

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02F 1/133

G02F 1/136

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02116456.8

[43] 公开日 2002 年 9 月 25 日

[11] 公开号 CN 1371017A

[22] 申请日 2002.4.5 [21] 申请号 02116456.8
[71] 申请人 中国科学院长春应用化学研究所
地址 130022 吉林省长春市人民大街 159 号
[72] 发明人 闫东航 袁剑峰 王刚
张坚 王军

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 有源矩阵液晶显示装置及制造方法和材料

[57] 摘要

本发明属于有源矩阵液晶显示装置及制造方法和材料。采用有机薄膜晶体管(OTFT)驱动扭曲向列液晶,最大驱动电压低于 30 伏特。OTFT 中有机半导体层上图形电极的加工方法是使用光刻胶为掩模漏板的剥离技术(lift-off)来图形化源、漏电极的,对有机半导体的损害很小。采用高度有序结晶的有机半导体氟代酞菁铬材料和 OTFT 矩阵的制造方法,材料的迁移率性质在 $0.01\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上,OTFT 性能稳定。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

知识产权出版社出版

权 利 要 求

1、一种有源矩阵液晶显示器件，其特征在于，为有机薄膜晶体管驱动控制液晶显示单元；在有源矩阵液晶显示器的下基板上具有多条栅线和与该栅线垂直交叉的多条信号线形成矩阵象素显示，其中，每个象素具有一个有机薄膜晶体管（OTFT）、象素电容和象素电极，每个 OTFT 栅极与栅线相联，每个 OTFT 源极与信号线相联，每个 OTFT 漏极与象素电极相联；液晶层被夹在上下极板之间，上极板上镀有公共透明电极。

2、如权利要求 1 所述的液晶显示器件，其特征在于，显示单元采用扭曲向列液晶。

3、如权利要求 1 所述的液晶显示器件，其特征在于，所述基板为玻璃或为柔性塑料。

4、制备如权利要求 1 所述的有源矩阵液晶显示装置的方法，其中有机薄膜晶体管的主要制备步骤为：

1) 溅射蒸镀栅线和栅电极，并光刻成型；用于制备栅线和栅电极的材料为 Ta、W、Ti、Mo 中的一种或任意二种的合金金属；

2) 溅射蒸镀栅绝缘膜；该绝缘膜为 Ta₂O₅、Al₂O₃、TiO₂、SiO₂、氧化硅或氮化硅中的一种或任意二种；

3) 溅射蒸镀透明电极(ITO)像素电极并光刻成型；

4) 分子气相沉积制备有机半导体薄膜，在有机薄膜上热蒸发信号线和源、漏电极并采用光刻胶为掩模漏板的剥离技术直接图形化；

其信号线和源、漏电极材料为 Au、Ag、Al、Ba、Ti 或 Mo;

5) 将一层水溶性高分子保护膜兼液晶分子取向层聚乙烯醇旋涂
在矩阵板的上面;

6) 封装液晶盒。

5、如权利要求 4 所述的制备方法，其特征在于，所述有机薄膜
晶体管在室温下载流子迁移率为 0.01 平方厘米每伏每秒(cm^2/Vs)以
上，开关电流比在 10^5 以上，阈值电压 15 伏以下。

6、如权利要求 4 所述的有机薄膜晶体管，其特征在于，所述绝
缘层膜为 Ta_2O_5 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 SiO_2 、氧化硅、氮化硅、(说明书中
没有)聚甲基丙烯酸甲酯、聚酰脲胺或环氧树脂中的一种或任何二种。

7、用于制备权利要求 1 所述的液晶显示器件的材料，其中有机
薄膜晶体管的材料为高度有序结晶的酞菁铜、酞菁锌、酞菁镍、氟代
酞菁铜、氟代酞菁铬、并五苯、五噻吩或六噻吩。

