

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/167 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02100914.7

[45] 授权公告日 2006 年 12 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1289960C

[22] 申请日 2002.1.7 [21] 申请号 02100914.7

[30] 优先权

[32] 2001. 8. 17 [33] US [31] 60/313,146

[73] 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 韩 旭

[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

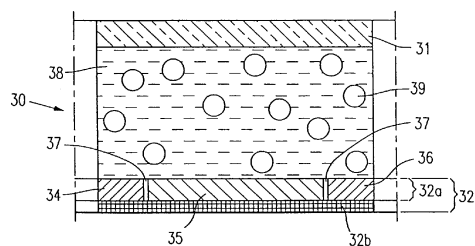
权利要求书 6 页 说明书 28 页 附图 15 页

[54] 发明名称

具有双重模式切换的电泳显示器及其制作方法

[57] 摘要

本发明涉及一种具有传统的上/下切换模式和平面内切换模式的改进的电泳显示器。换言之，这种改进的电泳显示器具有双重切换模式。本发明的单色电泳显示器能够显示所选择的与文字不同的着重部分的颜色。例如，白色的背景、蓝色的文字、以及红色的着重部分可以被显示在该显示器的任何所选的区域中。此外，本发明的全色电泳显示器能够显示具有高色彩饱和度的高对比度的图像。高品质的黑色和白色状态在本发明的全色显示器中都是可能的。本发明的电泳显示器并不需要复杂的电路设计，并且能够与低成本高产出的辊对辊制作工艺兼容。



1. 一种电泳显示器, 所述电泳显示器包括多个电泳盒, 每个所述电泳盒包括:
 - 顶部电极;
 - 底部电极;
 - 至少一个平面内电极; 和电泳组分, 所述电泳组分填充在所述电泳盒中并且包含分散在介电溶剂或溶剂混合物中的带电颜料微粒, 其中根据设定在所述顶部电极、底部电极、和平面内电极的电压, 所述带电颜料微粒移动到或靠近所述顶部电极、底部电极或平面内电极, 使所述电泳盒显示颜料微粒、介电溶剂或溶剂混合物或背景的颜色。
2. 根据权利要求 1 所述的电泳显示器, 所述带电颜料微粒带有相同的电荷并具有相同的颜色。
3. 根据权利要求 2 所述的电泳显示器, 其中所述电泳盒位于一个顶层和一个底层之间, 其中, 所述顶部电极设置在所述顶层中, 所述底部电极和至少一个平面内电极设置在所述底层中。
4. 根据权利要求 2 所述的电泳显示器, 其中所述的电泳盒由微型杯制备。
5. 根据权利要求 2 所述的电泳显示器, 其中所述的电泳盒由微型通道制备。
6. 根据权利要求 2 所述的电泳显示器, 其中所述的电泳盒由微囊制备。
7. 根据权利要求 3 所述的电泳显示器, 其中所述的底层具有一个平面内电极。

8. 根据权利要求3所述的电泳显示器,其中所述的底层包括在所述底层的左侧的第一平面内电极和在所述底层的右侧的第二平面内电极,以及一个在所述第一平面内电极和第二平面内电极之间的底部电极。
9. 根据权利要求7所述的电泳显示器,其中在所述平面内电极与所述底部电极之间有一个间隙。
10. 根据权利要求8所述的电泳显示器,其中,有间隙将所述第一平面内电极和第二平面内电极与所述底部电极分开。
11. 根据权利要求2所述的电泳显示器,其中所述的带电颜料微粒是白色的。
12. 根据权利要求2所述的电泳显示器,其中所述的带电颜料微粒的颜色选自红色、绿色、蓝色、黄色、青色、和品红色之一。
13. 根据权利要求2所述的电泳显示器,其中所述介电溶剂或溶剂混合物的颜色选自红色、绿色、蓝色、黄色、青色、以及品红色之一。
14. 根据权利要求2所述的电泳显示器,其中所述的背景颜色选自黑色、红色、绿色、蓝色、黄色、青色、和品红色之一。
15. 根据权利要求3所述的电泳显示器,其中所述的电泳盒还包括一个单独的背景层。
16. 根据权利要求15所述的电泳显示器,其中所述背景层在包括底部电极和平面内电极的所述底层的顶部。
17. 根据权利要求15所述的电泳显示器,其中所述背景层在包括底部电极和平面内电极的所述底层的下面。
18. 根据权利要求15所述的电泳显示器,其中所述单独的背景层具有一个反射面。

19. 根据权利要求 15 所述的电泳显示器, 其中, 所述单独的背景层的颜色选自黑色、红色、绿色、蓝色、黄色、青色、以及品红色之一。
20. 根据权利要求 2 所述的电泳显示器, 其中所述电泳显示器是一种具有着重特性的单色显示器。
21. 根据权利要求 20 所述的电泳显示器, 其中在所有的电泳盒中的带电颜料微粒是白色的。
22. 根据权利要求 20 所述的电泳显示器, 其中在所有的电泳盒中的带电颜料微粒的颜色选自红色、绿色、蓝色、黄色、青色、以及品红色。
23. 根据权利要求 20 所述的电泳显示器, 其中所述的所有的电泳盒都具有相同颜色的介电溶剂, 所述相同颜色选自红色、绿色、蓝色、黄色、青色、以及品红色。
24. 根据权利要求 20 所述的电泳显示器, 其中在所有的电泳盒中的背景颜色都是黑色。
25. 根据权利要求 20 所述的电泳显示器, 其中在所述电泳盒中的背景颜色选自红色、绿色、蓝色、青色、黄色、及品红色。
26. 根据权利要求 2 所述的电泳显示器, 其中所述电泳显示器是一个多色的显示器。
27. 根据权利要求 26 所述的电泳显示器, 其中所述的电泳盒用包含分散在不同颜色的介电溶剂或溶剂混合物中的白色带电颜料微粒的电泳组分填充。

28. 根据权利要求 27 所述的电泳显示器, 其中所述的不同颜色选自红色、绿色、蓝色、黄色、青色、以及品红色。
29. 根据权利要求 28 所述的电泳显示器, 其中所述的不同颜色是红色、绿色或蓝色。
30. 根据权利要求 26 所述的电泳显示器, 其中所述的背景颜色是黑色。
31. 根据权利要求 1 所述的电泳显示器, 其中所述的电泳盒具有不同颜色的带电颜料微粒和相同的背景颜色。
32. 根据权利要求 31 所述的电泳显示器, 其中所述带电颜料微粒的不同颜色选自白色、红色、绿色、蓝色、黄色、青色、以及品红色。
33. 根据权利要求 31 所述的电泳显示器, 其中所述的背景颜色选自黑色、红色、绿色、蓝色、黄色、青色、以及品红色。
34. 根据权利要求 3 所述的电泳显示器, 其中所述的顶层是经着色的或者带有一个彩色滤光片。
35. 根据权利要求 34 所述的电泳显示器, 其中所述的电泳盒用包含分散在无色的介电溶剂或溶剂混合物中的白色带电颜料微粒的电泳组分填充。
36. 根据权利要求 2 所述的电泳显示器, 其中所述电泳显示器具有由有源矩阵系统驱动的平面内切换模式和上-下切换模式。
37. 根据权利要求 36 所述的电泳显示器, 其中所述有源矩阵系统包括多个薄膜晶体管。

38. 根据权利要求3所述的电泳显示器,其中,所述底部电极通过一个薄膜晶体管来切换,并且所述平面内电极通过另一个薄膜晶体管来切换。
39. 根据权利要求38所述的电泳显示器,其中所述多个薄膜晶体管通过一个扫描线和信号线的矩阵来控制。
40. 根据权利要求3所述的电泳显示器,其中所述顶部电极由一种透明导电材料制成。
41. 根据权利要求2所述的电泳显示器,其中所述电泳显示器具有由无源矩阵系统驱动的平面内切换模式和上-下切换模式。
42. 根据权利要求3所述的电泳显示器,其中所述顶层包括多个顶部电极,所述顶部电极是行电极,并且所述底层包括多个底部电极,所述底部电极是列电极和多个平面内电极。
43. 根据权利要求42所述的电泳显示器,其中所述的行电极包括透明并且平行地延伸通过所述电泳盒的顶部的水平朝向的电极条。
44. 根据权利要求42所述的电泳显示器,其中所述的列电极包括透明并且平行地延伸通过所述电泳盒的底部的垂直朝向的电极条。
45. 根据权利要求42所述的电泳显示器,其中所述的平面内电极包括透明并且平行地延伸通过所述电泳盒的底部的垂直朝向的电极条。
46. 根据权利要求45所述的电泳显示器,其中所述平面内电极位于列电极之间,并且与所述电泳盒的边对齐。
47. 根据权利要求2所述的电泳显示器,其中所述电泳显示器具有

由有源矩阵系统驱动的平面内切换模式,和由无源矩阵系统驱动的上-下切换模式。

48. 根据权利要求 47 所述的电泳显示器,其中所述有源矩阵系统包括多个薄膜晶体管。

49. 根据权利要求 2 所述的电泳显示器,其中所述电泳显示器具有由无源矩阵系统驱动的平面内切换模式,和由有源矩阵系统驱动的上-下切换模式。

50. 根据权利要求 49 所述的电泳显示器,其中所述有源矩阵系统包括多个薄膜晶体管。

51. 根据权利要求 2 所述的电泳显示器,其中所述带电颜料微粒带正电。

52. 根据权利要求 2 所述的电泳显示器,其中所述带电颜料微粒带负电。

53. 一种用于制作一个具有用于平面内切换和上-下切换模式的电极的电泳显示器的方法,所述方法包括以下步骤:

a) 在一个顶部电极层上形成开口的电泳盒;

b) 以一种电泳组分填充所述开口的电泳盒,所述电泳组分包含分散在介电溶剂或溶剂混合物中的带电颜料微粒;

c) 密封所述已填充的电泳盒; 以及

d) 以一个层来层合所述密封的盒,所述层包括一个底部电极和至少一个平面内电极。

54. 根据权利要求 53 所述的用于制作电泳显示器的方法,其中所述的步骤 d) 通过一个黏合剂层来进行。

具有双重模式切换的电泳显示器及其制作方法

技术领域

本发明涉及电泳显示器及其制作方法,尤其涉及具有上/下切换模式和平面内切换模式的电泳显示器及其制作方法。

与本发明相关的背景技术

电泳显示器 (EPD) 是一种根据影响悬浮在一种介电溶剂中的带电颜料微粒的电泳现象制成的非发射性装置。这种通用型的显示器最早在 1969 年提出。一个典型的电泳显示器包括一对相对放置且分隔开的板状电极,用间隔物预先确定电极之间的距离。至少一个电极 (典型地是在观看一侧) 是透明的。对于无源电泳显示器来说,分别需要顶板 (观看一侧) 和底板上的行与列电极来驱动显示器。相对而言,有源矩阵型电泳显示器则需要在底板上有一排薄膜晶体管以及在顶视基板上具有未图案化的透明导体板。在两电极之间封装有一种由有色介电溶剂和分散在其中的带电颜料微粒所组成的电泳流体。

当一电压差被施加在该二个电极之间时,这些颜料微粒由于受到与这些颜料微粒具有相反极性的电极板的作用而迁移。因此在该透明板所显示的颜色可以通过给这些电极板选择性地充电来确定其或者是该溶剂的颜色或者是该颜料微粒的颜色。电极板极性的转换将会使得这些微粒迁移回到相对的电极板,从而转换颜色。由于吸引到透明板处的中间颜料微粒密度,可以通过用一定范围的电压来控制电极板的电荷而获得中间的颜色密度 (或者灰度)。尽管可以选择性地添加背光源来改善该显示器在黑暗中的可见度,但在此类型的反射式电泳显示器中并不需要背光源。

具有不同的像素或盒结构的电泳显示器先前已有报导,例如分隔式的电泳显示器(请参阅 M.A. Hopper and V. Novotny, *IEEE Trans. Electr. Dev.*, 26(8): 1148-1152(1979))以及微囊化的电泳显示器(如美国专利号 5,961,804 以及美国专利号 5,930,026 中所述)。如以下所述地,这些显示器中的每一种都有其自身的问题。

在分隔式的电泳显示器中,在两个电极之间有助于将该空间分开成为多个较小的盒的分隔,以防止不希望的微粒移动,例如沉淀。然而,在形成分隔、以流体填充显示器、将流体封装在显示器中以及保持不同颜色的悬浮液彼此分开时遇到了困难。在开发用于这种分隔式显示器的辊对辊制作工艺时遇到了甚至更困难的问题。

微囊化的电泳显示器具有大致二维排列的微囊,每个当中具有由一种介电流体以及一种在视觉上与该介电流体呈对比的带电颜料微粒的悬浮物系所组成的电泳组分。微囊典型地制备在水溶液中,以达到有用的对比度,其平均微粒尺寸相对较大(50~150 微米)。大的微囊尺寸导致抗刮性差,并且因为大的胶囊在两个相对电极之间需要大的间隙,所以导致在给定的电压下响应时间慢。同时,在水溶液中制备的微囊的亲水性外壳,一般导致对高温高湿的状况敏感。如果微囊被嵌入大量的聚合物基材中以消除这些缺点,则基材的使用会导致更慢的反应时间和/或更低对比度。为了改善切换速率,这种电泳显示器中常常需要一种电荷控制剂。然而,水溶液中的微囊化过程对可用的电荷控制剂种类有所限制。与微囊系统相关的其它缺点包括分辨率差以及彩色用途的寻址性差。

