

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710148196.9

[43] 公开日 2008年2月6日

[11] 公开号 CN 101118362A

[22] 申请日 2003.12.16

[21] 申请号 200710148196.9

分案原申请号 200380106153.4

[30] 优先权

[32] 2002.12.16 [33] US [31] 60/319,786

[71] 申请人 伊英克公司

地址 美国麻萨诸塞州

[72] 发明人 K·L·丹尼斯 G·M·杜塔勒

R·W·泽纳 M·A·金

C·H·霍尼曼 J·王

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 韦欣华

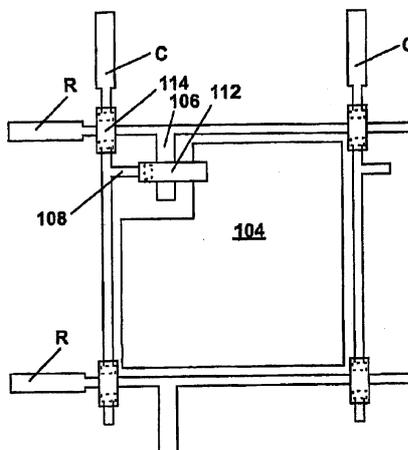
权利要求书2页 说明书17页 附图8页

[54] 发明名称

电光显示器的底板

[57] 摘要

一种用于电光显示器的底板，所述底板包括像素电极(104)和向像素电极(104)提供电压的电压供应线(C)，和位于电压供应线(C)和像素电极(104)之间的微机械开关(106, 112)，所述微机械开关(106, 112)具有打开状态和关闭状态，在打开状态中，电压供应线(C)与像素电极(104)之间没有电连接，在关闭状态中，电压供应线(C)与像素电极(104)电连接。



1. 一种在基片(402)上形成电子电路的至少一个电子组件的工艺, 所述工艺的特征在于:

在基片(402)上形成组件材料层(404), 所述材料可以形成所述至少一个电子组件;

在组件材料层(404)上形成可压花材料层(406);

对所述可压花材料层(406)进行成像方式压花, 从而形成至少一个第一部分(406B)和至少一个第二部分(406A), 所述第二部分的厚度大于所述至少一个第一部分(406B);

蚀刻所述可压花材料(406), 以除去所述至少一个第一部分(406B), 同时保留位于所述至少一个第二部分(406A)中的可压花材料, 从而将位于所述可压花材料的至少一个第一部分(406B)下方的组件材料(404)暴露;

蚀刻所述组件材料(404)的暴露部分, 从而所述组成材料层形成图案, 并在其中形成至少一个电子组件。

2. 如权利要求1所述的工艺, 其特征在于, 在使所述组成材料层(404)形成图案之后, 将剩余的可压花材料(406A)从基片(402)上除去。

3. 如权利要求1或2所述的工艺, 其中所述可压花材料(406)包括光刻胶。

4. 如权利要求1至3任一项所述的工艺, 其中所述可压花材料(406)包括其中重复单元衍生自至少一种碱可溶单体的共聚物。

5. 如权利要求4所述的工艺, 其中所述至少一种碱可溶单体包括嵌段基团, 所述基团在酸存在下解除嵌段。

6. 一种用于电光显示器的底板, 所述底板包括:

基片;

位于所述基片上的晶体管;

覆盖晶体管的钝化层;

位于钝化层的与晶体管相对一侧上的像素电极;

穿过钝化层而使晶体管和像素电极电连接的导电材料;

所述底板的特征在于, 所述钝化层包括选自以下的聚合物: 环氧树脂、聚氨酯、硅、聚丙烯酸酯和聚酰亚胺聚合物。

7. 如权利要求6所述的底板, 其中所述基片包括有绝缘层覆盖的金属膜, 所述晶体管位于绝缘层上。

8. 如权利要求7所述的底板, 其中所述基片包括由聚酰亚胺绝缘层覆盖的不锈钢箔。

9. 一种电光显示器, 包括:

电光介质层, 其具有在至少一个光学性质上不同的第一和第二显示状态, 通过给所述介质施加电场, 所述电光介质层能够从第一显示状态改变至第二显示状态; 以及

与电光介质层相邻的如权利要求6至8任一项所述的底板, 在向像素电极施加电压时, 所述底板向电光介质施加电场。

电光显示器的底板

本申请是基于申请日为 2003 年 12 月 16 日、申请号为 200380106153.4 的申请所提交的分案申请。

技术领域

本发明涉及用于电光显示器的底板，以及所述底板的制作工艺。本发明的底板特别适用于但是不局限于基于颗粒的电泳显示器，在所述显示器中，一种或多种类型的带电颗粒悬浮于液体中，并在电场的影响下移动通过液体，从而改变显示器的外观。

背景技术

用于材料或显示器的术语“电光”在本文中为用于显像领域的传统含义，是指具有第一和第二显示状态的材料，所述第一和第二显示状态在至少一个光学性质上不同，通过对材料施加电场，使材料从第一显示状态改变至第二显示状态。尽管所述光学性质通常为人眼可察觉的颜色，但是其可以是其它光学性质，例如光透射率、反射率、亮度，或者在用于机器读数的显示器中，所述性质为由于位于可见光范围以外的电磁波长反射率改变而产生的伪颜色。

在本文中，术语“灰态”为显像领域的传统含义，是指位于像素两个极端光学状态之间的状态，其不一定是指位于黑白两个极端状态之间的黑白过渡阶段。例如，以下引用的几个专利和已公开的申请描述了电泳显示器，其中极端状态为白色和深蓝色，从而中间“灰态”事实上可能为淡蓝色。实际上，如已经所提及的，位于两个极端状态之间的过渡阶段可能根本不发生颜色改变。

在本文中，术语“双稳态的”以及“双稳定性”用于本领域的传统含义，是指包括显示元件的显示器，所述显示元件包括第一和第二显示状态，第一和第二显示状态在至少一个光学性质上不同，从而在激励任一给定元件之后，通过有限期间的寻址脉冲，使其处于第一或第二显示状态，在结束所述寻址脉冲之后，所述状态持续至少几次，例如至少四次，所述寻址脉冲的最小期间用于改变显示元件的状态。公开的美国专利申请 No. 2002/0180687 中显示了，具有灰度色标的某些基于颗粒的电

泳显示器不仅在极端的黑色和白色状态稳定，而且在其中间的灰态也稳定，某些其它类型的电光显示器也存在相同情况。该类型的显示器被恰当地称为“多稳态的”，而不是双稳态的，但是出于方便，术语“双稳态的”可以用于本文以覆盖双稳态的和多稳态的显示器。

已经知晓了几种类型的电光显示器。其中一种类型的电光显示器为例如以下所描述的旋转双色元件型，美国专利 5808783；5777782；5760761；6054071；6055091；6097531；6128124；6137467；以及 6147791（虽然该类型显示器通常称为“旋转双色球”显示器，但是术语“旋转双色元件”由于更加准确而较为优选，这是因为在某些上述专利中，旋转元件不是球形的）。所述显示器采用大量的小体（典型地为球形或圆柱形）以及内置偶极，所述小体具有两个或多个具有不同光学性质的部分。这些小体悬浮于基质内的充满液体的空泡中，所述空泡中充满液体，从而使所述小体能自由旋转。施加电场，从而使小体旋转至不同位置并不断变化，所述显示器的外观发生改变，通过观察表面可以看见所述小体部分的改变。该类型的电光介质通常为双稳态的。

另一类型的电光显示器采用电生色介质，例如纳米生色膜形式的电生色介质，其包括至少部分由半导体金属氧化物形成的电极和多个附着于所述电极上能够可逆性地发生颜色改变的染料分子；参见，例如 O'Regan, B. 等, *Nature* 1991, 353, 737；以及 Wood, D., *Information Display*, 18(3), 24(2002年3月)。另外参见 Bach, U., 等, *Adv. Mater.*, 2002, 14(11), 845。该类型的纳米生色膜，还描述在例如美国专利 6301038，国际申请公开 W00127690，以及美国专利申请 2003/0214695。该类型的介质通常也是双稳态的。

另一类型经过多年深入研究和开发的电光显示器为基于颗粒的电泳显示器，其中大量的带电颗粒在电场的影响下通过悬浮液体。与液晶显示器相比，电泳显示器可以具有良好的亮度和对比度、宽的视角、双稳定性、以及较低的能耗。然而，这些显示器的长期图象质量问题阻碍了其广泛应用。例如，构成电泳显示器的颗粒易于沉降，导致这些显示器的使用寿命较短。

