

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/167 (2006.01)

G09G 3/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310123446.5

[45] 授权公告日 2007 年 11 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 100350323C

[22] 申请日 2003.12.29

[21] 申请号 200310123446.5

[73] 专利权人 漳立冰

地址 200126 上海市浦东耀华路 579 弄 6 号 502 室

共同专利权人 陈 宇

[72] 发明人 漳立冰 陈 宇

[56] 参考文献

CN1342735A 2002.4.3

CN1363056A 2002.8.7

CN1453620A 2003.11.5

JP2003-270673A 2003.9.25

CN1453623A 2003.11.5

CN1442743A 2003.9.17

审查员 孙 寒

[74] 专利代理机构 北京市浩天知识产权代理事务所

代理人 阎斌斌

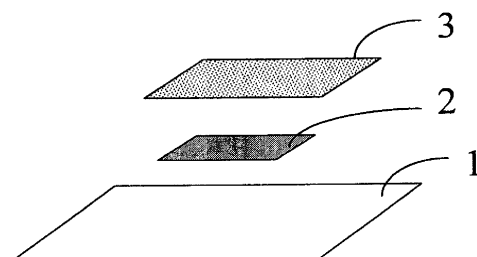
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 6 页

[54] 发明名称

柔性超薄电泳显示屏及其制备方法

[57] 摘要

本发明提供了一种柔性薄型电泳显示屏，其包含上层显示层和下层控制电路，其中所述上层显示层包括有阻隔层的透明导电薄膜基板、显示材料层和粘合层，所述粘合层覆盖整块显示材料层，所述上层显示层和下层控制电路通过所述上层显示层中的粘合层相连，该柔性薄型电泳显示屏结构简单，显示屏的厚度大大减少，可弯曲性能显著提高。本发明还提供的一种柔性超薄电泳显示屏的制备方法，该生产方法和流程，具有流程简单，适合于生产超薄，具有高柔性的电泳显示屏。



1、一种柔性薄型电泳显示屏，其特征在于包含具阻隔性能的上层显示层和下层控制电路，其中所述上层显示层包括有阻隔层的透明导电薄膜基板、显示材料层和纳米复合材料粘合层，所述纳米复合材料粘合层兼粘合层和边缘封装层于一体，所述上层显示层和下层控制电路通过所述上层显示层中的纳米复合材料粘合层相连。

2、如权利要求1所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述有阻隔层的透明导电薄膜基板以对苯二甲酸乙二醇聚酯或萘二甲酸乙二醇聚酯薄膜为基材，在基材上加有一层透明阻隔层，在透明阻隔层上加有一层铟锡氧化物透明导电层。

3、如权利要求1所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述有阻隔层的透明导电薄膜基板的导电层电阻范围为 $30-300\ \Omega/\square$ 。

4、如权利要求1所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述有阻隔层的透明导电薄膜基板在 100°F 和 $90\% \text{RH}$ 条件下，水汽扩散速度低于 $0.2\text{克}/\text{平方米}/\text{天}$ 。

5、如权利要求1所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述有阻隔层的透明导电薄膜基板的塑料基材厚度为 $15-500\text{微米}$ 。

6、如权利要求1所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述有阻隔层的透明导电薄膜基板的塑料基材厚度为 $50-250\text{微米}$ 。

7、如权利要求1所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述显示材料层的厚度为 $1-500\text{微米}$ 。

8、如权利要求1所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述显示材料层的厚度为 $2-100\text{微米}$ 。

9、如权利要求1所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述显示材料层的厚度为 $5-50\text{微米}$ 。

10、如权利要求1所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述下层控制电路由直接驱动式、被动式矩阵或主动式矩阵方法驱动。

11、如权利要求1所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述下层控制电路包括下层控制电路基板、至少一层介电层和至少一层导电层。

12、如权利要求11所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述下层控制电路基板为金属薄片或带有阻隔层的塑料薄膜，在 100°F 和 $90\% \text{RH}$ 条件下，所述下层控制电路基板的水汽扩散速度低于 $0.2\text{克}/\text{平方米}/\text{天}$ 。

13、如权利要求11所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述下层控制电路基板为不锈钢薄片。

14、如权利要求11所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述带有阻隔层的塑料薄膜中的阻隔层包括金属镀层、无机陶瓷层或有机阻隔层。

15、如权利要求1所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述纳米复合材料粘合层的电阻率和所述上层显示层的电阻率接近或所述纳米复合材料粘合层的介电常数和所述上层显示层的介电常数接近。

16、如权利要求15所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述纳米复合材料粘合层包含75-95%体积比的高分子材料和1-20%体积比的纳米无机物。

17、如权利要求16所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述高分子材料包括聚乙烯-醋酸乙烯酯、聚酯、环氧树脂、聚氨酯、丙烯酸酯或多种前述材料的混合物。

18、如权利要求16所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述纳米无机物包括纳米粘土、二氧化硅、纳米纤维、纳米硅氧化物，且所述纳米无机物大小为1-100纳米。

19、如权利要求15所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述纳米复合材料粘合层包含0-5%体积比的去静电剂，所述纳米复合材料粘合层的电阻率达到 $10^8 \sim 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 范围。

20、如权利要求19所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述去静电剂为阳离子去静电化合物、阴离子去静电化合物或导电高分子。

21、如权利要求15或19所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述纳米复合材料粘合层包含0-2%体积比的表面活性剂。

22、如权利要求21所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于所述表面活性剂为硅酮类或山梨醇十二烷基表面活性剂。

23、如权利要求11所述的柔性薄型电泳显示屏，其特征在于还包括一个同样的下层控制电路和一块同样的上层显示层，所述两个下层控制电路共用一下层控制电路基板，并分别位于下层控制电路基板的两侧，其中的一块上层显示层与控制电路基板的一侧下层控制电路粘合，另一块上层显示层与控制电路基板的另一侧下层控制电路粘合，形成一双面显示屏。

