

文章编号:1007-2780(2011)05-0612-04

未确认 Mura 分析及改善对策

徐 伟^{1,2}, 彭毅雯^{1,2}, 肖光辉²

(1. 清华大学 电子工程系, 北京 100084, E-mail: xuwei@boe.com.cn;

2. 北京京东方光电科技有限公司, 北京 100176)

摘 要: 未确认 Mura 是一种能够影响 TFT-LCD 画面品质的不良。文章对未确认 Mura 不良进行了详细的分析, 认为扇形区域出现有源层残留是导致未确认 Mura 不良发生的原因, 介绍了一种通过变更曝光工艺条件来解决此种不良的方法, 并通过试验论证了此方法的量产可行性。

关 键 词: 未确认 Mura; 扇形区域; 有源层残留; 曝光工艺条件;

中图分类号: TN141.9

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20112605.0612

Analysis and Improvement of Unknown Mura

XU Wei^{1,2}, PENG Yi-wen^{1,2}, XIAO Guang-hui²

(1. Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China, E-mail: xuwei@boe.com.cn;

2. Beijing BOE Optoelectronics Technology Co., Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: As to the TFT-LCD and other display monitors, Mura is a relatively normal defect which will degrade the display quality greatly. The analysis of the unknown Mura, indicated that the active remain in the Fan-out area are the main reason of the unknown Mura, and a novel method is introduced to solve this defect by changing the condition of Photo process. The mass production feasibility of this method has been demonstrated through experimentation.

Key words: unknown Mura; fan-out area; active remain; exposure condition

1 引 言

随着半导体制造工艺的发展, TFT-LCD (Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display) 技术有成为现代显示工业发展的趋势。

Mura(显示区域内由于画面均一性不好而显现出来的一种现象)不良一般是在阵列(Array)工艺制造过程中产生的^[1]。Array 工艺在 TFT-LCD 制作过程中是很重要的一个工艺过程, 它需要 4 次或者 5 次沉积、曝光及光刻工序^[2-3]。

本文通过对不良现象进行测试、找到其产生的原因。通过对不良发生机理的深入分析, 建立

一种通过变更不同曝光工艺改善不良的方案, 并通过试验验证了方案的可行性。

2 不良现象及原因

2.1 不良现象

在显示同一灰度时, 屏幕右侧出现竖向未确认 Mura, 不良区域灰度和屏幕其他区域不一致如图 1 所示。通过显微镜观察, 条状 Mura 区域上方的 Fan-out 区域(用于连接 Pad 与 Data 数据线的区域, Fan-out 区域每一条线和显示区域的数据线一一对应)有残留(Remain)发生, 如图 2 所示。Fan-out 区域内的线与线之间的残留物, 正常

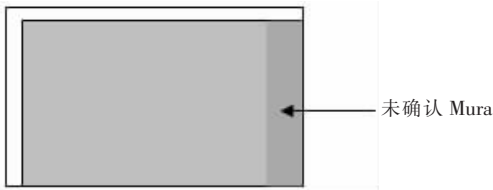


图 1 未确认 Mura 区域灰度不同

Fig. 1 The gray is different in unknown Mura area and normal area

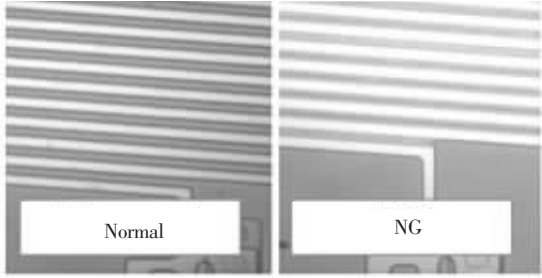


图 2 Fan-out 区域有残留

Fig. 2 Remain at Fan-out area

区域 Fan-out 区域线与线之间有一定的空间。使用 SEM(Scanning Electron Microscopy) 设备对发生残留区域进行观察,Remain 为有源层残留物,如图 3 所示。