美国专利号 3,612,758 披露了另一种类型的电泳显示器,其中,电泳盒由含有被分散在一种介电溶剂中的带电颜料微粒的平行线形储液囊形成的。该通道状的电泳盒被覆盖以透明的导体,并且与该透明的导体电接触。一层透明的玻璃(从这一侧观看该面板)铺在该透明的导体之上。

使用微型通道、微型槽或微型柱来形成电泳显示器阵列仍然有不理想的微粒沉淀或沿着柱的方向乳化的问题。此外，由于缺乏一种无缝的、无气隙的和连续的密封工艺将该电泳流体封装在两个电极之间，使得采用辊对辊制作工艺极为困难。

一种改进的电泳显示器技术以及一种辊对辊制作工艺最近被披露在以下几个同系列未决申请中：美国专利申请序号 09/518,488（对应中国专利申请 01800227.7，公开日 2002 年 8 月 7 日），申请日 2000 年 3 月 3 日；美国专利申请序号 09/759,212（对应中国专利申请 01134412.1，公开日 2002 年 8 月 14 日），申请日 2001 年 1 月 11 日；美国专利申请序号 09/606,654（对应 PCT 申请 PCT/US01/20023，公开日 2002 年 1 月 3 日），申请日 2000 年 6 月 28 日，和美国专利申请序号 09/784,972（对应中国专利申请 01139612.1，公开日 2002 年 9 月 25 日），申请日 2001 年 2 月 15 日。这几个专利申请都结合在此一并作为参考。改进的电泳显示器包括由有明确定义的形状、尺寸和纵横比的微型杯所形成的封闭的隔离的盒，并且填充以分散在介电溶剂中的带电颜料微粒。这种涉及微型杯的改进技术在单色电泳显示器上允许有高品质的图像。一种彩色显示器也可以通过利用一个空间相邻的由不同颜色的（例如，红色，绿色或蓝色）染料填充的微型杯所形成的小像素阵列来制作。然而，在只具有传统的上/下切换模式的这种系统中有一个主要的缺点，就是从那些“关闭的”彩色像素反射的白光大大地降低了“接通的”颜色的饱和度。就这一点而言，更多的细节在以下的“发明详述”部分说明。

尽管上述后面的这个缺点可以通过一个覆盖快门装置，例如一种分散有聚合物的液晶，将该“关闭的”像素切换到黑色状态并且将该“接通的”像素保持在所要的颜色状态来加以补救，但是这种方法的缺点是该覆盖装置的成本高、与该快门装置相关的 D_{min} （背景的最小的光学密度）高以及驱动电路的设计复杂。

另外，一般的上/下切换模式的彩色显示器可以通过利用覆盖在该显示器的观看一侧上的彩色滤光片来制备。然而，暗的 D_{min} 以

及缺乏一种高品质的“白色”状态是利用彩色滤光片的反射式彩色显示器的主要问题。

“平面内”切换的概念披露在 E. Kishi, *et al.*, “5.1: development of in-plane EPD”, Canon Research center, SID 00 Digest, Pages 24-27 and Sally A. Swanson *et al.*, “5.2: high Performance EPDs”, IBM Almaden Research Center, SID 00 Digest, pages 29-31。在这些现有技术的系统中，彩色的效果是通过利用一个带有白色或黑色微粒的彩色背景来达到的。这些现有技术系统的缺点在于缺乏高品质的“白色”或高品质的“黑色”状态。更详细的内容在“发明详述”部分阐述。

因此，仍然需要一种能够以高效率的方式，尤其是通过一种辊对辊制作工艺来制作的具有高品质的全色性能的改进的电泳显示器。

发明简述

本发明涉及一种包括传统的上/下切换以及平面内切换模式的改进的电泳显示器。换句话说，这种改进的电泳显示器具有双重切换模式。

本发明的单色电泳显示器系能够显示选择的与文字颜色不同的着重部分的颜色。例如，白色的背景、蓝色的文字、以及红色的着重部分可以被显示在该显示器任何所选的区域中。此外，本发明的全色电泳显示器能够显示具有高色彩饱和度的高对比度图像。高品质的黑色以及白色状态在本发明的全色显示器中都是可能的。本发明的电泳显示器并不需要复杂的电路设计，并且能与低成本和高产出的辊对辊制作工艺兼容。

附图简要说明

应注意所有的图都是示意图并且不是按比例。

图 1 说明传统的只具有上/下切换模式的电泳显示器的共同的缺点。

图 2A-2D 说明在一种只具有平面内切换模式的电泳显示器中缺少纯白色或纯黑色的状态。

图 3 说明本发明的一个典型的电泳盒以及上/下和平面内切换电极的一般位置。

图 4A-4C 说明具有双重模式的改进的电泳显示器的各种可能的情况。

图 4D 说明本发明的着重部分选择（俯视图）。

图 5A 与 5B 说明涉及透过光掩模的图形光刻曝光的微型杯制作。

图 6A 与 6B 说明两层的 ITO 电极系统。

图 7A 与 7B 是说明本发明的纯白色状态的俯视图和剖面图。

图 8A 与 8B 是说明本发明的纯黑色状态的俯视图和剖面图。

图 9A 与 9B 是说明本发明的多个颜色状态的俯视图和剖面图。

图 10A 至 10E 是说明薄膜晶体管有源驱动机构。

图 11A 至 11E 是说明有源和无源的驱动机构的结合。

图 12A 至 12E 是说明有源和无源驱动机构的一种替代的结合。

发明详述

除非在本说明书中另有定义，否则在此所有技术术语都是按照本领域一般的技术人员通常使用和理解的传统定义使用的。“明确定义的”、“纵横比”以及“图形曝光”等术语按照上述指明的同系列申请中的定义。

应当理解，本发明的范围包括传统的电泳显示器以及从微型杯、微型通道、微囊、和类似物所制作的电泳显示器。

术语“传统的电泳显示器”，指的是任何在本领域中所知的电泳盒。这些电泳盒可以具有任何形状和尺寸，并且该显示器包括例如分隔式的显示器。

术语“微型通道”，指的是在美国专利号 3,612,758 中所披露的那种类型的电泳盒。

术语“微型杯”，指的是杯状的凹陷，其可以通过例如是微模压或图形曝光，接着进行一个显影步骤，来移除未曝光或已曝光的区域的方法来生产。同样地，复数形式的“多个微型杯”在整个上下文中一般可以指的是包括多个这种微型杯整体形成的或连接起来做成一个二维结构的微型杯阵列的微型杯组件。这些微型杯的尺寸披露在上述所指出的同系列申请中。

I. 传统的电泳显示器的缺点

(1) 只有上/下切换模式的电泳显示器

图 1 的电泳显示器只具有上/下切换的模式。在该图中的盒被填充以一种悬浮物系，其中，带正电的白色微粒被分散在一种有色的（红色、绿色以及蓝色）介电流体中。在图 1 中所示的全部三个盒在顶部和底部电极（未显示）之间有一个电压差。在绿色和蓝色盒之中，该顶部电极具有一个低电压，在这两个盒中的带正电的白色微粒迁移到透明的顶部观看电极，结果，该微粒的颜色（即，白色）透过两个盒中的透明导体膜而被反射到观看者的眼中。在红色盒中，底部电极具有一个低电压，因此该带正电的白色微粒迁移到该盒的底部，并且该介质的颜色（即，红色）透过该顶部透明导体膜而被看见。在图 1 中所示的情况中，从绿色和蓝色像素反射的白色光大大地降低了红色像素的色饱和度。

（2）只有平面内切换模式的电泳显示器

图 2A 至 2D 说明只有平面内切换模式的现有技术的电泳显示器的缺点。

在图 2A 中，这些盒被填充以一种其中分散有白色带电微粒的无色的介电溶剂。这些盒的背景是有色的（即，红色、绿色或蓝色）。当有一个电压差在这些平面内电极之间时，该白色微粒迁移到该盒的两侧，因而可以从该顶部透明的开口看到该背景的颜色（即，红色、绿色或蓝色）。当这些平面内电极之间没有电压差时，这些微粒分散在该介电溶剂中，结果从该顶部透明的开口看见白颜色（即，这些微粒的颜色）。这种无色的溶剂、有色的背景以及白色的微粒的配置造成显示器缺少一种高密度的黑色状态。

在图 2B 中，这些盒被填充以一种其中分散有黑色微粒的无色流体。这些盒的背景是有色的（即，红色、绿色或蓝色）。当有一个电压差在这些平面内电极之间时，这些微粒迁移到该盒的两侧，因而可以从该顶部透明的开口看见该背景的颜色（即，红色、绿色或蓝色）。当这些平面内电极之间没有电压差时，这些微粒分散在

该介电溶剂中,结果可以从该顶部透明的开口看见黑色的颜色(即,这些微粒的颜色)。这种溶剂/背景/微粒的颜色配置导致一种具有不理想的 D_{min} 和对比度的暗白色的状态。

图 2C 显示这些盒被填充以一种其中分散有有色微粒(即,红色、绿色或蓝色)的无色流体。这些盒的背景为黑色。当有一个电压差在这些平面内电极之间时,这些有色的带电微粒迁移到该盒的两侧,因而可以从该顶部透明的开口看见该背景的颜色(即,黑色)。当这些平面内电极之间没有电压差时,这些有色的微粒分散在该介电溶剂中,导致可以从该顶部透明的开口看见这些微粒的颜色(即,红色、绿色或蓝色)。在这种设计中,该黑色状态具有高品质。然而,高品质的白色状态是不可能的。因此,这种类型的反射式显示器显露出一具有一个暗的背景或在该 D_{min} 区域中的反射率低。

在图 2D 中,这些盒被填充以一种其中分散有有色微粒(红色、绿色或蓝色)的无色的流体。这些盒的背景为白色。当有一个电压差在这些平面内电极之间时,这些微粒迁移到该盒的两侧,因而可以从该顶部透明的开口看见该背景的颜色(即,白色),形成一种高品质的白色状态。当在这些平面内电极之间没有电压差时,这些微粒分散在该流体之中,导致可以从该顶部透明的开口看见这些微粒的颜色(即,红色、绿色或蓝色)。在此设计中无法得到高品质的黑色状态。

概括来说,这种只有平面内切换的模式导致不是没有一种高品质的黑色状态的反射式彩色显示器、就是没有一种高品质的白色状态的显示器。在此类型的平面内切换反射式彩色显示器中,对比度和颜色饱和度很差。在所有的平面内切换电泳显示器中,在该平面内电极的另一侧上的基板一般是一种透明的绝缘体,其通常是该显示器的观看侧。

II.本发明的电泳显示器

图3说明本发明的一个典型的电泳盒的侧视图。尽管只说明了一个杯状的盒，但应理解的是本发明的范围包括由微型通道和类似物所形成的盒，以及所有传统类型的电泳盒。

盒30被夹在一个顶层31和一个底层32之间。该顶层包括一个透明的顶部电极（未显示）。该底层32由一层32a和可选择地一个有色背景层32b组成，该层32a包括一个在左侧的平面内切换电极34、一个底部电极35以及另一个在右侧的平面内电极36。间隙37将这两个平面内电极34、36与该底部电极35分开。

该背景层32b可以在该电极层32a的上面（未显示），或在该电极层32a的下面。可选择地，该层32a可以作为该背景层，并且在这种情况下，该层32a可以是黑色或其它颜色。

另一种替代的方式为该底层可以只有一个平面内切换电极和一个底部电极，它们中间有一个间隙。

典型地，在图3中的盒被填充以一种透明的、但是有色的（即，红色、绿色或蓝色）、其中分散有白色微粒39的介电溶剂38，并且这些盒的背景颜色典型地是黑色。这些微粒可以是带正电的或带负电的。为了说明的目的，假设在整个这个申请中，这些微粒都是带正电的。

在一个显示器的单独的盒中的带电微粒可以是具有相同的颜色或具有不同的颜色。这些单独的盒也可以被填充以一种含有混合颜色的带电微粒的电泳流体。

如图4A至4C中所示，该双重切换模式允许这些微粒在垂直的（上/下）方向或平面的（左/右）方向上移动。例如，在图4A中，

该顶部电极的电压低，并且该底部电极以及该平面内电极的电压高。这些白色微粒迁移并且聚集在该顶部透明的导体膜，而且观看者看到的是白颜色（即，这些微粒的颜色）。

在图 4B 中，这些平面内电极设定在低电压，并且该顶部和该底部电极设定在高电压。在此情况下，这些白色微粒迁移到该盒的侧边，因此透过该顶部透明的导体膜所看见的颜色是背景的颜色（即，黑色）。