24、一种制造权利要求1所述的柔性薄型电泳显示屏的方法，其包括以下步骤：

(100)：上层显示层成卷连续生产中，显示材料在有阻隔层的透明导电薄膜基板上成块状连续地涂布形成显示材料层；

(110)：将一层粘合层连续地涂布覆盖于显示材料层之上，形成上层显示层；

(120)：沿材料显示层之间的有阻隔层的透明导电薄膜基板中缝处切割成块状的上层显示层；

(130)：在下层控制电路基板上制作电路的介电层和导电层以形成下层控制电路；

(140)：将上层显示层和下层控制电路通过粘合层结合于一体。

25、一种制造权利要求23所述的柔性薄型电泳显示屏的方法，其包括以下步骤：

(200)：上层显示层成卷连续生产中，显示材料在有阻隔层的透明导电薄膜基板上成块状连续地涂布形成显示材料层；

(210)：将一层粘合层连续地涂布覆盖于显示材料层之上，形成上层显示层；

(220)：沿材料显示层之间的有阻隔层的透明导电薄膜基板中缝处切割成块状的上层显示层；

(230)：在下层控制电路基板的两侧制作电路的介电层和导电层以形成共用一下层控制电路基板的两个下层控制电路；

(240)：将两块上层显示层分别和两下层控制电路通过粘合层结合于一体，形成一双面显示的显示屏。

26、如权利要求24或25所述的一种制造柔性薄型电泳显示屏的方法，其特征在于所述步骤(100)或步骤(200)利用片状式涂布或预计量型涂布方法。

27、如权利要求24或25所述的一种制造柔性薄型电泳显示屏的方法，其特征在于所述步骤(130)或步骤(230)下层控制电路的介电层和导电层利用聚合物厚膜技术或真空沉积技术制成。

28、如权利要求24或25所述的一种制造柔性薄型电泳显示屏的方法，其特征在于所述步骤(140)或步骤(240)利用加热，加压或热压制膜方法结合。

29、如权利要求24或25所述的一种制造柔性薄型电泳显示屏的方法，其特征在于所述步骤(110)或步骤(210)中粘合层利用熔化挤压法、溶液混合法或原位合成法制备。

柔性超薄电泳显示屏及其制备方法

技术领域

本发明涉及一种柔性超薄电泳显示屏的结构、材料组成及其制备方法。

背景技术

在显示屏研究和开发领域，塑基显示屏因其重量轻，可弯曲和可成卷批量生产，一直是人们致力开发的热点。这些显示屏包括液晶显示，有机发光二极管，微包容电泳显示等。

显示屏装置需要有显示部分和驱动电路。对于非柔性显示屏，显示材料及其背后的电路都是制备于玻璃基板上。由于玻璃有着优异的防水（汽）和防气扩散渗透性能，通常在显示屏制备后期，通过边缘封装就可达到显示材料和外界环境隔绝，从而使显示屏有稳定的使用寿命。而对于柔性显示屏，显示材料及其背后的电路需要制备于塑料基板上。由于塑料基板可成卷地进行生产和处理，显示材料通常是连续地，不间断地涂布或印刷于塑料基板上。

相比于玻璃，水汽和氧气很容易通过塑料层扩散渗透至显示材料，影响显示屏正常工作和使用寿命。暴露的显示层四周边缘也是水汽和氧气的扩散途径。目前的一般解决办法是在显示屏前和电路背后的塑基材料都各加上一层或多层、带有粘合剂的保护膜，以维持显示屏正常工作和延长其使用寿命，通常，保护膜的水汽扩散速度在 100°F 和 90%RH 的条件下应低于 0.2 克/平方米/天。

图 1 所示是现有柔性薄型电泳显示屏的结构图，如图所示，包括从上至下的上层保护层 25、上层基板 26、显示材料层 27、粘合层 28、下层控制电路 29 及下层保护层 30，沿着显示层四周都有边缘密封层 31，图中只画了两侧。

图 2 所示是现有柔性薄型电泳显示屏的流程图，第一步是在透明导电薄膜基板上连续、不间断地涂布形成显示材料层，步骤 300；将普通粘合层连

续地涂布于显示材料层之上，形成上层显示层，步骤 310；将上层显示层切割成所需尺寸，步骤 320；切割后的上层显示层边缘清理，步骤 330；采用塑料薄膜为基板，制成下层控制电路，步骤 340；将上层显示层和下层控制电路结合于一体，形成显示屏，步骤 350；将上层保护层，下层保护层和显示屏结合于一体，形成具有保护层的显示屏，步骤 360；最终显示屏的四周边缘密封，步骤 370。

PCT专利 WO01/67170A1 公布了一种非常复杂的微杯电泳显示屏的成卷生产方法，共包括 10 个步骤。和图 2 流程不同的是，在形成上层显示层之前，在上层基板先涂布一保护层材料，然后压模成杯，固化；在形成显示层之后，再利用多步流程，在显示层上形成热固性的下层保护层；最后再利用粘合层将上层显示与下层电路结合。

Ei ji Nakamura 等在 SID'98 Digest, 1014 (1998)的“Development of electrophoretic display using microencapsulated suspension”中，报告了用刮刀式方法连续涂布微包容电泳显示材料于 ITO 塑料薄膜上。

在上述现有的方法中，其材料显示层 27 和粘合层 28 都是连续无间隔地涂布的。利用这些生产方法，在上层显示层需要被切割成所需大小的过程中，其间包含的化学物质，如溶剂、粉末颗粒等，会散布于上层显示层边缘。在进行下一步流程前，这些残留化学物质需要从上层显示层边缘清除，否则就会造成仪器和材料污染。

这种制备方法，在生产流程后期，还要在上层显示层四周边缘用密封材料加以包封，由于塑基材料的柔软性，这一工序的完成会有很大困难。

此外，由于在显示层上下两面需另外增加保护层，显示屏的厚度就大大增加，外加的保护层和边缘封装材料使显示屏可弯曲性能显著降低。

综上所述，目前现有的柔性电泳显示制造工艺和流程复杂，直接影响产率、性能的提高和成本降低。

发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种柔性超薄电泳显示屏，

为了解决上述技术问题，本发明提供了的柔性薄型电泳显示屏，其包含上层显示层和下层控制电路，其中所述上层显示层包括有阻隔层的透明导电

薄膜基板、显示材料层和粘合层，所述粘合层覆盖整块显示材料层，所述上层显示层和下层控制电路通过所述上层显示层中的粘合层相连。

所述有阻隔层的透明导电薄膜基板，其导电层电阻范围在 $10-1000\Omega/\square$ 之间，优选 $30-300\Omega/\square$ ，其水汽扩散速度在 100°F 和 $90\%\text{RH}$ 低于 0.2 克/平方米/天，其厚度为 $15-500$ 微米之间，优选 $50-250$ 微米，其优选为带有铟锡氧化物透明导电层和透明阻隔层的对苯二甲酸乙二醇聚酯或萘二甲酸乙二醇聚酯薄膜。透明阻隔层由无机金属氧化物或有机阻隔化合物组成。