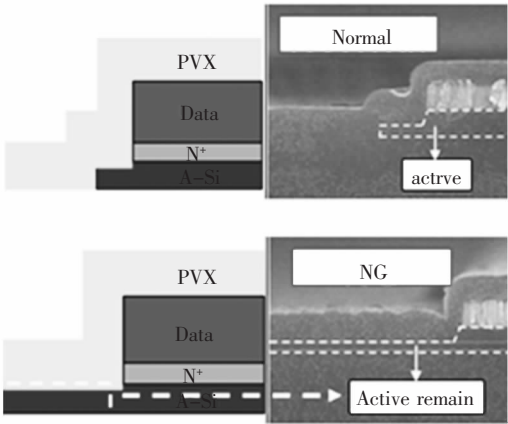


图 3 有残留区域 SEM 图对比

Fig. 3 Remain SEM comparison between normal and NG area

结合上述现象,发生有源层残留区域 Fan-out 造成数据线连接在一起,导致这部分数据线信号发生串扰,出现异常画面,产生未确认 Mura。

2.2 不良发生机理

下面将通过对工艺流程的详细分析,找出有源层残留发生的机理。

2.2.1 不良发生机理推断

Fan-out 区域正常工艺流程如图 4 所示。源漏金属沉积(SD Deposition)完成之后进行光刻胶(PR)涂敷,经 UV 照射曝光、显影等工序,光刻胶刻蚀完成;下一步进行源漏电极湿刻(SD Wet Etch)工艺,形成源漏电极图形(SD pattern),使用氯气和六氟化硫进行有源区干法刻蚀(Active Dry Etch),形成有源区图形(Active Pattern);之后进入光刻胶灰化(PR Ashing)工艺,将一部分光刻进行灰化处理;然后通入氯气、六氟化硫和氧气进行源漏及 $n^+a\text{-Si}$ 干法刻蚀;最后喷洒光刻胶剥离溶液,进行光刻胶剥离工艺,SD 工艺过程完毕^[4]。

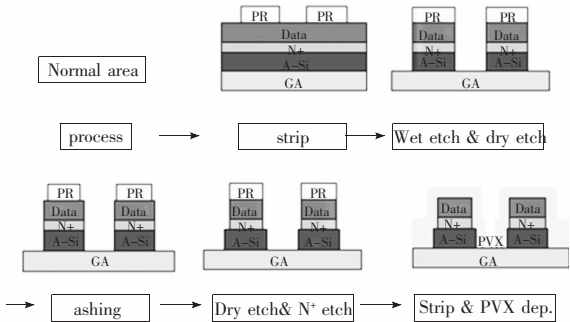


图 4 Fan-out 区域正常工艺流程

Fig. 4 Normal process flow for Fan-out area

通过对正常区域工艺过程的分解,Fan-out 区域有源层残留成因的工艺过程推理如图 5 所示:源漏电极沉积完成之后进行光刻胶涂敷,经 UV 照射曝光、显影等工序,完成光刻胶刻蚀工艺。但是,由于曝光不完全,造成不该有光刻胶的部分有少量残留;导致后续的源漏电极湿刻及有源层干刻工序无法完成,源漏电极图形和有源区图形无法形成;之后进入光刻胶灰化工艺,将一部分光刻胶进行灰化处理。由于之前残留的光刻胶

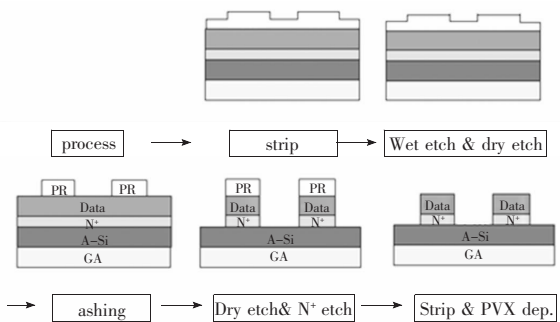


图 5 Fan-out 区域 Active Remain 工艺流程

Fig. 5 Active remain process flow for Fan-out area

厚度较小,经过光刻胶灰化工艺后,残留的光刻胶被灰化处理;通入氯气、六氟化硫和氧气完成源漏及 $n^+ a\text{-Si}$ 干法刻蚀;最后通过喷洒光刻胶剥离溶液,进行光刻胶剥离工艺后源漏工艺过程完毕。