在图 4C 中，当该顶部电极设定在高电压，该底部电极设定在低电压，并且该平面内电极设定在低电压时，该白色微粒迁移到该盒的底部。在此情况下，观看者透过该顶部透明的导体膜看见该流体的颜色（即，红色、绿色或蓝色），如图 4C 的红色盒中所示。为了在一个全色显示器中呈现一个红色像素，在该绿色以及蓝色盒中的白色微粒可以如图 4C 中所示被吸引到侧边、或到顶部（未显示）。优选前者，因为其典型地展现一个比后者更好的颜色饱和度。因此，这种双重切换模式技术提供了第一个在同一装置中获得高品质的包括红色、绿色、蓝色、黑色和白色的所有颜色的电泳显示器。

此外，该背景颜色可以是任意颜色（例如，青色、黄色、或品红色），而不是普遍使用的黑色。例如，图 3 的盒可以被填充以一种其中分散有白色带正电微粒的红色透明的介电溶剂，并且该盒的背景颜色可以是黄色。在此例中，当这些微粒迁移到顶部时，观看者看到白颜色（即，这些微粒的颜色），并且当这些微粒迁移覆盖该盒的底部时，可以透过该透明的导体看见介质的颜色（即，红色）。然而，当这些白色微粒迁移到该盒的侧边时，透过该顶部透明的导体膜所看见的颜色将会是某一色度的橙色。

其它的色度或色调可以通过使用不同的微粒/介质/背景的颜色组合来达到，例如，白色/红色/青色、白色/红色/品红色、白色/蓝色

/黄色、白色/蓝色/青色、白色/蓝色/品红色、白色/绿色/黄色、白色/绿色/青色、白色/蓝色/品红色、等等。

达到一个全色显示器的优选组合为白色微粒、黑色背景、以及分别用一个加色原色（即，红色、绿色或蓝色）着色的流体。

本发明的另一方面是一种具有着重选择的单色显示器。在这样的一个例子中，在该显示器中所有的盒都具有相同的背景颜色，并且被填充以相同的电泳流体（即，具有相同的微粒/溶剂颜色的组合）。例如，该显示器可以具有白色微粒，该溶剂是原色（红色、绿色或蓝色）中的一种，并且该背景颜色是一个与该溶剂颜色形成对比的颜色。这种配置对于一种具有有色的着重选择的相对简单的两种颜色的装置很有用。例如，一种具有白色微粒、一种黄色介电溶剂、以及一个黑色背景的电泳显示器可以在每个盒或像素之中显示至少三种不同的颜色，如图 4D 中所示（俯视图）。当这些白色微粒全部被吸引到顶部观看电极时，看到白颜色。当这些白色微粒均匀地被吸引到底部电极时，透过该顶部观看电极看到黄颜色。当这些白色微粒被吸引到该盒的侧边上的平面内电极时，透过该顶部观看电极看到黑颜色。若这些微粒被驱动到中间状态，则中间的颜色也是可能的。这种非常理想的在显示器的任何像素中着重显示的功能的特征可以通过采用本发明的双重切换机制来实现，以驱动一种具有用于该微粒、溶剂和背景的预先选择的颜色的低成本的单色电泳显示器。

概括来讲，本发明的这种具有双重切换模式的电泳显示器可以提供以前无法达到的高品质的全色电泳显示器以及在单色显示器的任何像素中都具有着重颜色功能的单色电泳显示器。

III. 本发明的电泳盒的制备

这些微型杯一般可以通过如美国专利申请号 09/518,488 (申请日 2000 年 3 月 3 日) 和美国专利申请序号 09/784,972 (申请日 2001 年 2 月 15 日) 中所披露的微模压或光蚀刻制成。

虽然这些图中只说明了杯状的盒, 但应理解的是, 传统的电泳盒和从微型通道、微型柱、和类似物所制备的电泳盒也在本发明的范围内。

III (a) 通过阳模微模压进行微型杯阵列的制备

该阳模可以通过任何适当的方法制备, 例如钻石车削工艺或光致抗蚀膜工艺, 然后在光致抗蚀膜显影后进行蚀刻或电镀。用于该阳模的主模板可以通过任何适当的方法, 例如电镀来制作。采用电镀工艺, 在一个玻璃基底溅镀一薄层 (典型为 3000 埃) 种子金属, 例如镍铬铁合金 (Inconel)。然后涂覆一层光致抗蚀膜并暴露在紫外线下。一个光掩模被置于紫外线和光致抗蚀膜层之间。光致抗蚀膜曝光的区域变硬。然后用适当的溶剂将未曝光的区域冲洗移除。将剩下的硬化的光致抗蚀膜干燥, 并且再次溅镀一薄层的种子金属。然后该主模板就准备好了可以电铸。用于电铸的典型材料是镍钴合金。可选择地, 该主模板可以由镍通过电铸或无电镍沉积制成, 如《薄盖片光学媒体的连续制造》(“Continuous Manufacturing of Thin Cover Sheet Optical Media”, *SPIE Proc.* 1663: 324 (1992 年) 所述。模的底板典型是在大约 50 到 400 微米厚。主模板也可以使用其它的微加工技术来制作, 包括电子束写入、干蚀刻、化学蚀刻、激光写入、或激光干涉, 如《微光学的复制技术》(“Replication Techniques for Micro-Optics”,

SPIE Proc. 3099: 76-82(1997)) 所述。另外可选择地, 模可以使用塑料、陶瓷、或金属通过钻石切削或光加工来制造。

这样制备的阳模一般具有大约 3 至 500 微米之间的凸起, 优选在大约 5 至 100 微米之间, 最好是大约 10 至 50 微米, 并且可以具有任何形状, 如圆形、方形、或任何其它几何形状。阳模可以是带状、辊状或片状的型式。对于连续的制作而言, 优选带状或辊状的模子。在涂布紫外线固化树脂组分以前, 模子可以用脱模剂加以处理, 以帮助脱模过程。为了进一步改进该脱模过程, 该导体膜可以被预先涂覆一层底涂层或粘和促进层, 以改善该导体与该微型杯之间的粘和性。

如美国专利申请号 09/784,972 (申请日 2001 年 2 月 15 日) 中所披露的, 微形杯可以在分批工艺或连续的辊对辊工艺中形成。

在微模压工艺的第一个步骤中, 一种紫外线可固化的树脂典型地通过任何适当的方式, 被涂布在一个透明的、图案化的导体膜上, 例如滚筒涂布、压模涂布、开槽涂布、开缝涂布、刮刀涂布、以及类似的方法。该导体膜通常通过溅镀涂布在一个例如是聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘酸乙二醇酯、芳族聚酰胺、聚酰亚胺、聚环烯烃、聚砜以及聚碳酸酯的塑料基板上制备。所使用的辐射固化材料是一种热塑性或热固性前体物, 例如多官能团的丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯、乙烯基醚、环氧化物及其低聚物、聚合物和类似物。多官能团的丙烯酸酯及其低聚物是最佳的。要达到理想的物理机械性能, 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。该紫外线固化树脂在配送前可以先除气, 并且可以选择性地含有一种溶剂。该溶剂(如果有的话)应该可以可容易地蒸发。

被涂布在该导体膜/基板上的辐射固化材料通过该阳模在压力下进行模压。如果该阳模是金属的并且不透明, 则该导体膜/基板一

般对用来固化树脂的光化性辐射是透明的。反过来，阳模可以是透明的，而该导体膜/基板对光化性辐射是不透明的。

在辐射曝光之后，该辐射固化材料变硬。然后该阳模从所形成的微型杯中脱模。

III (b) 通过光蚀刻进行微型杯阵列的制备

用于微型杯阵列制备的光蚀刻工艺显示在图 5A 和 5B 中。

如图 5A 和 5B 中所示，微型杯阵列可以通过如下方法制备：将用任何现有方法涂布到一个透明的、图案化的导体膜 **52** 上的一种辐射固化材料 **51a**，通过一个光掩模 **56** 曝光在紫外线（或者是其它型式的辐射、电子束及类似者）下，以形成与通过该光掩模 **56** 投影的图形对应的壁 **51b**。该导体膜 **52** 在一个塑料基板 **53** 之上。

在图 5A 中的光掩模 **56** 中，暗的方块 **54** 代表对于所使用的辐射是不透明的区域，而在这些暗的方块之间的间隔 **55** 代表对辐射透明的区域。该紫外线透过该无遮挡的区域 **55** 照射到该辐射固化材料 **51a** 上。

如图 5B 中所示，曝光的区域 **51b** 变硬，并且未曝光的区域（受光掩模 **56** 的不透明的区域 **54** 的保护）然后用一种适当的溶剂或显影剂去除，以形成微型杯 **57**。该溶剂或显影剂从用于溶解或分散辐射固化材料的常用的材料中选出，例如甲基乙基酮、甲苯、丙酮、异丙醇、或类似者。

另外，曝光可以通过将光掩模放在导体膜/基板的下面来完成。在此情况下，该导体膜/基板必须对用于曝光的辐射波长是透明的。

根据上述方法所制备的微型杯的开口可以是圆形、正方形、长方形、六角形、或任何其它的形状。在这些开口之间的分隔区域最

好是保持较小，以便在保持理想的机械性能的同时达到高的颜色饱和度和对比度。因此举例来说，蜂巢状的开口比圆形的开口要好。

对于反射式电泳显示器，每一个单独的微型杯的尺寸可以是在大约 10^2 至 1×10^6 平方微米的范围中，优选从大约 10^3 至 1×10^5 平方微米。该微型杯的深度在大约 5 至 200 微米的范围，优选从大约 10 至 100 微米。开口与总面积的比例在从大约 0.05 至 0.95 的范围内，优选从大约 0.4 至 0.9，其中该总面积被定义为从杯壁中心测量的包括杯壁的一个杯的面积。

这些盒的有色的背景层可以通过涂漆、印刷、涂布或层合一个有色层到该底层来添加。

III (c) 悬浮物系的制备

这些盒用分散在一种介电溶剂中的在电场的影响下迁移的带电颜料微粒填充。该悬浮物系可以选择性地包括在该电场中不迁移的添加的着色剂。该分散体可根据本领域现有的方法制备，例如美国专利第 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 号以及第 3,668,106 号。还请参阅 *IEEE Trans. Electron devices*, ED-24, 827(1977)，以及 *J. Appl. Phys.* 49(9):4820(1978)。

该介电溶剂优选具有低黏度和在大约 2 至 30 的范围内的介电常数，对于迁移性高的微粒而言优选为大约 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；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、五氟苯等卤化溶剂；例如来自明尼苏达州圣保罗 (St. Paul) 的 3M 公司的全氟萘烷、全氟甲苯、全氟二甲苯、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 公司的聚全氟丙烷基醚 (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, HT-200, 和 Fluorolink 或者来自特拉华州 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，使用聚全氟丙烷基醚作为介电溶剂。

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。在使用全氟溶剂时氟化染料特别有用。对于对比颜色颜料的情况，介质的着色剂也可以分散在该介电介质中并且优选为不带电荷的。如果用于产生对比颜色的颜料颗粒是带电荷的，则其最好带有与该带电荷原色颜料微粒相反的电荷。如果对比色和原色的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。用于电泳显示器的染料或颜料必需具有化学稳定性，并与悬浮物系中的其它组分相容。

该带电的原色微粒优选白色，并且可以是有机或无机的颜料，例如 TiO_2 。

如果使用着色的颜料微粒，则其可以选自：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)。微粒尺寸优选在 0.01~5 微米的范围内，更好是在 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。

该迁移的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、微流体化 (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，用于产生非迁移流体的颜色的染料或颜料可以添加到该悬浮物系中。

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。

III (d) 微型杯的填充和密封

填充和密封的方法描述在同系列未决申请，美国专利申请号 09/518,488 和美国专利申请号 09/784,972，参见前面的章节，这些申请的披露内容全部合并于此作为参考。

在这些微型杯被一种电泳流体填充以后进行密封。微型杯密封的重要步骤可以用多种方式来完成。优选的一种方法为将一种紫外线可固化的组分分散在包括有分散在经着色的介电溶剂中的带电荷颜料微粒的电泳流体内。适当的紫外线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、烯丙基丙烯酸酯、多价的丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯、氰基丙烯酸酯、多价的乙烯基化合物（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、多价的烯丙基化合物、以及包括可交联官能团的低聚物或聚合物。该紫外线可固化的组分与该介电溶剂不互溶，并且具有比该电泳流体（即该介电溶剂与颜料微粒组成的）小的比重。这两种组分（紫外线可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庚烷、异丙醇和甲醇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。然后将这样填充过的微型杯烘干，且该紫外线可固化组分漂浮到该电泳流体的顶端。通过在该浮至表面的紫外线可固化层浮到顶端的期间或之后，将其固化，密封该微型杯。紫外线或其它形式的辐射如可见光、红外线、及电子束都可以用于固化密封层并将该微型杯密封。此外，如果使用热或湿气固化组分，则热或湿气也可以用于将该微型杯固化并密封。