所述显示材料层的厚度为 $1-500$ 微米，优选 $2-100$ 微米，更优选 $5-50$ 微米。

所述下层控制电路可由直接驱动式(Direct-drive)，被动式矩阵 (Passive Matrix Addressing)和主动式矩阵方法(Active Matrix Addressing)驱动，其包括下层控制电路基板，至少一层介电层和导电层，所述下层控制电路基板为金属薄片或带有阻隔层的塑料薄膜，其水汽扩散速度在 100°F 和 $90\%\text{RH}$ 低于 0.2 克/平方米/天，优选不锈钢薄片，所述带有阻隔层的塑料薄膜，其阻隔层包括金属镀层、无机陶瓷层或有机阻隔层。

所述纳米复合材料粘合层包含 $75-95\%$ 体积比的高分子粘合剂和 $1-20\%$ 体积比的纳米无机物，所述高分子材料包括聚乙烯-醋酸乙烯酯(EVA),聚酯 (polyester),环氧树脂(epoxy)，聚氨酯(polyurethane)，丙烯酸酯(acrylics)等，或两种或多种以上上述材料的混合物；所述纳米无机填充剂，包括纳米粘土 (nanoclay)、二氧化硅(silica)、纳米纤维、纳米硅氧化物(Silsesquioxane)等,其大小通常在 $1-100$ 纳米之间；所述纳米复合材料粘合层的组分中还可能包括其他添加物，如高分子材料的电阻率太高，可加入 $0-5\%$ 体积比的去静电剂以调节其电阻率和显示层相近，所述去静电剂为阳离子/阴离子去静电化合物或导电高分子等；为提高涂布效果和涂层质量，可加入 $0-2\%$ 体积比的表面活性剂，如去沫剂如硅酮类(silicone)，润湿剂如山梨醇十二烷基表面活性剂等。

本发明还提供了一种的柔性薄型电泳双面显示的显示屏，其还包括一个相同的下层控制电路和上层显示层，所述两个下层控制电路共用一下层控制电路基板，所述两块上层显示层分别与下层控制电路粘合，形成一双面显示

的显示屏。

由上可知，本发明提供的柔性薄型电泳显示屏结构简单，显示屏的厚度大大减少，可弯曲性能显著提高。

本发明要解决的又一技术问题是提供一种柔性超薄电泳显示屏的制备方法，可以简化现有柔性电泳显示屏的生产程序。

为了解决上述技术问题，本发明提供一种柔性超薄电泳显示屏的制备方法，其包括以下步骤：

上层显示层成卷连续生产中，显示材料在有阻隔层的透明导电薄膜基板上成块状连续地涂布形成显示材料层 100；

将一层粘合层连续地涂布覆盖于显示材料层之上，形成上层显示层 110；

沿材料显示层之间的有阻隔层的透明导电薄膜基板中缝处切割成块状的上层显示层 120；

在下层控制电路基板上制作电路的介电层和导电层以形成下层控制电路 130；

将上层显示层和下层控制电路通过粘合层结合于一体 140。

本发明还提供一种柔性超薄电泳双面显示的显示屏的制备方法，其包括以下步骤：

上层显示层成卷连续生产中，显示材料在有阻隔层的透明导电薄膜基板上成块状连续地涂布形成显示材料层 200；

将一层粘合层连续地涂布覆盖于显示材料层之上，形成上层显示层 210；

沿材料显示层之间的有阻隔层的透明导电薄膜基板中缝处切割成块状的上层显示层 220

在下层控制电路基板的两侧制作电路的介电层和导电层以形成共用一下层控制电路基板的两个下层控制电路 230；

将两块上层显示层分别和两下层控制电路通过粘合层结合于一体，形成一双面显示的显示屏 240。

上述步骤 100 或步骤 200 利用片状式涂布或预计量型涂布方法；上述步骤 130 或步骤 230 中电路的介电层和导电层利用聚合物厚膜技术或真空沉积

技术制成；上述步骤 140 或步骤 240 利用加热，加压或热压制膜方法结合；上述步骤 110 或 210 中粘合层利用熔化挤压法、溶液混合法或原位合成法制备。

由上可知，本发明的生产方法和流程，具有流程简单，适合于生产超薄，具有高柔性的电泳显示屏。

附图说明

图 1 是现有柔性薄型电泳显示屏的结构图。

图 2 是现有的塑基电泳显示屏的生产流程图。

图 3 是本发明第一实施例塑基电泳显示屏的生产流程图。

图 4 是本发明第一实施例上层显示层制备方法的示意图。

图 5 是本发明第一实施例上层显示层的结构示意图。

图 6 是本发明第一实施例上层有阻隔层的透明导电薄膜基板的结构图。

图 7A 和图 7B 是微包容电泳显示技术中微球在显示层的单层分布和多层分布的示意图。

图 8 是图 5 中结构的下视图。

图 9 是图 8 中上层显示层切割后的剖面图。

图 10A、图 10B 是本发明第一实施例下层控制电路数码型电路的俯视图和剖面图。

图 11 是本发明第一实施例上层显示层和下层控制电路经层压制成终端显示屏的示意图。

图 12 是本发明第二实施例共用一层基板的双面下层控制电路。

图 13 是本发明第三实施例塑基电泳显示屏的生产流程图。

图 14 是本发明第三实施例下层控制电路主动式矩阵电路的结构示意图。

具体实施方式

本发明实施例的塑基电泳显示屏的制备方法如图 3 所示，包括以下步骤：

上层显示层成卷连续生产中，显示材料在有阻隔层的透明导电薄膜基板

上成块状连续片状涂布形成显示材料层，步骤 100；

将一层纳米复合材料粘合层连续地涂布覆盖于显示材料层之上，形成上层显示层，步骤 110；

沿材料显示层之间的有阻隔层的透明导电薄膜基板中缝处切割成块状的上层显示层，步骤 120；

采用不锈钢薄膜或带有阻隔层的塑料薄膜为基板，利用聚合物厚膜技术制作电路的介电层和导电层，形成下层控制电路，步骤 130；

采用滚筒层压法将上层显示层和下层控制电路结合于一体，形成本发明实施例的显示屏，步骤 140。

本实施例的上层显示层的具体涂布方式请参照图 4，在上层显示材料层的成卷连续生产中，根据所需显示屏大小，由薄膜涂布仪 4 精确控制显示材料的用量，在有阻隔层的透明导电薄膜基板 1 上，连续成块地涂布，形成电泳显示材料层 2。显示材料层在烘干区 5 经紫外或加热烘干处理，然后由粘合层涂布仪 6 连续地涂布一层粘合层 3 于材料显示层 2 之上。得到的上层显示层的结构图如图 5 所示。也可以采用其它预计量型的(premetered)涂布方法，如狭缝模具式，斜板式(slide coating)等等。

