

SLOC传感器光刻干燥不良的改善

李石雷, 刘超强, 吴东起, 邱靖文, 郑晓虎, 刘群, 李伟, 张泽军

引用本文:

李石雷, 刘超强, 吴东起, 等. SLOC传感器光刻干燥不良的改善[J]. 液晶与显示, 2021, 36(2): 265–271.

LI Shi-lei, LIU Chao-qiang, WU Dong-qi, et al. Improvement of SLOC sensor photo dry Mura[J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2021, 36(2): 265–271.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.37188/CJLCD.2020-0013>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

TFT-LCD一种黑Mura机理分析及工艺验证改善

Process validation solution of TFT-LCD black Mura

液晶与显示. 2020, 35(9): 927–932 <https://doi.org/10.37188/YJYXS20203509.0927>

电容式触摸屏气泡线不良的研究与改善

Research and improvement of bubble line in capacitive touch screen

液晶与显示. 2019, 34(7): 676–681 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20193407.0676>

Mobile产品异物产生机理及改善研究

Reduction and mechanism of particles on mobile products

液晶与显示. 2019, 34(8): 748–754 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20193408.0748>

TFT-LCD边缘暗带不良机理研究与改善

Mechanism research and improvement of edge dark band of TFT-LCD

液晶与显示. 2020, 35(11): 1134–1141 <https://doi.org/10.37188/YJYXS20203511.1134>

TFT-LCD改善"斑点不良"的研究

Prevention of TFT-LCD's "spot issue"

液晶与显示. 2017, 32(7): 507–511 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20173207.0507>

文章编号:1007-2780(2021)02-0265-07

SLOC 传感器光刻干燥不良的改善

李石雷*, 刘超强, 吴东起, 邱靖文, 郑晓虎, 刘 群, 李 伟, 张泽军

(重庆京东方光电科技有限公司, 重庆 400715)

摘要:液晶面板上配单层触控传感器(Single Layer On Cell, SLOC)产品在完成传感器光刻工艺后,在宏观检查机上观察,基板的彩膜倒角侧存在大面积的不良(Mura),测试不良区域与正常区域的关键尺寸(CD)值,不良区域的 CD 值明显偏大,部分点位超出管控指标;另外,SLOC 产品在生产工艺后段模组段缺陷不良高发,缺陷不良平均发生率为 2.82%,缺陷不良高发位置与不良和 CD 偏大区域基本一致,有强相关性。通过旋转涂布等测试以及实际流片观察,锁定造成不良的设备为显影机。由于基板从显影 1(DEV#1)进入显影 2(DEV#2)时基板流片末端药液干燥导致显影不良,进而引起不良,本文称其为干燥不良。为解决此问题,对基板由 DEV#1 向 DEV#2 流片的速度进行软体修改,干燥不良有轻微改善,但未消除;通过在 DEV#1 腔室内增加二次液切的方式,消除了 SLOC 产品传感器光刻生产时的干燥不良。SLOC 产品的 CD 均一性由 3.3%提升到 1.9%,缺陷不良率从改善前的平均 2.82%降低到平均 0.27%。

关键词:干燥不良; CD 均一性; 缺陷不良; 显影机; 二次液切

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:**10.37188/CJLCD.2020-0013

Improvement of SLOC sensor photo dry Mura

LI Shi-lei*, LIU Chao-qiang, WU Dong-qi, QIU Jing-wen, ZHENG Xiao-hu,

LIU Qun, LI Wei, ZHANG Ze-jun

(Chongqing BOE Optoelectronics Technology Co., Ltd., Chongqing 400715, China)

Abstract: After the sensor photo process is completed for SLOC products, macro observation shows that there is a large area of Mura on the color filter chamfered side of the substrate. The critical dimension (CD) value of the Mura area and the normal area is tested. The CD value of the Mura area is significantly larger, and some points exceed spec. In addition, the average incidence of Short in the module section of the SLOC product in the production process is 2.82%, and the location of the Short is basically consistent with the larger areas of Mura and CD, and has a strong correlation. Through tests such as spin coating and actual tape-out observation, the device that caused Mura to be locked is the developer. As the substrate from the DEV#1 to the DEV#2 is dried at the end of the substrate, the liquid solution is dried, which leads to poor development, which in turn causes Mura. This article refers to this as dry Mura. In order to solve this problem, the speed of substrate transfer from DEV#1 to DEV#2 is modified by software. The drying Mura is slightly improved but not eliminated. Lat-

收稿日期:2020-08-13;修订日期:2020-10-14.

* 通信联系人, E-mail: lishilei@boe.com.cn

er, by adding a secondary aqua knife method in the DEV #1 chamber, the dry Mura of SLOC sensor photo is eliminated. The CD uniformity of SLOC products increases from 3.3% to 1.9%, and the short defect rate decreases from an average of 2.82% before improvement to an average of 0.27%.