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一组优选的介电溶剂是卤化碳氢化合物、例如来自意大利的 Ausimont 公司或特拉华州 Du Pont 公司的全氟乙醚的全氟溶剂、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。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，该电泳流体和该密封前体物可以依次地被填充到该微型杯以防止混合，尤其当该密封前体物至少部分地与该介电溶剂互溶时。因此，这些微型杯的密封可以通过在已填充的微型杯的表面上涂覆一薄层可以通过辐射、热、溶剂蒸发、湿气或界面反应而硬化的密封材料来完成。可以使用挥发性的有机溶剂调整这些涂层的黏性和厚度。当一种挥发性的溶剂被用于该涂覆层时，其最好是与该介电溶剂不能混合，以便减少在该密封层与该电泳流体之间的互混程度。为了进一步减少互混程度，非常希望该涂覆层的比重远低于该电泳流体的比重。在同系列申请，美国专利申请号 09/874,391（申请日 2001 年 6 月 4 日）中，已经披露热塑性弹性体为优选的密封材料。

有用的热塑性弹性体的例子包括双段、三段或多段共聚物，其以化学式 ABA 或 (AB)_n 来代表，其中 A 是苯乙烯、 α -甲基苯乙烯、乙烯、丙烯或原冰片烯；B 是丁二烯、异戊二烯、乙烯、丙烯、丁

烯、二甲基硅氧烷或硫化丙烯；在该化学式中 A 和 B 不能相同。数字 n 大于等于 1，最好是 1~10。代表性共聚物包括聚（苯乙烯-b-丁二烯）、聚（苯乙烯-b-丁二烯-b-苯乙烯）、聚（苯乙烯-b-异戊二烯-b-苯乙烯）、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）以及聚（ α -甲基苯乙烯-b-二甲基硅氧烷-b- α -甲基苯乙烯）。也可以使用例如硅胶微粒和表面活性剂等添加剂，以改善膜的整体性和涂布质量。

另外，已经发现界面聚合后进行紫外线固化对密封工艺非常有利。通过界面聚合形成一个薄的分隔层，使电泳层与涂覆层之间的互混明显地得到抑制。然后通过后固化步骤完成密封，优选为紫外线辐射。当所用染料至少部分地溶解于该密封材料时，这种二步涂覆方法特别适用。

III (e) 微型杯的层合

该密封后的微型杯接着用另外的电极膜（优选带有一黏合剂层）层合。适当的粘和材料包括：丙烯酸和橡胶类型的压敏粘和剂，包括例如多官能团的丙烯酸酯、环氧化物、乙烯基醚或硫烯（thiolene）的紫外线可固化粘和剂，以及湿气或加热可固化的粘和剂例如环氧树脂、聚氨酯、以及氰基丙烯酸酯。

在本发明的一个实施例中，一个包含有薄膜晶体管的基板可以被用作底层电极之一，以便也提供有源的驱动机制，并且该顶部电极在此情况下是透明的。

IV. 双重模式切换的操作

IV (a) 无源矩阵

(1) 电极电路设计

图 6A 是两层无源矩阵电极电路设计的侧视图。图 6B 是显示双重模式的两层无源矩阵电极设计的俯视图。盒 60 被夹在顶层 61 和底层 62 之间。这些水平条是透明的并且延伸通过这些盒的顶部的行电极 63。该底层 62 包括一个在该盒的左侧的平面内电极 64、一个底部列电极 65 以及另一个在右侧的平面内电极 66。在平面内电极之间以及在平面内电极与列电极之间有间隙 67。

该顶部行电极、底部列电极、以及平面内电极的截面确定了该显示器盒的范围。

(2) 驱动的时序

为了说明本发明的双重模式切换，使用了包括一个普通的黑色背景和分散在一种透明有色的溶剂中的带正电的白色微粒的电泳盒。

一种纯白色的状态可以通过给所选的盒或像素的顶部行电极 63 充极性与这些微粒相反的电以吸引这些微粒向上，同时给该底部列电极 65 和平面内电极 64 充极性与这些微粒相同的电来产生。观看者透过该顶部透明的导体层看到白颜色。

图 7A 是一个多盒阵列的剖面图，其展示纯白色的状态。当在所有盒中的白色微粒迁移到盒的顶部时，所产生的颜色（即，白色）从顶部透过该透明的导体膜（未显示）被看到。图 7B 是显示纯白色状态的多盒阵列的俯视图。

一种纯黑色的状态可以通过例如一种两步驱动方法来达到。在第一步中，行电极 63 的电压被设定的高，列电极 65 和两个平面内电极 64 的电压被设定的低。于是，白色微粒首先被吸引到盒的底

部。在第二步中，平面内电极的电压被设定的低，列电极的电压被设定的高，并且该行电极也被设定为高电压。在这种设定下，这些白色微粒在电场的驱动下迁移到盒的侧边，并且覆盖盒的侧边，结果黑色的背景颜色透过该顶部透明的导体膜就被看到了。

作为选择，一种纯黑色状态也可以通过采用一种一步驱动方法来达到。更明确地说，该黑色的颜色可以通过将所选盒的行电极 **63** 和列电极 **65** 设定在高电压，并且将平面内电极 **64** 设定在低电压而被看到。被施加在该行电极和列电极的电压可以不相同。这样允许来自该顶部行电极 **63** 和该底部列电极 **65** 的电场迫使所选盒中的微粒快速地朝向盒的边缘移动，因而形成一种高品质的纯黑色状态。

图 8A 是用以展示本发明的纯黑色状态的相同的多盒阵列（如图 7A 中所示）的剖面图。所有盒中的白色微粒都迁移到盒的侧边，导致该背景的颜色（即，黑色）从该顶部透明的导体膜被看见。图 8B 是显示纯黑色状态的多盒阵列的俯视图。

所选盒的一种彩色（例如，红色、蓝色、或绿色）状态可以在顶部（行）电极 **63** 被设在高电压，列电极 **65** 和两个平面内电极 **64** 被设在低电压的时候达到。在此种情况下，盒中的白色微粒被该电场驱动迁移到底部的列电极。该盒的底部将会被该白色微粒覆盖，因而该介电溶剂的颜色（即，红色、绿色或蓝色）就透过该顶部透明的导体层而被看到。根据本发明，任何的颜色组合都可以通过将一个像素的选定的盒中的带电白色微粒移动到底部来达到。灰度也可以通过调整电压将这些微粒部分地移动到底部列电极来获得。

图 9A 是用以展示本发明的同一电泳显示器中的白色、黑色和两种颜色状态的相同的盒阵列（如图 7A 和 8A 中所示）的剖面图。其中白色微粒迁移到该顶部行电极 **63** 的盒显示白颜色；其中白色微粒迁移到底部列电极 **65** 的盒显示该介电溶剂的颜色（即，红色、

绿色或蓝色); 并且其中白色微粒迁移到盒的侧边的盒显示黑颜色。图 9B 是显示多种颜色的多盒阵列的俯视图。

尽管这种双重切换模式已经在前面通过利用在一个盒中的两个平面内电极 64 进行了说明, 但是相同的结果也可以通过只利用一个平面内电极或利用多个平面内电极来达到。

IV (b) 薄膜晶体管有源矩阵

(1) 电极电路设计

在美国专利号 5,132,820 中披露了在 LCD 显示器系统中所使用的 TFT (薄膜晶体管) 有源矩阵。这种薄膜晶体管技术也可以用于本发明的双重模式的电泳显示器。在一个优选实施例中, 由一种透明的导电材料, 例如 ITO 所制成的顶层电极采取单片形式, 其覆盖了该显示器的整个顶部表面。该顶部电极接地 (0V)。图 10A 显示一个 2×2 盒阵列的底部电极层的俯视图。图 10B 显示该薄膜晶体管接线的详图。每个盒 100 都包括一个底部电极 101 以及两个平面内电极 102。每个底部电极都连接到一个薄膜晶体管 104a 的源极 103a。每个盒的平面内电极都连接到另一个薄膜晶体管 104b 的源极 103b。这些薄膜晶体管的 104a 与 104b 的漏极 105a 与 105b 连接到信号线 106a 与 106b, 该信号线垂直地延伸通过该装置的底部表面。这些薄膜晶体管的 104a 与 104b 的栅极 107a 与 107b 连接到一条扫描线 108, 该扫描线水平地延伸通过该装置的底部表面。这些扫描和信号线形成一个矩阵结构, 但是彼此绝缘。

在该双重模式切换中, 每个盒需要两个薄膜晶体管 104a 与 104b 来独立地控制该底部电极 101 以及平面内电极 102。当一行的盒 100 被扫描时, 该扫描线 108 在该行盒的薄膜晶体管的 104a 和 104b 的栅极 107a 和 107b 上施加一个电压, 其导通该薄膜晶体管。同时, 用于每个电极的信号被施加在连接到该薄膜晶体管的漏极

105a 和 **105b** 的信号线 **106a** 和 **106b** 上。然后这些信号被转换到该薄膜晶体管的分别连接到底部电极和平面内电极的源极 **103a** 与 **103b**。这些信号构成每个盒的所要的偏压条件。信号电容器 **109a** 与 **109b** 被加入以保持该电压，因此在这些电极处的电压持续提供偏压给该盒，即使是在切换之后。这种驱动方式明显地加快了切换时间。此外，在这些信号电容器 **109a** 和 **109b** 被充电之后，该驱动器可以继续切换下一行。用于每行电极的切换时间仅仅是用于这些信号电容器的充电时间而已。这就大大地降低该显示器的响应时间。

(2) 驱动的时序

为了说明本发明的双重模式切换，使用包括一个普通的黑色背景和分散在一种透明有色溶剂中的带正电的白色微粒的电泳盒。

在一个优选实施例中，该装置的顶部电极永久接地（0V）。如图 10C 中所描绘地，扫描线被设定在一个电压， V_{on} ，以导通在该扫描行上的所有的薄膜晶体管。然后在信号线上的电压被转换到底部电极和平面内电极。当底部电极和平面内电极都被设定在一个负电压时，在盒中的微粒移动到盒的底部表面。盒的底部将会被白色微粒所覆盖，并且介电溶剂的颜色（即，红色、绿色或蓝色）就透过顶部透明的导体层而被看到。

如图 10D 中所描绘地，当底部电极和平面内电极都被设定在一个正电压时，该盒中的微粒移动到盒的顶部表面。当该盒中的白色微粒迁移到该盒的顶部时，所产生的白颜色就透过导体层而从顶部被看到。

如图 10E 中所描绘地，当该底部电极被设定在 0V，而该平面内电极被设定在一个负电压时，微粒移动到这些小的平面内电极的区域，导致该黑色的背景颜色通过顶部透明的导体膜被看到。

在一行的盒被扫描之后，每个盒的信号电容器根据该信号线电压充电。当一行的盒不被扫描时，其处于非扫描的相位下。在非扫描相位的期间，这些具有一个通过信号电容器设定的电压的电极持续地产生电场并控制微粒的移动。

这种设计的扫描时间限制由该信号电容器的放电时间决定。该电容器在电压下降超过 10% 以前，需要被更新（再充电）以维持良好的切换速度。该显示器的响应（开/关）时间由像素的开/关时间决定，原因是每个像素可以快速地充电和再充电。这样，线至线扫描的延迟就可以被消除。

IV (c) 无源矩阵和薄膜晶体管有源矩阵的组合

(1) 电极电路设计

在这种新颖的设计中，无源矩阵电极和薄膜晶体管有源矩阵两者都被用于该驱动电极设计中。图 11A 显示该驱动电路设计的俯视图，而图 11B 显示其侧视图。底部电极层 117 包括底部列电极 111 和平面内电极 112。每个盒的平面内电极连接到一个薄膜晶体管 113 的源极。该薄膜晶体管的漏极连接到垂直地延伸通过该装置的底部表面的一条信号线 114。该薄膜晶体管的栅极连接到水平地延伸通过该装置的底部表面的一条扫描线 115。这些扫描线和信号线形成一个矩阵结构，但是这两种类型的线彼此绝缘。盒 110 被夹在一个顶层 116 和一个底层 117 之间。这些水平的条是透明且延伸通过盒 110 顶部的顶部行电极 118。有间隙 119 将两个平面内电极 112 和列电极 111 分开。该顶部行电极、底部列电极、以及平面内电极的截面确定显示器的这些盒的范围。

这些顶部行电极 118 和底部列电极 111 形成了控制微粒在上下方向上的移动的无源矩阵。这些平面内电极 112 和底部列电极 111 提供了用于微粒的平面内移动的偏压电压。这些平面内电极受薄膜

晶体管有源矩阵的控制。

(2) 驱动的时序

为了说明本发明的双重模式切换,使用包括一个普通的黑色背景和分散在一种透明有色溶剂中的带正电的白色微粒的电泳盒。

如图 11C 中所示,该扫描信号被设定在一个电压, V_{on} , 以导通在该扫描行上的所有的薄膜晶体管。然后这些信号线上的电压被转换到该平面内电极。当该底部列电极和平面内电极都被设定在一个低电压, 且该顶部行电极被设定在一个高电压时, 该盒中的微粒移动到盒的底部表面。因此, 该盒的底部被白色微粒覆盖, 并且该介电溶剂的颜色(即, 红色、绿色、或蓝色)透过顶部透明导体层而被看到。

如图 11D 中所示, 当该底部电极和平面内电极都被设定在一个高电压, 并且该顶部行电极被设定在一个低电压时, 在该盒中的微粒移动到盒的顶部表面。当该盒中的白色微粒迁移到盒的顶部时, 从顶部看到白颜色, 并且该盒处于白色状态中。