本实施例上层显示材料的透明基材采用带有铟锡氧化物(ITO)透明导电层和透明阻隔层的对苯二甲酸乙二醇聚酯(PET)或萘二甲酸乙二醇聚酯(PEN)薄膜，如美国 Shedahl 公司的 G901400 系列的 159980 和 159512 产品，其水汽扩散速度在 100°F 和 90%RH 均低于 0.1 克/平方米/天。如图 6 所示，ITO 透明导电层 14 的电阻范围可在 10—1000Ω/□之间，30—300Ω/□更佳。阻隔层 15 可防湿气和空气通过，PET，PEN 等塑料基材 16 的厚度范围可在 15—500 微米之间，50—250 微米更佳。外围保护层 17 可采用硬膜涂层(hard-coat)、紫外光吸收层等。

电泳显示早在七十年代由 Ota 发明，利用有色带电粒子在电场下移动而显色。其显示屏都是制作于玻璃基板上。日本专利 2551783 公开了一种微包容电泳显示技术，这样包容有色带电粒子悬浮液的微球 12，可分散于高分子 13 液体或分散液中，利用涂布仪精确涂层或印刷。电泳显示材料层 2 厚度可通过微球大小，涂层配方和涂层印刷速度等加以控制。商业用的涂布方法包括浸沾式(dip coating)，刮刀式(knife or blade coating)，狭缝模具式(slot-die

coating), 滚筒式(roll coating)等, 涂层湿膜厚度通常在 1—500 微米之间, 对电泳显示屏应用来说, 材料显示层厚度在 2—100 微米较好, 5—50 微米更佳。微球在材料显示层的分布可呈单层紧密排列, 如图 7A 所示; 或多层紧密排列, 如图 7B 所示。

本发明的涂布方法将原有的连续无间断的涂布方式改为连续块状涂布, 形成上层显示层。在本实施例中采用的是片状式涂布(patch coating)方法。片状式涂布仪的系统组成主要有: 模具、精密的感测器、抽取装置、管路流动控制阀和可程式控制器(PLC), 多家公司如 3M, Toshiba Battery, Toray Engineering 等都有公布各自的技术, 具体描述可参见 US patent 5,360,629 (Milbourn 等, 1994), US patent 5,882,407 (Takeno 等, 1999), US patent 5,882,408 (Fujita, 1999)。

图 8 所示是图 5 的下视图, 如图所示, 本发明分割上层显示层时, 沿材料显示层之间的有阻隔层的透明导电薄膜基板 1 中缝 18 处切割, 这样, 切割处不会有残留显示材料的污染。因而可以省去清理切割边缘污染的步骤。上层显示材料切割后的剖面图则如图 9 所示。

上层显示材料中的粘合层不仅起着对上层显示层的密封作用, 即兼现有技术中粘合层和边缝密封层于一体, 还起着和下层控制电路的相连作用。该粘合层可以是一层介电层, 它的电阻率或介电常数应和显示层接近, 和下层控制电路材料相容, 它还应具有很好的防湿隔气的功能。

本发明实施例采用的纳米复合材料粘合层利用溶液混合法制备。该方法首先制备高分子材料溶液, 再混入纳米无机物。在制备粘合层混合物时, 如果高分子起始材料是固体片块, 它们需要先溶解于相应的溶剂中, 如 Resolution Performance Products 公司的 Epon 2003, 需要先溶解于丙酮中, 制成 30—50% 的溶液。如果高分子起始材料是预先溶解的溶液或水相分散液, 就可以节省溶解这一步骤。在 50% (重量比) 的环氧树脂分散液 (Resolution Performance Products 公司的 EPI-REZ 3519-W-50) 中, 加入 10% (重量比) 硅烷化的二氧化硅 Acti-Min (ITC 公司), 利用商业用的普通搅拌机搅拌均匀。

溶液混合法制备而成的粘合层可运用多种涂布方法, 如刮刀式(knife or blade coating), 狭缝模具式(slot-die coating), 滚筒式(roll coating)等。对电泳显示应用, 粘合层涂层湿膜厚度通常在 1—100 微米之间, 2—50 微米较好, 5

—25 微米更佳，本实施例粘合层涂层湿膜厚度为 10 微米。

本实施例的下层控制电路采用直接驱动式(Direct-drive)，直接驱动式电路分数码型和点阵型，它们都可用聚合物厚膜技术制成。例如，多层介电和导电层可用网眼印刷法涂布。介电和导电层的材料有很多厂家供应，如美国 Acheson 和 DuPont 公司的聚合物厚膜 PTF 系列墨水，包括紫外固化和热固化介电材料，炭黑导电墨水和银导电墨水等。在生产过程中，采用金属薄片如不锈钢薄片，或采用带有阻隔层（包括金属镀层，无机陶瓷层或有机阻隔层）的塑料薄膜为下层控制电路基板，制成的电路和上层显示层结合后，就无需额外的保护膜和额外的层压工艺。可利用的下层控制电路基板材料如 Toray 公司的 PC-2 系列薄膜(水汽扩散速度 0.14 克/平方米/天)，Honeywell 公司的薄膜 Aclar 22C (水汽扩散速度 0.10 克/平方米/天)，Aclam TC100 (水汽扩散速度 0.062 克/平方米/天)，Aclam TC200 (水汽扩散速度 0.023 克/平方米/天)，Nippon Steel 公司的不锈钢薄片 SUS type 304 系列 (水汽扩散速度低于 0.001 克/平方米/天)。

