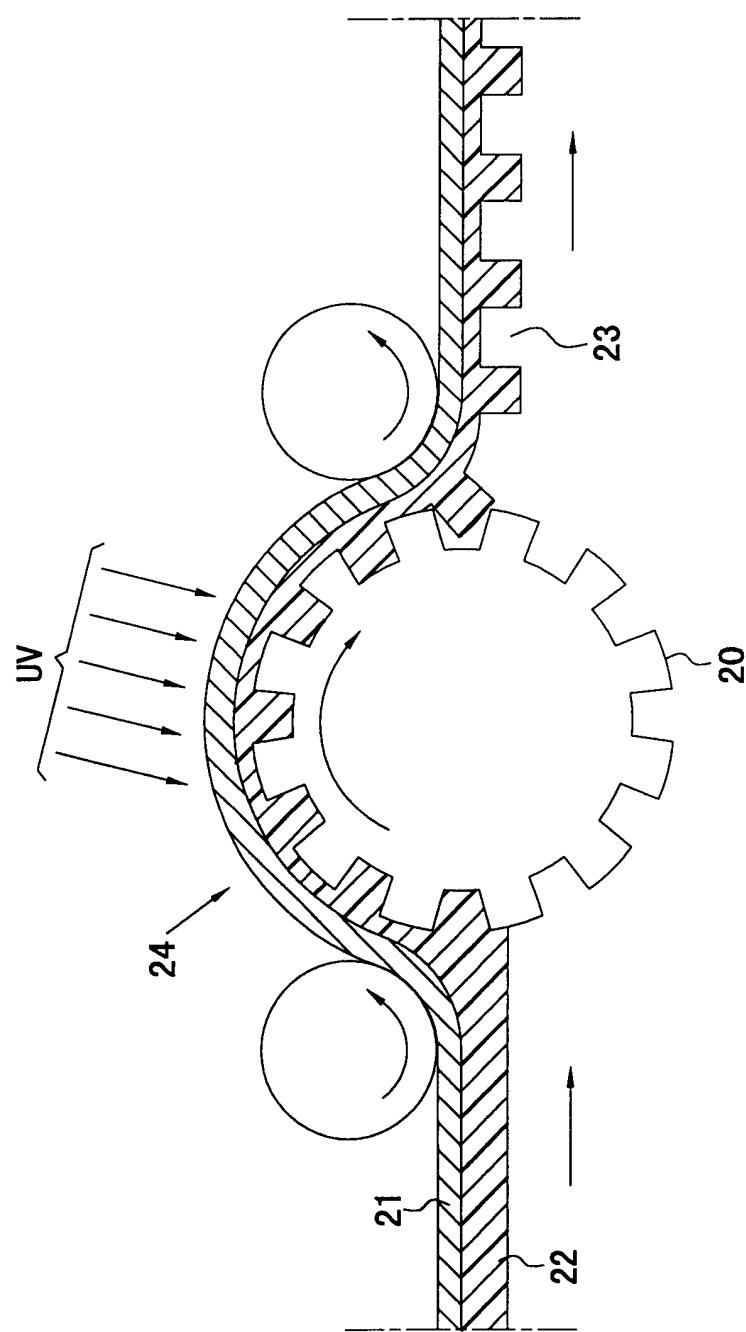


图2b

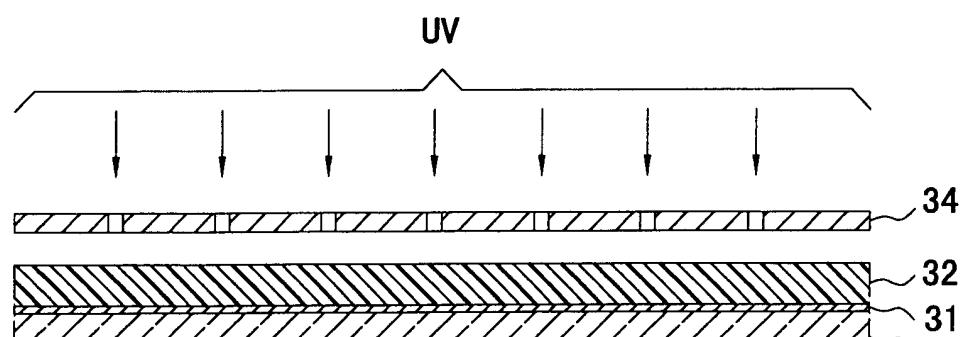


图3a

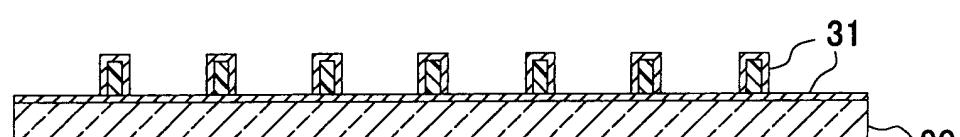


图3b