说明书

有源矩阵液晶显示装置及制造方法和材料

技术领域：

本发明涉及一种有源矩阵液晶显示装置。

本发明又涉及一种上述有源矩阵液晶显示装置的制造方法，具体地说涉及有源矩阵液晶显示装置中有机薄膜晶体管的制备方法。

本发明还涉及一种用于制备有机薄膜晶体管的材料。

背景技术：

目前，氢化非晶硅薄膜晶体管有源矩阵液晶显示器（以下简称 a-Si:H TFT AMLCD）以其高品质的视频显示画面，被广泛地作为显示设备应用于如便携式电脑和节省空间型的台式电脑的监视器。随着其市场份额的逐渐增大，人们对其性价比的要求也越来越高。也就是说，a-Si:H TFT AMLCD 的高制作成本已经成为其发展的瓶颈。传统有源矩阵液晶显示器是用 a-Si:H TFT 驱动的。氢化非晶硅薄膜的制备普遍采用等离子增强化学气相沉积（PECVD）的方法。为了获得良好的界面特性栅绝缘膜（一般采用氮化硅、SiO₂ 等）也必须同样的成膜方法。PECVD 设备结构复杂、价格昂贵，并且对反应气体的纯度、本底真空度、基板温度都有很高的要求，而且需要复杂且昂贵的高频电源，这就导致设备和材料成本的提高。例如它需要 99.9999% 纯度的硅烷、磷烷和氢气等气体，以及具有低导热系数耐高温的玻璃

等。由于等离子体区的均匀性极难控制，不容易得到大面积均匀的薄膜。另外，所用的气体具有相当的毒性和易燃性，所以气路系统必须具有极高的密闭性。优质的氢化非晶硅薄膜需要在 300 摄氏度或更高的基板温度下得到，所以使柔性显示成为不可能。由此可以看出，a-Si:H TFT AMLCD 的成本高（尤其在大尺寸情况下）受限于非晶硅半导体层的制备。虽然许多发明者已经提出了一些改进办法以降低 a-Si:H TFT AMLCD 的成本或简化其制造工序，但效果并不明显。

有机薄膜晶体管（OTFT）是采用有机或高分子材料为活性工作物质(以下称为有机半导体)的薄膜晶体管，有机半导体的优点是易于成膜(例如旋涂、蒸镀等)且成膜温度低于 200°C。用 OTFT 取代 a-Si:H TFT 可以大降低液晶显示器的成本还可以实现柔性显示。H.E.A. Huitema 等人 (Applied Physics Letters 第 80 卷, 第 1088 页 2002 年 2 月) 已提出并制造了柔性有源矩阵 PDLC 液晶显示, C.D. Sheraw 等人 (Nature 414 卷, 第 599 页 2001 年 12 月) 也已提出并制造了工艺简单的有源矩阵 PDLC 液晶显示。PDLC 液晶显示的缺点是需要的驱动电压比扭曲向列液晶显示(TNLC)高, 不利于便携式显示。另外, 由于 PDLC 的暗态是靠对光的散射实现的导致图像的对比度不高, 尤其不利于彩色显示。H.E.A. Huitema 等人采用的聚合物半导体材料的迁移率比较低, 需要增大器件的宽长比来提高开态电流, 这样会限制显示分辨率的提高。而 C.D. Sheraw 等人采用并五苯 (Pentacene) 作为半导体层。它的迁移率虽然比较高, 但它的本征电导也比较高, 所以必须增大栅脉冲的正负电压幅度才能达到高的电流开关比。这就增

加了驱动的难度。而且 Pentacene 的化学稳定性较差加工难度大，只能采取源漏电极位于有机层之下的底电极结构。

发明内容：

本发明的目的之一在于提供一种有源矩阵液晶显示装置，具有驱动电压低和采用柔性基板的优点。

本发明的又一目的在于提供一种有源矩阵液晶显示装置的制备方法，具体地说是有源矩阵液晶显示器中的有机薄膜晶体管的制备方法，该方法对有机半导体的损害很小。

本发明的还一目的在于提供一种用于制备有机薄膜晶体管的材料。

为实现上述目的，本发明提供的有源矩阵液晶显示装置，为有机薄膜晶体管驱动控制液晶显示单元，该显示单元为扭曲向列液晶；该装置的具体结构为：

在有源矩阵液晶显示器的下基板上具有多条栅线和与该栅线垂直交叉的多条信号线形成矩阵象素显示，其中，每个象素具有一个 OTFT、象素电容和象素电极，每个 OTFT 栅极与栅线相联，每个 OTFT 源极与信号线相联，每个 OTFT 漏极与象素电极相联，液晶层被夹在上下极板之间，上极板上镀有公共透明电极。

本发明提供的制备上述液晶显示装置中的有机薄膜晶体管的方法，其主要步骤为：

1)、溅射蒸镀栅线和栅电极，并光刻成型；用于制备栅线和栅电极的材料为 Ta、W、Ti、Mo 中的一种或任意二种的合金金属；

2)、溅射蒸镀栅绝缘膜；该绝缘膜为 Ta_2O_5 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、氧化硅或氮化硅的一种或任意二种的合金氧化物，旋涂聚合物栅绝缘膜，该绝缘膜为 PMMA、聚酰氨胺或环氧树脂；