近来麻省理工学院 (MIT) 和 E Ink 公司公开了大量的专利和申请，描述了被包封的电泳介质。所述被包封的介质包括大量的微胶囊，每个胶囊本身包括分散相和环绕所述分散相的胶囊壁，所述分散相含有悬浮

于液体悬浮介质中的、可电泳移动的颗粒。典型地，所述胶囊本身位于聚合物粘合剂内，从而形成位于两个电极之间的粘附层。该类型的被包封的介质描述在例如美国专利 5930026; 5961804; 6017584; 6067185; 6118426; 6120588; 6120839; 6124851; 6130773; 6130774; 6172798; 6177921; 6232950; 6249721; 6252564; 6262706; 6262833; 6300932; 6312304; 6312971; 6323989; 6327072; 6376828; 6377387; 6392785; 6392786; 6413790; 6422687; 6445374; 6445489; 6459418; 6473072; 6480182; 6498114; 6504524; 6506438; 6512354; 6515649; 6518949; 6521489; 6531997; 6535197; 6538801; 6545291; 6580545; 6639578; 6652075; 和 6657772; 以及美国专利申请公开 2002/0019081; 2002/0021270; 2002 / 0053900; 2002/0060321; 2002/0063661; 2002/0063677; 2002/0090980; 2002/0106847; 2002/0113770; 2002/0130832; 2002/0131147; 2002/0145792; 2002/0171910; 2002/0180687; 2002/0180688; 2002/0185378; 2003/0011560; 2003/0011868; 2003/0020844; 2003/0025855; 2003/0034949; 2003/0038755; 2003/0053189; 2003/0076573; 2003/0096113; 2003/0102858; 2003/0132908; 2003/0137521; 2003/0137717; 2003/0151702; 和 2003/0214697, 以及国际申请公开 WO 99/67678; W000/05704; W000/38000; W000/38001; W000/36560; W000/67110; W000/67327; W001/07961; 和 W001/08241 中。

许多上述专利和申请认识到，环绕着位于包封电泳介质中的离散微胶囊的壁可以用连续相代替，从而得到所谓的聚合物分散电泳显示器，其中所述电泳介质包括大量电泳流体的离散小滴，以及聚合物材料的连续相，并且还认识到，位于所述聚合物分散电泳显示器中的电泳流体离散小滴可以被认为是胶囊或微胶囊，即使每个单个小滴与离散胶囊膜无关；参见例如，前述的 2002/0131147。因此，出于本申请的目的，所述聚合物分散电泳介质被认为是包封电泳介质的亚种。

包封电泳显示器典型地不存在传统电泳装置的聚集和沉降的故障模式，从而体现出进一步的优势，例如能够在大量弹性和刚性基片上印刷或涂布该显示器。（术语“印刷”用于包括各种形式的印刷和涂布，包括但不限于：预计量涂布，例如片状口型涂布、缝涂或挤涂、滑动或级联涂布、幕淋；辊涂，例如刀式辊涂，前向和反向辊涂；照相凹板式涂布；

浸渍涂布；喷涂；弯月涂布；旋涂；刷涂；气刀涂布；丝网印刷工艺；静电印刷工艺；热印刷工艺；喷墨印刷工艺；其它类似方法）。因此，所得到的显示器是柔韧的。另外，由于所述显示介质可以印刷（采用多种方法），因此所述显示器本身的制作较为便宜。

一种相关类型的电泳显示器为所谓的“微单元电泳显示器”。在微单元电泳显示器中，带电颗粒和悬浮流体没有被包封于胶囊中，而是位于在载体介质中形成的大量孔洞中，所述载体介质通常为聚合物膜。例如参见，国际申请公开 W002/01281，以及公开的美国申请 2002/0075556，上述两篇申请均属于 Sipix Imaging 公司。

其它类型的电光显示器，包括液晶显示器，也可以采用本发明的底板。

很明显，对于电光显示器的操作，必须提供横跨电光介质的可控电场，从而使所述介质在不同光学状态中转换，由此必须在介质的两侧设置电极。在显示器的最简单形式中，显示器的每个像素均与独立电极相连，所述电极自身能够在不同电压水平转换。然而，在高分辨率显示器中，例如 VGA (640×480) 显示器，该结构是不可行的，这是因为需要大量的电导线。因此，在所述显示器中，通常是采用有源矩阵显示器结构，在所述结构中，所述电光层的一侧具有单个共用的透明电极，该共用电极延伸横跨显示器的所有像素。典型地，所述共用电极位于电光层和观察者之间，形成一观察表面，观察者通过该表面观察所述显示器。在电光层的相对侧为按行和列排列的像素电极矩阵，从而每个像素电极由单个行和单个列的交叉而唯一限定。因此，相对于施加在前面的共用电极的电压，改变施加在有关像素电极上的电压，从而可以控制电光层的每个像素所承受的电场。每个像素电极与至少一个非线性装置连接，典型地为薄膜晶体管，但是也可以采用二极管。每行中的晶体管的栅通过单个延长的行电极与行驱动器连接。每列中的晶体管的源电极通过单个延长的列电极与列驱动器连接。每个晶体管的漏电极与像素电极直接连接。应注意，栅成行设置以及源电极成列设置是随意的，可以相反设置，源电极和漏电极的设置也如此。非线性装置阵列以及与其它相关的行和列电极构成显示器的底板；典型地，所述底板包括位于同一物理单元中的行和列驱动电路。在许多电光显示器中，有源矩阵结构使相对较为复杂的底板与显示器的剩余部分单独制作，其采用常规的半导体制作

技术。可以较为便宜地制作显示器的剩余部分或者前面部分，例如将电光介质层沉积于聚合物膜上，所述聚合物膜之前已经沉积了基本透明的导电层，所述导电层例如由铟锡氧化物（ITO）或有机聚合物导体构成。然后，通常将显示器的前面部分层压至底板上。

如之前已经提及的，采用半导体制作技术制作显示器的底板。然而，所述技术的现有状态对于底板制作来说并不是最佳的。以下需求，即生产大量用于计算机中的中央处理单元（CPU）和其它逻辑单元的复杂集成电路（芯片），激励了半导体制作技术。所述CPU要求每个单元内具有上百万个晶体管，将CPU内的散热降至最低的要求以及在每个加工的半导体片上形成尽可能多的CPU的经济需求（加工半导体片的成本基本上不依赖于所形成的CPU数目）导致晶体管极高的组装密度；最新的CPU采用以下技术制作，即单个部件可以小至大约 $0.13\mu\text{m}$ ，单个晶体管为 $1\mu\text{m}^2$ 级，相邻晶体管之间的间隔为相同数量级。在显示器底板上不需要如此小的晶体管和如此高的组装密度，所述底板通常具有像素，从而晶体管或其它非线性装置的间隔为 0.1mm 级。另外，底板通常为 100mm^2 级（可以更大），从而在尺寸上远远大于芯片。因此，减少每单位面积底板的制作费用是非常迫切的需求。

发明内容

本发明提供了对底板及其制作工艺的各种改进。

因此，一方面，本发明提供了用于电光显示器的底板，所述底板包括像素电极、向像素电极提供电压的电压供应线、以及位于电压供应线和像素电极之间的微机械开关，所述微机械开关具有打开状态和关闭状态，在打开状态中，电压供应线与像素电极没有电连接，在关闭状态中，电压供应线与像素电极电连接。

出于方便，本发明的该方面在下文称为本发明的MEMS底板。在所述MEMS底板的一种形式中，所述微机械开关包括悬梁，其能够移动而与第一电极接触和不接触，以及用于移动所述悬梁的第二电极。所述MEMS底板可以进一步包括与第一电极相邻的电容器电极，从而所述电容器电极和第一电极形成电容器。MEMS底板可以具有覆盖所述微机械开关的封装剂层。

本发明还涉及包括MEMS底板的电光显示器（“MEMS显示器”）。因此，本发明的另一方面提供了电光显示器，其包括：

电光介质层，其具有在至少一个光学性质上不同的第一和第二显示状态，通过给所述介质施加电场，所述电光介质能够从第一显示状态改变至第二显示状态；以及

与所述电光介质层相邻的底板，所述底板包括像素电极，当施加电压时，所述像素电极向所述电光介质施加电场，底板进一步包括向像素电极提供电压的电压供应线，以及位于电压供应线和像素电极之间的微机械开关，所述微机械开关具有打开状态和关闭状态，在打开状态中，电压供应线与像素电极没有电连接，在关闭状态中，电压供应线与像素电极电连接。

所述 MEMS 显示器可以进一步包括透光电极，该电极位于电光介质的与底板相对的一侧。MEMS 显示器中的电光介质可以为上述任意所述形式。因此，例如，所述电光介质可以为旋转双色元件或电生色介质。另一选择，所述电光介质可以为包封的电泳介质，其类型可以为电泳颗粒被包封在真正的胶囊壁中，以及聚合物分散型，或微单元型。

