

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810152752.4

[51] Int. Cl.

G09G 3/32 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

H01L 21/84 (2006.01)

H01L 21/336 (2006.01)

H01L 21/20 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 4 月 8 日

[11] 公开号 CN 101404142A

[22] 申请日 2008.10.31

[21] 申请号 200810152752.4

[71] 申请人 南开大学

地址 300071 天津市南开区卫津路 94 号

[72] 发明人 孟志国 孙鹏飞 李 娟 吴春亚
熊绍珍

[74] 专利代理机构 天津佳盟知识产权代理有限公司

代理人 侯 力

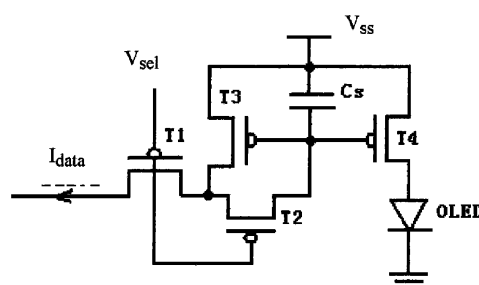
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 10 页

[54] 发明名称

电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路及制备方法

[57] 摘要

本发明公开了一种电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路，包括有：四个多晶硅 TFT 管 T1、T2、T3、T4、一个有机发光二极管 OLED、一个电容 Cs，该 T3、T4 管完全对称，由 T3、T4 构成一个电流镜，T1、T2 作为开关管，行扫描信号加在这两个管的栅极，以控制数据电流的通断，电容 Cs 以电压形式存储显示数据，其两端的电压加载到 T4 的栅极上，以驱动 OLED 发光，所述多晶硅 TFT 管 T1、T2、T3、T4 均为 P 沟道器件。本发明还提供了高质量镜像 TFT 管的横向晶化或激光晶化制备方法。本发明可以提高组成镜像流的 TFT 管的器件特性的一致性与精确性，可以提高 OLED 屏的图像响应速度、图像灰度级和画面显示质量。



1、一种电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路，其特征在于，包括有：四个多晶硅 TFT 管 T1、T2、T3、T4、一个有机发光二极管 OLED、一个电容 Cs，该 T3、T4 管完全对称，由 T3、T4 构成一个电流镜，T1、T2 作为开关管，行扫描信号加在这两个管的栅极，以控制数据电流的通断，电容 Cs 以电压形式存储显示数据，其两端的电压加载到 T4 的栅极上，以驱动 OLED 发光，所述多晶硅 TFT 管 T1、T2、T3、T4 均为 P 沟道器件。

2、如权利要求 1 所述的电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路，其特征在于，运用非晶硅金属诱导单一方向横向晶化或激光晶化在去氢后的非晶硅薄膜上形成多晶硅岛，通过平行选取多晶硅岛中的晶化区间，分别作为镜像管 T3、T4 的沟道区，形成两个高质量的多晶硅 TFT 管，以组成高性能的电流镜。

3、如权利要求 2 所述的电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路，其特征在于，组成电流镜的两个镜像 TFT 管 T3、T4 的导电沟道平行排布，具有相同的沟道长度，并且沟道载流子的输运方向与金属诱导或激光晶化的晶化推进方向平行，该两个晶体管的沟道起始端距离诱导口或矩形激光光斑的起始处的垂直距离相等。

4、如权利要求 3 所述的电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路，其特征在于，所述两个镜像 TFT 管 T3、T4 的沟道起始端距离诱导口或矩形激光光斑的起始处的垂直距离为 5 微米。

5、一种组成电流镜的薄膜场效应晶体管 TFT 的横向晶化制备方法，其特征在于，包括以下步骤：

1) 在大面积透明衬底上沉积氮化硅或 LTO 过度层，用来阻止衬底中的金属杂质向有源层扩散；采用等离子体化学气相沉积 PECVD 或低压化学气相沉积 LPCVD 方法，形成大面积的非晶硅薄膜，并做去氢处理；

2) 在非晶硅薄膜上沉积低温氧化硅 LTO 薄膜，并在适当的位置上刻蚀出长方形的诱导口图形；

3) 采用浸泡镍溶液、真空蒸镀或离子注入方法，形成金属镍的超薄诱导薄膜；

4) 在氮气下, 450 - 600℃退火, 完成金属诱导晶化 MIC 和掩盖层下的发生向内部推进的金属诱导单一方向横向晶化 MIUC 过程;

5) 去除镍的残余物质和掩盖层的 LTO;

6) 光刻出形成电流镜的两个多晶硅 TFT 有源岛图形, TFT 的沟道区平行形成在 MIUC 区间, 并使沟道载流子输运方向与 MIUC 的晶体长形晶粒平行, 与诱导口的长边方向垂直;

7) 沉积多晶硅 TFT 的栅绝缘层;

8) 沉积多晶硅 TFT 的栅电极层, 并光刻出栅电极图形, 该两个多晶硅 TFT 的栅极可连在一起;

9) 采用自对准离子注入的方法, 并在 550℃温度下活化掺杂剂, 形成多晶硅 TFT 的源漏电极和扩展区间;

10) 沉积 LTO 电极间绝缘层, 并光刻出接触孔;

11) 溅射金属电极, 光刻电极图形, 并完成合金化过程。

6、如权利要求 5 所述的组成电流镜的薄膜场效应晶体管 TFT 的横向晶化制备方法, 其特征在于, 将诱导口沿与晶体管导电沟道相垂直的方向展开, 金属诱导晶化方向设置为与导电沟道的载流子输运方向相平行。

7、如权利要求 5 所述的组成电流镜的薄膜场效应晶体管 TFT 的横向晶化制备方法, 其特征在于, 诱导口图形的位置, 诱导口的大小和位置与多晶硅 TFT 在基板上的位置紧密相关联, 诱导口的长边与沟道载流子输运方向垂直, 且两个镜像 TFT 管子沟道起始端到诱导口的距离相等, 以使两个 TFT 管的晶化过程保持一致。

8、一种组成电流镜的薄膜场效应晶体管 TFT 的激光晶化制备方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

1) 在大面积透明衬底上沉积氮化硅或 LTO 过度层, 用来阻止衬底中的金属杂质向有源层扩散; 采用 PECVD 或 LPCVD 方法, 形成大面积的非晶硅薄膜;

2) 对所形成的大面积非晶硅薄膜做脱氢处理;

3) 光刻出形成电流镜的两个多晶硅 TFT 有源岛图形, TFT 的沟道区平行形成在激光晶化区间, 并使沟道载流子输运方向与晶化时矩形激光束的推

进方向平行，且沟道起始端到矩形激光束的起始位置距离相等；

4) 沉积多晶硅 TFT 的栅绝缘层；

5) 沉积多晶硅 TFT 的栅电极层，并光刻出栅电极图形，该两个多晶硅 TFT 的栅极可连在一起；

6) 采用自对准离子注入的方法，并在 550℃ 温度下活化掺杂剂，形成多晶硅 TFT 的源漏电极和扩展区间；

7) 沉积 LTO 电极间绝缘层，并光刻出接触孔；

8) 溅射金属电极，光刻电极图形，并完成合金化过程。

9、如权利要求 8 所述的组成电流镜的薄膜场效应晶体管 TFT 的激光晶化制备方法，其特征在于，经过整形后的激光矩形光斑的扫描前进方向设置为与导电沟道的载流子输运方向相平行。

10、如权利要求 8 所述的组成电流镜的薄膜场效应晶体管 TFT 的激光晶化制备方法，其特征在于，所使用的激光器经过光学系统的扩束，准直，形成一条宽度为 0.4mm 激光光束，激光光束辐射到 a-Si 薄膜的表面，使薄膜表面与激光接触的非晶硅 a-Si 吸收激光能量，温度急剧上升达到熔点，激光光束以一定的重复频率向前移动，熔融的 a-Si 冷却再结晶，形成多晶薄膜，在多晶硅薄膜上选取与激光束前进的方向相平行的方向作为沟道载流子的输运方向，依此来光刻出 TFT 有源区，进而完成电流镜的制备。

电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路及制备方法

技术领域

本发明涉及薄膜微电子电路设计和器件制备技术，特别是涉及一种电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路及制备方法。本发明采用金属诱导单一方向横向晶化或激光晶化技术在去氢后的非晶硅薄膜上形成高质量的多晶硅岛，然后在多晶硅岛上选择特定的区间位置按照平行排布形成一对薄膜晶体管，从而获得由一对材料特性较为一致的薄膜场效应晶体管所组成的电流镜的技术。

背景技术

有机发光二极管 (Organic Light Emitting Diode, OLED) 是一种极具潜力的新型显示器件 (A Novel Technique to Study OLED Function Marc Sims, Steven W. Venter and Ian D. Parker SID 08 Digest page 223), OLED采用电流进行驱动, 传统的驱动方法为采用两管薄膜场效应晶体管 (Thin Film Transistor, TFT) 来驱动, 例如, 中国专利申请号为CN200710056020.0的发明专利说明书公开的名称为“有源驱动有机电致发光显示屏中多晶硅TFT阵列的制作方法”, 但是, 这种采用两管TFT管来进行驱动的电路往往会产生显示屏的显示亮度不均匀的缺点。