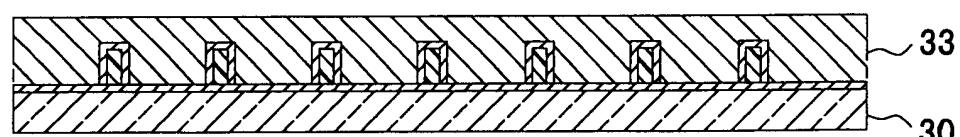


图3c



图3d

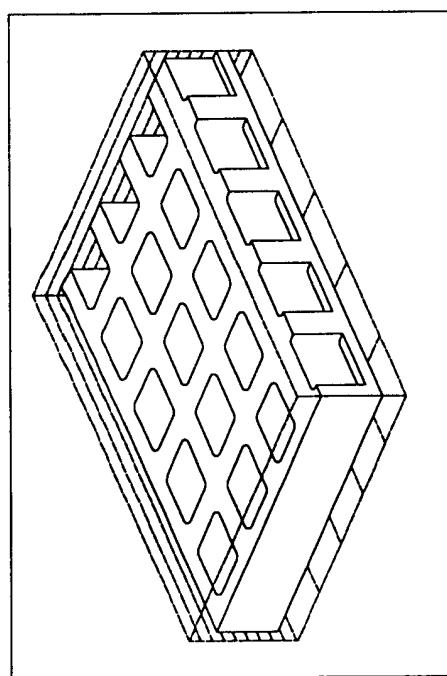


图 4a

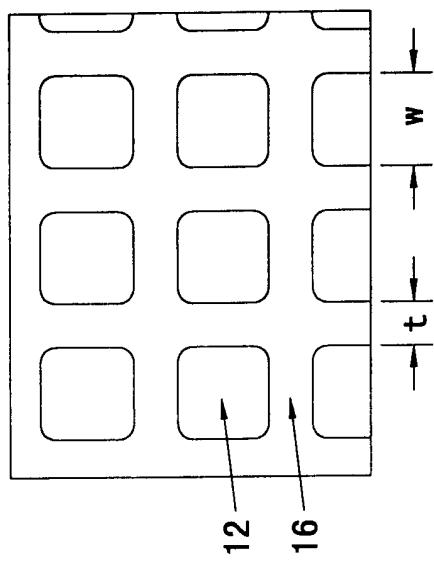


