

AM-OLED 显示器件制程解析

四川长虹
费悦

一、前言

OLED 显示技术被称为是第三代显示技术,正是基于这种说法,中国大陆的 OLED 产业才得以蓬勃发展,不少公司都在争先恐后的投入巨资建设 OLED 显示器件生产线,原因很简单,那就是我们在 CRT 和 LCD 时代均落后于人,希望能在 OLED 时代迎头赶上,起码和世界同步,力争走在前列,这种精神难能可贵。

尽管 OLED 作为一项新兴的显示技术,将为中国的显示产业提供一个难得的发展机遇,但我们只有理智、有序地进行统筹规划,统一部署,集中攻关,才能取得胜利。

AM-OLED 的制程多种多样,本文仅以其中的 LTPS AM-OLED 中的一种制程作为模型进行论述。

二、OLED 显示技术的主要优缺点分析

1、OLED 的优点

- ◆ 具有良好的视角和色饱和度
- ◆ 自主发光,响应速度快
- ◆ 与 LCD 相比,制程简单
- ◆ 适应温度范围广
- ◆ 可借用现有的 TFT 基板技术

2、OLED 的不足

- ◆ 目前,器件寿命还没有达到期望值
- ◆ 目前,多用于中小尺寸显示和便携式产品,用于大尺寸显示产品还不太成熟

◆ 由于是电流驱动,所以,长时间显示静态画面,会加速发光材料的老化,尤其是白场信号

◆ 在户外使用时,会受光子撞击而发光,因而,画面的对比度降低,可读性会变差

3、动态优缺点

随着画面上白色显示区域的变化,OLED 的

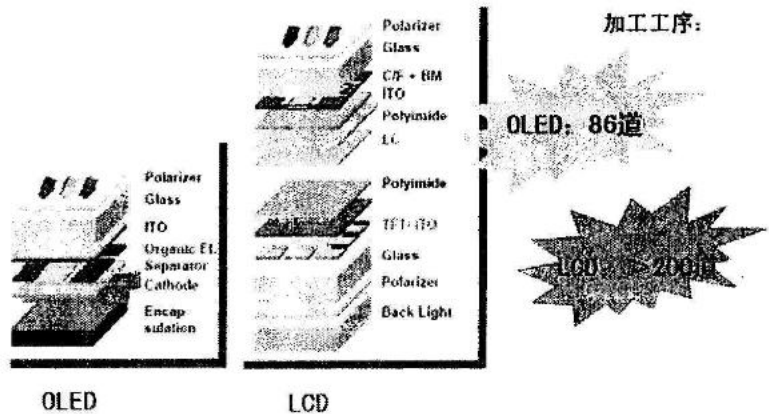


图 2-1 OLED 与 LCD 显示器件制程对比图

功耗也随着变化,白色画面较少时,其功耗低于有背光的 LCD,但白色画面较多时,功耗会大于有背光的 LCD。另外,它比无背光的 LCD 功耗要大的多。

三、P 硅 (LTPS) AM-OLED 显示器件制程解析

随着 OLED 显示器件技术研究的不断深入,人们越来越清楚,要获得性能优良的显示器件,首先要选择适合的材料,而材料的性能往往要通过最优化结构的器件来体现,合理的器件结构会充分地发挥材料的性能。通过对 OLED 显示器件基本结构及其各个功能层间界面问题的了解,可以改变器件结构的设计,提高 OLED 显示器件的寿命,解决发光效率等性能上的问题。