本发明还提供了形成用于电光显示器的底板的工艺，所述工艺包括：
提供基片；

在基片上形成相互间隔的第一、第二和第三电极；

然后在基片上形成牺牲层，所述牺牲层覆盖第一和第二电极，但是使至少部分第三电极暴露；

之后，在基片上沉积导电材料，从而形成悬梁组件，该组件的第一部分与第三电极的暴露部分接触，其第二部分在牺牲层的上方延伸，从而在至少部分第二和第一电极上方延伸；以及

随后除去牺牲层，从而在施加至第二电极的电压的影响下，使悬梁组件的第二部分与第一电极自由地接触和不接触。

在该工艺中，将导电材料沉积于基片上的步骤可以包括将电容器电极与悬梁组件间隔沉积，但是与部分第一电极重叠，从而所述电容电极和第一电极一起形成电容器。所述工艺还可以包括，在除去牺牲层之后，将包封剂层沉积于基片上，从而覆盖至少部分悬梁组件。

另一方面，本发明提供了在基片上形成电子电路的至少一个电子组件的工艺，该工艺包括：

在基片上形成一层组件材料，所述组件材料能够形成所述至少一个电子组件；

在组件材料上形成一层可压花的材料；

对所述可压花材料层进行成像方式压花，从而形成至少一个第一部分和至少一个第二部分，所述第二部分的厚度比所述至少一个第一部分厚；

对所述可压花材料进行蚀刻，从而除去所述至少一个第一部分，而将位于所述至少一个第二部分上的可压花材料保留，由此暴露位于所述至少一个第一部分的可压花材料下方的组件材料；以及

随后蚀刻所述组件材料的暴露部分，从而使所述组件材料层形成图案，在其中形成所述至少一个电子组件。

出于方便，本发明的该方面在下文称为本发明的压花工艺。所述压花工艺可以包括，在使组件材料层形成图案之后，从基片上去除剩余的可压花材料。所述可压花材料的成像方式压花可以由辊实施。所述可压花的材料可以包括光刻胶。在对其进行成像方式压花之前，所述光刻胶可以进行加热（“软焙烧”），其目的是将溶剂从光刻胶中除去。作为替代或补充，可以在蚀刻除去所述至少一个第一部分之后而在蚀刻所述组件材料之前，对光刻胶进行加热（“硬焙烧”）。

所述可压花材料可以包括具有重复单元的共聚物，所述重复单元衍生自至少一种碱可溶性单体。所述至少一种碱可溶性单体可以包括嵌段基团，在酸存在下，其解除嵌段（deblock）。出于该目的的优选共聚物包括具有衍生自4-羟基苯乙烯和甲基丙烯酸酯的重复单元。

最后，该方面提供了用于电光显示器的底板，该底板包括：

基片；

位于所述基片上的晶体管；

覆盖所述晶体管的钝化层；

位于钝化层上、与晶体管相对一侧的像素电极；以及

穿过钝化层并使晶体管与像素电极电连接的导电层，

其中所述钝化层包括选自以下的聚合物：环氧树脂、聚氨酯、硅树脂、聚丙烯酸酯以及聚酰亚胺聚合物。

出于方便，本发明的该方面在下文称为本发明的“掩埋晶体管”底板。在所述掩埋晶体管底板中，所述钝化层可以由可热固化聚合物或可辐射固化聚合物构成。在所述掩埋晶体管底板的优选形式中，所述基片包括由绝缘层覆盖的金属膜，所述晶体管位于绝缘层上。所述基片可以

例如包括由聚酰亚胺绝缘层覆盖的不锈钢薄片。

本发明涉及包括本发明的掩埋晶体管底板的电光显示器。因此，本发明提供了一种电光显示器，包括：

电光介质层，其具有在至少一个光学性质上不同的第一和第二显示状态，通过给所述介质施加电场，所述电光介质层能够从第一显示状态改变至第二显示状态；以及

与所述电光介质层相邻的本发明的掩埋晶体管底板，在向像素电极施加电压时，其对所述电光介质施加电场。

所述电光显示器可以采用前述任意类型的电光介质。

附图说明

图 1A 至 1D 为本发明 MEMS 底板的一部分的示意性侧视图，该部分包括单个微机械开关，所述侧视图取自所述底板制作过程中的不同阶段；

图 2 为图 1D 所示成品底板的一部分的顶视图；

图 3 类似于图 1D，为示意性侧视图，其显示了具有保护性包封剂层的经改进的本发明 MEMS 底板的一部分；

图 4A 至 4E 为显示本发明压花工艺不同阶段的示意性侧视图；

图 5A 显示了用于本发明压花工艺的优选聚合物的结构式；

图 5B 显示了另一种备选甲基丙烯酸酯重复单元的结构式，其可以用于代替图 5A 的甲基丙烯酸酯重复单元；

图 6 至 12 为用于本发明掩埋晶体管底板中的不同掩埋晶体管的电流/栅电压曲线，以及某些对照实验的类似曲线。

具体实施方式

如上所述，本发明具有几个不同的方面，每个方面提供了对电光显示器底板的改进；本发明的某些方面还可以用于其它应用中。下文将对本发明的主要方面进行单独描述，但是应理解，本发明的一个以上方面可以用于单个底板或其它电子组件的制作。例如，采用本发明的压花方法可以制作本发明的 MEMS 底板。

A 部分：MEMA 底板

如已经所述，现有技术的有源矩阵显示器要求每个像素具有非线性（晶体管或二极管）开关元件。同时，可以由无定形硅、多晶硅和有机半导体制作非线性晶体管元件。二极管开关元件包括金属绝缘体金属（MIM）、金属半导体绝缘体（MSI）、Schottky 以及 NIN 二极管。尽管能

够激励电光显示器，这些开关元件仍然具有一定的缺点。

基于无定形硅和多晶硅的晶体管要求相对较高温度 ($>200^{\circ}\text{C}$) 的沉积步骤，从而得到稳定的装置。在实践中，要求如此高温度的加工限制了可用于制作的弹性基片的最大尺寸，这是因为，热膨胀系数的差别将导致一定尺寸以上的对齐不良。(如上所述，特定类型的电光显示器的一个具有吸引力的特征在于，它们可以在弹性基片上形成，从而提供常规液晶显示器不可能具有的弹性、耐用的显示器类型)。尺寸稳定的弹性基片例如金属薄片，要求额外的加工步骤，例如抛光、平面化和钝化。可以在低温下制作有机晶体管，但是其具有短的工作寿命，并且对氧气和湿气敏感。任一类型的开关元件的导通/截至比率小于所期望的，而且受半导体层的硅迁移率所限(对于无定形硅 $<1.0\text{cm}^2/\text{Vs}$ ，对于多晶硅 $<300\text{cm}^2/\text{Vs}$)。晶体管开关对像素杂散电容具有相对较大的栅，其导致电压耦合，从而使像素处的 DC 电压不平衡，由此可能产生在所显示的图象方面不符合要求的制品。

二极管对像素寄生电容具有非常大的选择线，因此需要紧密的设计规则。同样，出于上述 W001/07961 中所述的原因，较为有利的是，对底板中的每个像素提供一个电容器，从而维持像素两端的激励电压，在基于二极管的底板中，很难提供所述的电容器。

本发明的 MEMS 底板减少或消除了现有技术底板中的这些问题。用于电光显示器的所述 MEMS 底板的一个优选形式具有多个微机械系统 (MEMS) 开关，可用于寻址平板显示器，例如电泳显示器。

以下描述本发明制作所述 MEMS 底板的优选工艺，但是通过参照附图以举例的方式进行描述，图 1A 至 1D 为制作工艺的不同阶段中单个 MEMS 开关的侧视图，图 2 为所完成的底板的一部分的顶视图。

除了 MEMS 开关之外，图 2 对于制作有源矩阵显示器的技术人员来说是显而易见的，图 2 所示的底板非常类似于常规的基于晶体管的有源矩阵底板。所述底板包括多个平行的行电极 R，其与常规设计的行驱动器 (未示出) 连接，从而在任意给定时刻，只选择一个行电极 R (即，其上具有工作电压)，而其它行通常被设置为相同电压，在电光介质的与所示底板相对一侧上具有单个共用电极；一预定时间间隔之后，对所述原始选定的行电极 R 取消选定，选择下一行电极 R，继续进行该序列，从而以循环的方式轮流选择每个行电极 R。所述底板进一步包括列电极 C，