图 4b

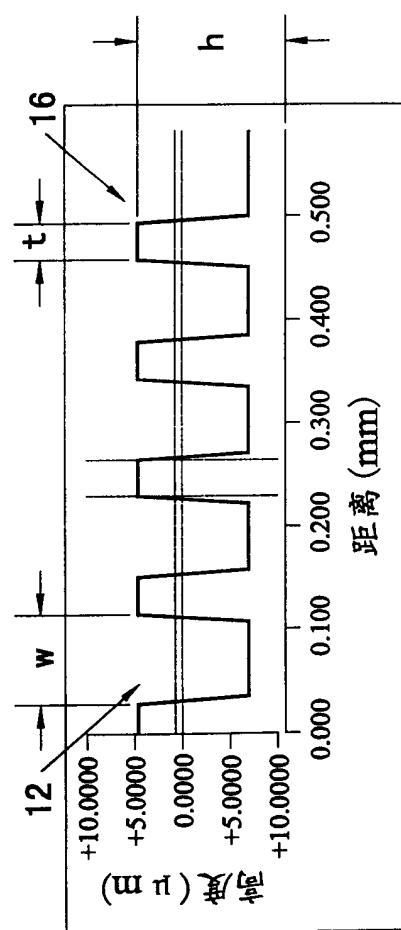


图 4c

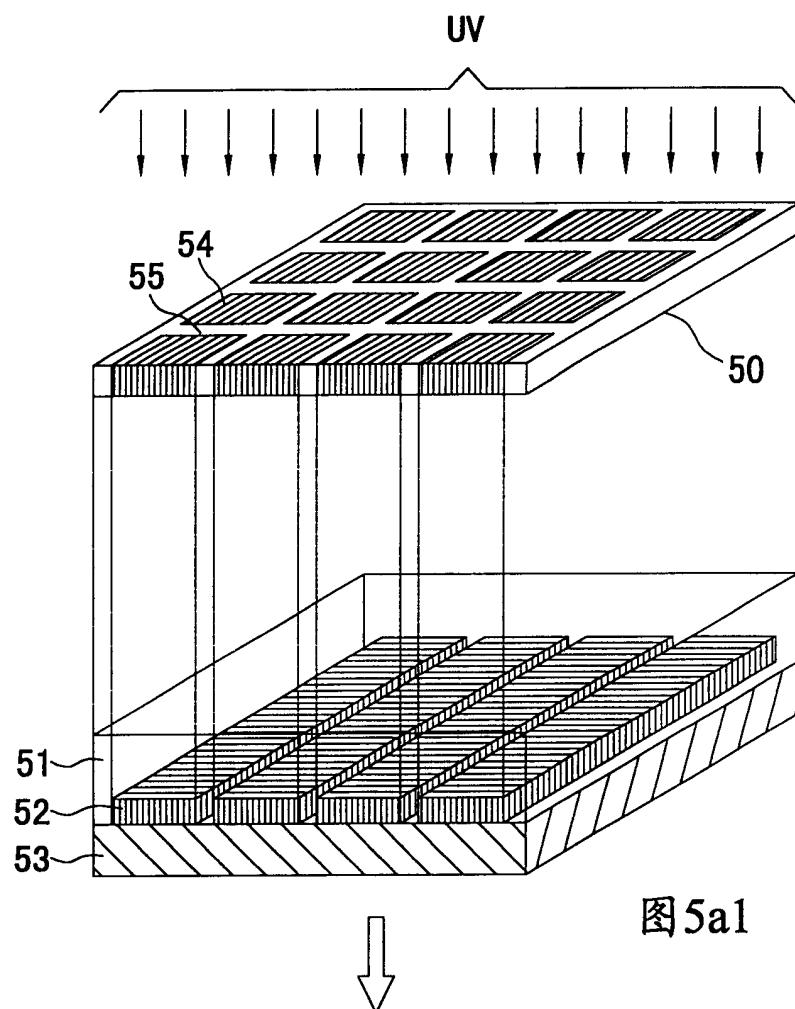


图 5a1

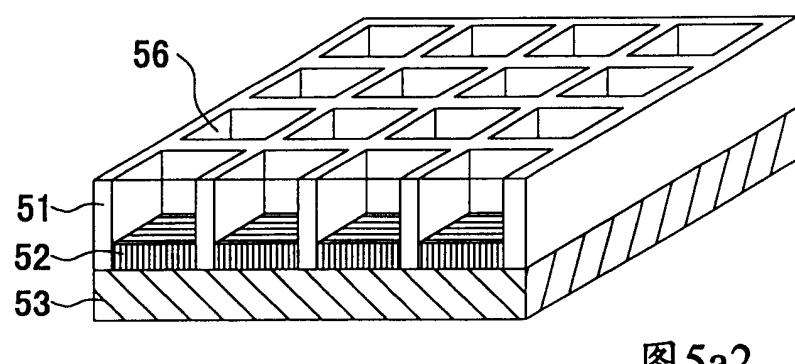