1、OLED 显示器件结构与种类

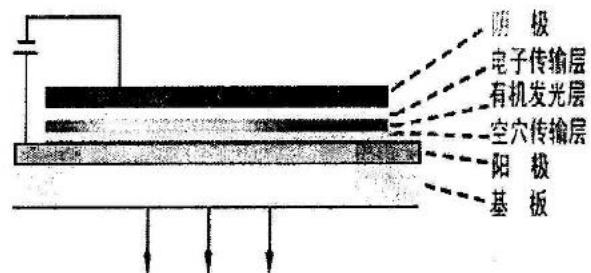


图 3-1 OLED 显示器件结构示意图

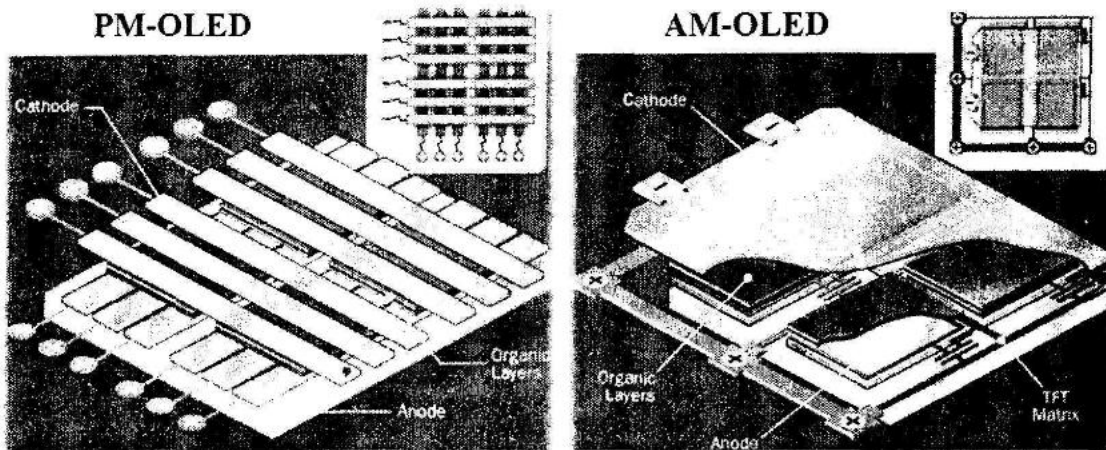


图 3-2 PM-OLED 与 AM-OLED 显示器件结构示意图

表1 AM-OLED用TFT常用硅基材料比较

半导体薄膜	迁移率	稳定性	均匀性	成熟性	产业化
a-Si	○	○	●	●	●
μ-Si	◎	●	●	◎	●
p-Si	●	●	◎	○	◎

注: ●: 优, ◎: 中, ○: 较差



图 3-3 AM-OLED 用 TFT 基板技术

OLED 显示器件按照驱动类型可分为 PM-OLED(无源 OLED)和 AM-OLED(有源 OLED);按照发光材料类型可分为 S-OLED (小分子 OLED)和 P-OLED(聚合物 OLED, 又称 PLED)。

本文主要解析小分子 P 硅 AM-OLED 的制

程。

2、AM-OLED 用 TFT 常用硅基材料对比

OLED 属于电流驱动器件, 对电流的稳定性要求很高, 而电流的稳定性又与电子的迁移率有关, 由表 1 可知, p-Si(P 硅, 即低温多晶硅-LTPS)