为了解决显示屏的显示亮度不均匀性的问题, 源矩阵有机发光二极管 (Active Matrix Organic Light Emitting Diode, AMOLED) 显示屏的像素电路大多采用电流镜镜像的方法来产生驱动电流 (例如, AMOLED Technologies for Uniform Image and Sufficient Lifetime of Image Sticking Yojiro Matsueda, Dong-Yong Shin and Ho-Kyoon Chun SID 08 Digest page 9), 于是这对薄膜场效应晶体管的器件特性提出了更高的要求。

目前, 用于制备AMOLED显示屏的最佳器件是低温多晶硅薄膜晶体管 (Low Temperature Poly Silicon, LTPS), 现在采用的较为成熟的LTPS技术包括有准分子激光退火 (Excimer Laser Annealing, ELA) 的晶化方法 (例如,

美国专利6,071,796, Voutsastolis, “Method of Controlling Oxygen Incorporation During Crystallization of Silicon Film by Excimer Laser Annealing in Air Ambient) 和金属诱导晶化 (Metal Induced Crystallization, MIC)、金属诱导横向晶化技术 (Metal Induced Lateral Crystallization, MILC) (例如, 专利申请号为 CN200510014465.3 的发明专利申请公开的“金属诱导单一方向横向晶化薄膜晶体管器件及制备方法”)。

发明内容

有鉴于此, 本发明的目的是提供一种电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路及制备方法, 可以提高组成镜像流的 TFT 管的器件特性的一致性与精确性, 采用电流镜使得输入信号电流和输出驱动电流成精确的比例, 使得显示屏的显示亮度均匀, 从而可以提高 OLED 屏的图像响应速度、图像灰度级和画面显示质量。

为此, 本发明提供了一种电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路, 包括有: 四个多晶硅 TFT 管 T1、T2、T3、T4、一个有机发光二极管 OLED、一个电容 Cs, 该 T3、T4 管完全对称, 由 T3、T4 构成一个电流镜, T1、T2 作为开关管, 行扫描信号加在这两个管的栅极, 以控制数据电流的通断, 电容 Cs 以电压形式存储显示数据, 其两端的电压加载到 T4 的栅极上, 以驱动 OLED 发光, 所述多晶硅 TFT 管 T1、T2、T3、T4 均为 P 沟道器件。

优选地, 运用非晶硅金属诱导单一方向横向晶化或激光晶化在去氢后的非晶硅薄膜上形成多晶硅岛, 通过平行选取多晶硅岛中的晶化区间, 分别作为镜像管 T3、T4 的沟道区, 形成两个高质量的多晶硅 TFT 管, 以组成高性能的电流镜。

优选地, 组成电流镜的两个镜像 TFT 管 T3、T4 的导电沟道平行排布, 具有相同的沟道长度, 并且沟道载流子的输运方向与金属诱导或激光晶化的晶化推进方向平行, 该两个晶体管的沟道起始端距离诱导口或矩形激光光斑的起始处的垂直距离相等。

优选地, 所述两个镜像 TFT 管 T3、T4 的沟道起始端距离诱导口或矩形激光光斑的起始处的垂直距离为 5 微米。

此外,本发明还提供了一种组成电流镜的薄膜场效应晶体管 TFT 的横向晶化制备方法,包括以下步骤:

1) 在大面积透明衬底上沉积氮化硅或 LTO 过度层,用来阻止衬底中的金属杂质向有源层扩散;采用等离子体化学气相沉积 PECVD 或低压化学气相沉积 LPCVD 方法,形成大面积的非晶硅薄膜,并做去氢处理;

2) 在非晶硅薄膜上沉积低温氧化硅 LTO 薄膜,并在适当的位置上刻蚀出长方形的诱导口图形;

3) 采用浸泡镍溶液、真空蒸镀或离子注入方法,形成金属镍的超薄诱导薄膜;

4) 在氮气下,450-600℃退火,完成金属诱导晶化 MIC 和掩盖层下的发生向内部推进的金属诱导单一方向横向晶化 MIUC 过程;

5) 去除镍的残余物质和掩盖层的 LTO;

6) 光刻出形成电流镜的两个多晶硅 TFT 有源岛图形,TFT 的沟道区平行形成在 MIUC 区间,并使沟道载流子输运方向与 MIUC 的晶体长形晶粒平行,与诱导口的长边方向垂直;

7) 沉积多晶硅 TFT 的栅绝缘层;

8) 沉积多晶硅 TFT 的栅电极层,并光刻出栅电极图形,该两个多晶硅 TFT 的栅极可连在一起;

9) 采用自对准离子注入的方法,并在 550℃温度下活化掺杂剂,形成多晶硅 TFT 的源漏电极和扩展区间;

10) 沉积 LTO 电极间绝缘层,并光刻出接触孔;

11) 溅射金属电极,光刻电极图形,并完成合金化过程。

优选地,将诱导口沿与晶体管导电沟道相垂直的方向展开,金属诱导晶化方向设置为与导电沟道的载流子输运方向相平行。

优选地,诱导口图形的位置,诱导口的大小和位置与多晶硅 TFT 在基板上的位置紧密相关联,诱导口的长边与沟道载流子输运方向垂直,且两个镜像 TFT 管子沟道起始端到诱导口的距离相等,以使两个 TFT 管的晶化过程保持一致。

此外,本发明还提供了一种组成电流镜的薄膜场效应晶体管 TFT 的激光

晶化制备方法，包括以下步骤：

1) 在大面积透明衬底上沉积氮化硅或 LTO 过度层，用来阻止衬底中的金属杂质向有源层扩散；采用 PECVD 或 LPCVD 方法，形成大面积的非晶硅薄膜；

2) 对所形成的大面积非晶硅薄膜做脱氢处理；

3) 光刻出形成电流镜的两个多晶硅 TFT 有源岛图形，TFT 的沟道区平行形成在激光晶化区间，并使沟道载流子输运方向与晶化时矩形激光束的推进方向平行，且沟道起始端到矩形激光束的起始位置距离相等；

4) 沉积多晶硅 TFT 的栅绝缘层；

5) 沉积多晶硅 TFT 的栅电极层，并光刻出栅电极图形，该两个多晶硅 TFT 的栅极可连在一起；

6) 采用自对准离子注入的方法，并在 550℃ 温度下活化掺杂剂，形成多晶硅 TFT 的源漏电极和扩展区间；

7) 沉积 LTO 电极间绝缘层，并光刻出接触孔；

8) 溅射金属电极，光刻电极图形，并完成合金化过程。

优选地，经过整形后的激光矩形光斑的扫描前进方向设置为与导电沟道的载流子输运方向相平行。

优选地，所使用的激光器经过光学系统的扩束，准直，形成一条宽度为 0.4mm 激光光束，激光光束辐射到非晶硅 a-Si 薄膜的表面，使薄膜表面与激光接触的 a-Si 吸收激光能量，温度急剧上升达到熔点，激光光束以一定的重复频率向前移动，熔融的 a-Si 冷却再结晶，形成多晶薄膜，在多晶硅薄膜上选取与激光束前进的方向相平行的方向作为沟道载流子的输运方向，依此来光刻出 TFT 有源区，进而完成电流镜的制备。

由以上本发明提供的技术方案可见，本发明与常规的发明相比，本发明通过特定的电路版图设计和较为优化的工艺制备流程，可以提高组成镜像流的镜像 TFT 管的器件特性的一致性与精确性，从而用于电流型发光器件 OLED 的像素电路，本发明采用大电流输入，以便输出精确的驱动电流去驱动 OLED 发光，对于提高 OLED 屏图像响应速度，图像灰度级，画面显示质量具有积极的意义。

附图说明

图 1 为本发明提供的一种电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路的示意图;

图 2 本发明提供的一种电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路中的电流镜的伏安特性示意图;

图 3 为采用 5 微米工艺所设计的像素单元的版图;

图 4 为在玻璃衬底上形成阻挡层、非晶硅层和 LTO 掩盖层的叠层结构的截面示意图;

图 5 为在玻璃衬底上形成阻挡层、非晶硅层和 LTO 掩盖层的叠层结构的俯视图;

图 6 为 MIUC 多晶硅 TFT 有源岛 TFT 的晶化过程中, 开诱导口并沉积金属镍示意图;

图 7 为 MIUC 多晶硅 TFT 有源岛 TFT 的晶化过程中, 开诱导口并沉积金属镍的俯视图;

图 8 为 MIUC 多晶硅 TFT 有源层多晶硅形成过程示意图;

图 9 为 MIUC 多晶硅 TFT 有源层多晶硅形成过程的俯视图;