图 5a2

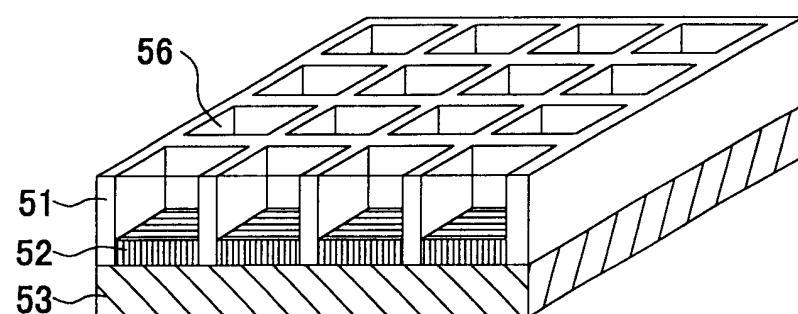


图 5b2

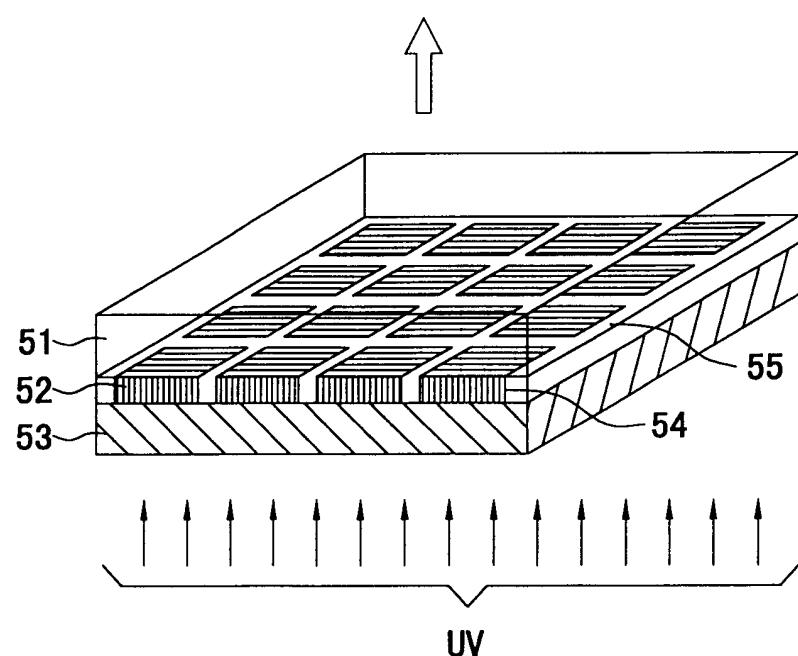


图 5b1

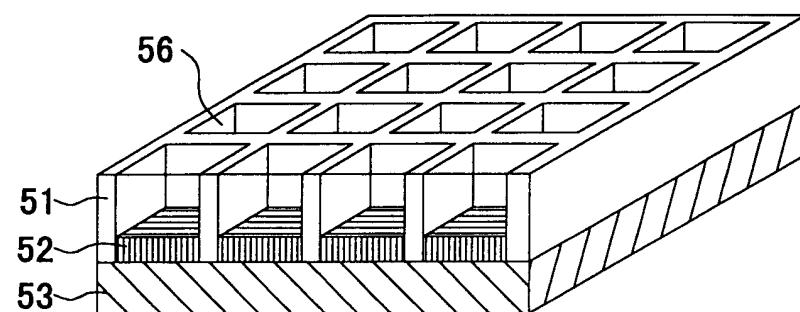