它们相互之间平行，但是垂直于行电极，图 2 仅仅显示了其中一个即第一或像素电极 104。所述像素电极 104 设置成矩形阵列，从而每个像素电极唯一地与一个行电极 R 和一个列电极 C 的相交处相关联。像素电极 104 通过 MEMS 开关与相关的列电极 C 相连，所述 MEMS 开关包括悬梁 112、激励（或第二）电极 106（其形式为相关行电极 R 的延长）、源（第三）电极 108，其形式为相关列电极 C 的延长。对于熟悉 MEMS 开关的技术人员来说以下是显而易见的，在激励电极 106 上不存在工作电压时，而且 MEMS 开关处于打开位置时，悬梁 112 的自由端（如图 2 所述的左手端）与源电极 108 间隔开，因此，像素电极 104 和相关的列电极 C 之间没有电接触。然而，当行驱动器选择特定的行，并在所述选择的行电极 R 上施加工作电压时，所述工作电压出现在激励电极 106 上，悬臂 112 被向下牵拉，从而其自由端与源电极 108 接触，由此在像素电极 104 和相关的列电极 C 之间建立电连接，并使像素电极 104 处于与相关列电极 C 相同的电压水平。因此，只有位于选定行中的像素电极（即与选定的行电极 R 相关的）与相关的列电极 C 处于相同电压水平，与显示器相邻的电光介质的写入以一行接一行的方式进行，其非常类似于常规的基于晶体管的底板写入。

图 2 所示的底板进一步包括电容器电极 114，其与每个像素电极 104 相关联，电容器电极 114 与列电极 C 的相邻部分形成了电容器。

以下参照图 1A 至 1D 描述用于形成图 2 所示底板的工艺。如图 1A 所示，所述工艺从绝缘基片 102 开始，其可以为例如聚合物膜或聚合物涂布的金属箔。在该工艺的第一阶段，在基片 102 上沉积薄金属层，并以任意常规方式形成图案，以形成三个电极，即像素电极 104、“栅”或激励电极 106，以及源电极 108，从而制成如图 1A 所示的结构。在所述工艺的优选形式中，金属层为通过喷溅沉积的金，厚度大约为 100nm。接下来，以图 1B 所示的形式沉积牺牲层 110，从而覆盖激励电极和源电极，但是使像素电极 104 暴露；注意，如图 1B 所示，该牺牲层 110 覆盖部分但不是全部的位于像素电极 104 和激励电极 106 之间的间隙。牺牲层 110 较为理想地是通过在室温下喷溅沉积的铜，其厚度大约为 1 μ m。然后蚀刻牺牲层，以限定机械悬梁的基底区域和金属双基片电容器的支撑柱。添加光刻胶层并形成图案，在其中留有缝隙，然后将悬梁 112 和电容器电极 114 电镀至缝隙中，优选采用室温电镀溶液和低应力材料，例如金

(为了便于描述,图 1A 和 1D 扭曲了电容器电极 114 的位置)。梁 112 的厚度较好为大约 2-4 μm 。最后,剥去光刻胶层,得到图 1C 所示的结构,然后去除牺牲层 110,优选采用湿化学蚀刻,然后释放悬梁 112。

根据所使用的电光介质的类型,较为理想的是或者必需维持 MEMS 开关和电光介质之间的物理分离,出于该目的,可以在底板上施加保护性包封层,防止去除牺牲层后 MEMS 开关受到意外损坏。如图 3 所示,所述保护性包封层的优选形式包括与 MEMS 开关对齐、并粘结至基片上的、预先形成图案的聚酰亚胺或其它聚合物包封剂 116。

本发明的基于 MEMS 的底板提供了几个重要的技术优势。MEMS 开关在接通状态具有非常低的阻抗,而在截止状态具有非常高的阻抗,从而提供了优异的接通/截止比率,避免了与通过其它类型非线性元件的泄漏电流有关的问题。如上述参照图 1A-1D 的讨论, MEMS 的开关可以仅仅采用三个或四个掩膜以简单的工艺制作,而不需要任何高温加工步骤。因此,所述工艺可以用于低成本的弹性基片,例如聚对苯二甲酸乙二醇酯膜。而且,在加工过程中,与制作基于薄膜晶体管或二极管的底板的工艺相比,上述 MEMS 的制作工艺不易受到环境污染,其减少了清洁房间设施所需的成本。同样,基于 MEMS 的底板的制作工艺可以采用某些粗糙的图案形成步骤。

MEMS 开关对像素电容具有非常小的选择线,从而基于 MEMS 的底板比类似的基于晶体管或二极管的底板具有较小的 DC 失衡,其原因是所述电容,所述 DC 失衡的减少在延长某些类型电光介质的工作寿命和/或显示性能方面非常重要,尤其是基于颗粒的电泳介质。同样,由于可以通过空气(参见图 1D 和 2)分隔基于 MEMS 的显示器的选择线和数据线之间的重叠区域,从而将上述重叠区域每单位面积的不需要的电容降至绝对最低值,这是因为空气的介电常数几乎为 1,所得到的减少的电容降低了显示器的能耗,其原因是,大部分的能耗是由与数据线相连的电容的充电和放电造成的。

在本发明的基于 MEMS 的底板的改进形式中,图 1D、2 和 3 所示的悬梁可以由 MEMS 隔膜取代,所述隔膜与悬梁相比不易发生静摩擦。

B 部分: 本发明的压花工艺

如上所述,底板的制作涉及在基片上形成小特征的图案。如表 1 所示,其为不同图案形成应用中所需的关键尺寸长度大小的范围,以及用

于成功实现这些尺寸的技术:

表 1: 在不同工业中用于形成细小特征图案的工艺

工业	关键尺寸	被形成图案的材料	商业用的技术
印刷电路板	$>150\ \mu\text{m}$	焊料、铜、其它金属、绝缘体	焊接掩蔽、丝网印刷、照相平版法
弯曲电路, MCMs	$>15\ \mu\text{m}$	铜、铬、其它金属、绝缘体、半导体	照相平版法、丝网印刷
平板	$>1\ \mu\text{m}$	铝、铬、其它金属、绝缘体、半导体	照相平版法
微处理器、存储器, 其它微芯片	$<0.5\ \mu\text{m}$	铝、铬、其它金属、绝缘体、半导体	照相平版法

如已经所讨论的, 为了生产非常小的特征, 就关键尺寸小于 $25\ \mu\text{m}$ 而言, 照相平版法已经非常明晰地作为主导技术。由于在过去几十年内的深入研究, 照相平版法已经改进至: $0.13\ \mu\text{m}$ 的加工已经全面生产, 而正在研究 $0.10\ \mu\text{m}$ 的加工。尽管照相平版法已经证实为能够作为规模化技术进行大规模工业应用, 但是其通常被认为比较昂贵, 这是因为其涉及大量的加工步骤以及与照相平版生产设备有关的昂贵的资金成本。

如已经所提及的, 本发明的第二方面涉及另一种备选图案形成技术的应用, 即压花抗蚀工艺, 用来使底板和其它电子装置的组件形成图案。所述压花抗蚀工艺与常规照相平版工艺相比, 具有几个优势, 能够进行高通量的辊对辊的加工, 特征尺寸小于 $1\ \mu\text{m}$, 并且减少了固定和可变加工成本。

图 4A-4E 描述了本发明的压花工艺。如图 4A 所示, 基片 402 首先用待形成图案的材料 404 涂布; 该材料可以为金属、绝缘体、半导体或其它可以形成图案的材料。可压花材料层(下文出于方便称为“抗蚀剂”) 406 涂布于材料 404 上, 采用“原模”对所述抗蚀剂进行压花(其优选为印花辊 408, 如图 4A 所示), 从而使抗蚀剂具有纹理或图案。可以从图 4B 看出, 最佳的是该压花步骤将抗蚀剂 406 成形为厚的(第二)区域 406A 和薄的(第一)区域 406B, 两种区域类型之间的抗蚀剂 406 分界可以通过辊 408 的图案结构而以任意所需方式预先确定。

在该工艺的下一步骤中,对所述形成图案的抗蚀剂进行轻微蚀刻(采用半导体制作技术领域技术人员公知的任一常规蚀刻工艺),其程度足以去除薄的区域 406B,并暴露位于下面的材料 404,同时留下部分材料 404 仍然覆盖有厚区域 406A,得到图 4C 所示的结构。然后对基片进行第二蚀刻操作,从而将材料 404 的暴露部分蚀刻至所需程度,以得到图 4D 所示的结构,最后如图 4E 所示,将抗蚀剂从基片上剥离,将最后的形成图案的材料 404 留在基片 402 上。

