

文章编号:1007-2780(2016)01-0058-04

过孔的不同干法刻蚀工艺对 TFT-LCD 性能的影响研究

霍晓迪*, 陈 兵, 李知勋, 李淳东, 刘华锋
(鄂尔多斯市源盛光电有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017020)

摘要:为了改善过孔的干法刻蚀中刻蚀率的不同导致 SD 线和 P-Si 接触面积不一致的问题,同时解决 ELA 工艺导致 P-Si 表面突起而造成 SD 与 P-Si 点状接触的问题,探究了过孔的不同干法刻蚀工艺对 TFT-LCD 性能的影响,从中找出最佳的过孔干法刻蚀工艺。利用京东方产线设备制备了两种不同的 LTPS 阵列样品,样品一的过孔工艺采用传统的底部接触方式,样品二采用新的侧面接触方式,样品一和样品二其余的工艺过程一致。实验结果表明:多点的 $U-I$ 曲线由发散变为集聚,电子迁移率有所提高;SEM 数据表明采用侧面接触方式能够完全将 P-Si 刻穿。采用侧面接触方式能够明显的解决干法刻蚀中刻蚀率的不同导致 SD 线和 P-Si 接触面积不一致的问题,同时避免了 ELA 工艺导致 P-Si 表面突起而造成 SD 与 P-Si 点状接触的问题,电学性能有所改善,同时减少了工艺时间,提高了产能。

关 键 词:干法刻蚀;侧面接触方式;过孔;液晶面板;低温多晶硅技术
中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20163101.0058

Influence of different dry etching process of contact hole on TFT-LCD performance

HUO Xiao-di*, CHEN Bing, LEE Ji-Hoon, LEE Soon-dong, LIU Hua-feng

(Ordos Yuansheng Optoelectronics Co. Ltd., Ordos 017020, China)

Abstract: In order to overcome the inconsistent contact area between SD line and P-Si caused by the difference of etching rate in via hole dry etching technology, as well as to solve the point contact between SD line and P-Si made by P-Si surface convex during the ELA process, we explored the influence of various via hole dry etching technology upon the property of TFT-LCD, so as to find the optimal via hole dry etching technology. Two different samples of LTPS array were prepared by using BOE production line equipment, wherein the sample 1 was prepared by adopting conventional Just Contact Method, while the sample 2 was prepared by adopting a new type of Side Contact Method. Besides the differences of contacting methods, there is no other differences of technological processes during making these two samples. The experimental results show that the multipoint $U-I$ curve changes from a divergent curve to a concentration curve, and electron mobility increases in some degree. In addition, the SEM data show that the P-Si can be cut through completely by Side Contact Method. Side Contact Method is able to overcome the inconsistent contact area between SD line and P-Si caused

by the difference of etching rate of via hole dry etching technology, as well as to solve the point contact between SD line and P-Si made by P-Si surface convex during the ELA process,so that the TFT-LCD electrical performance can be improved. In addition, the Side Contact Method can reduce the process time, and improve the productivity.

Key words: dry etch; Just Contact Method; contact hole; TFT-LCD; low-temperature polysilicon technology

1 引 言

液晶面板显示技术高速发展,人们对液晶面板的要求也越来越高^[1-2]。低温多晶硅作为显示领域新一代的技术,从开发至今已有十几年的历史,利用该技术的液晶面板具有更快的响应速度和更高的分辨率^[3-4]。过孔是连接 SD 线(Source Drain Line)和 P-Si(Polysilicon)的通道,它主要是利用干法刻蚀的方法在 P-Si 上面覆盖的绝缘层上刻蚀形成的。由于干法刻蚀需要控制的参数很多,如气体的种类和流量,交流电源的功率等,导致很难控制干法刻蚀的均一性。LTPS(low-temperature polysilicon technology)工艺中需要利用 ELA(Excimer Laser Annealing)工艺将 a-Si 变为 P-Si 来增加半导体的电子迁移率,来实现液晶面板更快响应速度和更高分辨率的目的。在 ELA 工艺过程中,会导致所生成的 P-Si 表面突起^[4]。这样以来,SD 线经过过孔和 P-Si 表面进行连接的时候就会形成点状接触,由于接触面积比较小,就会造成 SD 和 P-S 之间的接触电阻增大,影响电学性能。同时由于表面突起的形状不定,刻蚀率的均一性较大,就会造成 SD 和 P-Si 的接触电阻差异较大,影响电学性能的均一性。为了能够在刻蚀率均一性很难控制的情况下,解决传统底部接触方式(Just Contact Method)的点状接触的问题,改善电学性能的均一性,我们采用新的侧面接触方式(Side Contact Method),即一步将 P-Si 层刻穿,并留有一定的过刻量,使得 SD 和 P-Si 采用侧面接触的方式,改点状接触为面接触,同时由于横向刻蚀速率较小,每个点 SD 和 P-Si 的接触面积会趋于一致,从而改善其电学性能的均一性。