图 5c2

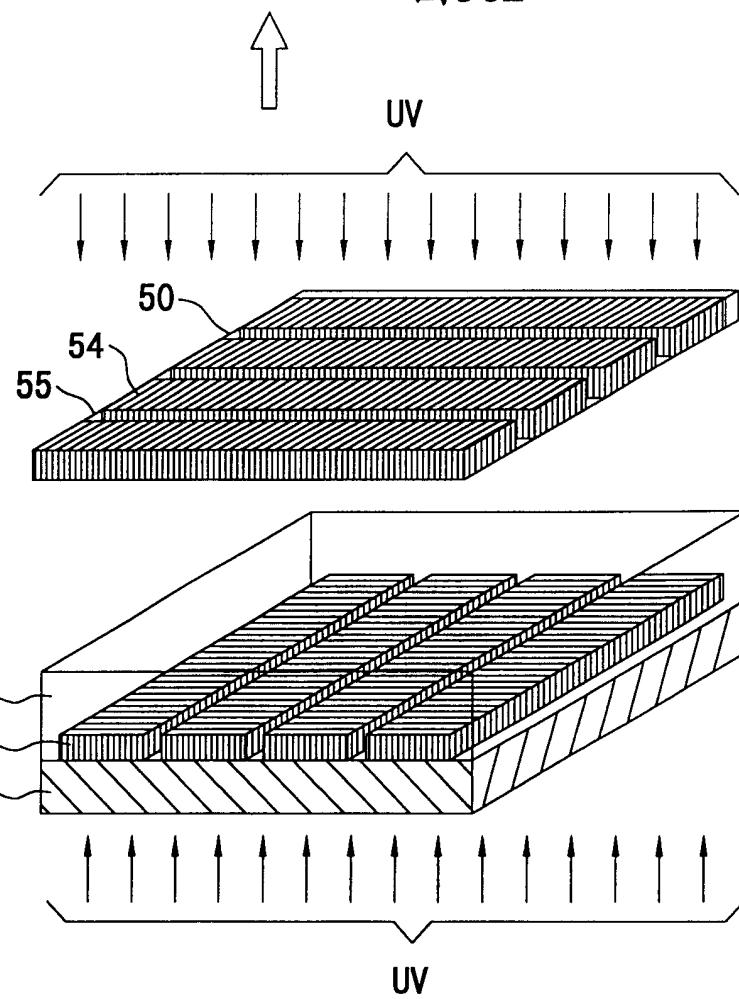


图 5c1

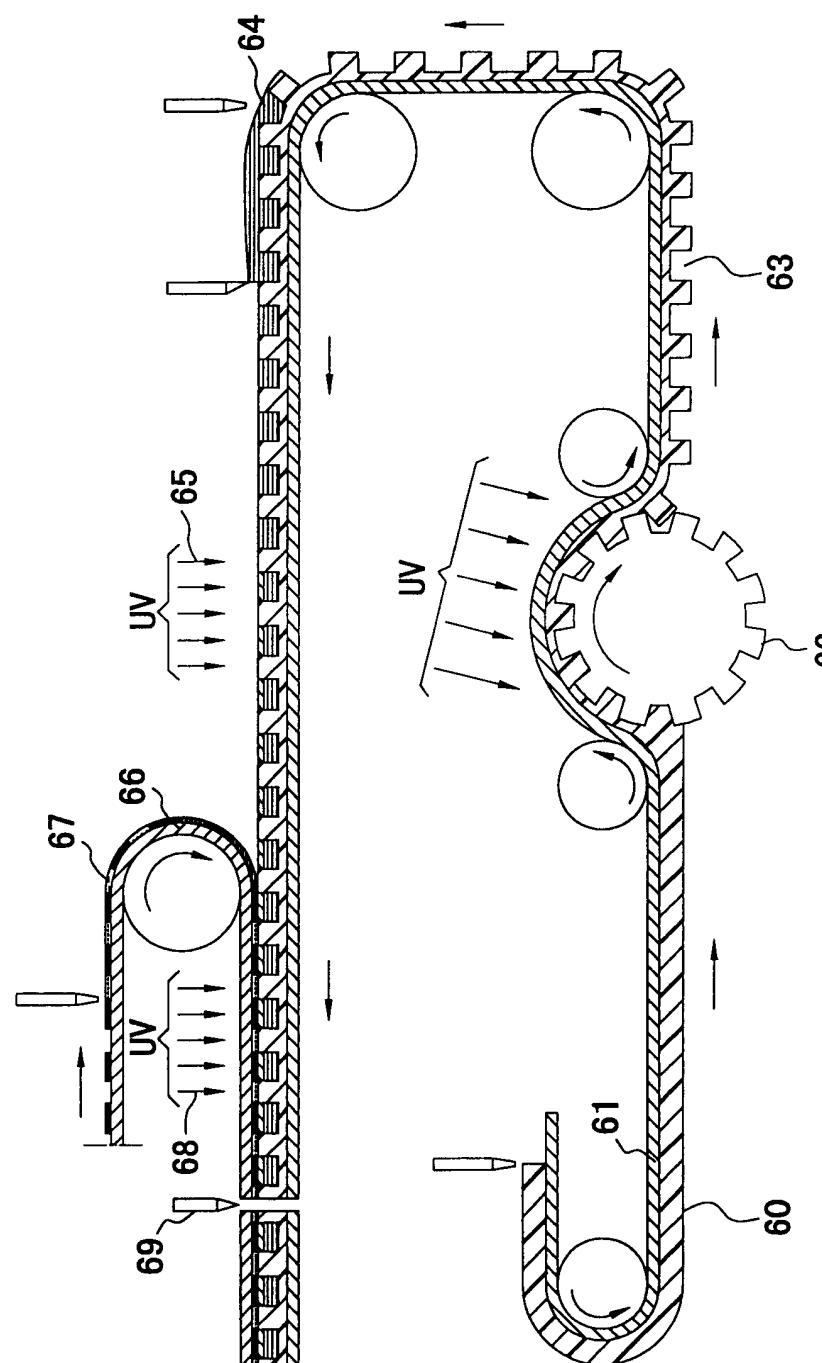
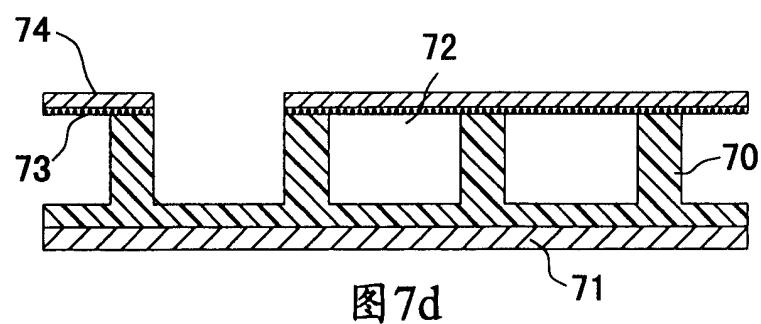