图 10 为晶化完成后多晶硅有源岛的设计尺寸与 TFT 沟道尺寸的关系与相对位置示意图;

图 11 为光刻后的两个镜像 TFT 的有源岛的示意图;

图 12 为图 11 中的 TFT 有源岛的侧面图;

图 13 为 TFT 器件的栅电极形成后的示意图;

图 14 是在 TFT 器件上面形成栅电极之后, 采用自对准离子注入方法, 形成多晶硅 TFT 源、漏和源、漏扩展区域的示意图;

图 15 为离子注入后的器件侧面图;

图 16 为本发明所制备的多晶硅 TFT 器件的示意图;

图 17 为多晶硅 TFT 器件形成后的俯视图;

图 18 为在玻璃衬底上形成阻挡层、非晶硅层的叠层结构的截面示意图;

图 19 为晶化多晶硅 TFT 有源层多晶硅形成过程示意图;

图 20 为晶化完成后多晶硅有源岛的设计尺寸与 TFT 沟道尺寸的关系与

相对位置示意图。

具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面结合附图和实施方式对本发明作进一步的详细说明。

参见图 1，本发明提供一种电流镜型 TFT-OLED 显示像素单元电路包括有：四个多晶硅 TFT 管 T1、T2、T3、T4、一个有机发光二极管 OLED、一个电容 C_s ，其中，该四个多晶硅 TFT 管均为 P 沟道器件，T3、T4 管完全对称，由 T3、T4 这两个 TFT 来构成一个电流镜（即镜像电流源），该电流镜为本发明的整个显示像素驱动电路的核心；而 T1、T2 作为开关管，在本发明中，行扫描信号加在这两个管子的栅极，以控制数据电流的通断。在该电路中，电容 C_s 的作用是以电压形式存储显示数据，其两端的电压加载到 T4 的栅极上，以驱动 OLED 发光。

在没有受到外界因素干扰的理想情况下，在显示数据写入期间（ t_{on} ）和显示维持时间（ t_{off} ）内，在本发明提供的上述电路的具体工作时序如下：

1、在显示数据写入期间（ t_{on} ）。

在这个期间，行扫描信号 V_{sel} 为低电平，即行选导通，则 T1、T2 处于导通状态，数据电流 I_{data} 流过 T1、T2 管的漏源两端，对存储电容 C_s 进行充电。当电容 C_s 两端电压达到了能够驱动 T3 管时（即小于 T3 管的阈值电压 V_{th3} 时），T3 管导通并且工作在饱和状态。这时就形成了一条数据电流通路，数据电流 I_{data} 经过 T1、T3 管的漏源两端形成电流回路。

随着对 C_s 的继续充电，T3 管的栅源电压 V_{gs3} 也随之调整，当 V_{gs3} 使得流过 T3 管的电流等于栅源电流 I_{gs3} 时，流过 T2 管的电流为零， C_s 停止充电，驱动过程结束。由于 T3、T4 管构成电流镜结构，从而 T4 管栅极与 T3 管栅极相连，因此 T4 管也导通，并且工作在饱和状态下。在理想情况下，根据电流镜的性质，流过 T4 的漏源电流与 I_{data} 大小基本一致，也就是说 OLED 的驱动电流大小为 I_{data} 。T3 管的栅源电压 V_{gs3} 以及 T4 管的栅源电压 V_{gs4} 将随着 I_{data} 的变化而自动调整，根据下面的公式：

$$\text{数据电流 } I_{data} = \mu_{FET3} C_{OX3} \left(\frac{W}{L}\right)_{T3} \frac{(V_{gs3} - V_{th3})^2}{2} \quad (1)$$

$$\text{OLED 的驱动电流 } I_{oled} = \mu_{FET4} C_{OX4} \left(\frac{W}{L}\right)_{T4} \frac{(V_{gs4} - V_{th4})^2}{2} \quad (2)$$

其中，数据电流 I_{data} 流经 T3 管，其由 T3 管的以下特性决定： μ_{FET3} 载流子迁移率， C_{OX3} 单位面积栅氧层电容，沟道宽长比 W/L ，栅源电压与阈值电压之差 $V_{gs3} - V_{th3}$ 。

OLED 的驱动电流 I_{oled} 流经 T4 管，其由 T4 管的以下特性决定： μ_{FET4} 载流子迁移率， C_{OX4} 单位面积栅氧层电容，沟道宽长比 W/L ，栅源电压与阈值电压之差 $V_{gs4} - V_{th4}$ 。

如图 1 所示，T3 管和 T4 管的具有相同的源极电源电压 V_{ss} ，由电路结构可知 $V_{gs3} = V_{gs4}$ ，假设理想情况下，T3 管和 T4 管的阈值电压 $V_{th3} = V_{th4}$ ，T3 管和 T4 管的其他参数一样，由以上条件和公式 (1)、(2) 可得：电流镜（即镜像电流源）的镜像比例为： $I_{oled} / I_{data} = (\frac{W}{L})_{T4} / (\frac{W}{L})_{T3}$ ，参见如图 2 所示的电流镜的伏安特性示意图。

2、在显示维持时间 (t_{off})。

在此期间内，行扫描信号 V_{sel} 为高电平，开关管 T1、T2 处于截止状态，数据电流不能写入像素电路。此时，存储电容 C_s 由于没有泄放回路，其两端电压理论上维持不变，继续驱动 T4 导通，直到下一帧图像该像素电路重新被选通。电容 C_s 的两端电压 V_{dd} 继续维持 OLED 的驱动电流 I_{data} 不变，即维持 OLED 的亮度。

与现有技术相比较，本发明提供一种电流镜型 TFT-OLED 显示像素单元电路从电路版图和器件的层面上进行双重改善。

由电流镜像素驱动电路的工作原理可知，在实际情况下，由于多晶硅 TFT 器件的均匀性较差，在考虑到栅电容、场效应迁移率和阈值电压的影响之后，

驱动电流 I_{oled} 与输入电流 I_{data} 之间的比例与宽长比的比例并不一致, 因此, 对于电流镜像素驱动电路来说, 如果要能够避免驱动管的阈值电压、场效应迁移率、栅电容等因素的漂移和分布不均匀对显示屏的影响, 就可以使得显示屏的显示亮度均匀, 由 T3、T4 管组成的电流镜电路是该像素驱动的关键部分, 它们的器件特性差异的大小影响驱动 OLED 的显示能力。

本发明提供一种采用金属诱导单一方向横向晶化或激光晶化的途径, 获取高性能的多晶硅薄膜晶体管电流镜的制备方法。运用非晶硅金属诱导单一方向横向晶化或激光晶化在去氢后的非晶硅薄膜上形成多晶硅岛, 通过平行选取多晶硅岛中的晶化区间, 分别作为镜像管 T3、T4 的沟道区, 形成了特定的高质量的多晶硅 TFT 管版图。与常规电流镜相比, 本发明所制备的两个镜像管的器件载流子迁移率, 阈值电压, 栅电容, 亚阈值摆幅非常接近, 镜像电流的比例更加精确地取决于两个 TFT 的宽长比的比例。

在本发明中, 组成电流镜的两个镜像 TFT 管 T3、T4 的导电沟道平行排布, 且具有相同的沟道长度。此外, 沟道载流子的输运方向与金属诱导或激光晶化的晶化推进方向平行, 两个晶体管的沟道起始端距离诱导口或矩形激光光斑的起始处的垂直距离相等。通过设置 T3, T4 的沟道宽度来实现控制两个多晶硅 TFT 管的宽长比构成的比例, 从而控制 I_{data} 和 I_{oled} 的比例。

在本发明中, 在实际制备过程中, 若采用金属诱导单一方向横向晶化的工艺方法, 则将诱导口沿与晶体管导电沟道相垂直的方向展开, 金属诱导晶化方向 (也即与晶体长形晶粒的平行方向) 设置为与导电沟道的载流子输运方向相平行。若采用激光晶化的工艺方法, 则经过整形后的激光矩形光斑的扫描前进方向设置为与导电沟道的载流子输运方向相平行。

在采用金属诱导单一方向横向晶化方法来制备两个镜像 TFT 时, 诱导口图形的位置, 诱导口的大小和位置与多晶硅 TFT 在基板上的位置紧密相关联, 诱导口的长边与沟道载流子输运方向 (也就是金属诱导晶化时诱导前锋的推进方向) 垂直, 且该两个镜像 TFT 管子沟道起始端到诱导口的距离相等, 这样在晶化过程中, 使两个 TFT 管的晶化过程保持一致。

在采用激光晶化的方法来制备两个镜像 TFT 时, 所使用的激光器经过光学系统的扩束, 准直, 形成一条宽度约 0.4mm 的激光光束, 激光光束辐射到

a-Si 薄膜的表面,使薄膜表面与激光接触的非晶硅 a-Si 吸收激光能量,温度急剧上升达到熔点。激光光束以一定的重复频率向前移动,熔融的 a-Si 冷却再结晶,形成多晶薄膜。在多晶硅薄膜上选取与激光束前进的方向相平行的方向作为沟道载流子的输运方向,依此来光刻出 TFT 有源区,进而完成电流镜的制备。