如图 11E 中所示, 当该顶部行电极和底部列电极被设定在一个高电压, 并且该平面内电极被设定在一个低电压时, 微粒移动到这些小的平面内电极的区域, 导致该黑色的背景颜色透过该顶部透明的导体膜而被看到。

这种设计具有减少平面内切换时间的优点。当这些平面内电极被薄膜晶体管控制时, 信号电容器保持在平面内电极上的电压。在非扫描相位的期间, 具有一个被该信号电容器设定的电压的电极继续产生电场并且控制微粒的移动。这样就有效地减少了该盒的切换时间。

VI (d) 无源矩阵和薄膜晶体管有源矩阵的替代组合

(1) 电极电路设计

在另一种新颖的设计中，无源矩阵电极和薄膜晶体管有源矩阵两者都被用于驱动电极设计中。图 12A 显示该驱动电路设计的俯视图，而图 12B 显示其侧视图。底部电极层 127 包括底部列电极 121 和平面内电极 122。每个盒的底部电极连接到一个薄膜晶体管 123 的源极。该薄膜晶体管的漏极连接到垂直地延伸穿过该装置的底部表面的一条信号线 124。该薄膜晶体管的栅极连接到水平地延伸穿过该装置的底部表面的一条扫描线 125。这些扫描线与信号线形成一个矩阵结构，但是它们彼此绝缘。盒 120 被夹在一个顶层 126 和一个底层 127 之间。这些水平条是透明并且延伸穿过该盒顶部的顶部行电极 128。有间隙 129 将两个平面内电极 122 与底部电极 121 分开。这些顶部行电极、底部电极、以及平面内电极的截面确定显示器的这些盒的范围。

这些顶部行电极与平面内电极形成无源矩阵。这些平面内电极与底部电极提供了用于微粒平面移动的偏压电压。该底部电极受该薄膜晶体管有源矩阵的控制。

(2) 驱动的时序

为了说明本发明的双重模式切换，使用包括一个普通的黑色背景以及分散在一种透明有色溶剂中的带正电的白色微粒的电泳盒。

如图 12C 中所示，该扫描信号被设定在一个电压， V_{on} ，以导通该扫描行上的所有的薄膜晶体管。然后该信号线上的电压被转换到底部电极。当该底部电极和平面内电极都被设定在一个低电压，并且该顶部行电极被设定在一个高电压时，该盒中的微粒移动到该盒的底部表面。该盒的底部将会被白色微粒所覆盖，并且该介电溶

剂的颜色（即，红色、绿色或蓝色）透过该顶部透明的导体层而被看到。

如图 12D 中所描绘地，当该底部电极以及平面内电极都被设定在一个高电压，并且该顶部行电极被设定在一个低电压时，该盒中的微粒移动到该盒的顶部表面。当该盒中的白色微粒迁移到盒的顶部时，所产生的白颜色从该顶部被看到，并且该像素处于白色状态。

如图 12E 中所描绘地，当该顶部行电极以及底部列电极被设定在一个高电压，并且该平面内电极被设定在一个低电压时，微粒移动到这些小的平面内电极的区域，导致该黑色的背景颜色透过该顶部透明的导体膜而被看到。

这种设计具有减少该上下切换时间的优点。当该底部电极受薄膜晶体管控制时，该信号电容器保持在该底部电极上的电压。在非扫描的相位期间，具有一个由该信号电容器所设定的电压的电极继续产生电场并且控制微粒的移动。这样就有效地减少了盒的切换时间。

虽然本发明已经参考了其特定的实施例进行了说明，但是本技术领域的技术人员应该理解，在不偏离本发明的真实精神和范围的情况下，可以进行多种的改变和等效物替代。此外，可以进行许多修改来适合特殊的情况、材料、组成、工艺、工艺的一个或多个步骤，以达到本发明的目的、精神和范围。所有这些修改都应被看作是属于本申请的权利要求的范围。

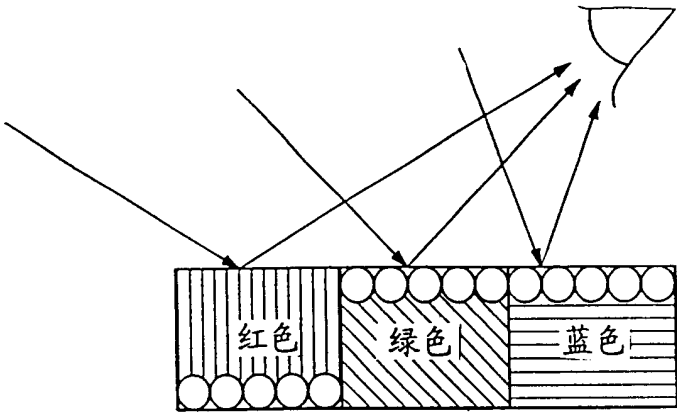
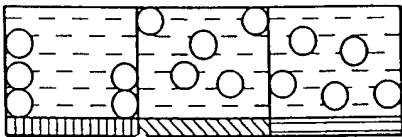
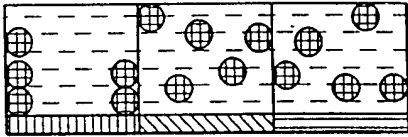


图 1
现有技术



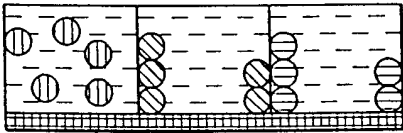
红色
绿色
蓝色
白色

图 2A
现有技术



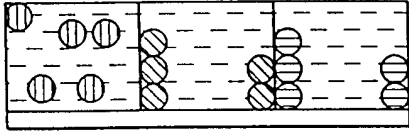
红色
绿色
蓝色
黑色

图 2B
现有技术



红色
绿色
蓝色
黑色

图 2C
现有技术



红色
绿色
蓝色
白色

图 2D
现有技术

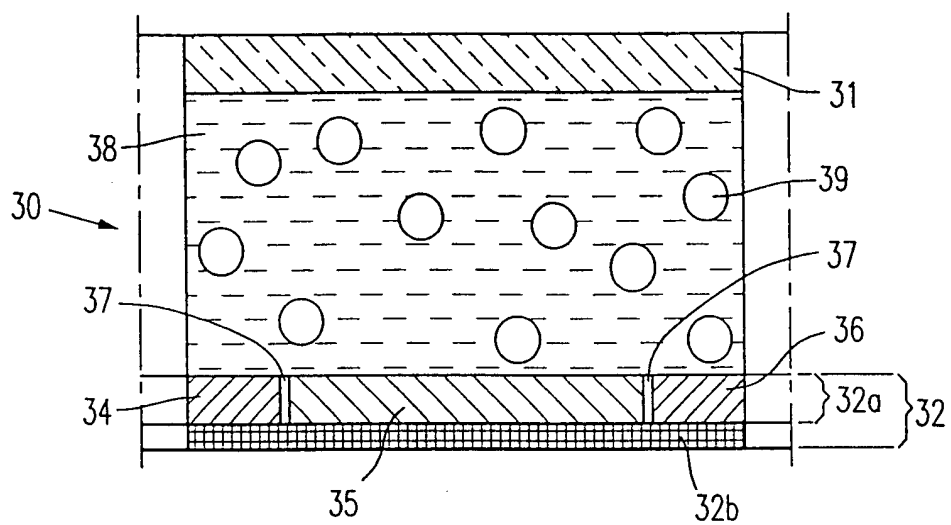
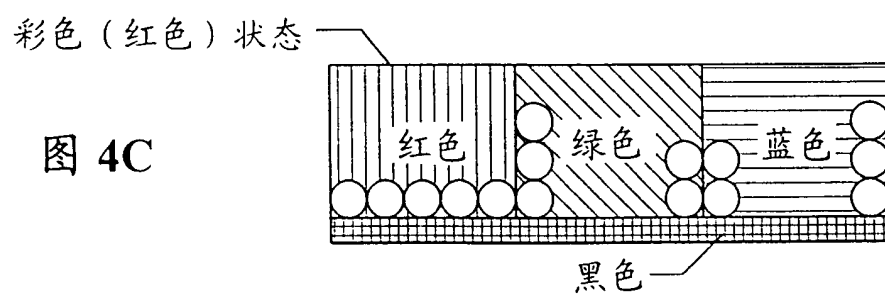
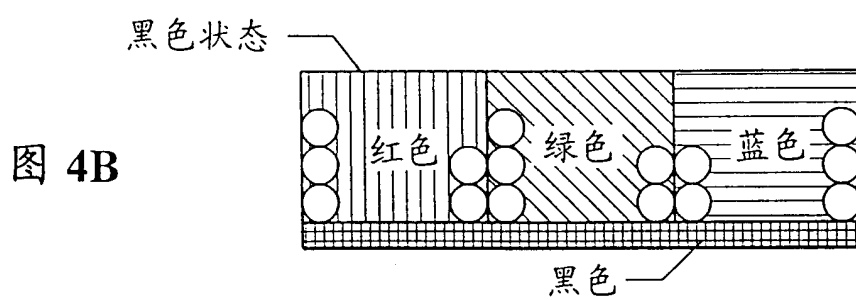
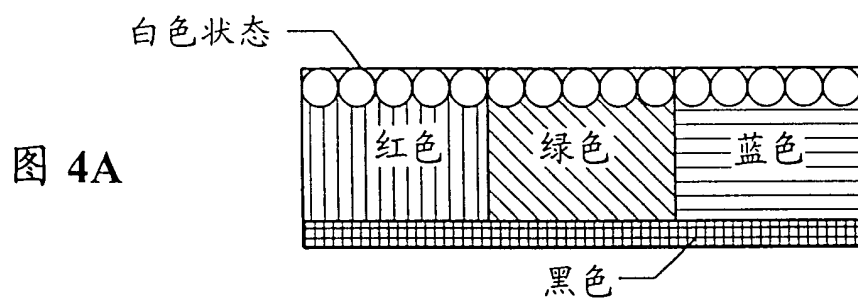