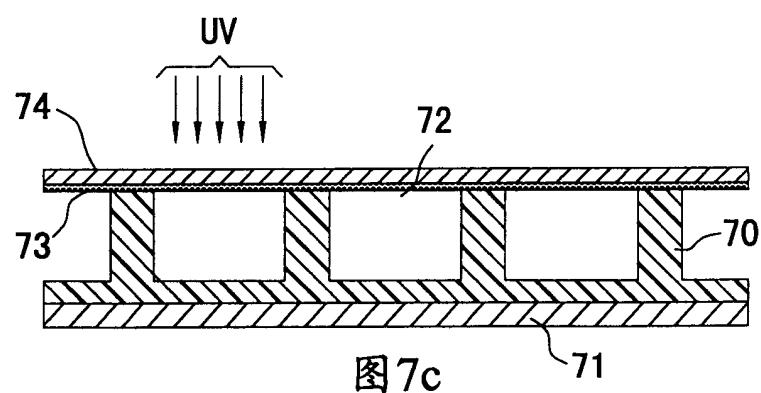
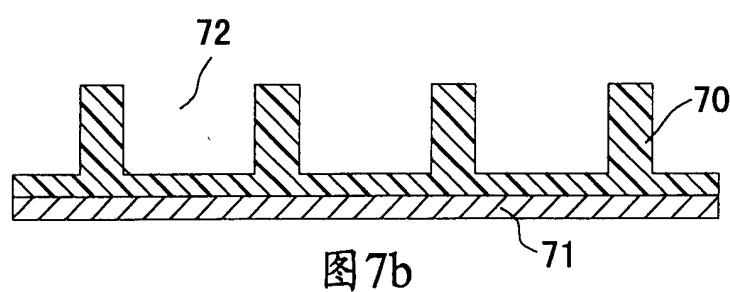
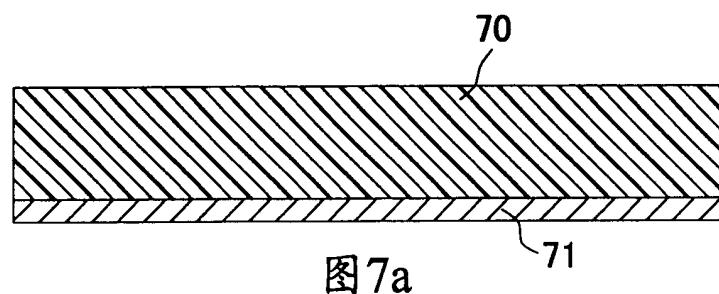