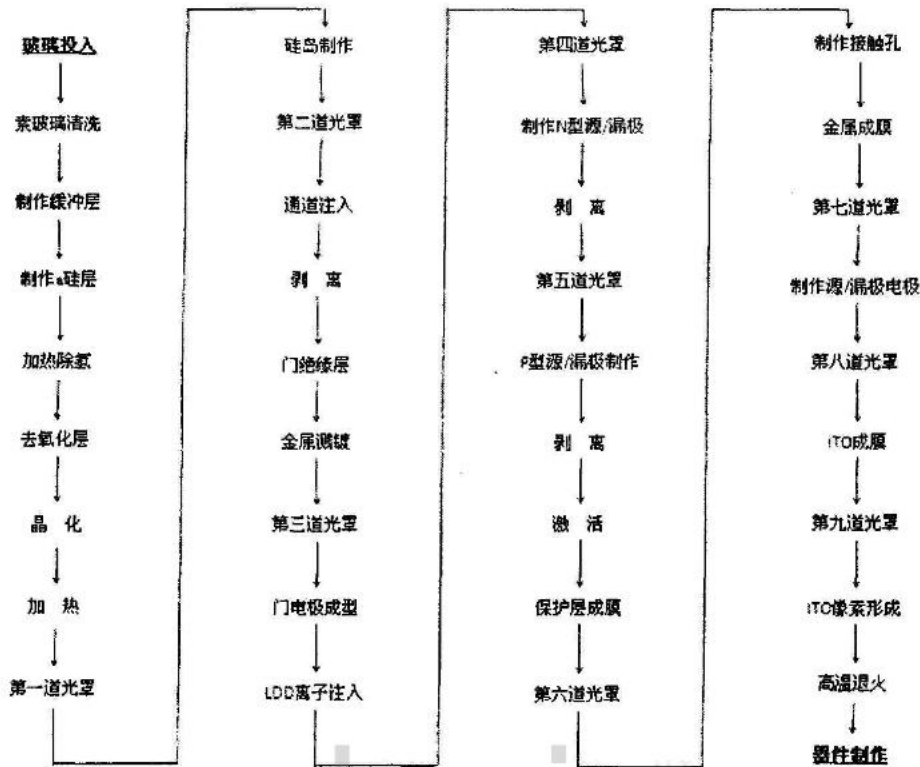
正是适合于做 OLED 用 TFT 的最佳基材。当然，由于用 a-Si(a 硅,即非晶硅)制作 TFT 的技术相当成熟，良率很高，也有用 a-Si 制作 OLED 用

TFT 的成功范例。

3、AM-OLED 显示器件制程解析

(1)、AM-OLED 的工艺流程

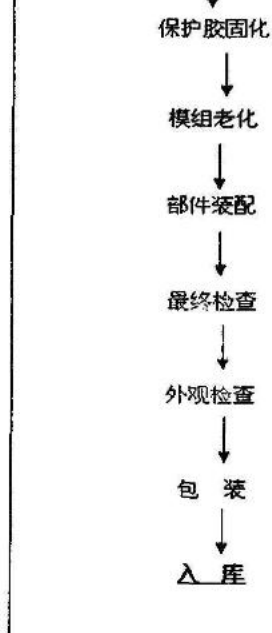
①、LTPS-TFT 基板制作工艺流程(顶栅结构)