2.2.2 不良发生机理总结

对比正常工艺过程和有源层残留工艺过程可以看出,源漏层光刻胶曝光显影工艺完成之后,光刻胶的残留是导致有源层残留的主要原因。

导致光刻胶没有完全曝光的原因是 Fan-out 区域线与线之间的间隔太小,达到了设备本身下限。曝光设备本身分辨率为 $4\text{ }\mu\text{m}$,当两条数据线之间的间隔小于 $4\text{ }\mu\text{m}$ 时,间隙曝光区域的光发生干涉,导致间隔区域曝光不完全。只能通过增加曝光量的方式,使未曝光区域的光刻胶充分曝光。此时需要考虑其他区域(像素区域)在增加曝光量的情况下是否会受到影响。根据量产经验,当像素区域经过曝光,光刻胶的厚度为 $(470\pm 50)\text{ nm}$ 时,像素区域不会受到影响。

所以,在同时满足工艺设备允许条件(线与线之间距离为 $4\text{ }\mu\text{m}$)和像素区域光刻胶波动规格[像素区域光刻胶的厚度在 $(470\pm 50)\text{ nm}$]的前提下,可以对光刻胶的曝光进行管控,达到解决问题的目的。

3 改善措施

针对有源层残留产生的原因,对光刻胶曝光过程进行管控。在同时满足工艺设备允许条件和像素区域光刻胶厚度波动规格的前提下,通过增加曝光量,保证发生有源层残留区域的光刻胶不会有残留发生。通过试验制作不同的光刻工序,在同时满足 Fan-out 区域和像素区域的前提下,得到最合适的光刻厚度和曝光速度。

3.1 同一张玻璃面板上所有曝光镜头曝光速度一致

一张玻璃面板需要多个镜头进行曝光。采用同一张玻璃面板上所有曝光镜头曝光速度一致的方法,制作出 3 张不同曝光速度的面板。如图 6 所示,A、B、C 3 张玻璃面板在使用不同曝光速度下得到不同的光刻胶厚度,此光刻厚度值为像素区域经过曝光显影工艺之后的均值,预期值和实际测试值接近(其中 Expect Value 是预期达到的光刻胶厚度,而 Measure Value 是实际测试厚度)。从图中可以看出,面板 A 的光刻胶厚度能

够满足 Fan-out 区域的要求(OK 表示能够满足要求,NG 表示不能满足要求),Fan-out 区域在刻蚀之后,间隔区域无有源层残留发生^[5];但此时, 344.8 nm 的光刻厚度已经超出像素区域光刻胶波动的规格要求,像素区域(Pixel Area)在此曝光条件下会受到影响。面板 B 的光刻胶厚度既不能满足 Fan-out 区域的要求,又不能满足像素区域对光刻胶厚度的规格要求。面板 C 的光刻胶厚度虽然能够满足像素区域对光刻胶厚度的规格要求,但是不能满足 Fan-out 区域的要求。

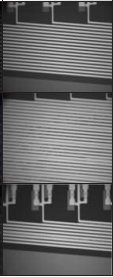
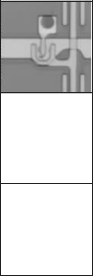
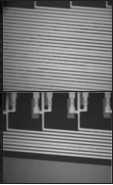
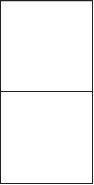
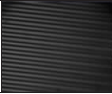
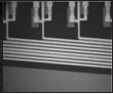
Glass	PR Expect value	PR Measure value	Judge	After mask	After etch	Pixel area
A	3 000	3 448	OK			
B	4 000	3 758	NG			
C	5 000	4 590	NG			

图 6 相同曝光速度下光刻厚度对比
Fig. 6 PR thickness at same exposure speed

采用同一张玻璃面板上所有曝光镜头曝光速度一致的方法改善有源层残留的问题,不能达到预期的效果。

3.2 不同的区域采用不同的曝光速度

此 Active Remain 主要发生在玻璃面板的某一固定区域,即发生在镜头-1、镜头-2、镜头-3、镜头-4 的区域,镜头-5、镜头-6、镜头-7、镜头-8 区域没有发生有源层残留。通过对不同的区域采用不同的速度进行曝光,对将玻璃面板上有源层残留多发的区域(镜头-1 区域)增加曝光量,而玻璃面板上不易发生有源层残留的区域曝光量适当减少,可以达到改善的目的。