为了获得一对材料特性较为一致的薄膜晶体管,本发明还提供了一种电流镜型 TFT-OLED 显示像素单元电路中组成电流镜的薄膜场效应晶体管 TFT 的横向晶化制备方法,该方法包括以下步骤:

1) 在大面积透明衬底上沉积氮化硅或 LTO 过度层,用来阻止衬底中的金属杂质向有源层扩散;采用化学气相沉积法(如等离子体化学气相沉积 PECVD、低压化学气相沉积 LPCVD 等方法),形成大面积的非晶硅薄膜,并做去氢处理;

2) 在非晶硅薄膜上沉积低温氧化硅(Low-Temperature Oxide, LTO)薄膜,并在适当的位置上刻蚀出长方形的诱导口图形;

3) 采用浸泡镍溶液、真空蒸镀或离子注入方法,形成金属镍的超薄诱导薄膜;

4) 在氮气下,450-600℃退火,完成金属诱导晶化 MIC 和掩盖层下的发生向内部推进的金属诱导单一方向横向晶化(Metal Induced Unilaterally Crystallization, MIUC)过程;

5) 去除镍的残余物质和掩盖层的 LTO;

6) 光刻出形成电流镜的两个多晶硅 TFT 有源岛图形,TFT 的沟道区平行形成在 MIUC 区间,并使沟道载流子输运方向与 MIUC 的晶体长形晶粒平行,与诱导口的长边方向垂直,;

7) 沉积多晶硅 TFT 的栅绝缘层;

8) 沉积多晶硅 TFT 的栅电极层,并光刻出栅电极图形,由原理图可知,该两个多晶硅 TFT 的栅极可连在一起;

9) 采用自对准离子注入的方法,并在 550℃温度下活化掺杂剂,形成多晶硅 TFT 的源漏电极和扩展区间;

10) 沉积 LTO 电极间绝缘层,并光刻出接触孔;

11) 溅射金属电极, 光刻电极图形, 并完成合金化过程。

如上所述, 在采用金属诱导单一方向横向晶化方法来制备两个镜像 TFT 时, 诱导口图形的位置, 诱导口的大小和位置与多晶硅 TFT 在基板上的位置紧密相关联, 诱导口的长边与沟道载流子输运方向, (也就是金属诱导晶化时诱导前锋的推进方向) 垂直, 且两个镜像 TFT 管子沟道起始端到诱导口的距离相等, 这样在晶化过程中, 使两个 TFT 管的晶化过程保持一致。

此外, 为了获得一对材料特性较为一致的薄膜晶体管, 本发明还提供了一种电流镜型 TFT-OLED 显示像素单元电路中组成电流镜的薄膜场效应晶体管 TFT 的激光晶化制备方法, 该方法包括以下步骤:

1) 在大面积透明衬底上沉积氮化硅或 LTO 过度层, 用来阻止衬底中的金属杂质向有源层扩散; 采用 PECVD、LPCVD 等方法, 形成大面积的非晶硅薄膜;

2) 对所形成的大面积非晶硅薄膜做脱氢处理;

3) 光刻出形成电流镜的两个多晶硅 TFT 有源岛图形, TFT 的沟道区平行形成在激光晶化区间, 并使沟道载流子输运方向与晶化时矩形激光束的推进方向平行, 且沟道起始端到矩形激光束的起始位置距离相等;

4) 沉积多晶硅 TFT 的栅绝缘层;

5) 沉积多晶硅 TFT 的栅电极层, 并光刻出栅电极图形, 由原理图可知, 该两个多晶硅 TFT 的栅极可连在一起;

6) 采用自对准离子注入的方法, 并在 550℃ 温度下活化掺杂剂, 形成多晶硅 TFT 的源漏电极和扩展区间;

7) 沉积 LTO 电极间绝缘层, 并光刻出接触孔;

8) 溅射金属电极, 光刻电极图形, 并完成合金化过程。

上述步骤中, 激光器经过光学系统的扩束, 准直, 所形成一条宽度约 0.4mm 的激光光束, 激光光束辐射到非晶硅 a-Si 薄膜的表面, 使薄膜表面与激光接触的 a-Si 吸收激光能量, 温度急剧上升达到熔点, 激光光束以一定的重复频率向前移动, 熔融的 a-Si 冷却再结晶, 形成多晶薄膜。在多晶硅薄膜上选取与激光束前进的方向相平行的方向作为沟道载流子的输运方向, 依此来光刻出 TFT 有源区, 进而完成电流镜的制备。

下面结合具体实施方式来说明本发明的上述技术方案。

具体实施方式一：

本发明提供一种电流镜型 TFT - OLED 显示像素单元电路中薄膜场效应晶体管 TFT 的横向晶化制备方法，该方法采用金属诱导单一方向横向晶化技术。

如图 3 所示，本发明是在透明的玻璃衬底上，在金属诱导单一方向横向晶化制备的多晶硅岛上，按上述薄膜晶体管构建电流镜的方法，该方法在保证器件具有与常规 MIUC 多晶硅 TFT 相同的优良性能的基础上，采用特定的电流镜版图设计，设定了两镜像管的具体位置，明显的改善了电流镜的镜像特性。

如图 4、图 5 所示，制备多晶硅器件的衬底材料为透明的玻璃衬底 101，为阻挡玻璃衬底中的杂质在制备的热过程中向有源层中扩散，在玻璃衬底上沉积氮化硅和 LTO 混合层 102。制备多晶硅材料的前驱物——去氢的非晶硅材料层 103 沉积在氮化硅和 LTO 混合阻挡层 102 上。在非晶硅层上沉积 LTO 覆盖层 104，用于开诱导口，和作为晶化过程中镍源的阻挡层。

如图 6、图 7 所示，为 MIUC 多晶硅 TFT 有源岛 TFT 的晶化过程中，开诱导口并沉积金属镍示意图。在 MIUC 多晶硅 TFT 有源岛晶化过程中，首先在 LTO 覆盖层 104 通过光刻和腐蚀过程形成宽度为 2 微米左右长度为几十微米的细长型诱导口 105，然后将非常薄的一层金属镍 106 沉积在其上，此层薄金属镍在诱导口处直接沉积于所选择的非晶硅膜上。

如图 8、图 9 所示的为 MIUC 多晶硅 TFT 有源层多晶硅形成过程示意图。在氮气气氛下的退火过程中，450 - 600℃退火，处于诱导口下粘附了少量镍的非晶硅区域首先形成不连续的 MIC 结晶区域 105，然后在 MIC 结晶区域 105 两侧的 LTO 覆盖区间下，形成连续的 MILC 区间。MILC 的尺寸由所要制备的 MIUC 多晶硅 TFT 的有源岛长度决定。以沟道长度为 5 微米的 TFT 为例，整个有源岛包括源漏电极、沟道和沟道两边的冗余尺寸设计共 37 微米的距离，在图上标示为“L1”。

图 10 为晶化完成后多晶硅有源岛的设计尺寸与 TFT 沟道尺寸的关系与相对位置示意图。诱导口的长边与沟道延伸方向也就是金属诱导晶化时诱导前

锋的推进方向垂直,且两个镜像 TFT 管子沟道起始端到诱导口 105 的距离相等,大约 5 微米,这样在晶化过程中,使两个 TFT 管的晶化过程保持一致。

图 11 显示了本发明按照图 10 的设计尺寸和位置,进行光刻后的两个镜像 TFT 的有源岛的图形 108 和 109,其包括源漏电极、沟道和沟道两边的冗余尺寸,图 12 显示了图 11 中的 TFT 有源岛的侧面图。

图 13 所示的是 TFT 器件的栅电极形成后的示意图,PECVD 或 LPCVD 的低温栅绝缘层 111 沉积在多晶硅有源岛上,之后,在其上面形成栅电极 110。

图 14 所示的是在其上面形成栅电极 110 之后。采用自对准离子注入方法,形成多晶硅 TFT 源、漏和源、漏扩展区域,在图 15 中显示了离子注入后的器件侧面图。

图 16、图 17 所示的是采用本发明提供的技术所制备的多晶硅 TFT 器件,在完成前面所述过程后,沉积 LTO 电极绝缘层 112,之后完成注入离子的活化过程,开接触孔,形成金属电极 113,合金化后,即完成整个多晶硅 TFT 的制备过程。

具体实施方式二:

本发明还提供了一种电流镜型 TFT-OLED 显示像素单元电路中薄膜场效应晶体管 TFT 的激光晶化制备方法,该方法采用激光晶化技术。

本发明是在透明的玻璃衬底上,采用多晶硅岛上制备激光晶化薄膜晶体管构建电流镜的方法,该方法在保证器件具有与常规激光多晶硅 TFT 相同的优良性能的基础上,采用特定的电流镜版图设计,设定了两镜像管在激光晶化过程中的具体位置,明显的改善了电流镜的镜像特性。