Key words: dry Mura; CD uniformity; short defect; developer; secondary aqua knife

1 引言

随着科技的进步,触控面板的产品应用越来越广泛,而液晶面板上配单层触控传感器 (Single Layer On Cell, SLOC) 产品的触控显示面板因工艺制程简单具有较大优势。目前 SLOC 产品的制作方式是在阵列和彩膜(CF)对盒后的基板 CF 侧制作触控感应层^[1]。

目前制作触控感应层的方法是在对盒后的彩膜(CF)基板一侧沉积一层氧化铟锡(ITO)层,然后在 ITO 层上涂布一层正性光刻胶,经过曝光、显影、刻蚀、剥离后形成 ITO 网线,ITO 网线与外部控制电路连接后实现触控功能^[2-3]。

在进行 SLOC 产品传感器光刻 (Sensor Photo) 工艺生产时,基板上会有干燥不良(Mura)异常。不良是评价 CF 宏观视觉品质的关键参数,因此对生产工艺中产生的 Mura 管控越来越严格(Mura 一词源自日语,是液晶面板生产中出现的各种色斑类不良现象总称^[4])。我们对异常区域的关键尺寸(Critical Dimension, CD)进行测量,CD 明显偏大,甚至超管控指标,并且 SLOC 产品在后段的缺陷不良持续高发,经匹配,与 CD 偏大区域基本一致,相关性大。

本文通过对干燥不良产生的原因进行分析,对造成干燥不良的设备进行改造,有效地解决了干燥不良问题,同时 SLOC 产品的 CD 均一性得以提升,缺陷不良率得以降低。

2 现象描述

在进行传感器光刻工艺时,用宏观检查机(Macro)观察基板,在 CF 倒角侧,基板上有大面积的不良,发生在所有的 SLOC 产品上。对产品进行 CD 测量,不良区 CD 明显大于其他区域,如图 1、图 2 所示。

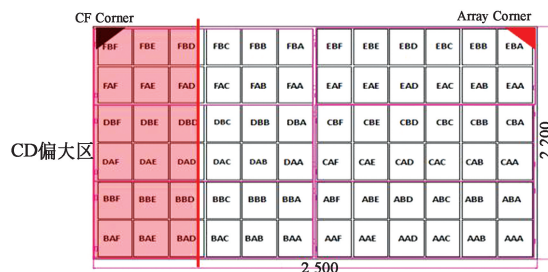


图 1 基板上 CD 偏大区

Fig.1 Area of larger CD on the substrate

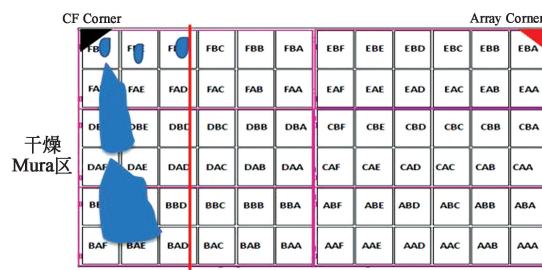


图 2 基板上干燥不良区

Fig.2 Dry Mura area on the substrate

以我司生产的某款产品为例,CD 管控指标为 $(11.6 \pm 1) \mu\text{m}$,生产时任意选取两枚基板,测试其 CD,结果如图 3 所示。

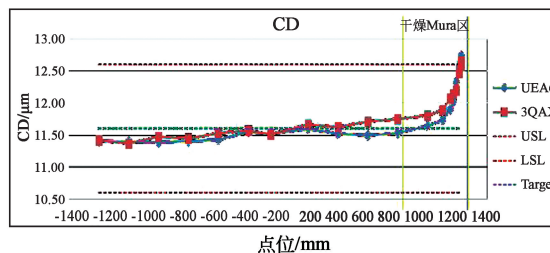


图 3 产品 CD 值

Fig.3 Product CD value

根据测量的 CD 数据,均一性偏差已达 3.3%,超出 3% 的管控指标,且 CD 波动差(Range)高达 1.3。

另外,在生产后段模组,SLOC 产品的缺陷不良率持续高发,各产品的缺陷不良率平均已达

2.82%,由此造成的良率损失严重。根据缺陷不良发生的位置分布,与干燥不良和 CD 偏大区域有较大匹配性,以我司生产的某款产品为例,分析其缺陷不良分布与 CD 偏大区域关系,如图 4、图 5 所示。

750pcs	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
A	2.4%	2.3%	1.2%	2.4%	2.4%	1.6%	1.5%	2.1%	1.7%	1.9%	2.0%	2.9%
B	0.5%	0.9%	0.5%	0.4%	0.8%	0.3%	0.4%	1.2%	0.8%	0.7%	0.9%	1.5%
A	0.7%	1.2%	0.8%	0.9%	0.5%	1.3%	1.2%	1.6%	2.0%	2.1%	1.5%	2.5%
B	0.8%	0.7%	1.3%	0.9%	0.5%	1.3%	1.3%	1.2%	1.7%	1.1%	1.6%	0.9%
A	1.1%	0.7%	0.7%	0.5%	0.3%	0.7%	0.4%	1.1%	1.9%	1.9%	1.2%	2.4%
B	1.9%	1.5%	1.7%	1.3%	2.7%	1.6%	1.7%	1.9%	1.5%	2.4%	2.8%	3.2%