3)、溅射蒸镀透明电极(ITO)像素电极并光刻成型；

4)、分子气相沉积制备有机半导体薄膜，在有机薄膜上热蒸发信号线和源、漏电极并采用光刻胶为掩模漏板的剥离技术直接图形化；其信号线和源、漏电极为 Au、Ag、Ba、Ti 或 Mo；

5)、将一层聚乙烯醇保护膜兼液晶分子取向层旋涂在矩阵板的上面；

6)、封装液晶盒。

本发明提供的用于制备上述液晶显示装置中的有机薄膜晶体管的材料，为高度有序结晶的氟代酞菁铬，其中氟代酞菁铬为六元苯环上至少有一个取代的氟，用该材料制备的有机晶体管器件在室温工作环境下开关电流比大于 10^5 ，场致载流子迁移率大于 $0.01 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ，阈值电压低于 15V，这种晶体管可以应用在柔性有源矩阵液晶和有机发光显示器、柔性存储器、塑料激光器、柔性集成电路和传感器上；

本发明中的基板可以是刚性的玻璃，也可以是柔性的塑料；

本发明中栅极可以是 ITO 透明电极，也可以是金属 Cr, Ta, Al, Mo, Ni、W 电极或它们中任意二种，绝缘层可以是金属和过渡金属的氧化物，也可以是有机聚合物；源极和漏极可以是金属 Cr, Al, Au, Ag 或它们中任意二种。

本发明的优点如下所述：

本发明采用 OTFT 驱动扭曲向列液晶，最大驱动电压低于 30 伏特。

本发明 OTFT 中有机半导体层上图形电极的加工方法是使用光刻胶为掩模漏板的剥离技术（lift-off）来图形化源、漏电极的，与无机半导体工艺中使用的离子束刻蚀或使用刻蚀液方法比较，本发明方法对有机半导体的损害很小。

本发明采用高度有序结晶的有机半导体氟代酞菁铬材料和 OTFT 矩阵的制造方法，材料的迁移率性质在 $0.01\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上，OTFT 性能稳定。本发明也可以采用高度有序结晶的酞菁铜、酞菁锌、酞菁镍、氟代酞菁铜、并五苯、五噻吩或六噻吩。

本发明有机薄膜晶体管驱动的有源矩阵液晶显示装置具有驱动电压低和采用柔性基板的优点。

本发明半导体薄膜具有载流子迁移率高、OTFT 器件加工温度低于 200°C 。

附图说明

图 1 是有源矩阵液晶显示单元像素的结构剖面示意图。

图 2 是用于驱动液晶显示的 OTFT 有源矩阵面板的等效电路图。

图 3 是图 1 中单元像素的结构示意图。

图 4 是上述 OTFT 器件的转移特性曲线；场致迁移率达到 $0.04\text{cm}^2/\text{Vs}$ ，开关电流比达到 10^5 和阈值电压为 15V。

具体实施方式:

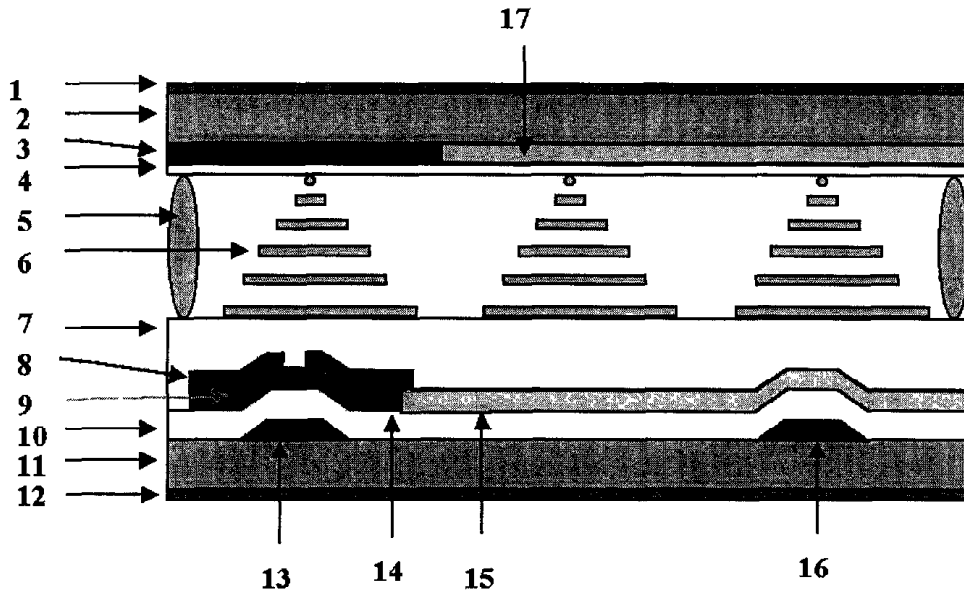
结合附图描述如下,其中图 1 是有源矩阵液晶显示单元像素的结构剖面示意图,图 2 是用于驱动液晶显示的 OTFT 有源矩阵面板的等效电路图,图 3 是单元像素的结构示意图。