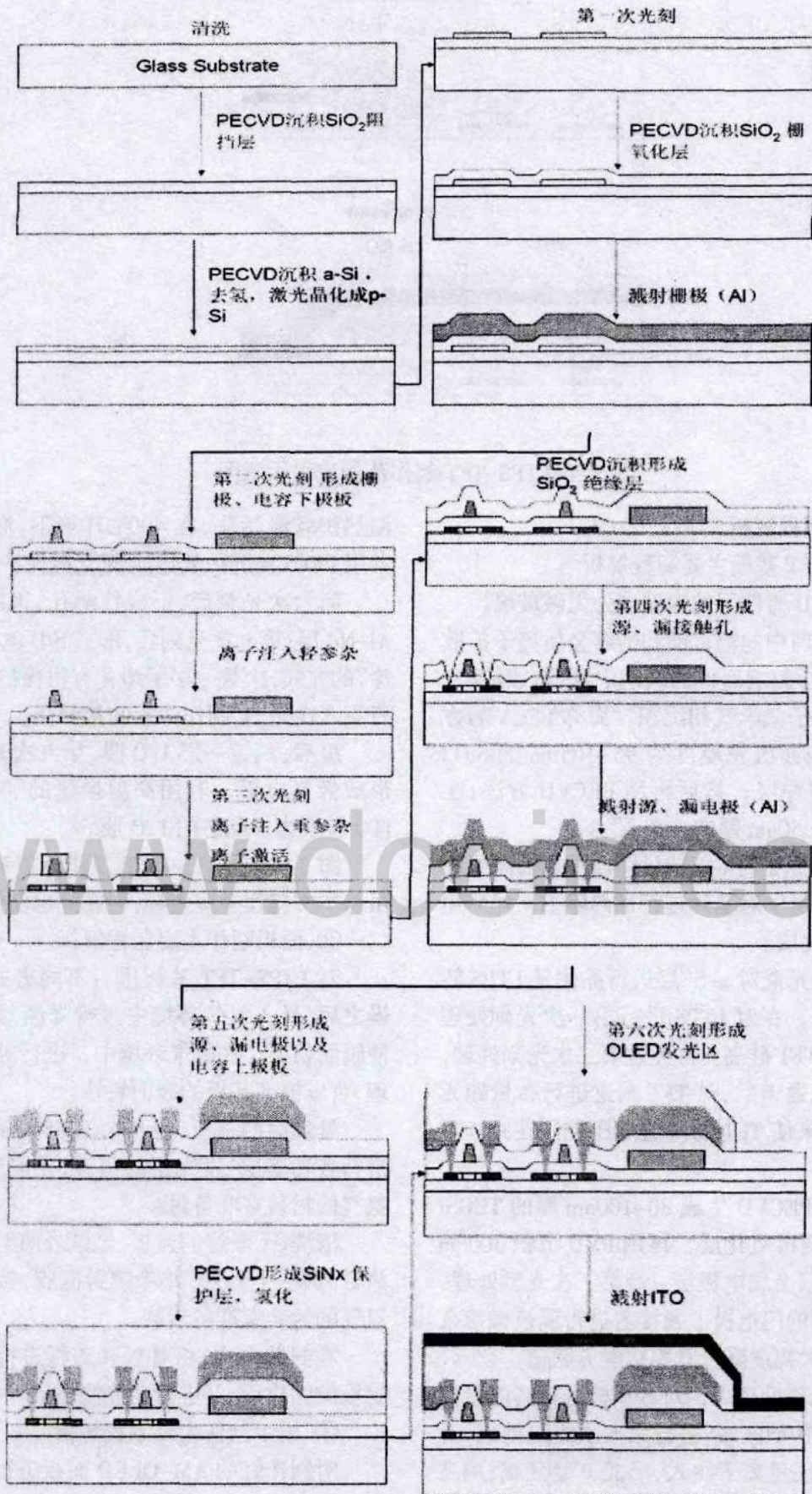


②、AM-OLED 器件制作工艺流程



③、AM-OLED 模组制作工艺流程





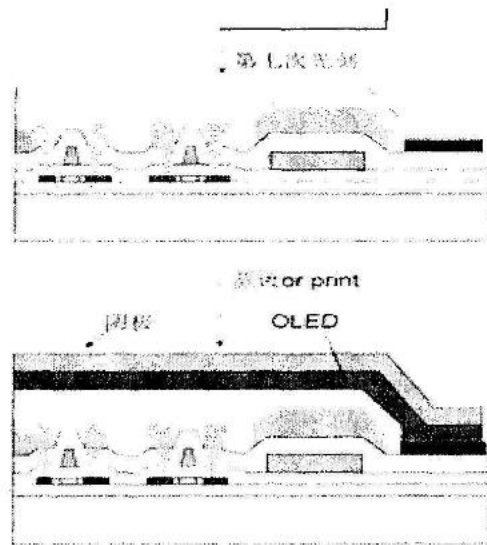


图 3-4 LTPS-TFT 制作范例流程示意图

(2)、主要制程解析

①、LTPS-TFT 基板主要制程解析

制作 OLED 器件用的素玻璃为无碱玻璃。

为防止玻璃中的铝、钡和钠等金属离子扩散到 TFT 电路中,影响器件的阈值电压,造成缺陷,首先利用等离子化学气相沉积(简称 PECVD)方法,在玻璃表面沉积厚度为 95~105nm 的 SiO₂ 层,被称为缓冲层;然后再用 PECVD 方法,在 SiO₂ 层上沉积 50nm 厚的 a-Si 层。