如图 18 所示,制备多晶硅器件的衬底材料为透明的衬底玻璃 201,为阻挡玻璃衬底中的杂质,在器件制备的热过程中向有源层中扩散,在玻璃衬底上沉积氮化硅和 LTO 混合层 202。制备多晶硅材料的前驱物——去氢的非晶硅材料层 203 沉积在氮化硅和 LTO 混合阻挡层 202 上。

图 19 所示为晶化多晶硅 TFT 有源层多晶硅形成过程示意图。在氮气气氛下的退火过程中,形成电流镜的两个多晶硅 TFT 有源岛图形,TFT 的沟道区平行形成在激光晶化区间,并使沟道载流子输运方向与激光晶化时矩形激光束的推进方向平行,且沟道起始端到矩形激光束的起始位置距离相等;以

沟道长度为 5 微米的 TFT 为例，整个有源岛包括源、漏电极、沟道和沟道两边的冗余尺寸设计共 37 微米的距离。

图 20 为晶化完成后多晶硅有源岛的设计尺寸与 TFT 沟道尺寸的关系与相对位置示意图。沟道载流子输运方向与激光晶化过程中激光束的推进方向平行，且两个镜像 TFT 管子沟道起始端到激光束的起始位置的距离相等，大约 5 微米，这样在晶化过程中，使两个 TFT 管的晶化过程保持一致。

有源岛制备完成后，则开始沉积栅绝缘层，栅电极，自对准离子注入形成多晶硅 TFT 源、漏和源、漏扩展区域，沉积 LTO 电极隔离层，完成注入离子的活化过程，开接触孔，形成金属电极，合金化后，即完成整个多晶硅 TFT 的制备过程。这些过程与采用金属诱导单一方向横向晶化的过程类似。

在本发明中，所使用的激光器经过光学系统的扩束，准直，形成一条宽度为 0.4mm 的激光光束，激光光束辐射到 a-Si 薄膜的表面，使薄膜表面与激光接触的 a-Si 吸收激光能量，温度急剧上升达到熔点，激光光束以一定的重复频率向前移动，熔融的 a-Si 冷却再结晶，形成多晶薄膜，在多晶硅薄膜上选取与激光束前进的方向相平行的方向作为沟道载流子的输运方向，依此来光刻出 TFT 有源区，进而完成电流镜的制备。

综上所述，本发明涉及薄膜微电子电路设计和器件制备方法，特别是用于驱动 OLED 的一种电流镜型显示像素单元电路及其制备方法。本发明采用了金属诱导单一方向横向晶化或者激光晶化技术在去氢后的非晶硅薄膜上形成高质量的多晶硅岛，然后在多晶硅岛的选择特定的区间位置按照平行排布形成一对薄膜晶体管，所形成的该对薄膜晶体管的沟道载流子输运方向与多晶硅岛的晶化方向平行，因此，该对薄膜晶体管的器件特性较为一致，从而通过设定两者的宽长比来实现电流镜的镜像比例，获得高质量的像素电流驱动信号。本发明适合制备含电流镜的多晶硅电路，低温多晶硅 OLED 显示器有源选址基板，全集成型 SOP 有源选址基板，以及面阵图像传感器等多种微电子和光电子产品的制备，是具有重要产业应用价值的技术。