可以选择涂布在表面上的可压花材料,以优化所述图案形成步骤。可以采用商业上可以购买得到的光刻胶作为可压花材料。所述光刻胶在超过其玻璃化温度(T_g)的温度下可以进行压花,可以进行湿式或干式蚀刻以暴露位于下面的材料。可以选择所述抗蚀剂,从而耐受对位于下面的材料进行蚀刻的化学物质,而且在下方材料形成图案之后,易于从基片上剥离。在某些情况下,在压花抗蚀剂之前,必须或希望对抗蚀剂进行“软焙烧”,以除去其中的溶剂。同样,在某些情况下,在蚀刻之后,优选对抗蚀剂进行“硬焙烧”,以除去薄的区域 406B,从而确保所述抗蚀剂能够经受对下方材料的蚀刻。

熔融材料(聚合物的或其它)可以用作可压花材料或抗蚀剂。例如,可以使用蜡状材料(例如二十八烷、十九烷等的烷烃)。这些蜡状材料可以以液相进行涂布,采用加热的冲模、凹版印板、旋涂卡盘、胶印辊、或其他本领域技术人员公知的类似装置。所述熔融材料在沉积时通常固化为薄的可压花膜,然后可以压花,并采用湿式或干式蚀刻方法进行背面蚀刻(etch back)。所述形成图案的抗蚀剂膜作为位于下面的材料的蚀刻掩模,如之前所述,在对下面的材料进行蚀刻之后将所述膜剥离。溶剂例如己烷能有效地将前述蜡状材料剥离,所述工艺具有优势,这是因为,不需要在抗蚀剂沉积之后将溶剂从中干燥去除。而且,适当选择(微调)所使用的化学物质,可以采用相对无毒性的溶剂在形成图案之后将蜡状材料与位于下面的材料分离。

可以采用调整用于经压花抗蚀剂原理的共聚物,例如图 5A 所示的 4-羟基苯乙烯和甲基丙烯酸丁酯的共聚物。该嵌段共聚物的 4-羟基苯乙烯组分为碱可溶的,所述共聚物在酸存在下解除嵌段。因此,所述共聚物在所述压花抗蚀剂工艺中具有几个有利的特性。第一,调整该聚合物的分子量使其玻璃化温度为大约 100 至大约 150 $^{\circ}\text{C}$,这是可接受的压

花温度范围。第二，可以采用弱碱溶液对所述形成图案的共聚物进行背面蚀刻，从而暴露位于下方的材料。用于蚀刻最常见的下方材料（金属、半导体、绝缘体）的酸在对下方材料进行蚀刻的过程中将使共聚物解除嵌段，从而在蚀刻完成之后易于除去抗蚀剂。

另一选择，在经压花的抗蚀剂共聚物中，图 5B 所示的基于甲基丙烯酸酯的嵌段可以代替图 5A 所示的甲基丙烯酸丁酯嵌段。采用这种不同的嵌段可以使所述经压花的抗蚀剂在大约 175-180℃ 的温度下热解除嵌段。如果待形成图案的下方材料不采用如上所述的常规酸蚀刻化学方法进行蚀刻，则所述热解嵌段是较为有用的替代方案。

可以采用大量现有技术微制作方法构建在本发明的工艺中进行压花操作的原模。优选地，通过压缩盘生产商通常采用的方法制作所述原模，所述方法制作用于生产压缩盘（CD）和 DVD 的镍原模。这些方法要求形成经照相平版印刷限定的模板，紧靠该模板电铸形成镍原模。

由 CD 和 DVD 原版盘制作工艺制成的所述镍箔非常适用于本发明，但是需要对常规的 CD/DVD 工艺进行某些改进。首先，CD 上的凹区通常深度小于 250nm，而在本发明中，通常希望原模上的特征深度为 1-10 μm 级，这是因为，为了获得良好印记，原模特征的深度应为抗蚀剂厚度的大约 2 至 5 倍，所述抗蚀剂的厚度通常为 100-1000nm 级。

为了在原版盘上得到如此深的特征，在原版盘制作过程中应采用厚膜加工的最佳光刻胶。例如，可以采用 SU-8 抗蚀剂以得到厚度为 100 μm 或更高的膜。为了确保镍原版盘易于从模板上分离，优选地在原版盘的特征上建立斜面侧壁。在形成用于复制高通量药物查寻系统的原版盘中已经采用了所述斜面侧壁方法，但是在压花抗蚀剂工艺中仍然没有明确采用。

为了在原模上形成几何特征，可以采用其他备选方法，例如活性离子蚀刻（RIE）或激光烧蚀，从而在硅片或玻璃基片上蚀刻出所需的特征，这在较先进的 MEMS 装置的制作中是常规技术。

本发明的压花工艺与使材料形成图案的常规照相平版印刷技术相比具有几个明显优势。所述压花工艺的固定和可变成本比平版印刷低，这是因为，其采用了机械压花工具以代替常规的平版印刷 UV 曝光工具，并用便宜而且化学结构简单的材料代替常规的光刻胶。已经显示，本发明的压花工艺能够得到基准尺寸为 6 至 10nm 的特征，其比用先进的照相平

版印刷工艺得到的特征小 5 至 10 倍。当采用本发明的采用熔融聚合物抗蚀剂的实施方案时，完全消除了照相平版印刷所要求的软焙烧和硬焙烧步骤。对于尺寸小至微米级的特征，采用全湿加工可以成功地完成所述压花抗蚀剂工艺，即不需要昂贵的真空步骤。最后，所述压花抗蚀剂工艺非常适合于采用辊作为原模的高通量辊对辊图案形成，如图 4A 所示。

C 部分：掩埋晶体管底板

如之前所述，在电光显示器的制作中，显示器的底板和前面部分通常作为独立单元而制作，并层压在一起得到最终的显示器。所述层压技术通常要求采用层压粘合剂，以将底板与显示器的前面部分粘合在一起。这样，在最终的显示器中，所制作得到的底板的裸露表面暴露于层压粘合剂，在很多情况下，层压粘合剂含有可能对位于底板裸露表面上的晶体管或其他非线性装置的性能产生有害影响的材料。例如，已经发现，直接将某些商业聚氨酯层压粘合剂施加至无定形硅 TFT 的沟道上对晶体管造成很大损害；如图 6 所示，在一个所述试验中发现，晶体管的导通/截止比率从 106 降低至大约 10。而且，某些类型的电光介质含有可迁移的物质，所述物质可以迁移通过层压粘合剂，对晶体管或其他非线性装置产生不良影响。例如，基于颗粒的电泳介质含有烃类溶剂，其可以这种方式迁移，并可以影响无定形硅晶体管的特性。最后，光和水分也可以使无定形硅 TFT 退化，光和水分可以通过电光介质进入 TFT；尽管许多电光介质，例如经包封的基于颗粒的电泳介质，通常被认为是不透光的，但是一些光确实可以穿过所述介质，例如通过胶囊之间的小间隙。

为了避免上述问题，已经知晓在非线性装置和电光介质之间插入屏障层或钝化层。例如，前述的 2002/0119584 描述了一种具有所谓“掩埋晶体管设计”的底板。在所述设计中，在层压之前，只有像素电极暴露在底板成品的表面；底板的晶体管“掩埋”在钝化层下，晶体管的漏级通过穿过钝化层的导电材料与相关的像素电极连接。在前述公开申请所描述的优选设计形式中，所述钝化层包括通过等离子体增强化学汽相沉积（PECVD）法而沉积的超过大约 $5\ \mu\text{m}$ 的氮化硅，所述相对较厚的层必须覆盖晶体管的沟道和数据线。如果不是不可能，没有破裂地沉积如此厚的氮化物层也是非常困难的。因此，理想地是寻找一种代替氮化硅的其他材料以作为钝化层。

目前已经发现，环氧树脂、聚氨酯、硅、聚丙烯酸酯和聚酰亚胺聚

合物可以代替氮化硅作为钝化层，从而包封并保护电光显示器底板的晶体管或其他非线性装置。可以通过丝网印刷在底板上施加优选聚合物，丝网印刷比 PECVD 简单得多，而且需要较少的设备。

本发明中采用的聚合物包封剂可以为可热固化或可辐射固化的，优选 UV 辐射固化。优选的热固化材料包括 Epoxy Technology 的 EpoTek H70E-2LC，以及 Dupont Electronic Material 的 Dupont 5036。优选的 UV 固化材料包括 Allied Photochemical 公司的 TGH1003x2，以及 Creative Materials 公司的 CM116-20。以下表 2 中总结了这些材料的性能和固化条件。