为防止 H 原子对 a-Si 层品质的影响,需要在真空或氮气环境中对基片进行加热除 H,然后用 HF 再清除氧化层。

用线型激光束对 a-Si 层进行晶化是 LTPS 转化必经的过程,在对 LTPS 进行第一次光刻处理后,就形成了 TFT 硅岛。再经过第二次光刻处理,留出离子注入通道后,对 TFT 沟道进行微量硼元素掺杂,以此来使 TFT 的阈值电压控制在±2V 左右范围。

然后,用 PECVD 生成 80~100nm 厚的 TEOS/O₂ 薄膜作为栅极氧化层,再用 PVD 沉积 300nm 厚的 MoW 栅极金属电极层。经第三次光刻处理,制作成扫描用的门电极。紧接着进行漏极微掺杂离子注入,可大幅度降低欧姆接触方阻值。

第四次光刻处理后,对 S/D 极进行高能离子注入,形成 N 型区域;进行第五次光刻处理,对 S/D 极进行高能离子注入,形成 P 型区域;用高

温热炉管激活法,在 400℃环境下,激活 1 小时;并用 PECVD 沉积氧化硅/氮化硅保护层薄膜。

第六次光刻后,形成接触孔,再用 PVD 溅镀 Al-Nd 层;第七次光刻后,形成 S/D 电极。采用“刮涂”的方式,涂敷一层平坦化有机保护层,然后,进行第八次光刻,制作像素的接触孔。

最后,溅镀一层 ITO 膜,第九次光刻处理后,形成像素电极。利用高温烘烤的工艺将非晶态 ITO 转换为多晶态的 ITO 膜。

图 3-4 是 LTPS-TFT 制作范例流程示意图,虽与本文流程有些差异,但在此也仅作参考。

②、面板制作主要制程解析

对 LTPS-TFT 基板进行不同方式的清洗、干燥之后,送入氮气环境中进行降温,并反转基板,使膜面朝下。在氩气环境中,进行等离子表面处理,可以提高基板的表面特性。

处理后的基板,送入 5×10⁻⁵Mpa 的真空室内进行各功能层、发光层的蒸镀,完成后,送入含有氮气的封装室准备封装。

清洗、干燥好的盖板,经紫外照射后,安装(或涂敷)透明干燥剂,并涂敷封框胶,然后送入含有氮气的封装室准备封装。

在封装室内,将基板和盖板进行对位、压合、封框胶固化后,并进行功能测试。

③、模组制作主要制程解析

对制作好的 AM-OLED 面板进行模组装配是

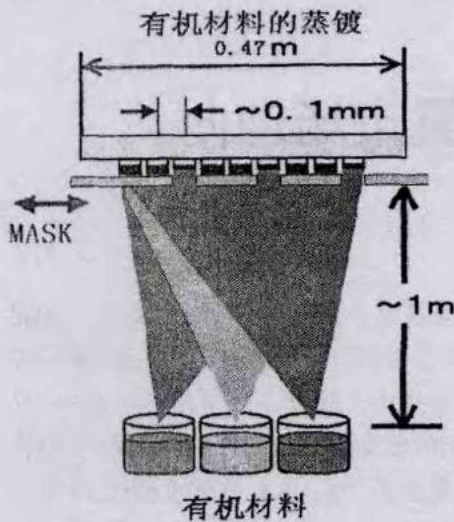


图 3-5 有机材料蒸镀示意图

产品面向应用的最后一道工序，也是检验面板品质的最后一道环节，更是弥补面板缺陷的最佳时机。

首先，对面板进行切割、裂片、清洗和干燥；然后，进行面板老化和缺陷检查；紧接着进行偏光片的切割、贴敷和除泡；再下来就是进行绑定前的清洗和检查。

在 ACF 贴敷之前，面板的金手指区，最好进行 Plasm 清洁，然后再进行面板和 PCB 板的 ACF 贴敷。之后，做 COG 或 COF 等绑定，接下来做 TAB 绑定。经模组电测之后，涂保护胶并固化。最后安装外框固定，完成外引线 and 驱动板装配后，进行包装入库或出货。