图 10A、图 10B 是下层控制电路数码型电路的俯视图和剖面图，如图所示，该数码型电路由下层控制电路的基板 7，基板上形成有连接电极 8 和介电层 9，连接电极 8 穿过介电层 9 与下层控制电路的线段电极 10 电连接。

将上层显示材料和下层控制电路结合于一体，可采用加热，加压或热压三种方法。目前，商业用的真空热压(vacuum lamination)，滚筒层压(roll lamination)等皆可运用于此，本实施例采用滚筒层压法。参见图 11，层压过程中，粘合层 3 可产生一定的形变，与下层控制电路的材料(8, 9, 10)相连，产生无空隙的密封。在层压加热，加压过程中，粘合层 3 也可与下层控制电路的材料(8, 9, 10)发生界面化学反应，产生更紧密的密封，例如，如粘合层 3 与下层控制电路的材料都带有氢氧化硅($-\text{Si}-\text{OH}$)基团，它们就会在界面形成硅氧键($-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$)的键合。

由此形成的塑基电泳显示屏如图 11 所示，这种显示屏结构简单，无需额外的保护阻隔层和边缘密封，从而可使显示屏达到厚度低，重量轻和高度柔韧的性能。

第二实施例

本实施例塑基电泳显示屏的制备方法与第一实施例基本相同，只是在粘合剂材料制备方法和下层控制电路的结构上有所不同。

本实施例采用的粘合层纳米复合材料是利用原位合成法 (in-situ polymerization) 制备的，实施例一中的粘合层是直接利用预先合成的高分子，原位合成法则从高分子材料单体开始，在分子材料的合成过程中，加入纳米无机物。这样制备的粘合层，纳米无机物在分子基材中分布更均匀，从而可使粘合层对水和氧气的阻隔性能提高更多。多种高分子合成法均可运用于此，如逐步加成聚合、自由基聚合和离子聚合等。可制成粘合剂的高分子包括聚酯、聚氨酯、丙烯酸酯等。

本实施例提出一个制程为聚氨酯纳米复合材料的制备方法：在装有搅拌器、温度计、回流冷凝器的反应瓶中，加入 100 克聚醚多元醇(上海高桥石化三厂，120℃真空下脱水 30min，冷却至常温，加入 21 克甲苯二异氰酸酯单体(上海化学试剂厂)及溶于 N-甲基-2-吡咯烷酮的二羟甲基丙酸(中国 Suny Chem International)6 克，加入 15 克 (~5% 体积比) 纳米粘土 (Pai Kong Ceramic Materials 公司的 PK 系列)，于 65℃ 反应 3 小时；降温至 40℃，加入含 5 克三乙胺的水溶液 (BASF 公司)，反应 40 分钟。冷却至室温，加入 2 克乙二胺(广州化学试剂厂)扩链，即可得到聚氨酯纳米复合材料的分散液。在此制程中，异氰酸酯单体，与多元醇及二羟甲基丙酸的摩尔比： $\text{NCO}/\text{OH} > 1$ ，多元醇与二羟甲基丙酸的摩尔比为 1:1，三乙胺与二羟甲基丙酸的摩尔比接近 1:1，乙二胺摩尔数接近： $(\text{NCO}/\text{OH} - 1)$ 。

关于聚氨酯的制备和交联改进，更多实施方法可参见参考文献 US Patent 4,092,286 (Noll et al., 1978), US Patent 4,820,762 (Tsaour et al., 1989), D. Dietrich, Progress Org. Coatings, 9, 281 (1981) 等。

通常为提高涂层质量，在原位合成的高分子纳米复合物中，还需加入去沫剂，硅酮类(BYK 公司的 BYK-075)，范围为 0.1% (体积比)；润湿剂如山梨醇十二烷基表面活性剂(Aldrich 公司的 Triton X-100)，范围为 0.3% (体积比)。原位合成的纳米复合粘合层适用的涂布方法和厚度控制与实施例一相似。

本实施例在制作下层控制电路时，是在基板的两面都产生了控制电路，如图 12 所示，基板两面的控制电路可以是相同或不同设计，但通过上述层压方法，控制电路的两面都可分别和上一层显示材料相连。这样，就制成了

一种两面显示的显示屏。

第三实施例

本实施例塑基电泳显示屏的制备方法如图 13 所示，包括以下步骤：

上层显示层成卷连续生产中，显示材料在有阻隔层的透明导电薄膜基板上斜板涂布成块状显示材料层，步骤 200；

将一层纳米复合材料粘合层连续地涂布覆盖于显示材料层之上，形成上层显示层，步骤 210；

沿材料显示层之间的有阻隔层的透明导电薄膜基板中缝处切割成块状的上层显示层，步骤 220；

采用不锈钢薄膜或带有阻隔层的塑料薄膜为基板，利用真空沉积法技术制作电路的介电层和导电层，形成下层控制电路，步骤 230；

采用真空热压法将上层显示层和下层控制电路结合于一体，形成本发明实施例的显示屏，步骤 240。

上述方法和第一实施例的大流程上是一致的，但有以下方面不同：

本实施例上层材料的塑料基材是采用具有低电阻 ITO 透明导电层的聚酯 PET 或 PEN 薄膜，如 Sheldahl 公司的 G430300 和 Alpha Display 公司的 AD-30 系列，其导电层电阻分别为 $40\Omega/\square$ 和 $30\Omega/\square$ 。上层显示材料形成时，可采用在第一实施例中介绍的多种涂布方法。本实施采用了预计量型的斜板涂布方法，通过控制流率、涂布速度而达到均匀的涂布厚度。

本发明实施例采用的纳米复合材料粘合层利用熔化挤压法 (melt extrusion) 制备的。该方法是将高分子粘合剂聚乙烯-醋酸乙烯酯 (DuPont 公司的 Elvax 3176, 3200-2) 加热熔化，其熔化温度应低于 230°C ，醋酸乙烯酯含量(VA%)为 18%，再加入 10% 纳米无机物纳米粘土 (Zhejiang Fenghong Clay Chemicals 公司的 Nanolin 系列，搅拌均匀后，由挤压机狭缝挤出而形成涂层。需要指出的是，粘合层的电阻率或介电常数与显示层接近，能使显示层的工作性能优化。由于聚乙烯-醋酸乙烯酯和热熔性聚酯的电阻率通常较高，在高分子粘合剂和纳米无机物混合后，再加入 0.5% Ciba 公司 Irgastat 阳离子或阴离子去静电剂，就会使最终的复合粘合层电阻率降低 $10^8\sim 10^9\Omega\cdot\text{cm}$ ，而和此范围电阻率的显示层匹配。这里的纳米复合材料粘合层的厚度应控制在 5—25 微米，本实施例的厚度为 15 微米。