2 实验样品的制备

实验采用京东方鄂尔多斯市源盛光电有限责任公司的 5.5 代线进行制备两种不同的 LTPS 阵

列样品,其中过孔的 Dry Etch 工艺采用 ICP 干法刻蚀机进行制备。玻璃基板采用的是 1 300 mm×1 500 mm。样品一的过孔工艺采用传统的底部接触方式(Just Contact Method)。由于采用底部的接触方式,必须采用两步进行刻蚀,第一步刻蚀速率较快但和 P-Si 的刻蚀选择比较低,第二步刻蚀速率较慢但和 P-Si 的刻蚀选择比较高,保证刻蚀到 P-Si 时。样品二采用新的侧面接触方式(Side Contact Method),由于不需要考虑和 P-Si 刻蚀选择比的问题,采用一步刻蚀的方式直接将 P-Si 刻穿,并留有一定过刻量。样品一和样品二其余的工艺过程一致,均采用量产的工艺条件。

3 结果与讨论

3.1 SEM 结果分析

为了能够直观的观察在经过 CNT 刻蚀后,过孔是否完全将 P-Si 刻穿,在 CNT 刻蚀后,将两种不同的样品进行 SEM(Scanning Electron Microscope)分析,如图 1、图 2 所示。自图 2 中可以看出,样品二中过孔已经完全将 P-Si 刻穿,说明工艺能够完全达到要求。

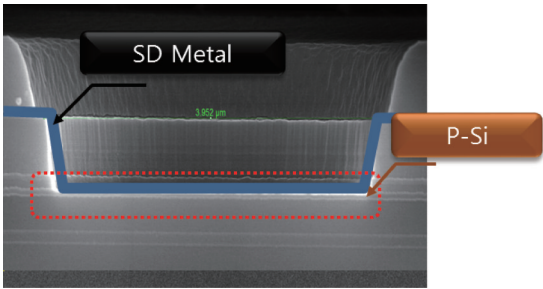


图 1 样品一刻蚀后过孔横截面图
Fig. 1 Cross section figure of sample 1 contact hole after etching

3.2 电学性能结果分析

在每个样品上分别在像素区均匀选取 36 个点的 NMOS 管,测试 NMOS 管的 $U-I$ 曲线,其中

NMOS 的 V_{GS} 电压分别选取 10 V 和 0.1 V。绘制 i_D 随 V_{SD} 的曲线图。其中图 3 为样品一的 U - I 曲线,图 4 为样品二的 U - I 曲线。