四、AM-OLED 显示器件制作的难点和关键技术

目前，AM-OLED 显示器件制作的难点和关键技术如图 4-1 所示。

五、AM-OLED 显示器用主要材料的测试项目

- 1、玻璃基板：Cr 和 ITO 的方块电阻。
- 2、光刻胶：成膜性，均匀性，黏附性。
- 3、光罩：型号、图形，对位标记，线宽，间距，缺陷情况，线条平滑度。
- 4、蒸镀遮蔽罩：型号，开口尺寸，间距，对位标记，外围尺寸，边角平滑度。
- 5、有机材料：蒸镀前后材料比较，镀膜稳定性，颜色，效率，寿命等。
- 6、干燥剂：吸水性，高温高湿存储、高温存储，寿命。
- 7、紫外固化胶：拉力，水煮，局部气泡，高温高湿存储。
- 8、偏光片：器件贴片后测颜色、亮度，高温高湿操作，高温操作。

六、器件的主要缺陷及原因

- 1、短路缺陷：是最主要的缺陷，修复前比例约占 25% 左右，多方面原因引起，如净房洁净度，基板粗糙度，Cr 刻蚀不干净（光刻胶残留），PI、RIB 缺陷，基板搬运、存放，镀膜多次对位，材料喷发，镀膜不足、速率过高等。
- 2、封胶缺陷：比例约为 1%，主要是存在玻璃碎渣、杂物等导致 UV 胶压不下，及对位偏差。
- 3、串线（两根以上的线连在一起）：主要是 Cr 或 ITO 刻蚀不干净及 RIB 缺陷引起，如 MASK 上落异物，酸刻液浓度不够等。

度不够等。

4、全彩问题：

4.1、色混：Gap 太小，MASK 变形，对位精度达不到要求。

4.2、像素缺失：灰尘，有机材料等堵塞 MASK 开口所致。

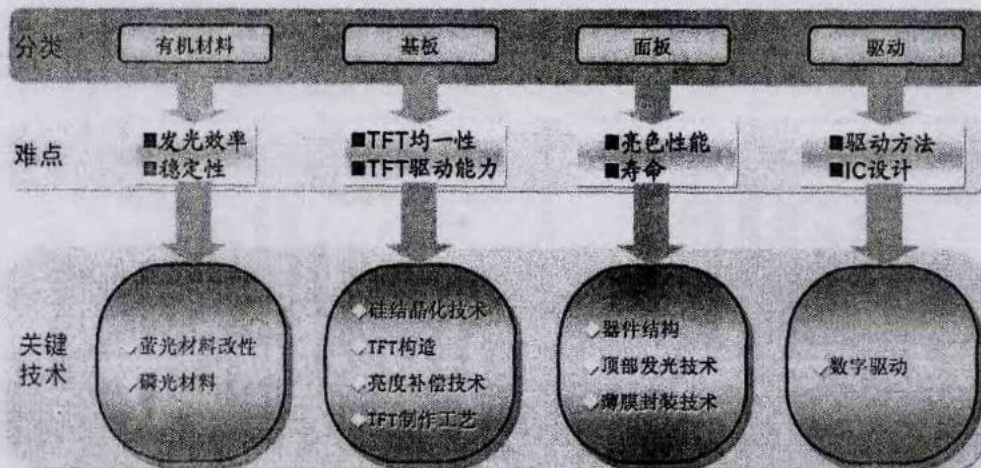


图 4-1 AM-OLED 显示器件制作的难点和关键技术