本实施例是一种柔性高分辨率显示屏，其下层控制电路采用主动式矩阵方法(Active Matrix Addressing)驱动。主动式矩阵电路由薄膜晶体管(TFT)电路构成。柔性薄膜晶体管电路采用金属薄片如不锈钢薄片或镀有金属层的塑料薄膜为下层控制电路基板，薄膜晶体管的金属层、介电层和半导体层利用真空沉积法制作，如图 14 所示。下层控制电路基板 18 为金属薄片或镀有金属层的塑料薄膜，厚度范围可在 15—125 微米之间，25—75 微米更佳；绝缘阻隔层 19 起绝缘和阻隔杂质作用，厚度范围在 0.1-1 微米之间；晶体管门金属层 20 的厚度范围在 0.05-0.5 微米之间；介电层 21 厚度范围在 0.05-5 微米之间；半导体层 22，厚度范围在 0.05-1 微米之间；高掺杂半导体层 23 的厚度范围在 0.01-0.2 微米之间；晶体管源/漏金属层 24 厚度范围在 0.1-1 微米之间。

本实施例采用真空热压法将上层显示层和下层控制电路结合于一体。

在上述内容的基础上，可以对上述实施例做各种变换，例如：本发明并不局限于某一特定的透明基材，也可以采用由美国 Vitex 公司 Barix Coating 技术生产的 Flexible glass 基材，它由多层无机和有机阻隔层组成，具有更好的性能，其水汽扩散速度仅为 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 克/平方米/天；在对显示速度要求不高或像数点数目不大的显示屏中，下层控制电路可采用被动式矩阵方法(Passive Matrix Addressing)驱动；将上层显示层和下层控制电路结合于一体的方法还可以采用其它加热，加压或热压方法。此外，上述三个实施例不同结构或工艺的技术特征可以相互组合，例如，可以采用第三实施例的纳米材料粘合层而同时采用滚筒层压法将上层显示材料和下层控制电路结合于一体。在此不再一一列举。

此外，虽然上述实施例是以塑基电泳显示屏为例，但本发明方法同样可以应用于塑基分散的液晶显示屏(PDLC)，带电双色球(Gyricon)显示屏，有机发光二极管(OLED)显示屏等。塑基分散的液晶材料(PDLC)通常由液晶分子，颜料和高分子材料组成，Gyricon 的带电双色球则悬浮于硅酮油之间，如果连续涂布或印刷这些显示层于成卷的基材上，在后续的切割流程中，将不可避免使显示层周围带有残留化学物质而受污染。本发明有选择地涂布印刷成块，用粘合层密封，不仅节省所需显示层材料，而且不需清洁残留化学物质，在后期组装中，上述显示屏都需要将显示层和下层电路层粘合起来，利

用本发明的粘合层可以将电路和显示层有效地相连起来，又省去了通常所需的边缘密封工序。目前，越来越多的研究集中于柔性有机发光二极管材料的印刷和制作上，本发明的流程和结构也可能用于这一领域，简化其将来的大批量生产。