图 3



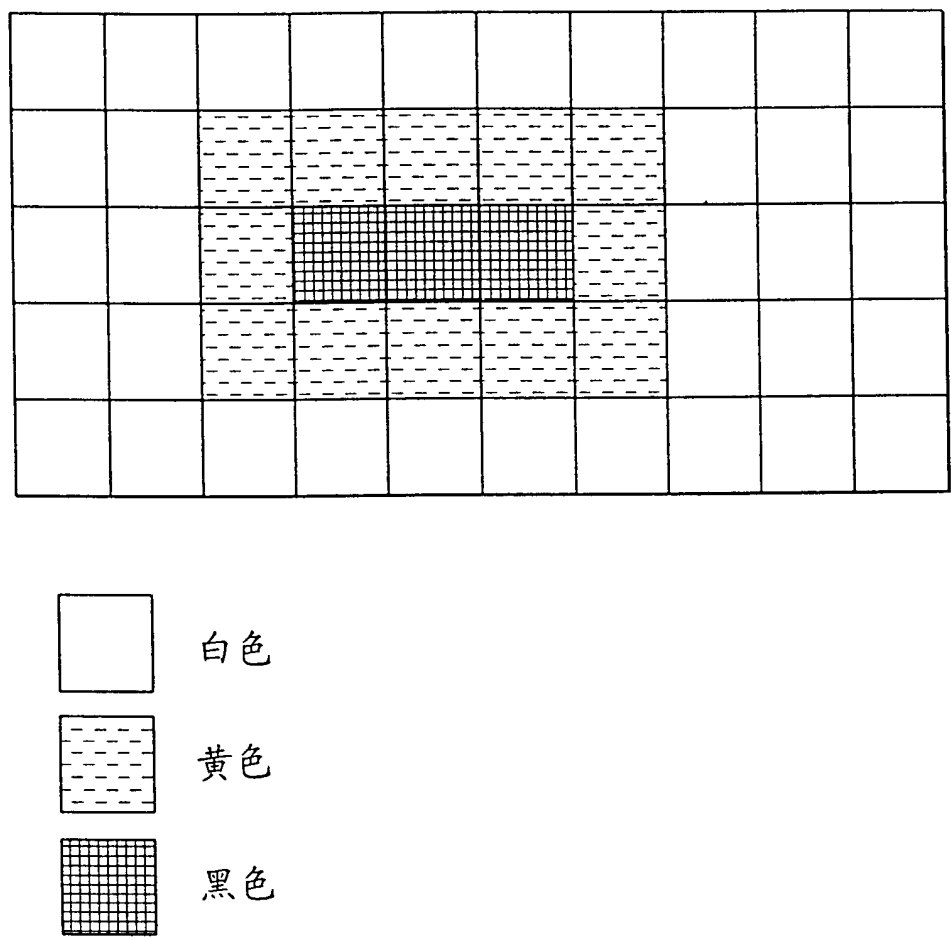
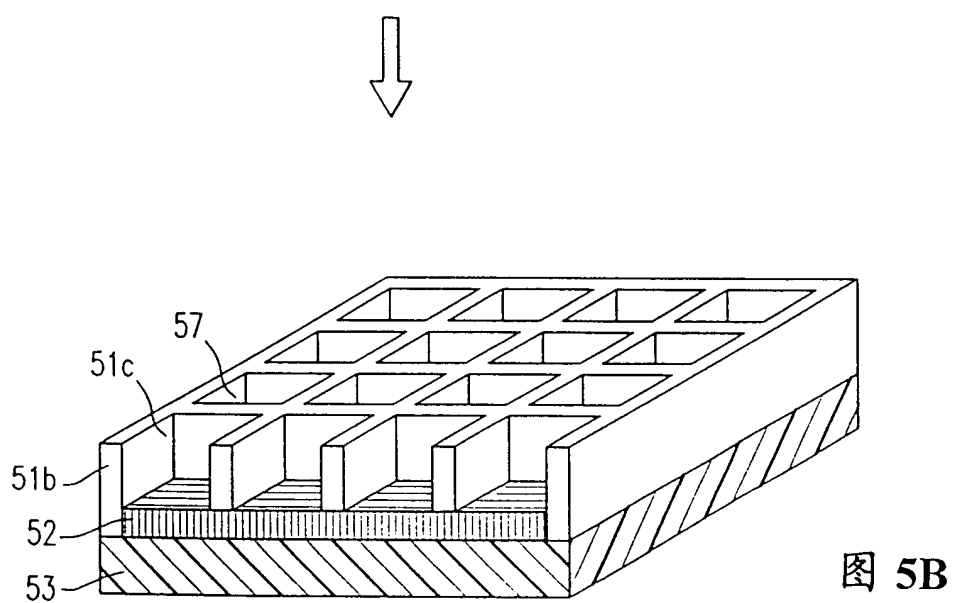
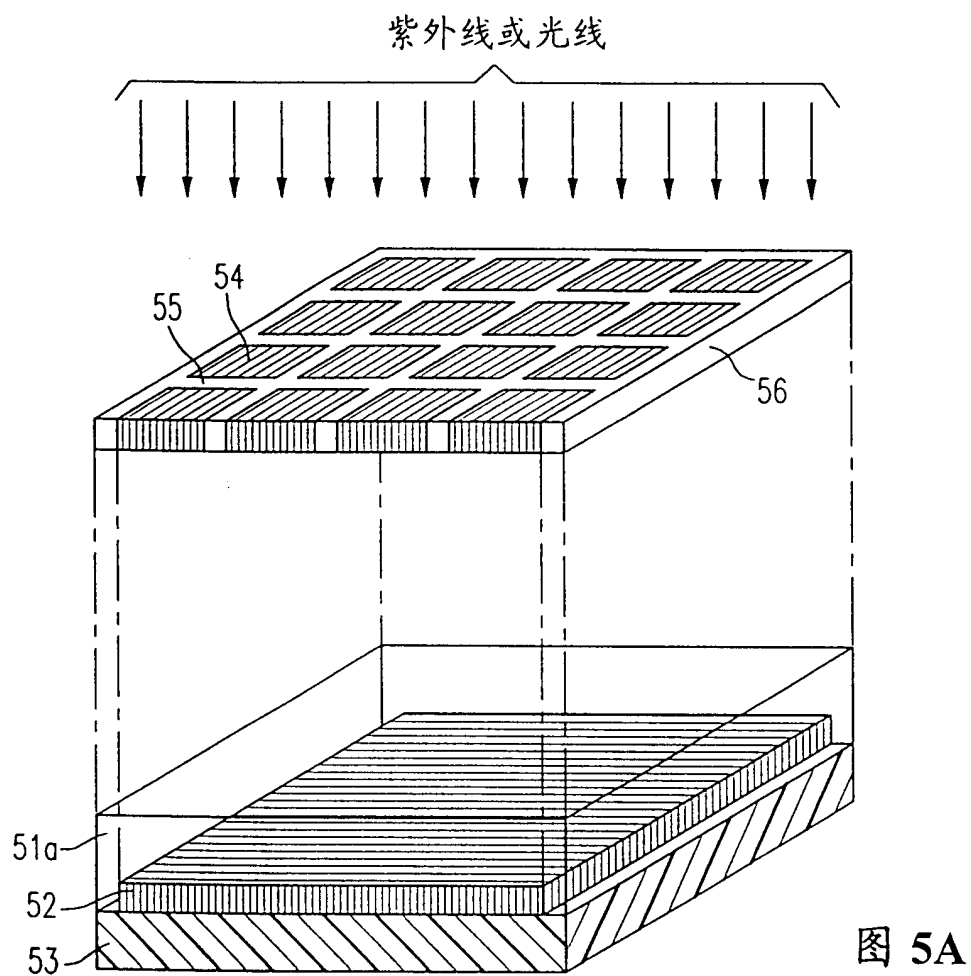
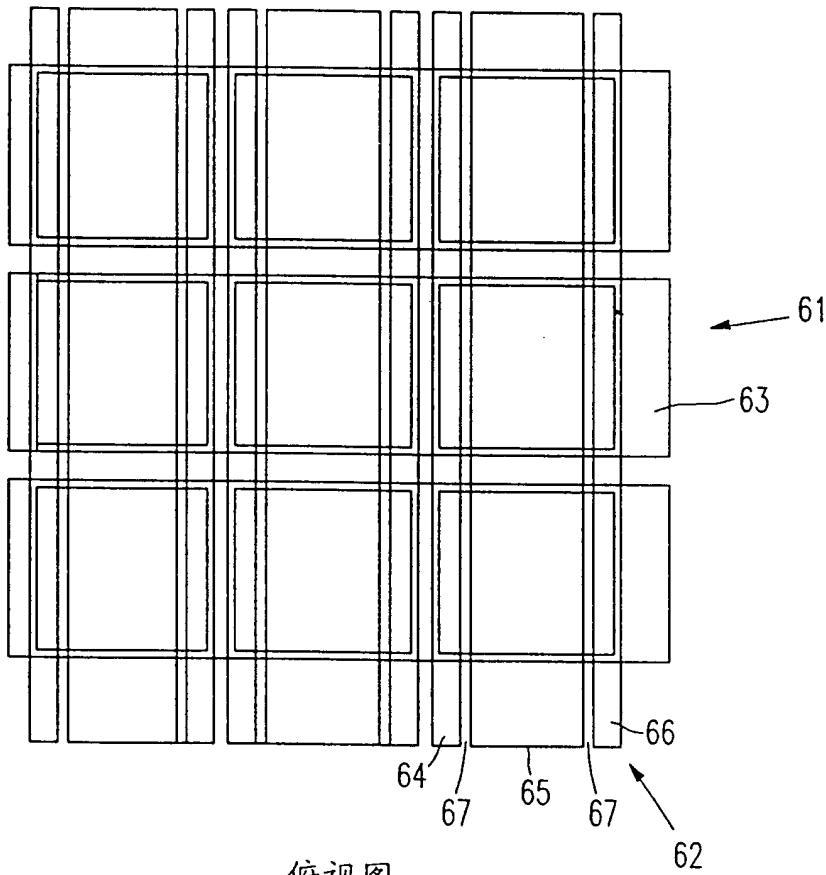
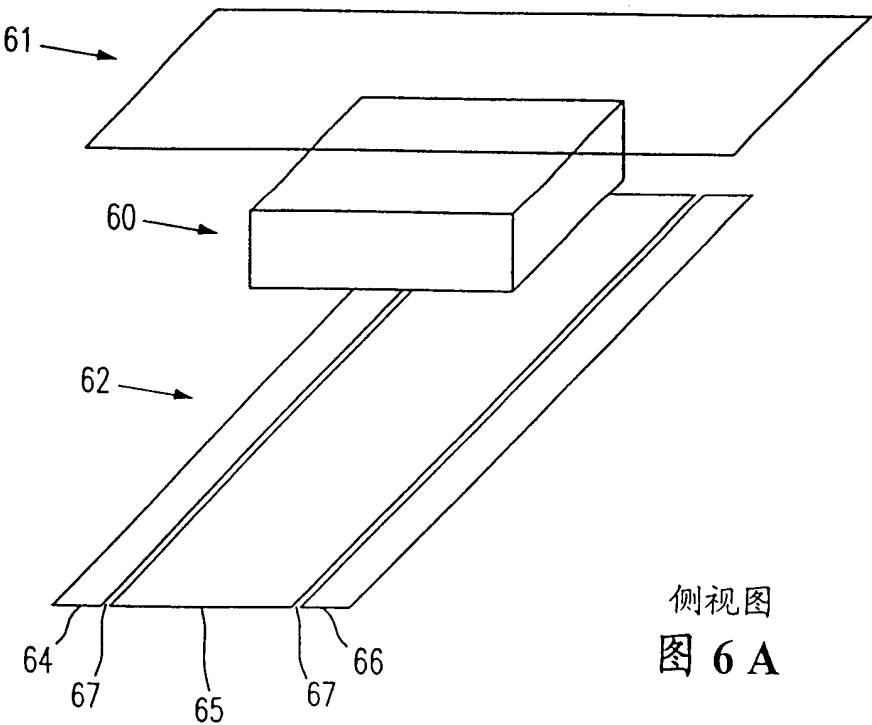
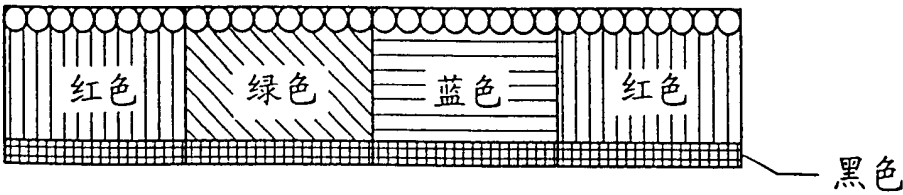