实施例

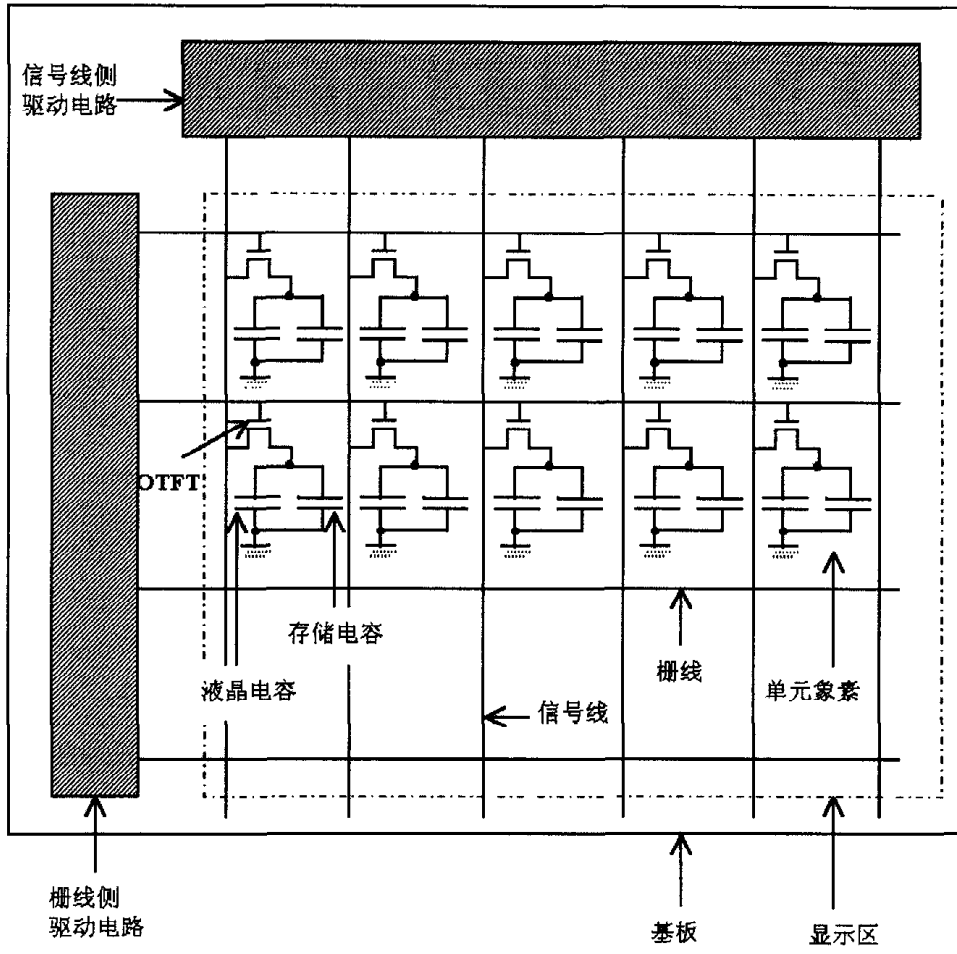
首先是 OTFT 矩阵工艺。在玻璃或柔性塑料基板 11 上用射频磁控溅射方法镀上一层金属 Ta 膜,厚度 200 纳米,并光刻成信号线和栅极形状 13 以及像素存储电容 16,其中刻蚀金属 Ta 采用反应离子刻蚀(RIE)干法技术;用直流磁控溅射方法在栅极 13 和基板 11 上面反应溅射一层 Ta_2O_5 作为栅绝缘层 10,厚度 100 纳米;用直流磁控溅射方法连续溅射一层透明导电膜(ITO),厚度 150 纳米,并利用光刻技术加工成像素电极 15 形状;采用分子气相沉积方法制备结晶有机半导体氟代酞菁层,氟代酞菁为六元苯环上有一个取代的氟,厚度约 40 纳米,并经光刻和 RIE 干法刻蚀成岛状 9,采用剥离技术制作信号线和源电极 8、漏电极 14;旋涂聚乙烯醇水溶液作为保护膜 7 并兼作矩阵基板 11 的液晶分子取向层,厚度 150 纳米;