表2: 聚合物材料

可以丝网印刷的包封剂	固化方法	粘度 cps	颜色
DuPont 5036	120-130°C, 5 mins.	30,000-50,000	不透明
Epotek H70E-2LC (良好的水分阻隔物)	120°C, 15 mins.	30,000	黑色
TGH 1003x2	UV	3400	蓝色
Creative Materials 116-20 (对湿度、 温度和溶剂具有良好的 耐受性)	UV	10,000	透明

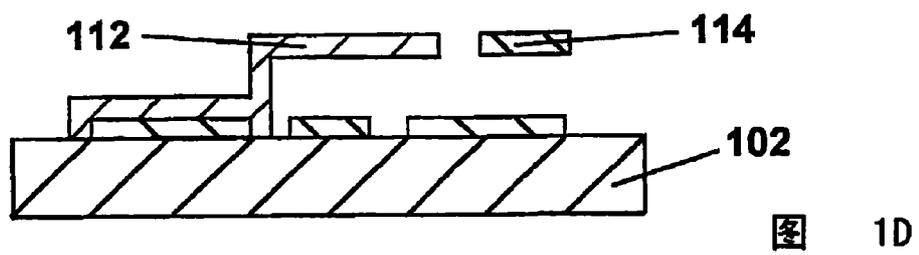
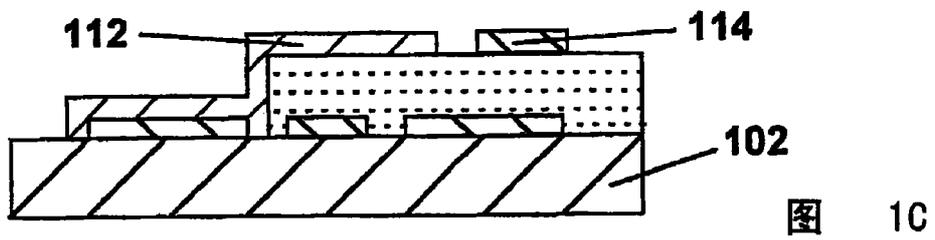
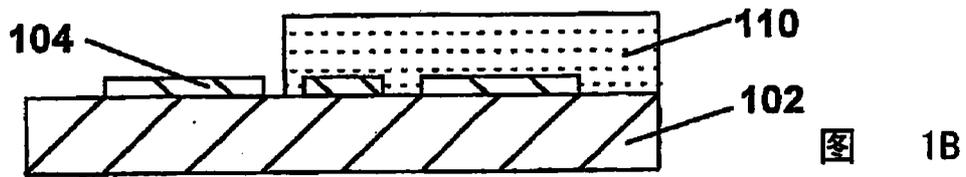
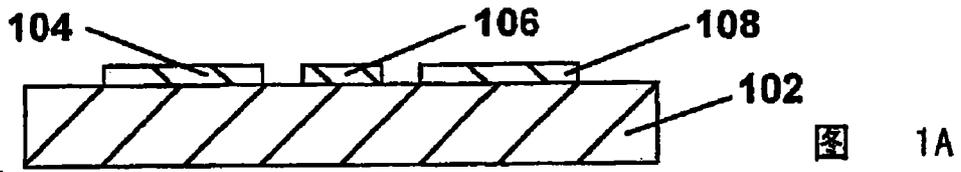
采用在涂有聚酰亚胺层的不锈钢膜上制作的无定形硅 TFT 测试这些材料，其基本上如前述 2002/0019081 中所述。采用探测台在 TFT 的沟道区域施加直径为 20 - 180 μm 的包封剂液滴。在表 2 所列的需要条件下，在常规烘炉中对所述可热固化的涂层进行固化。对于可 UV 固化的涂层，采用 ELC-4000 光固化单元，固化时间 1 - 2 分钟。在固化包封剂之后，以常规方式得到 TFT 的电流/电压曲线，结果分别显示于图 7 - 10 中。通过比较，图 11 显示，对于用 EpoTek H62 包封的 TFT 具有类似曲线（与 EpoTek H70E-2LC 来自同一生产厂家），同时图 12 显示，对于用 Electrodag 452SS 包封的 TFT 具有类似曲线（来自 Acheson Industries 公司的可 UV 固化的聚合物）。

图 7 - 10 显示了上述表 2 所示的所有材料均具有较好的结果。在用

DuPont 5036 包封之后，截止电流降低了。当采用 EpoTek H70E-2LC 作为包封剂时，TFT 性能相同。用 TGH 1003x2 涂布的 TFT 与对照装置相比具有相同的性能。用 CM116-20 包封的 TFT 的亚阈值斜率好于对照装置。然而，图 11 和 12 描述了如果选择错误的包封剂将会发生什么情况。图 11 显示了，当用 EpoTek H62 包封时，无定形硅 TFT 几乎完全被破坏了，图 12 显示了，当用 Electrodag 452SS 包封时，TFT 发生退化，而且 TFT 易于泄漏并具有高的截止电流。

因而，本发明提供了一种低成本工艺，用于保护在电光显示器底板中采用的晶体管和其它非线性装置。所使用的聚合物包封剂可以通过丝网印刷沉积并形成图案，所述丝网印刷与上述现有技术采用的 PECVD 氮化硅沉积和照相平版印刷图案形成工艺相比是一种低成本的工艺。