图 4D

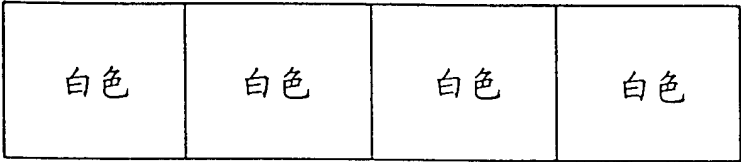






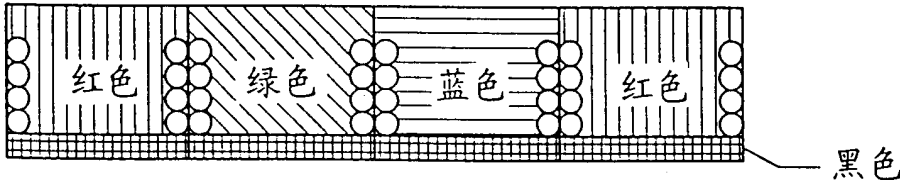
侧视图

图 7 A



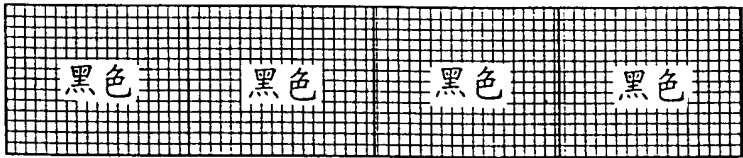
俯视图

图 7 B



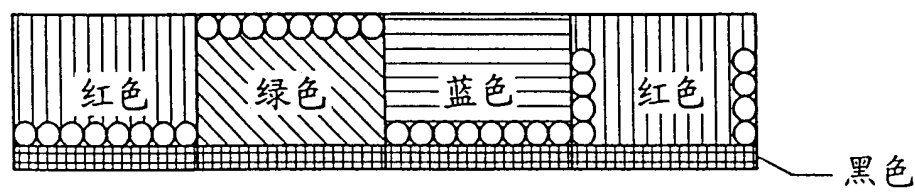
侧视图

图 8 A

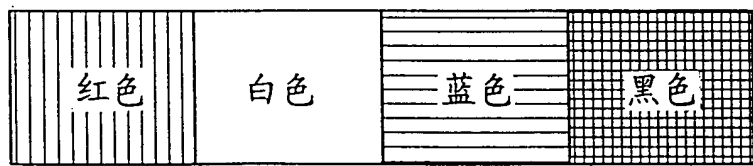


俯视图

图 8 B



侧视图
图 9A



俯视图
图 9B

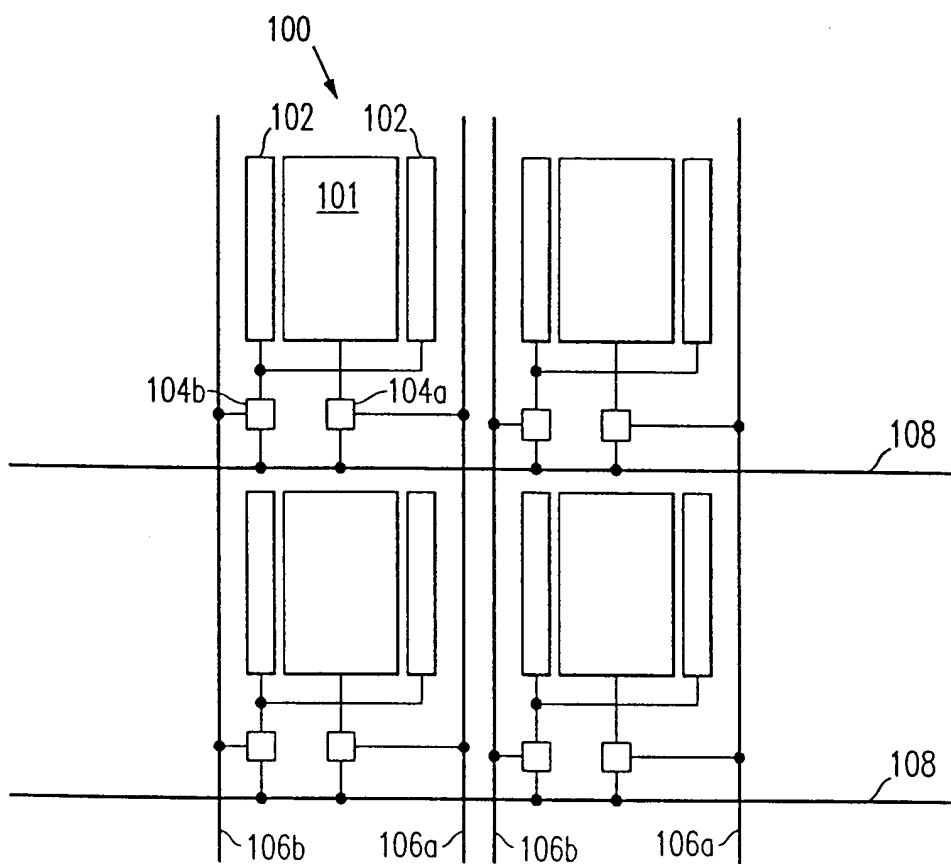


图 10A

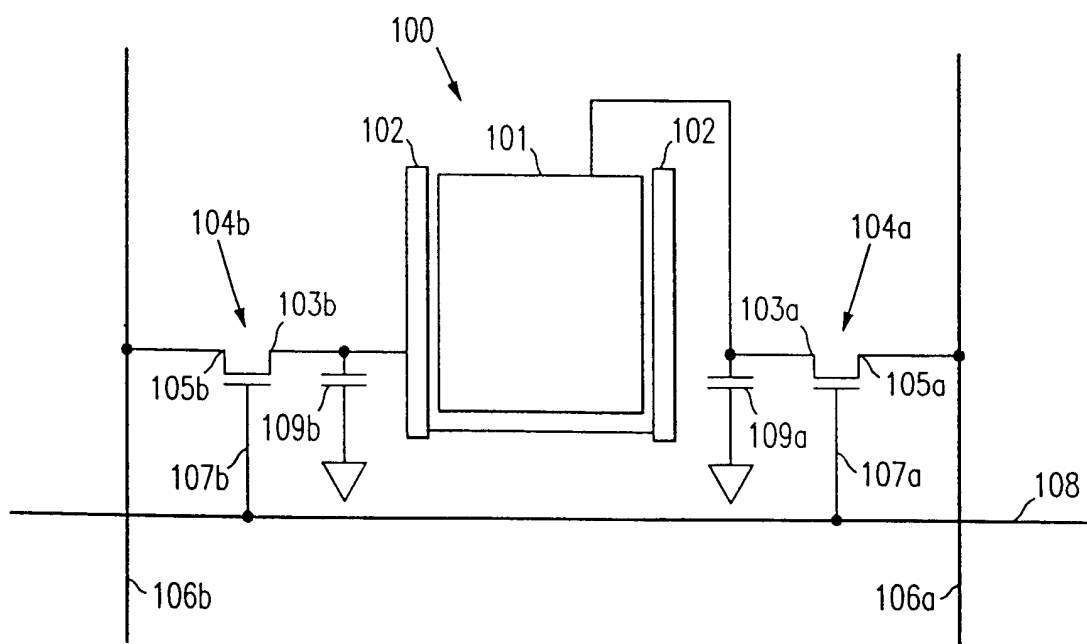
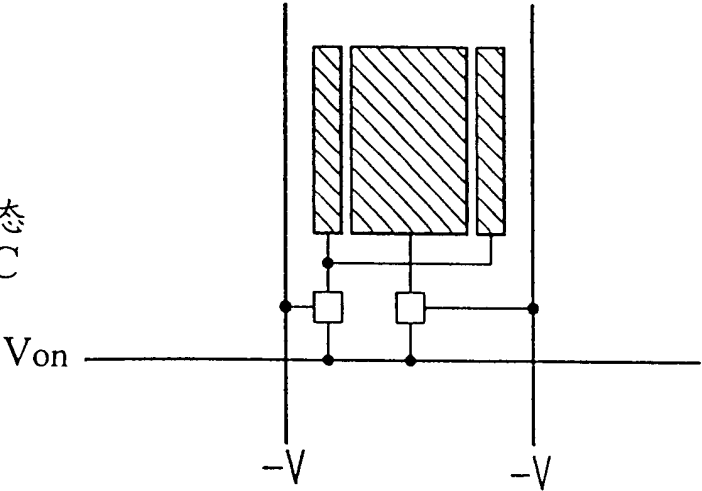
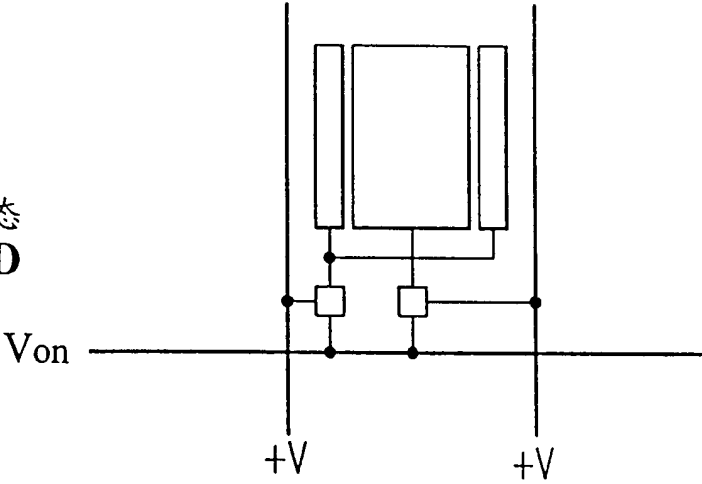