以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

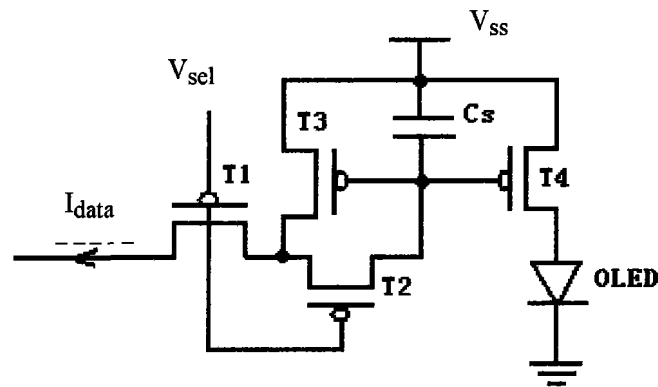


图 1

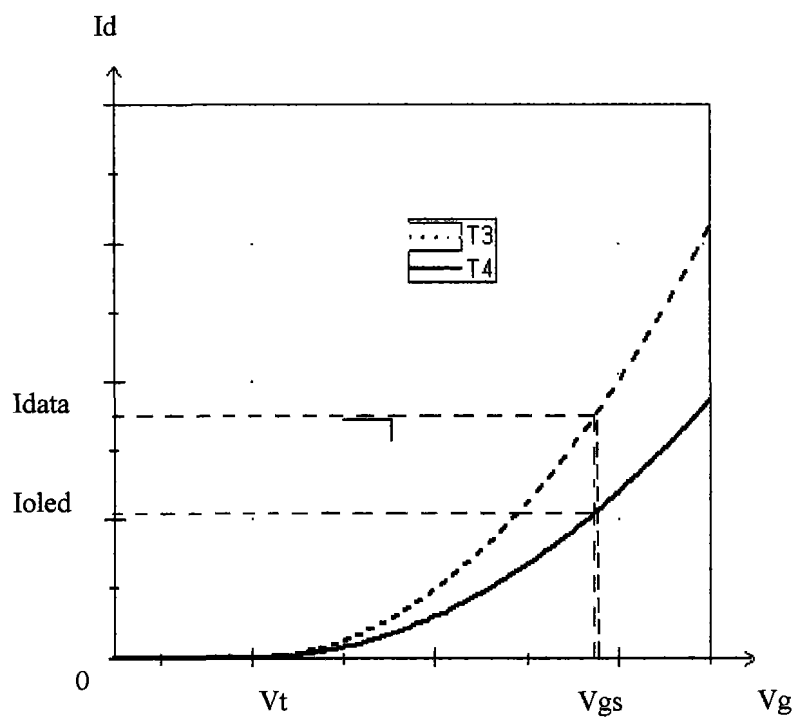


图 2

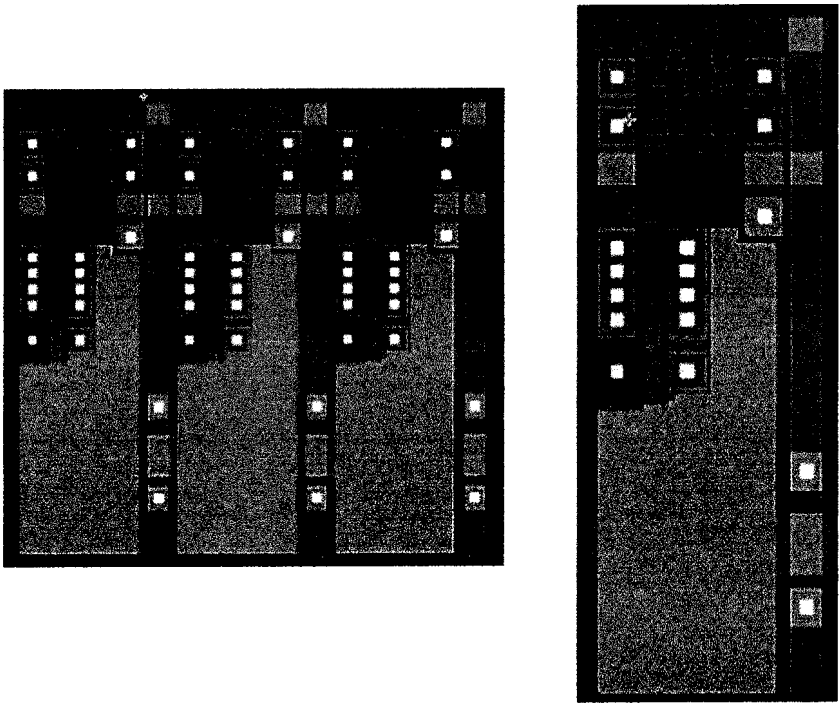


图 3

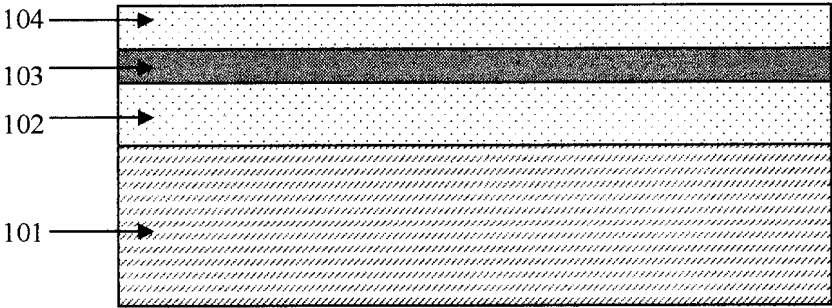


图 4

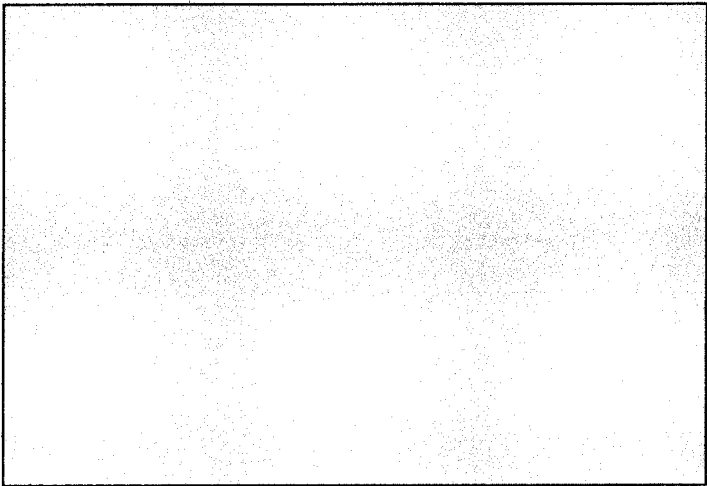


图 5

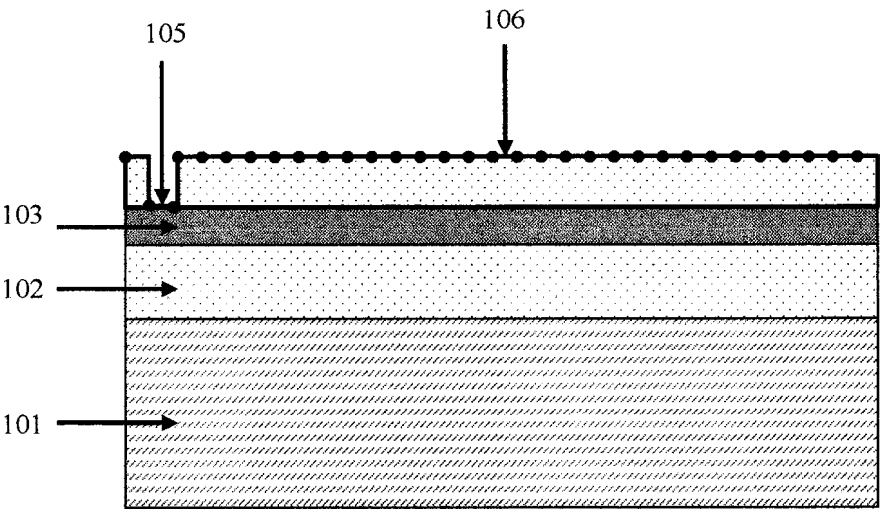


图 6

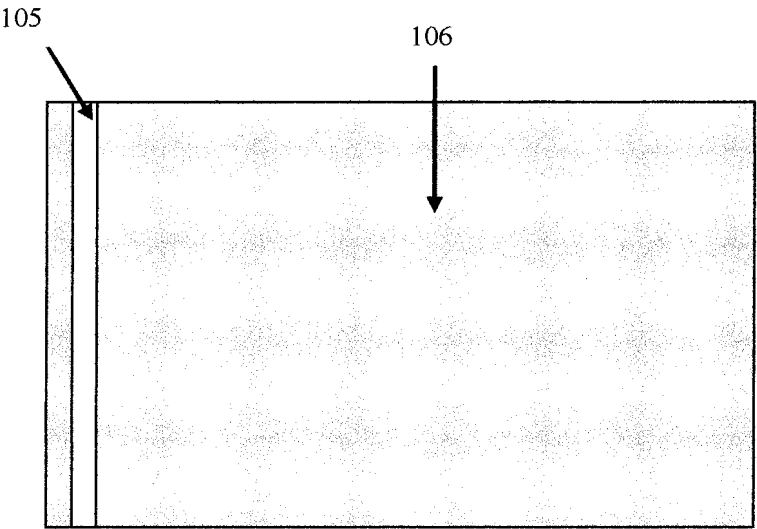


图 7

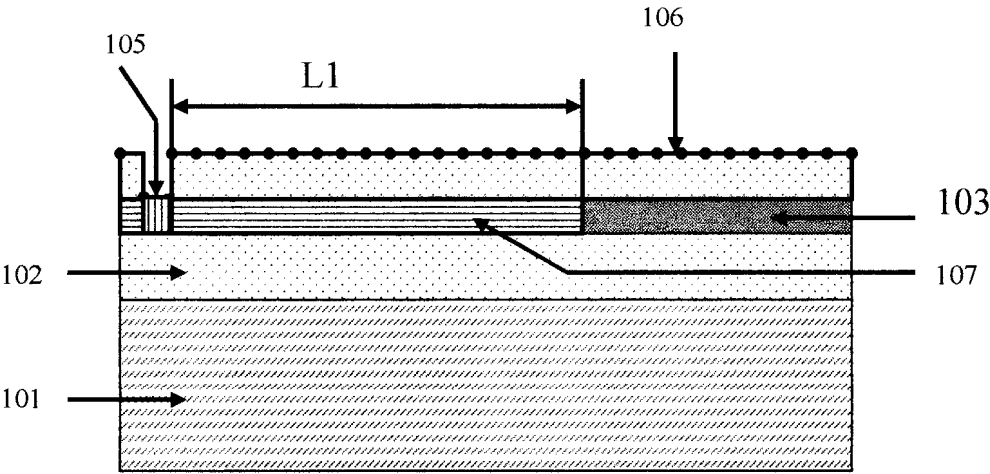


图 8

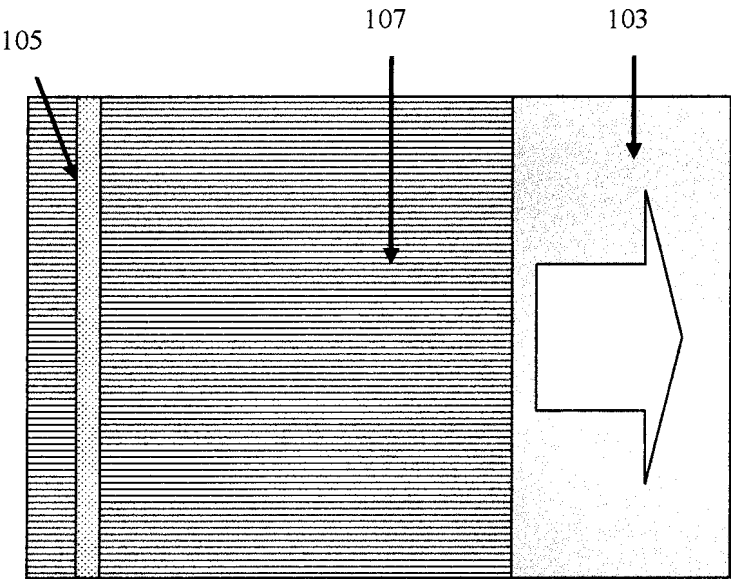


图 9

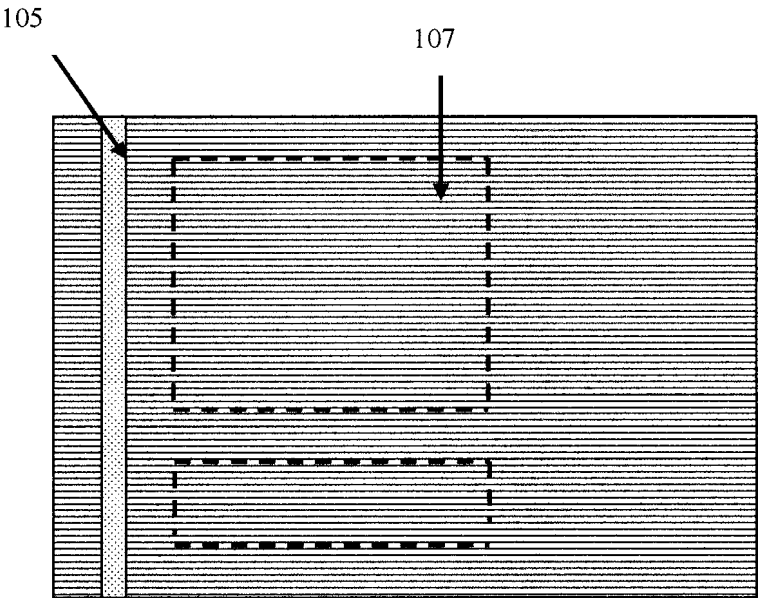


图 10

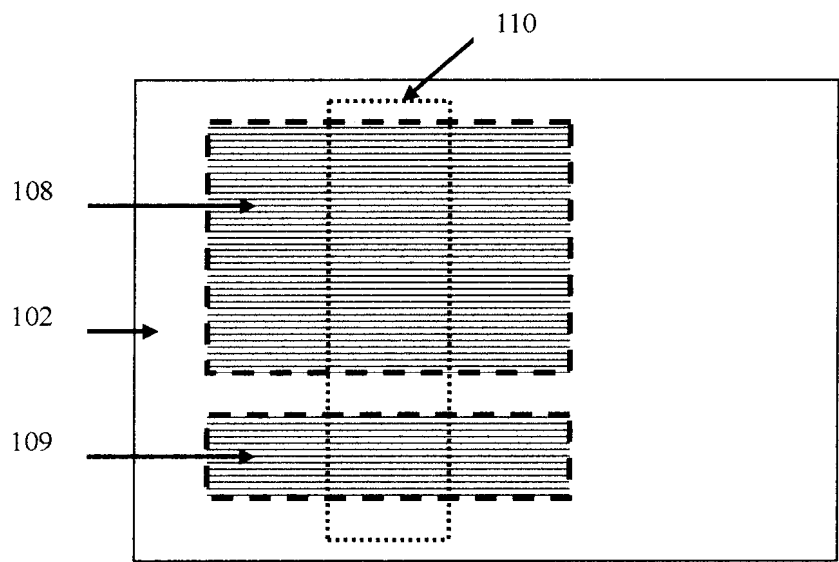