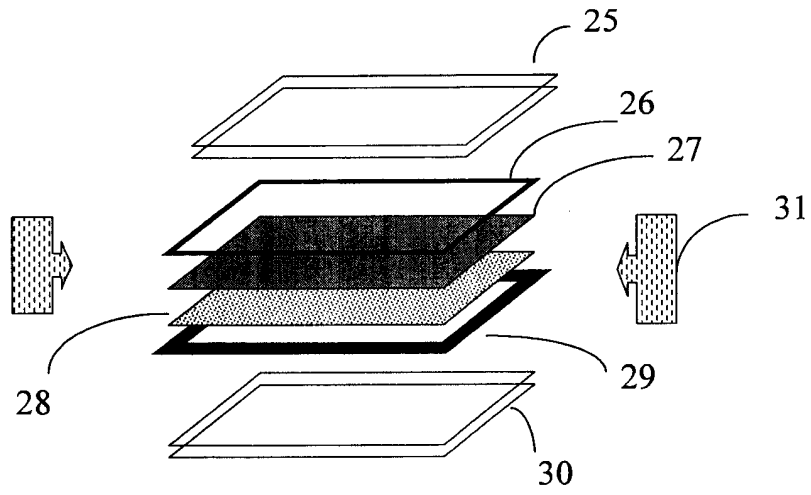


图 1

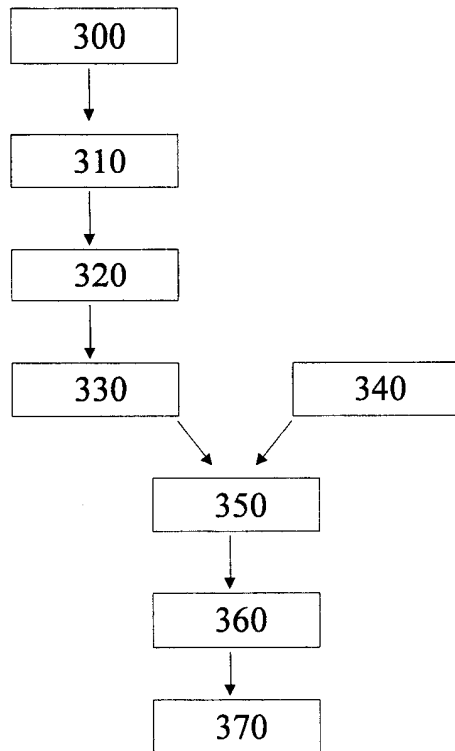


图 2

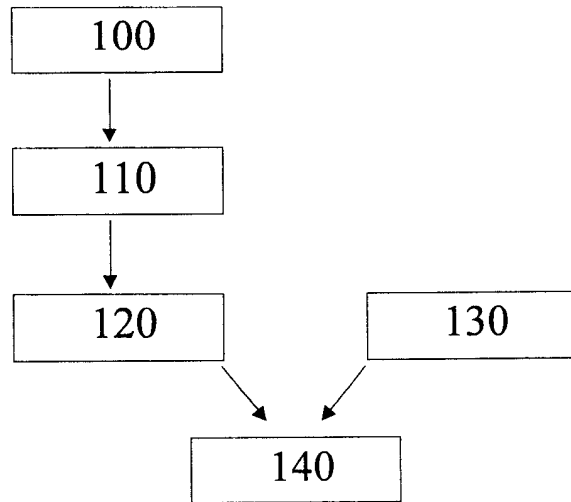


图 3

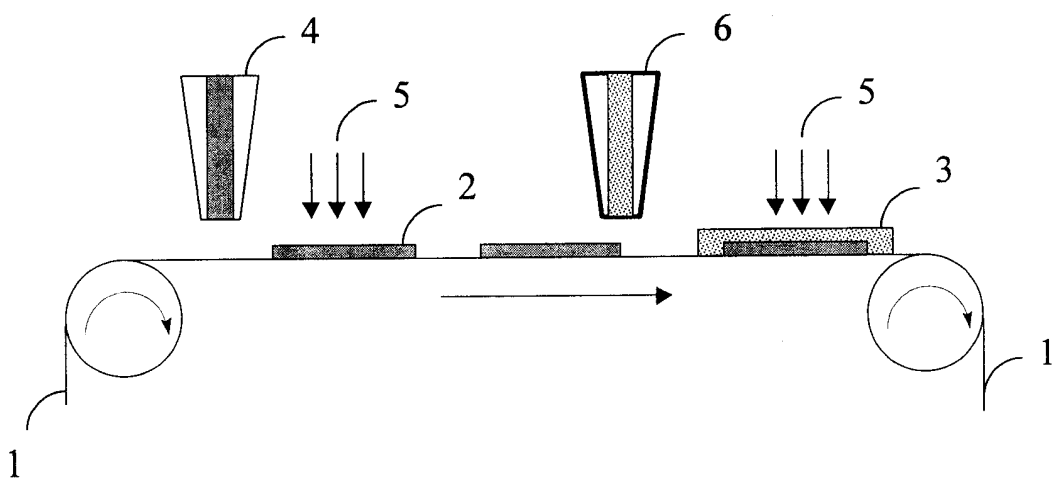


图 4

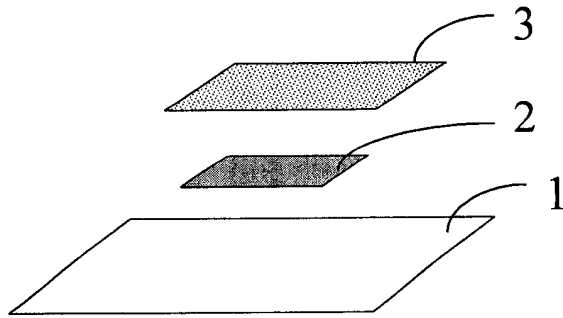


图 5

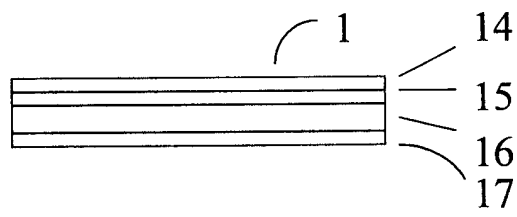


图 6

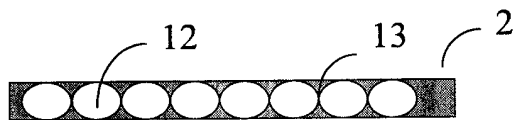


图 7A

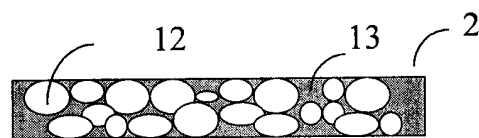


图 7B