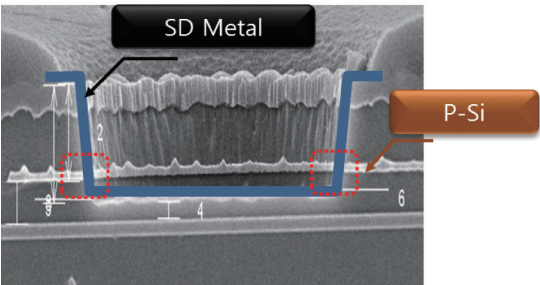


图 2 样品二刻蚀后过孔横截面图

Fig. 2 Cross section figure of sample 2 contact hole after etching

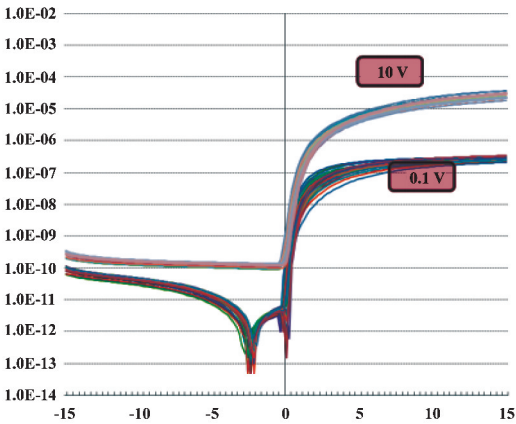


图 3 样品一的 U - I 曲线

Fig. 3 U - I curve of sample 1

从图 4 中可以看出,样品二的 36 条 U - I 曲线由发散变为集聚,说明电学性能的均一性得到了明显的改善。同时利用 U - I 曲线计算出来的电子迁移率也有 $20.45\text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ 略微提高到 $27.96\text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ 。由电阻率和电子迁移率的关系式:

$$\frac{1}{\rho} = \sigma = ne\mu, \tag{1}$$

其中: ρ 为电阻率; σ 为电导率; n 为载流子密度; e 为电子电荷; μ 为电子迁移率。

可以得出:电阻率和电子迁移率成反比的关系。因为设备进行测量 U - I 曲线时,是通过 SD 线和 P-Si 进行相连的,如果两者之间的接触面积变小,势必造成接触电阻变大,最终会导致电子迁移率变小。如果从这点来推测,因为侧面接触方式的接触面积远远小于底部接触方式的接触面

积,样品二的电子迁移率应该会变得很小才符合推断,但是其电子迁移率反而有一个略微的上升。这说明采用底部接触方式时,由于 ELA 工艺过程中导致所生成的 P-Si 表面突起,如图 5 所示,导致点状接触的存在,如图 6 所示,实际的接触面

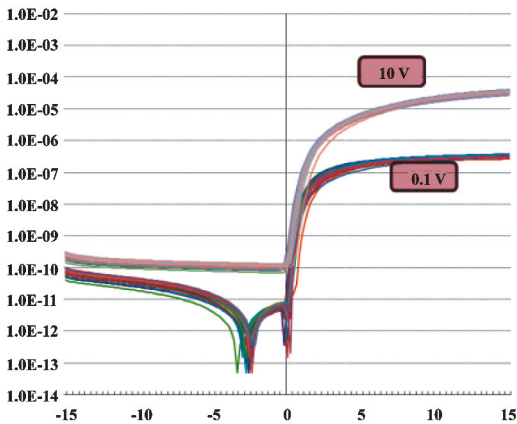


图 4 样品二的 U - I 曲线

Fig. 4 U - I curve of sample 1

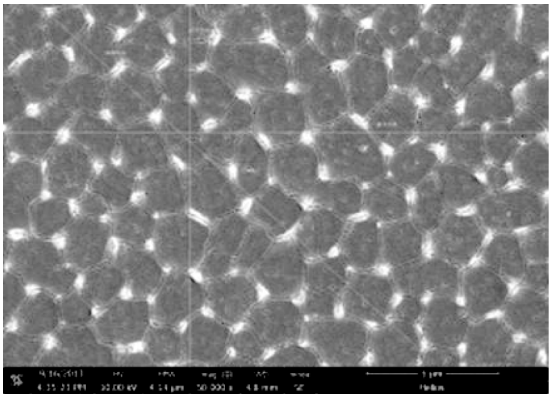


图 5 a-Si 经 ELA 工艺后的 SEM 图像

Fig. 5 SEM image of a-Si after ELA

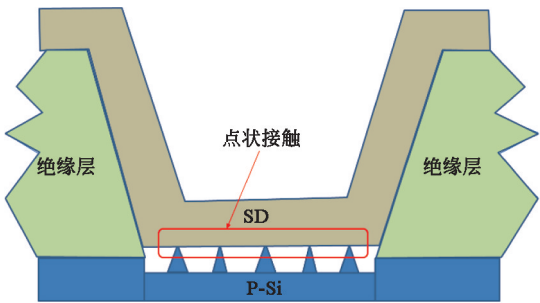


图 6 SD 线经过过孔和 P-Si 表面进行连接时的点状接触示意图

Fig. 6 Schematic diagram of point contact between SD line and P-Si through contact hole