图6



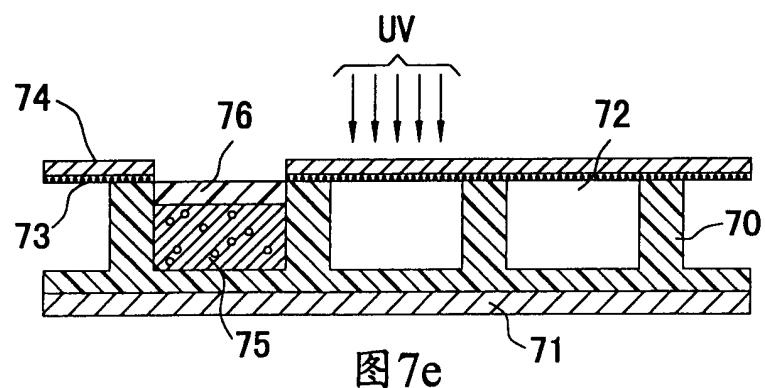


图 7e

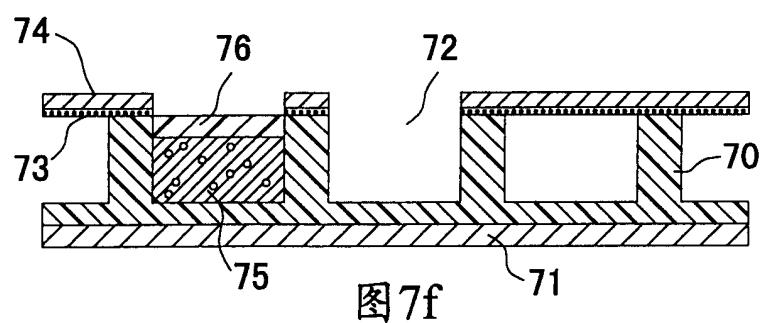


图 7f