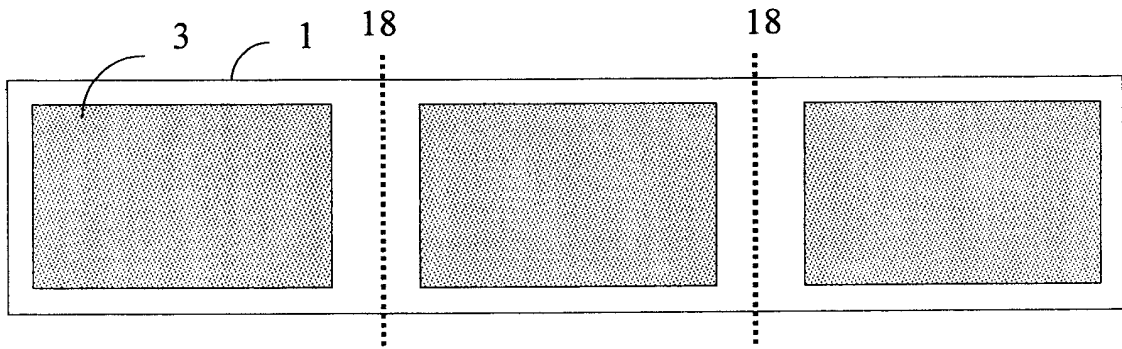


图 8

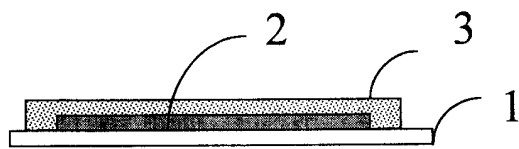


图 9

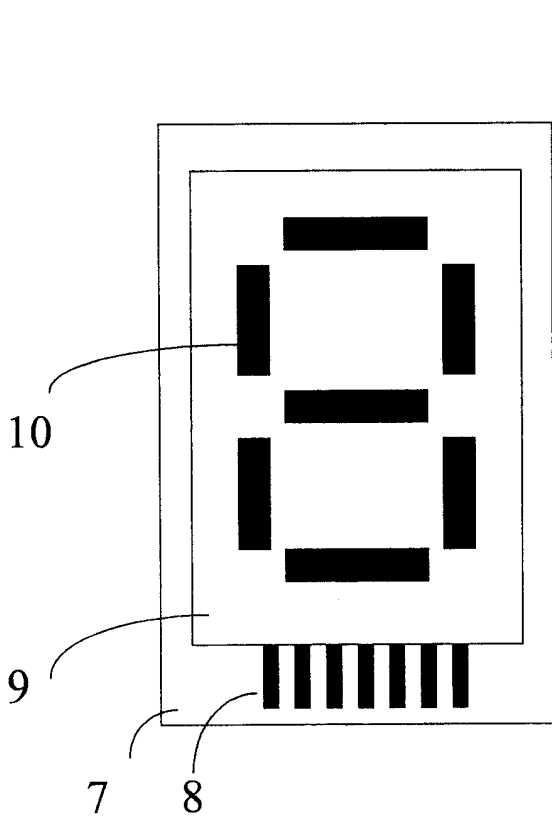


图 10A

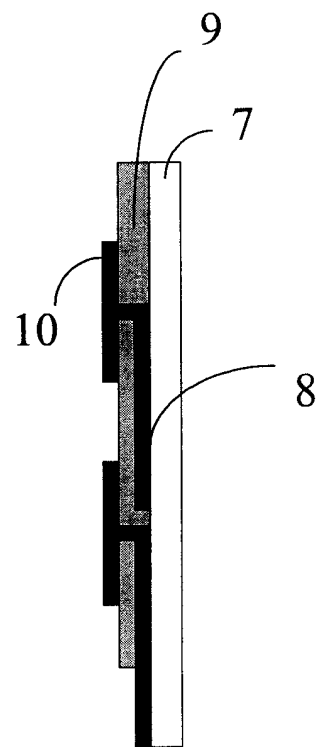


图 10B

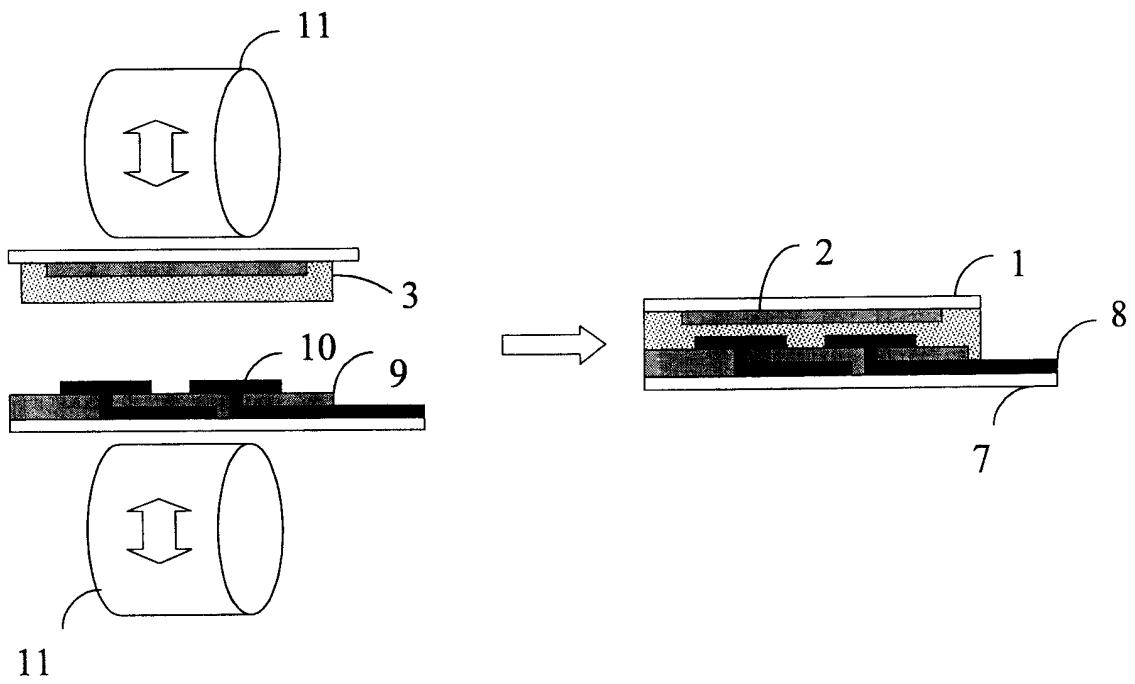


图 11

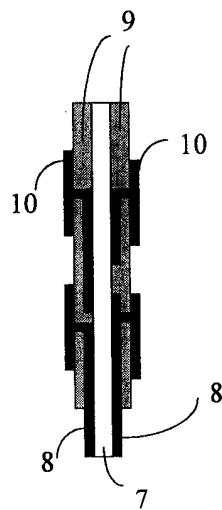


图 12

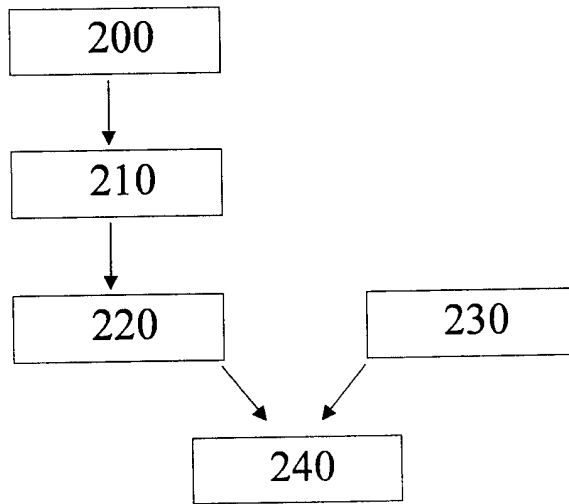


图 13

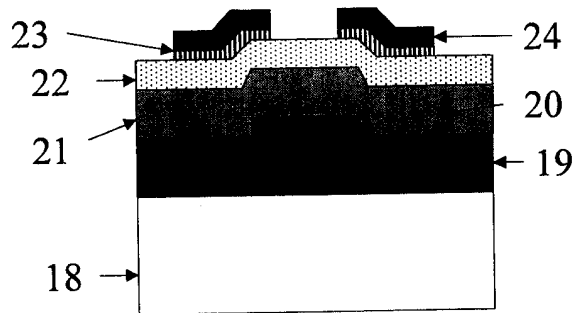


图 14