制作 3 张不同曝光速度的玻璃面板,其中每张玻璃面板的每个镜头区域的曝光速度也不同。镜头-1、镜头-2、镜头-3、镜头-4 区域的曝光速度比其他镜头区域曝光速度少 2 mm/s 。从图 7 的数据可以看到,面板 E 的光刻胶厚度能够满足 Fan-out 区域的要求,线间区域无有源层残留发生;但此时, 385.1 nm 的光刻厚度超出了像素区域光刻胶波动的规格要求,像素区域(Pixel Area)在此曝光条件下会受到影响。面板 F 的光刻胶

厚度既能满足 Fan-out 区域的要求,同时又能满足像素区域对光刻胶波动的规格要求,像素区域的像素没有受到影响,此曝光速度能够满足改善要求。面板 G 的光刻胶厚度不能满足 Fan-out 区

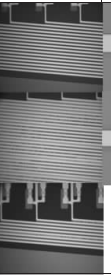
Glass	PR Except value	PR Measure value	Judge	After mask	After etch	Pixel area
E	4 000	3 851	OK			
F	5 000	5 087	OK			
G	6 000	5 502	NG			

图 7 不同曝光速度下光刻厚度对比
Fig.7 PR thickness at different exposure speed

域的要求,线间区域出现有源层残留,此曝光速度不能满足改善要求。

综上所述,通过不同曝光镜头区域采用不同曝光速度的方式来解决光刻胶残留问题,在大规模生产上具有一定的可行性。采用此种方法,光刻胶厚度能够做到 500 nm,既能够保证 Fan-out 区域无有源层残留发生,也能保证像素区域对光刻胶厚度波动的规格的要求,能够实施量产,达到改善的目的。

4 结 论

扇形区域出现有源层残留是导致未确认 Mura 不良发生的原因。采用在同一张玻璃上不同曝光镜头使用不同曝光速度的方法可以有效地解决光刻胶残留问题。实验结果表明,该方法具备大规模生产的可实施性。

参 考 文 献:

[1] 张卓,赵海玉,张培林,等. 基于重压法的 Touch Mura 形变过程模拟[J]. 液晶与显示,2010,25(5):693-695.
[2] Kagan C R. 薄膜晶体管(TFT)及其在平板显示中的应用 [M]. 廖燕平,王军,译. 北京:电子工业出版社,2008: 132-178.
[3] 李丽,秦纬,薛建设,等. TFT-LCD 阵列腐蚀性缺陷分析[J]. 液晶与显示,2010,25(1):29-33.
[4] Yue Kuo. *Thin Film Transistors Materials and Processes* [M]. Boston, USA: Kluwer Academic Publishers, 2004: 203-271.
[5] 施敏. 半导体器件 [M]. 王阳元, 卢文豪,译. 北京:科学出版社,1992:501-516.

《液晶与显示》投稿指南

《液晶与显示》投稿方式为网上投稿。网上投稿便于您随时查询稿件的处理情况,方法为:登录本刊网站 <http://www.yjyxs.com>,进入“作者投稿”栏目,在线注册投稿。注册时“用户名”和“口令”由您设定,登录后按“提示”进行操作即可。稿件请用 Word 完成以便专家网上审理。

《液晶与显示》稿件发表的正常周期为 3~6 个月,缩短论文发表周期是学术论文的社会效益尽早实现的重要条件,而满足《液晶与显示》征稿简则,特别是第 3 项中(1)~(7)的要求,是稿件可以尽早编辑加工的必要条件。因此,您若希望论文能够早日发表,请您务必按“简则”写稿。

若您的稿件附有同行专家评语及单位推荐信,则您的稿件将优先发表,也欢迎您推荐 2~3 名审稿专家;同时,本刊更欢迎国家各重大科技攻关项目和基金课题产出的自主创新性文章。

《液晶与显示》稿件发表含印刷版、电子版和网络版,对版权有特殊要求者,请事先声明。