积反而比侧面接触面积要略小。而采用侧面接触方式电学性能的均一性得到了改善,说明侧面接触面积的均一性得到了改善。原因是干法刻蚀具有各向异性刻蚀的特性,纵向刻蚀率远远大于横向刻蚀率,纵向刻蚀率的高速度保证能够在较短的时间内刻蚀出过孔,横向刻蚀率的低速度保证在较短的时间内向侧面刻蚀的膜层较薄^[6-7],从而保证侧面接触面积的均一性。

4 结 论

本文为了改善过孔的干法刻蚀中刻蚀率的不同导致 SD 线和 P-Si 接触面积不一致的问题,同时解决 ELA 工艺导致 P-Si 表面突起而造成

SD 与 P-Si 点状接触的问题,探究了过孔的不同干法刻蚀工艺对 TFT 性能的影响,从中找出最佳的过孔干法刻蚀工艺。实验结果表明:过孔的侧面接触方式相比底部接触方式多点的 U-I 曲线由发散变为集聚,电子迁移率有所提高;SEM 数据表明采用侧面接触方式能够完全将 P-Si 刻穿。采用侧面接触方式能够明显的解决干法刻蚀中刻蚀率的不同导致 SD 线和 P-Si 接触面积不一致的问题,同时避免了 ELA 工艺导致 P-Si 表面突起而造成 SD 与 P-Si 点状接触的问题,电学性能有所改善,同时由于工艺步骤由两步变为一步,减少了工艺时间,提高了产能。后续量产条件一直采用侧面接触方式,产品工艺稳定性非常好。

参 考 文 献:

- [1] 刘永智,杨开愚. 液晶显示技术[M]. 成都:电子科技大学出版社,2000:339-345.
LIU Y Z, YANG K Y. *A Liquid Crystal Display Technology* [M]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China Press, 2000: 339-345. (in Chinese)
- [2] 王新久. 液晶光学和液晶显示[M]. 北京:科学出版社,2006:313-319.
WANG X J. *Liquid Crystal Optical and Liquid Crystal Display* [M]. Beijing: Science Press, 2006: 313-319. (in Chinese)
- [3] DONELAN J. 综述:低温多晶硅技术[J]. 现代显示,2010(10):5-7.
DONELANJ. Overview: Low-temperature polysilicon [J]. *Advanced Display*, 2010(10): 5-7. (in Chinese)
- [4] 黄锡珉. 显示技术新进展[J]. 液晶与显示,2000,15(1):1-5.
HUANG X M. New development of display technology [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2000, 15(1): 1-5. (in Chinese)
- [5] 邓泽超,马娜,褚立志,等. 激光退火能量对非晶 Si 薄膜晶化的影响[J]. 河北大学学报:自然科学版,2008,28(6):592-595.
DENG Z C, MA N, CHU L Z, *et al.* Influence of annealed laser energy on crystallization of amorphous Si thin films [J]. *Journal of Hebei University :Natural Science Edition*, 2008, 28(6): 592-595. (in Chinese)
- [6] 陈少军,李以贵. 基于高深宽比 Si 干法刻蚀参数优化[J]. 微纳电子技术,2009,46(12):750-754.
CHEN S J, LI Y G. Parameter optimization based on high-aspect ratio Si dry etching [J]. *Micronanoelectronic Technology*, 2009, 46(12): 750-754. (in Chinese)
- [7] 王旭迪,张永胜,胡焕林,等. 深高宽比微结构的干法刻蚀[J]. 真空,2004,41(5):32-34.
WANG X D, ZHANG Y S, HU H L, *et al.* Dry etching for high aspect ratio microstructures [J]. *Vacuum*, 2004, 41(5): 32-34. (in Chinese)

作者简介:霍晓迪(1987—),男,山东滨州人,硕士,高级工程师,主要从事液晶面板干法刻蚀工艺的应用和改善工作。

E-mail:huoxiaodi@boe.com.cn