尽管上文已经结合在包封的基于颗粒的电光介质中的应用对本发明的不同方面进行了描述，但是应注意，在本发明的电光显示器中可以采用上述任意类型的电光介质。



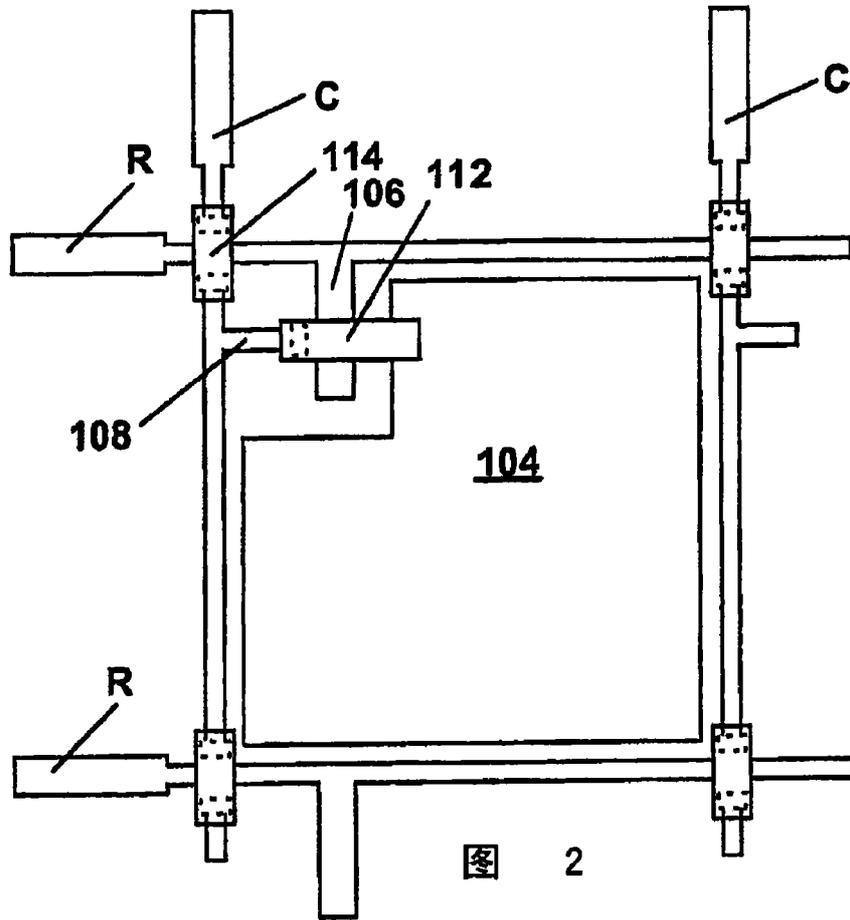


图 2

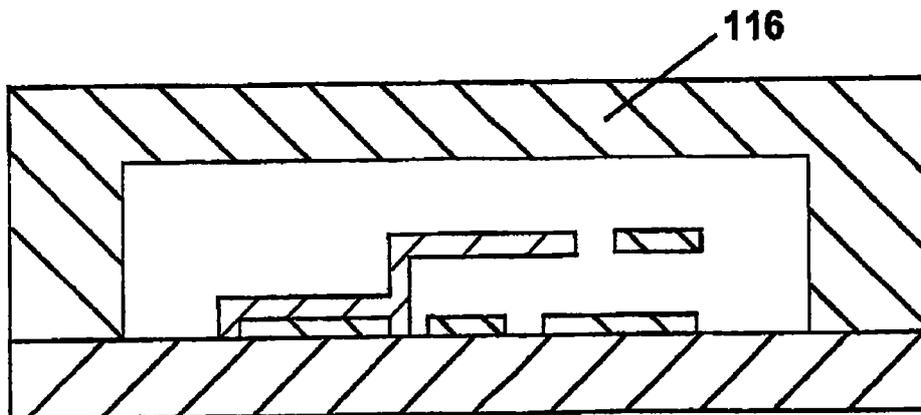
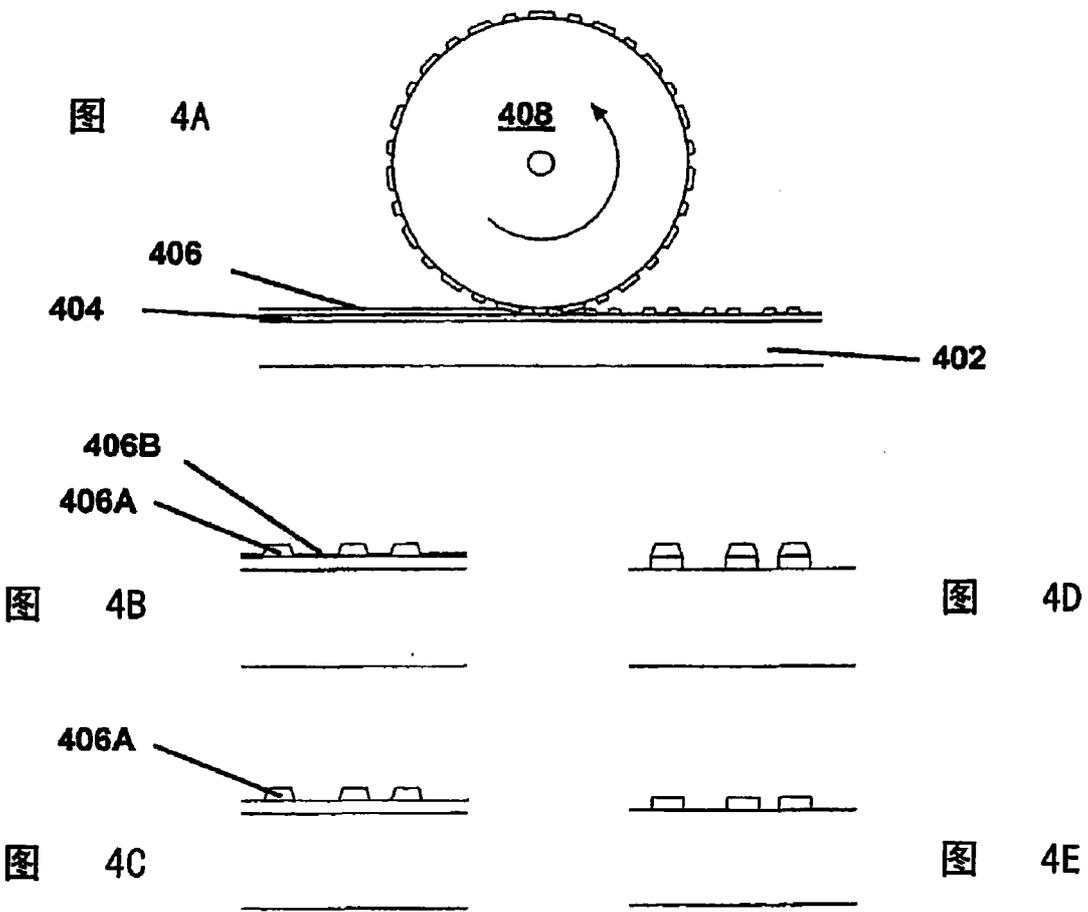