图 10B

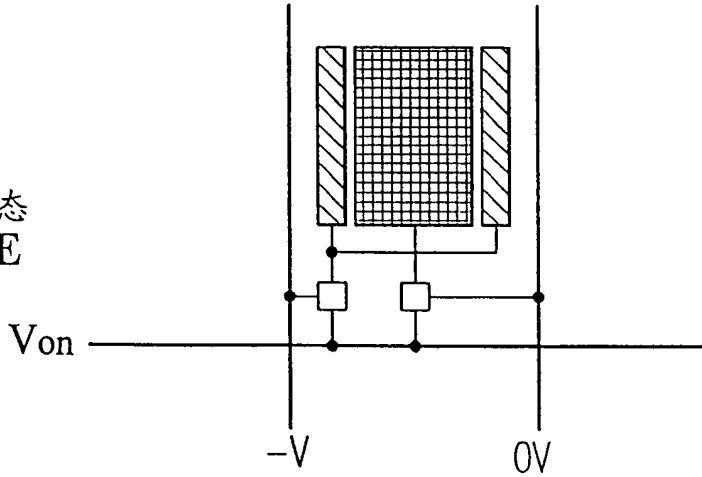
彩色状态
图 10C

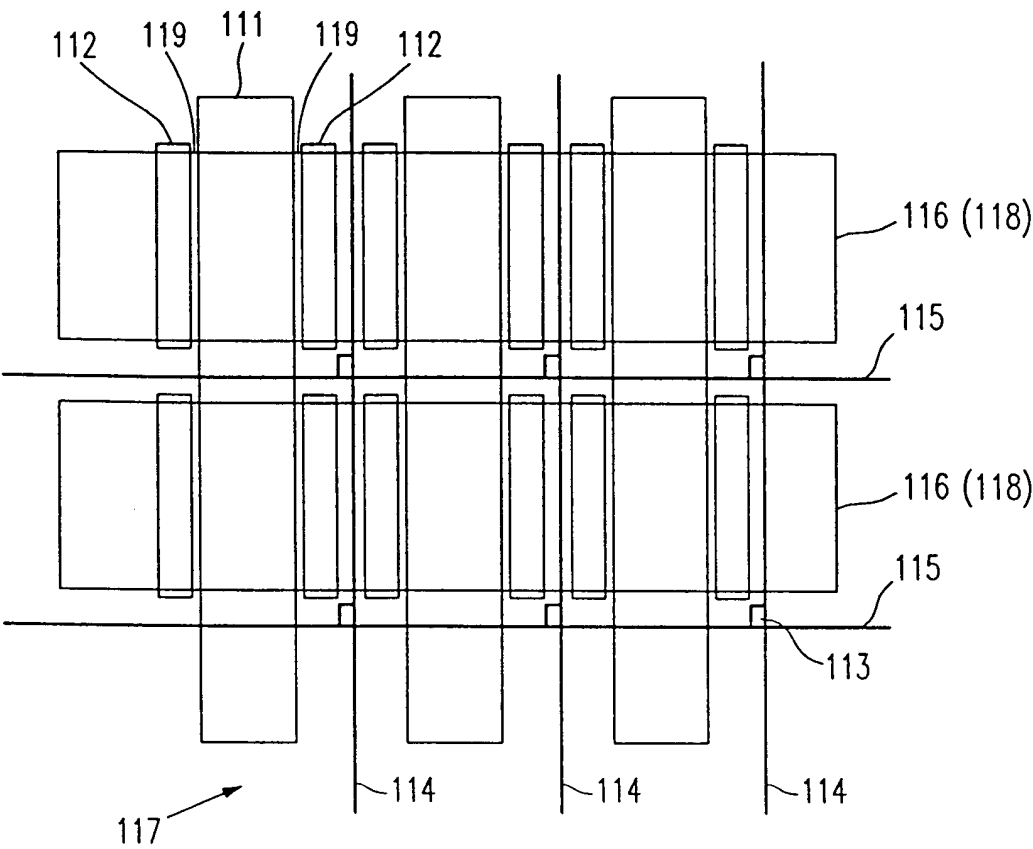


白色状态
图 10D



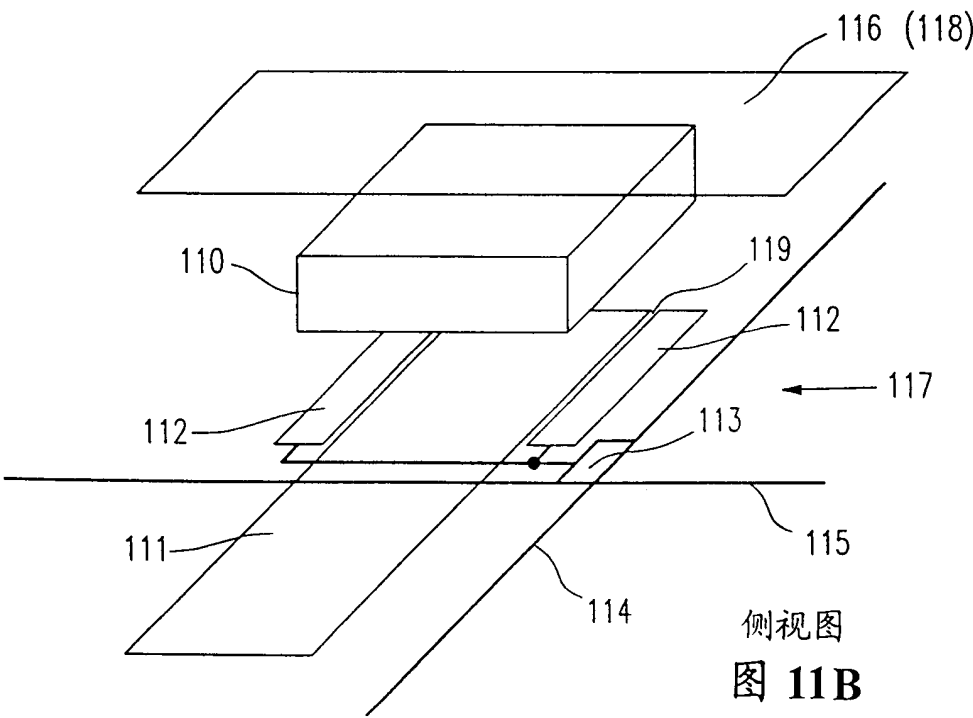
黑色状态
图 10E





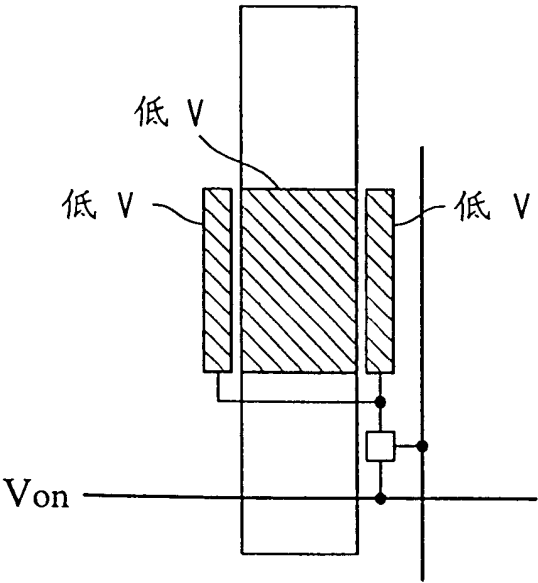
俯视图

图 11A

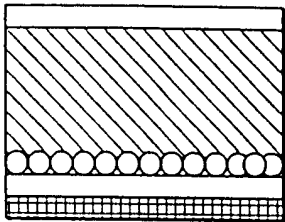


侧视图

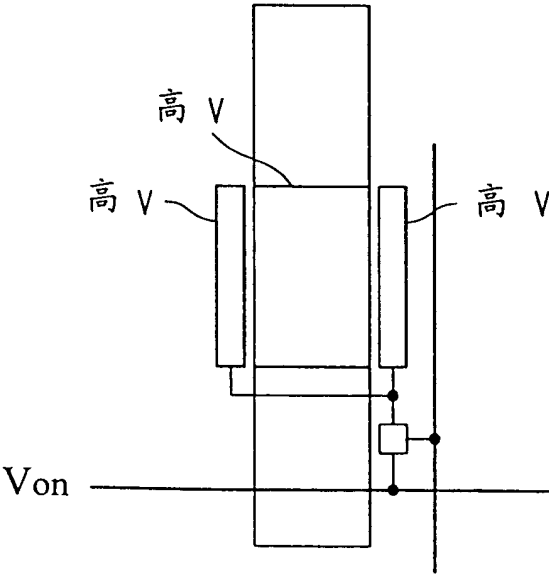
图 11B



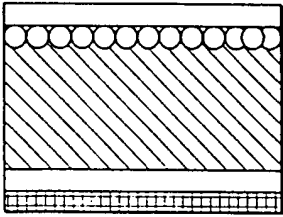
彩色状态
图 11C-1



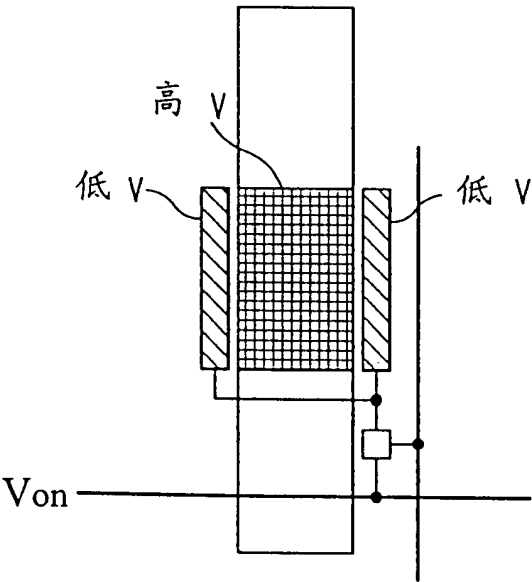
彩色状态
图 11C-2



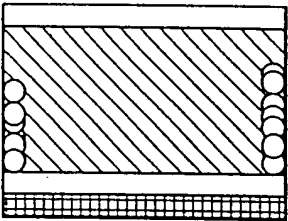
白色状态
图 11D-1



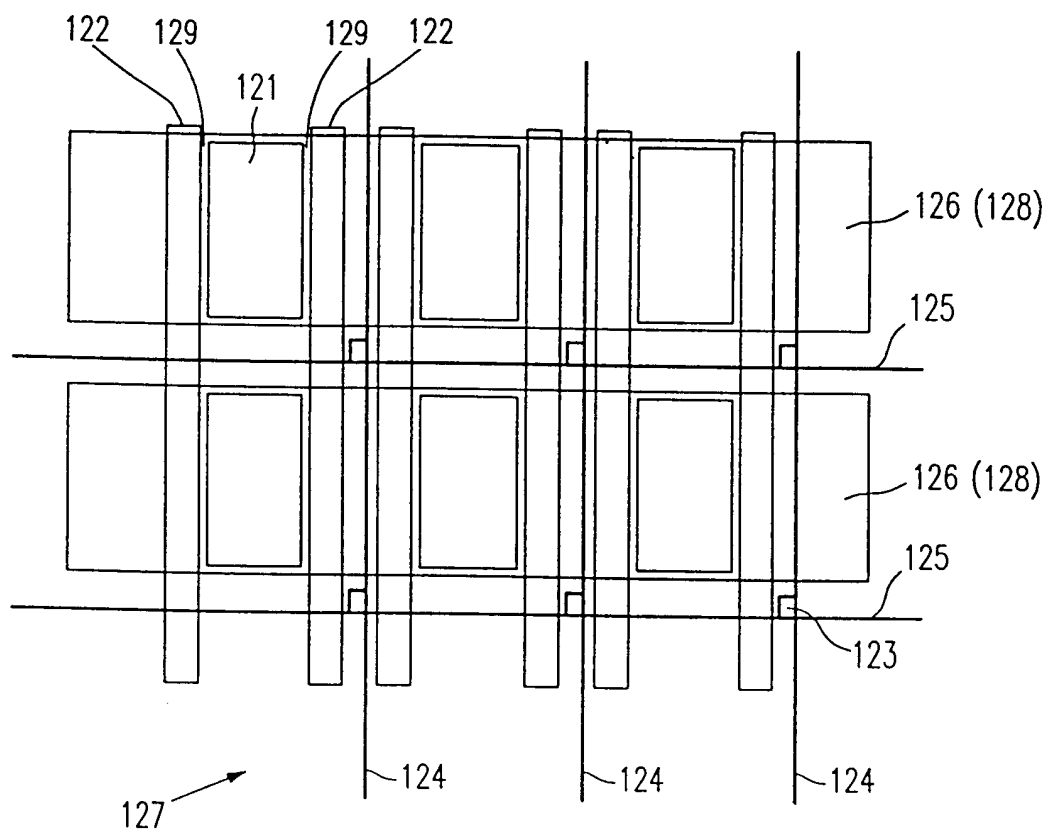
白色状态
图 11D-2



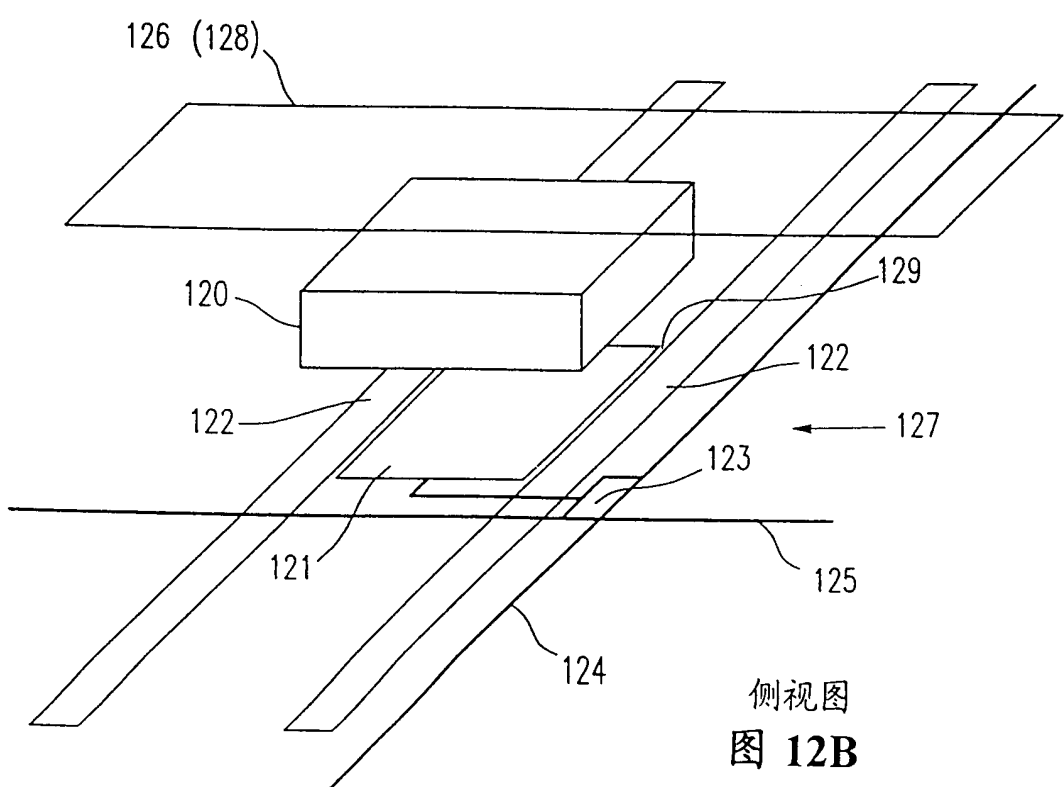
黑色状态
图 11E-1



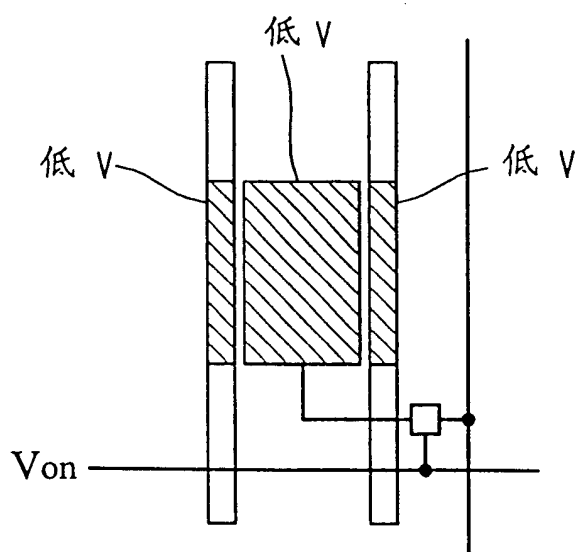
黑色状态
图 11E-2



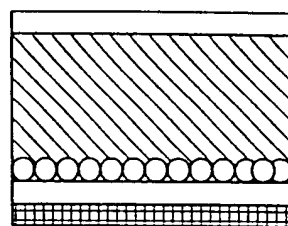
俯视图
图 12A



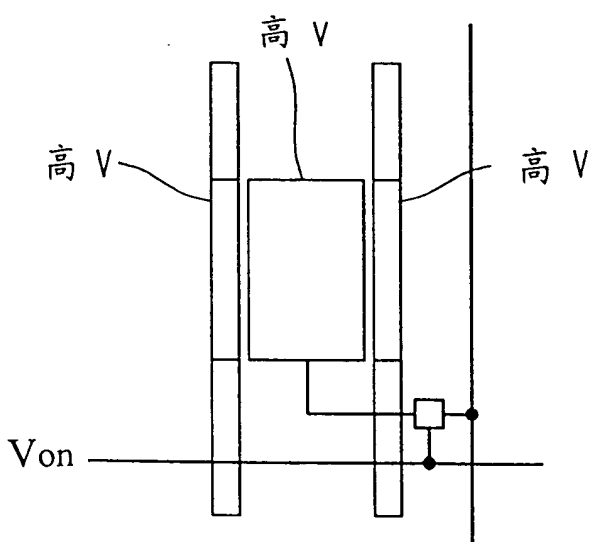
侧视图
图 12B



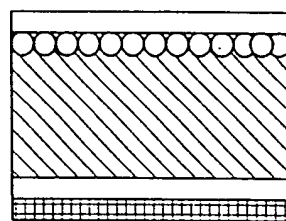
彩色状态
图 12C-1



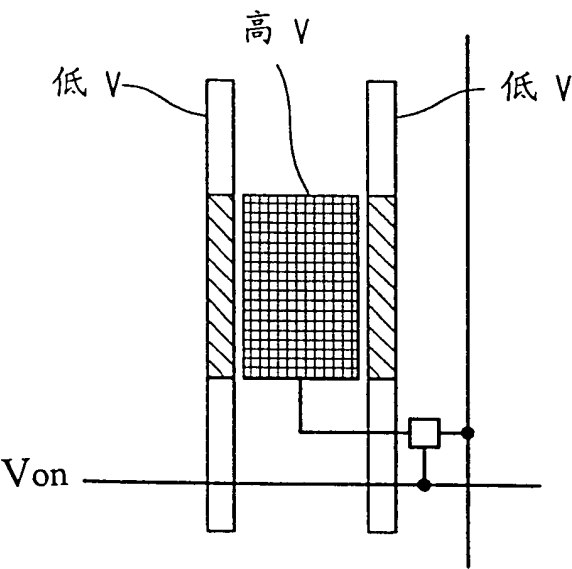
彩色状态
图 12C-2



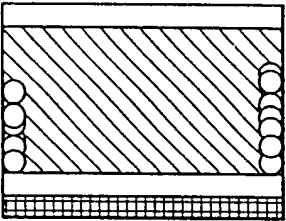
白色状态
图 12D-1



白色状态
图 12D-2



黑色状态
图 12E-1



黑色状态
图 12E-2