然后是液晶盒封盒工艺:对带有透明电极 3 和取向层 4 的上基板 2 与矩阵基板 11 一起进行摩擦处理;喷洒液晶盒隔垫物和封盒胶 5;压盒;灌注液晶层 6;点封口胶;贴上下偏振片 1 和 12。

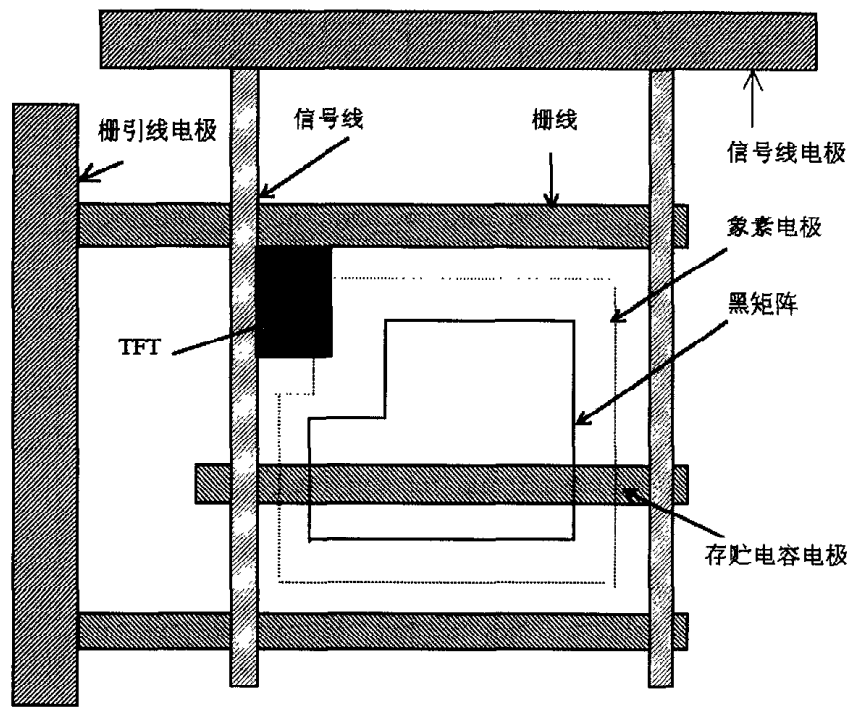
说明书附图



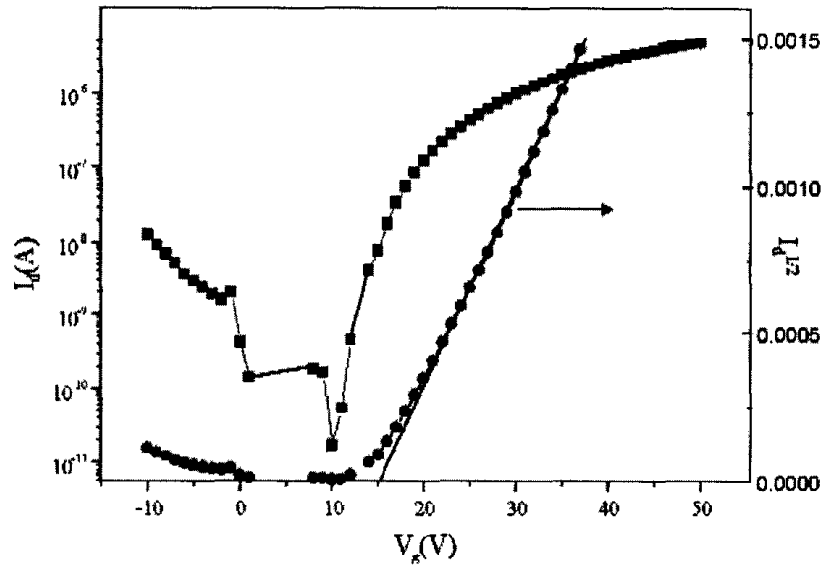
附图 1



附图 2



附 图 3



附 图 4