图 3



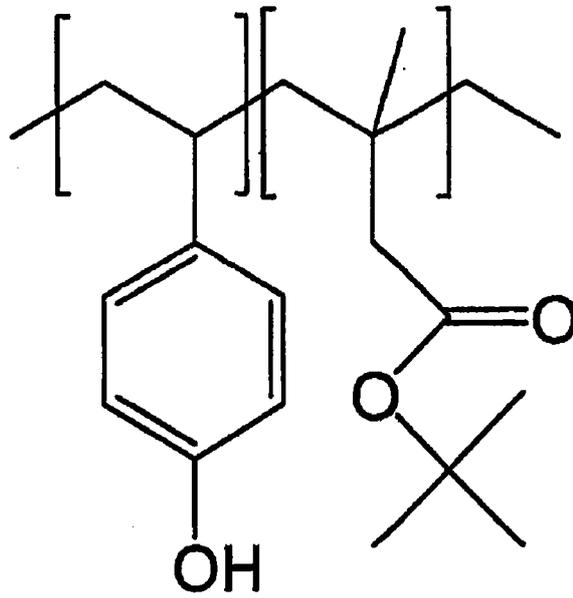


图 5A

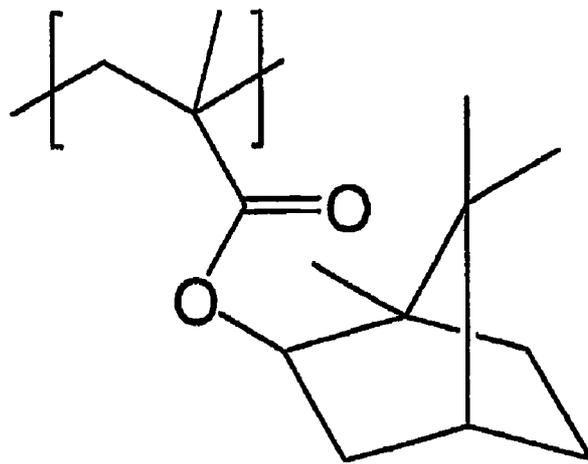


图 5B

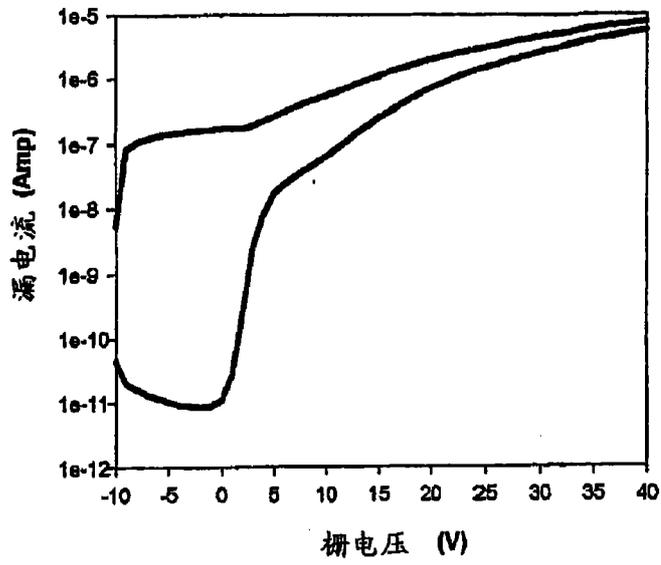


图 6

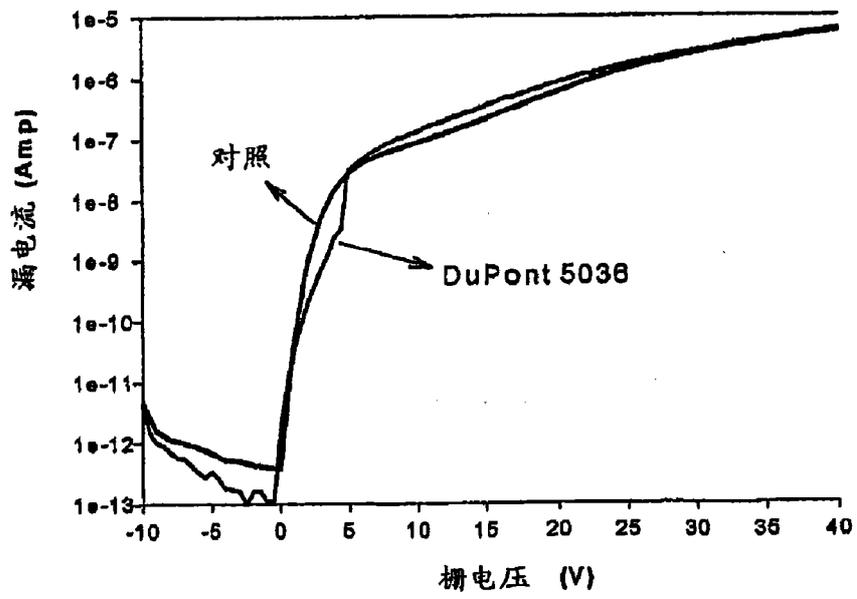


图 7

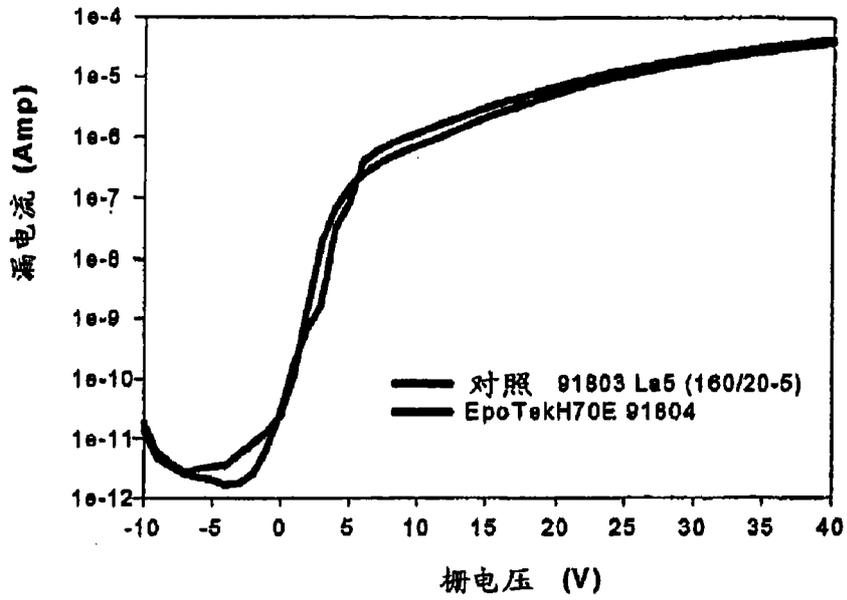


图 8

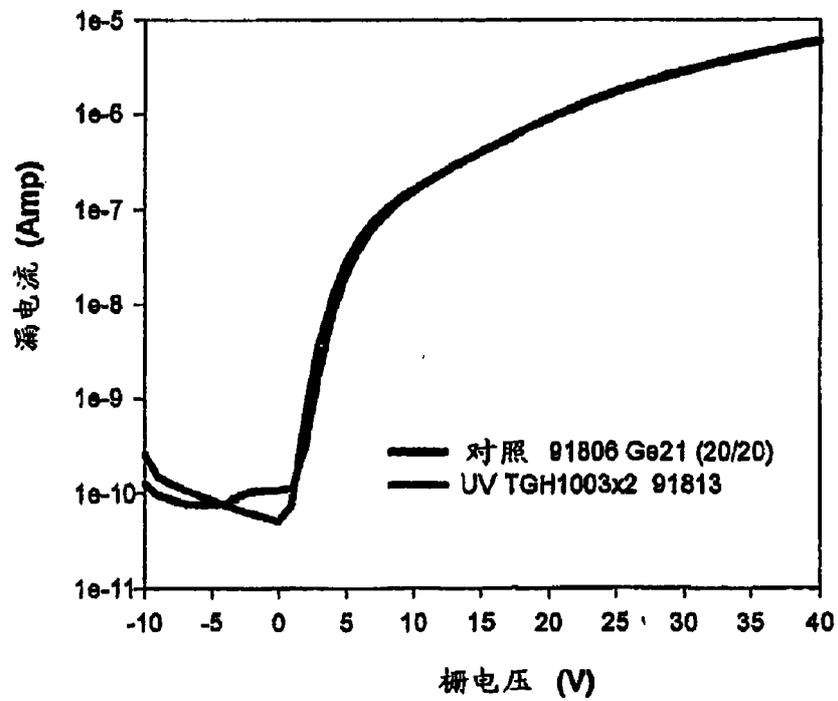


图 9

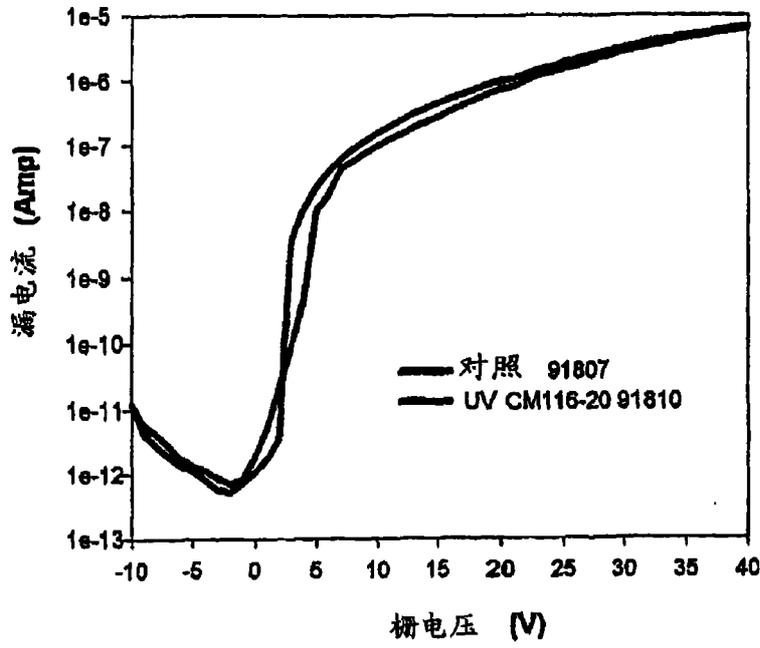


图 10

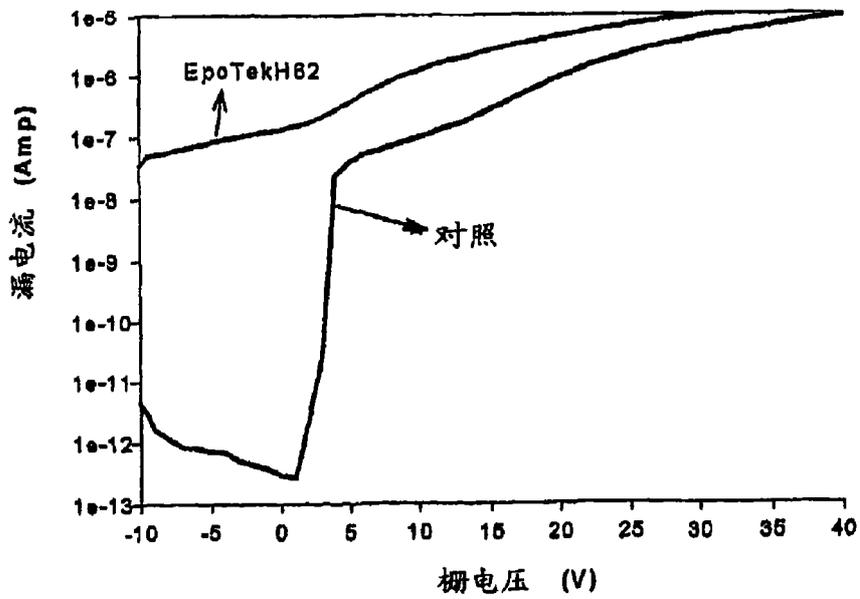


图 11

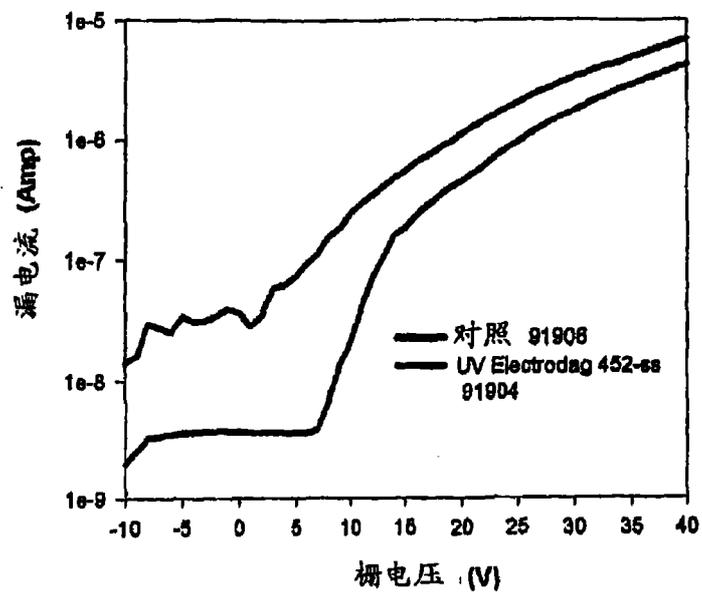


图 12