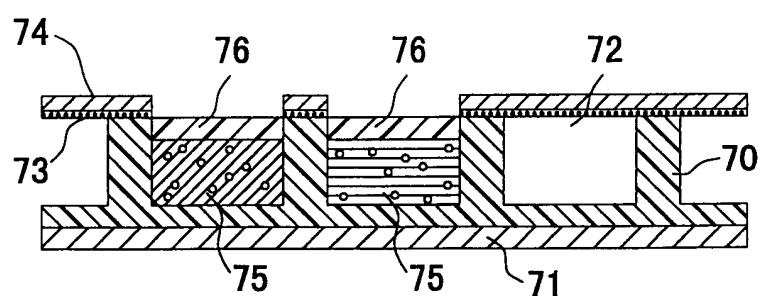


图 7g

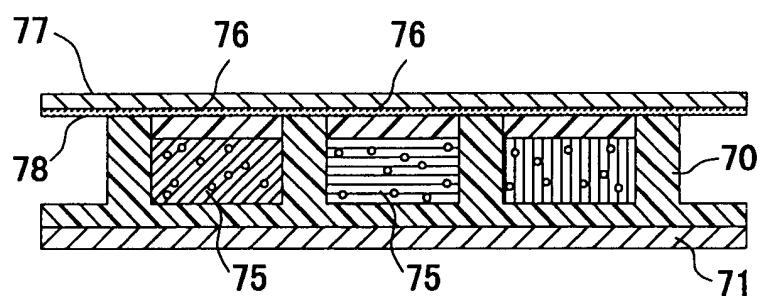


图 7h

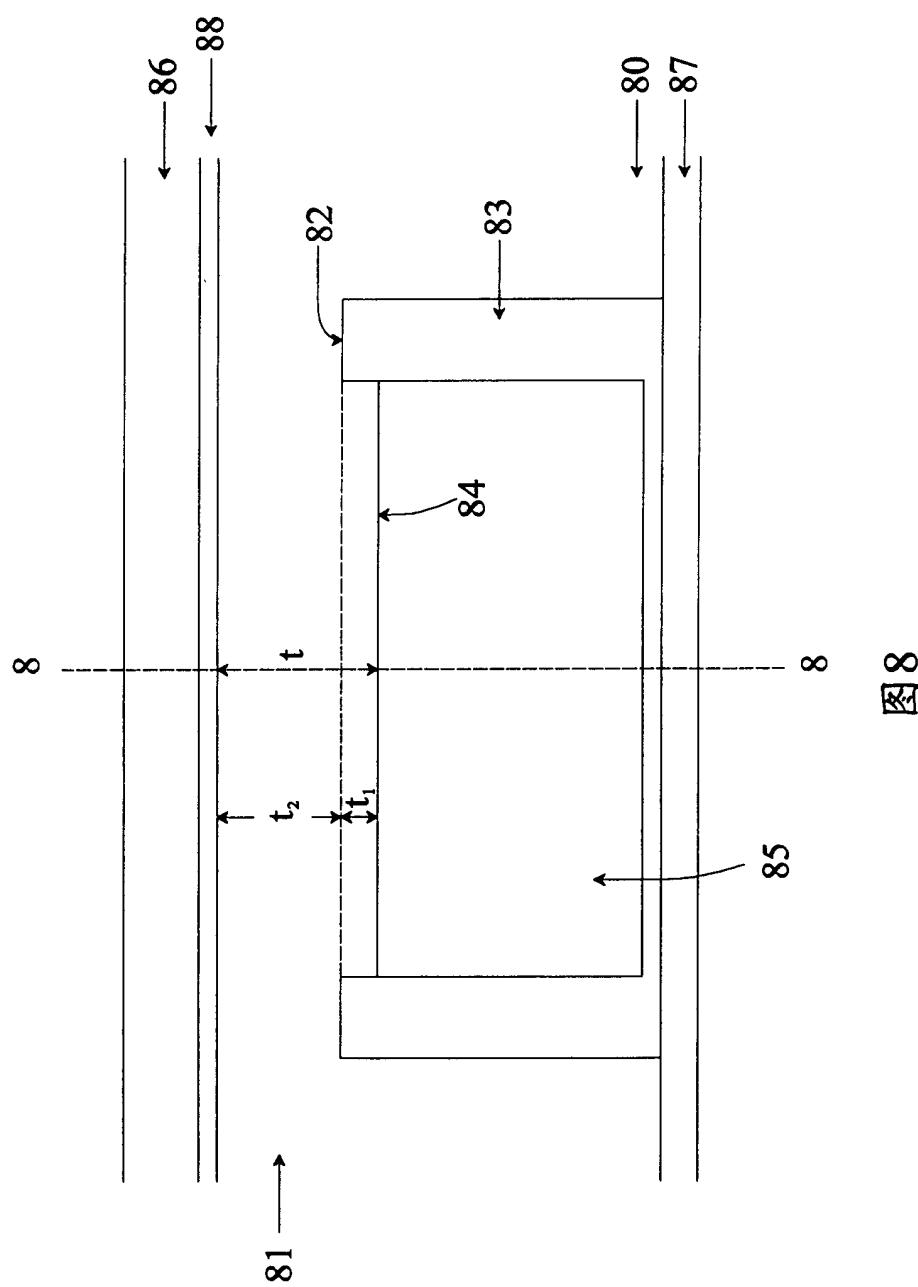


图8