图 11

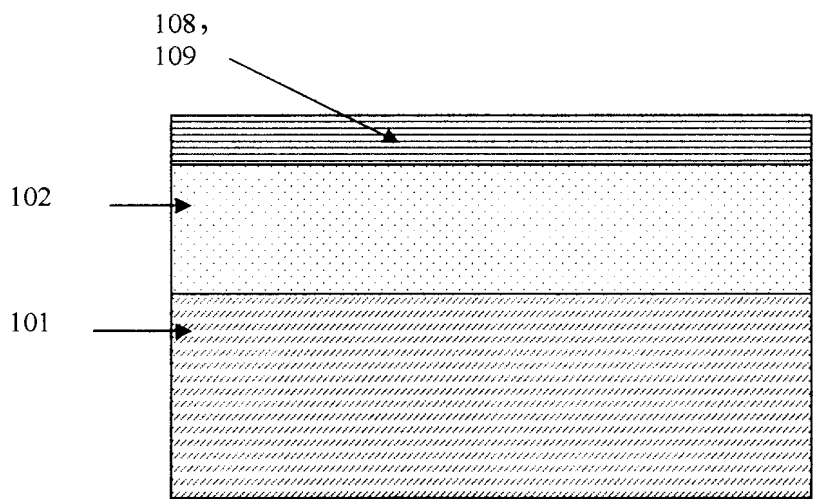


图 12

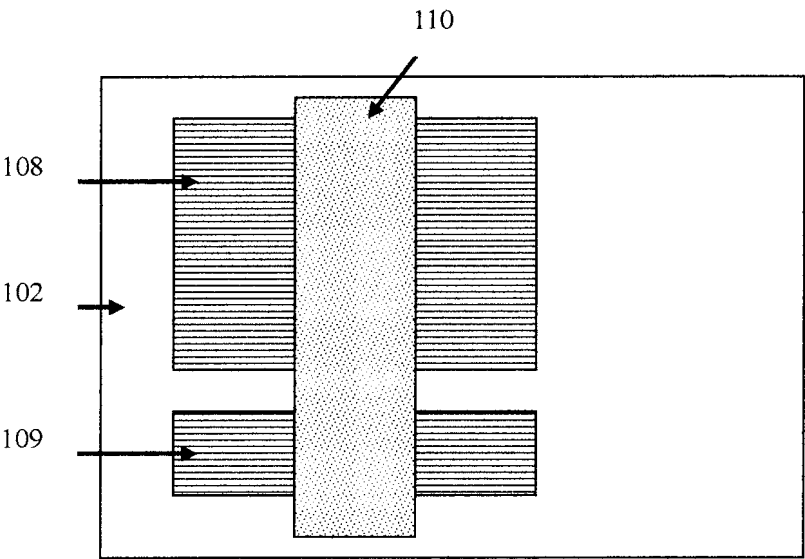


图 13

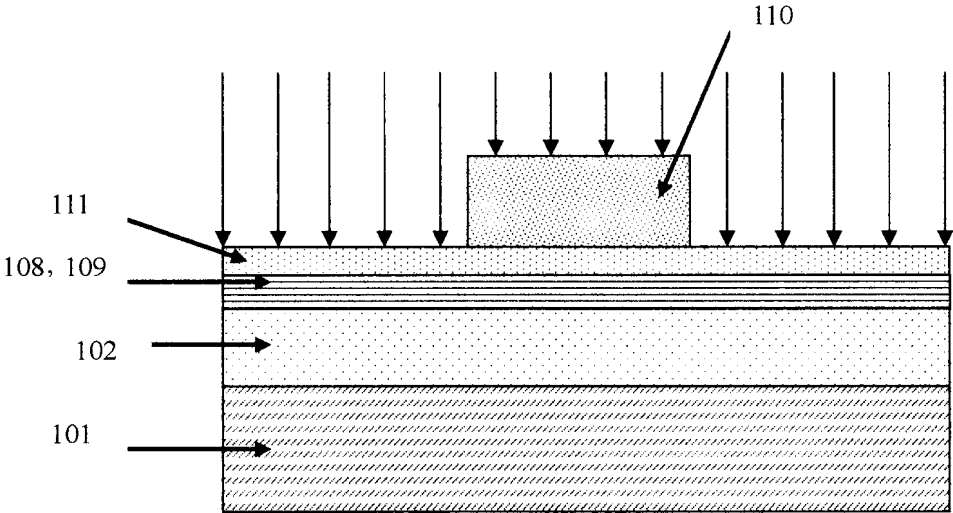


图 14

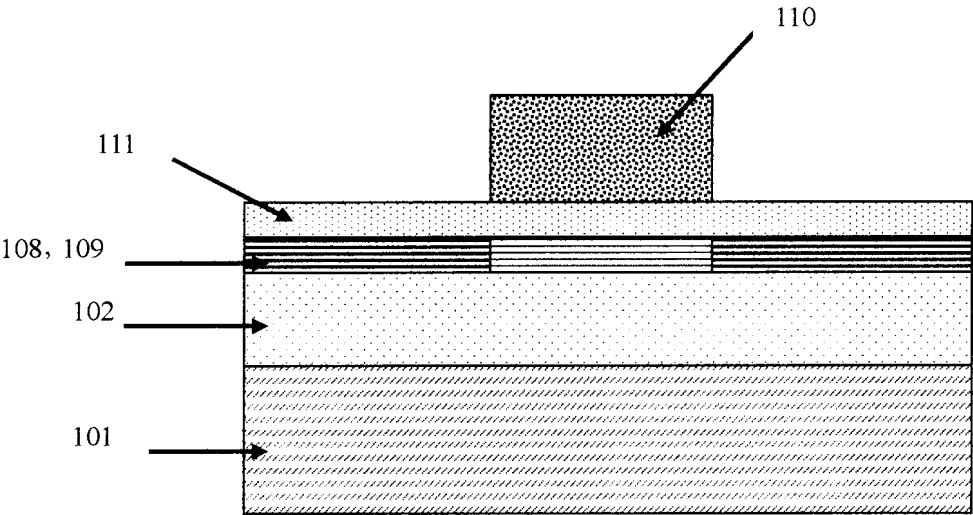


图 15

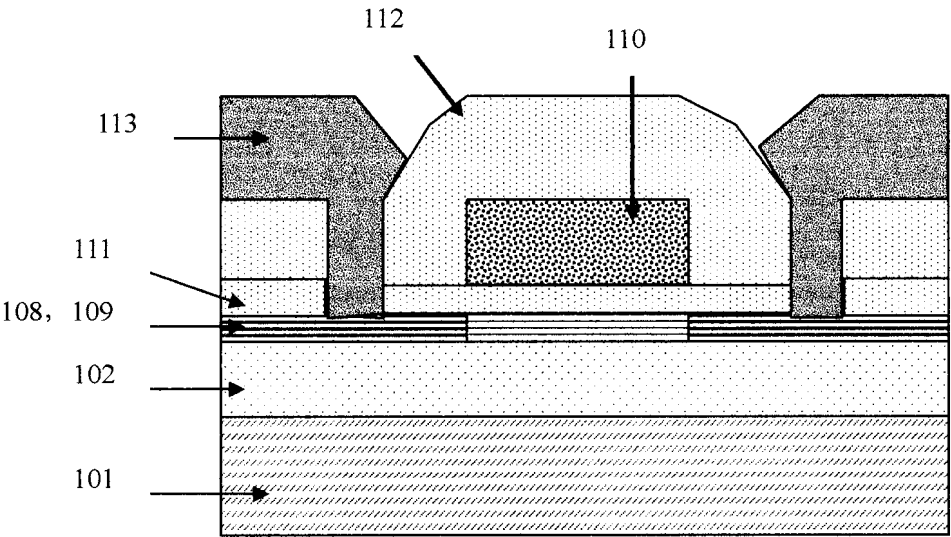


图 16

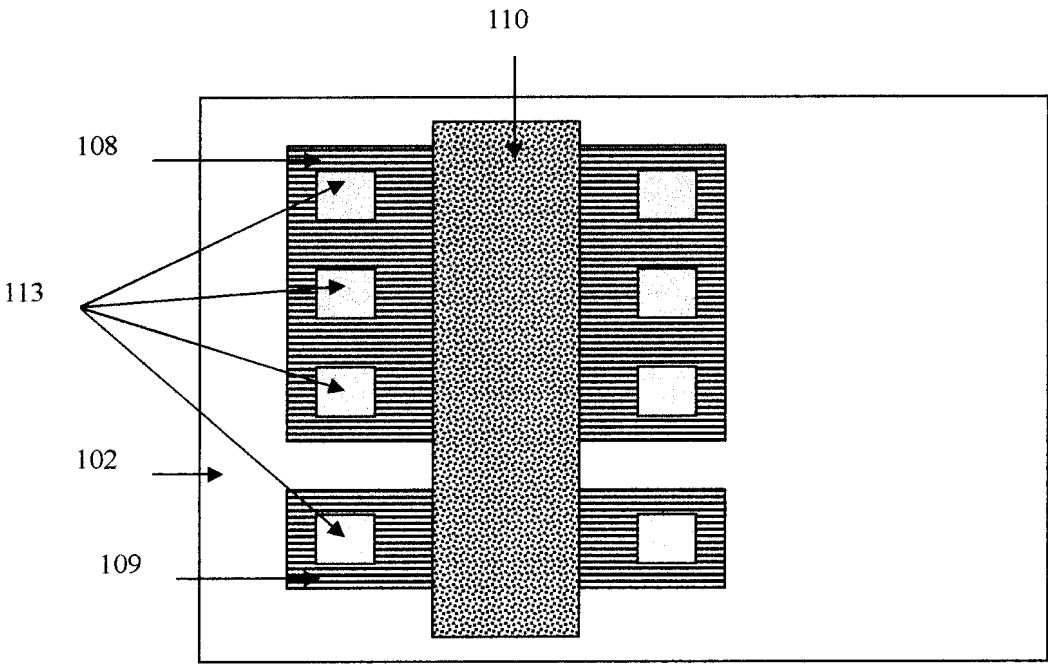


图 17

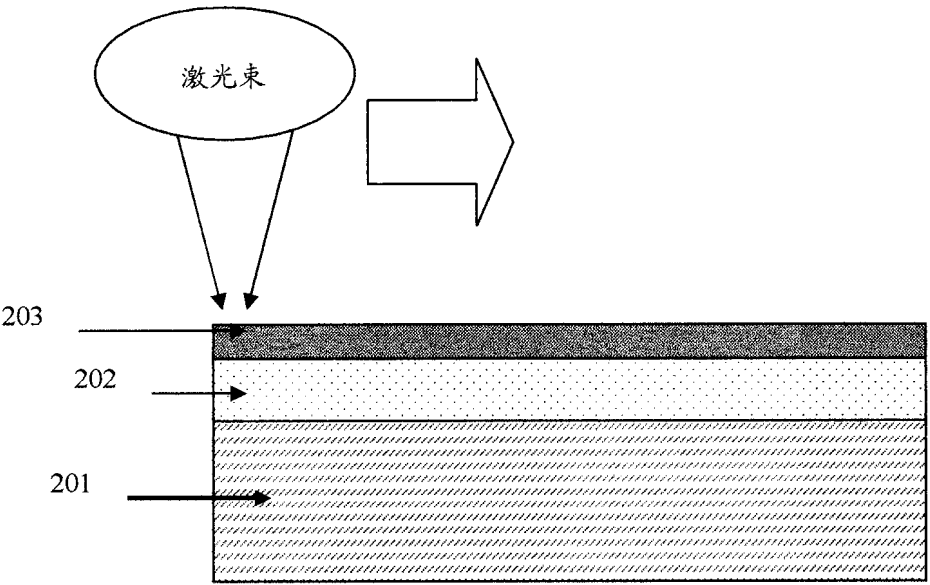


图 18

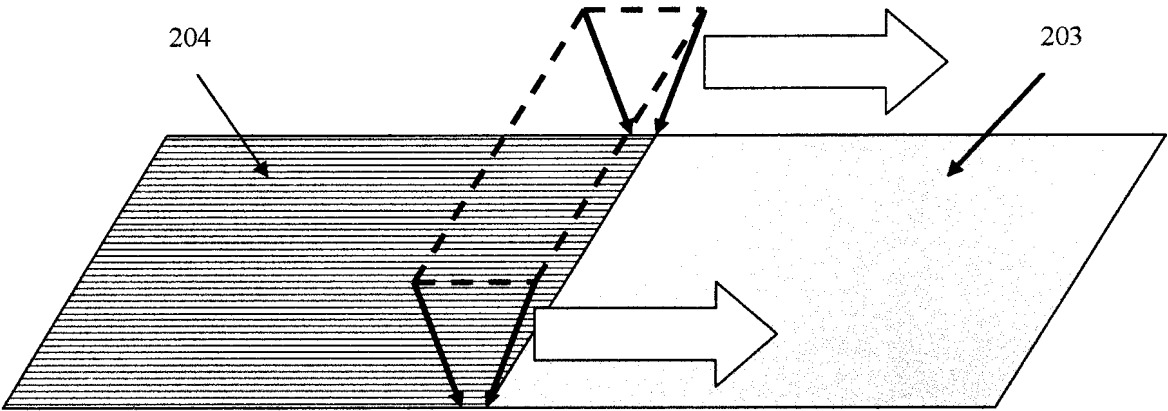


图 19

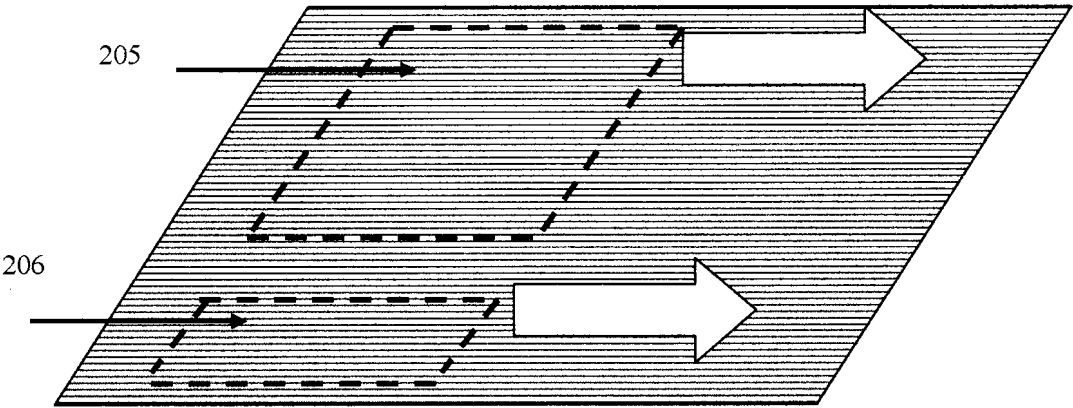


图 20

专利名称(译)	电流镜型TFT - OLED显示像素单元电路及制备方法		
公开(公告)号	CN101404142A	公开(公告)日	2009-04-08
申请号	CN200810152752.4	申请日	2008-10-31
[标]申请(专利权)人(译)	南开大学		
申请(专利权)人(译)	南开大学		
当前申请(专利权)人(译)	南开大学		
[标]发明人	孟志国 孙鹏飞 李娟 吴春亚 熊绍珍		
发明人	孟志国 孙鹏飞 李娟 吴春亚 熊绍珍		
IPC分类号	G09G3/32 H01L27/32 H01L21/84 H01L21/336 H01L21/20 G09G3/3241		
代理人(译)	侯力		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种电流镜型TFT - OLED显示像素单元电路，包括有：四个多晶硅TFT管T1、T2、T3、T4、一个有机发光二极管OLED、一个电容Cs，该T3、T4管完全对称，由T3、T4构成一个电流镜，T1、T2作为开关管，行扫描信号加在这两个管的栅极，以控制数据电流的通断，电容Cs以电压形式存储显示数据，其两端的电压加载到T4的栅极上，以驱动OLED发光，所述多晶硅TFT管T1、T2、T3、T4均为P沟道器件。本发明还提供了高质量镜像TFT管的横向晶化或激光晶化制备方法。本发明可以提高组成镜像流的TFT管的器件特性的一致性 & 精确性，可以提高OLED屏的图像响应速度、图像灰度级和画面显示质量。