图 4 缺陷不良分布图

Fig.4 Short bad distribution

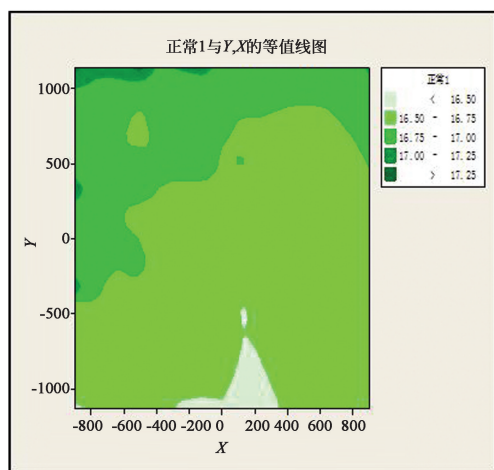


图 5 CD 趋势图

Fig.5 CD trend chart

如图 4 所示,红框内为缺陷不良高发区;如图 5 所示,红框内为 CD 偏大区域。缺陷不良高发区域与 CD 偏大区域基本吻合。

本论文将主要分析 SLOC 产品在生产时干燥不良产生的原因并分析改善方案,通过改善干燥不良,提升 SLOC 产品传感器光刻的 CD 均一性和降低缺陷不良发生率,提升产品品质和降低良率损失。

3 原因分析

3.1 干燥不良产生原因

从宏观检查机观察^[5],干燥不良发生位置均

在基板 CF 倒角侧,在产线的流片方向为基板流片末端。产线内有可能在生产中产生此不良的设备包括涂布机及显影机,对上述设备分别进行基板旋转测试,测试结果如下:

(1)将基板进行旋转涂布测试,即基板在进入涂布机前,对其进行 180° 旋转,然后再进行涂布。涂布完成后,在进入曝光机前再将基板方向旋转为正常基板流片方向,并继续完成后续工艺流程。当宏观检查机工艺完成后,进行宏观检查机观察,干燥不良位置没有变化,即排除干燥不良由涂布机涂布时产生。

(2)将基板进行旋转显影测试,即基板在进入显影机前,对其进行 180° 旋转,使原本的基板流片前端变成了流片末端。当基板完成显影工序及后续工艺后,进行宏观检查机观察,干燥不良位置变化与原有干燥不良位置相反,但均为基板在显影机内的流片末端。

由上述测试判断,干燥不良产生位置在显影机,遂对基板在显影机内的流片情况进行观察。观察发现,由于宏观检查机工艺使用的 CF 显影机,为避免出现孔点(ITO Open)不良,在进行宏观检查机工艺时,显影机的显影 1(DEV#1)区间只开启前端的液刀而不开启喷头(Nozzle)喷淋,造成基板在显影机内由显影 1 区间进入显影 2(DEV#2)区间时,基板的流片末端逐渐干燥,导致该区域的显影异常,随即产生干燥不良,图 6 为显影机显影区结构图。

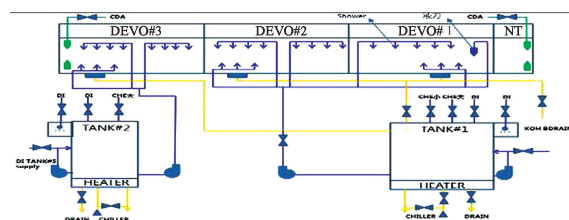


图 6 显影机显影区结构图

Fig.6 Structure of the developing area of the developing machine

3.2 干燥不良区 CD 偏大及缺陷不良原因

由于基板在显影机的流片末端出现干燥问题,导致基板的流片末端的显影效果比其他区域的显影效果差,即出现显影不足。当基板末端出现显影不足时,则会造成此区域的 CD 值

偏大^[6-7]。

当在进行宏观检查机工艺时,如果 CD 偏大,在后续的刻蚀工艺时,无法刻蚀完全,就会造成在后段工艺中缺陷不良发生的概率上升;尤其是 SLOC 产品的距离越窄,由 CD 偏大造成的缺陷不良的概率也会越大,主要原因为由于 CD 偏大,造成距离被压缩^[8-10]。根据现有 SLOC 产品的距离及缺陷不良发生率也可以得出相同的结论。当某款产品的制定距离(Develop Inspection Space, DI Space)为 $5.59\ \mu\text{m}$ 时,它的缺陷不良发生率为 3.94%;另外一款产品的制定距离为 $9.49\ \mu\text{m}$,它的缺陷不良发生率为 1.01%。但由于制定距离为产品设计特性,难以变更,因此只能通过改善基板 CD 改善缺陷不良发生率。

4 改善方案

4.1 干燥不良改善方案

干燥不良产生的原因为基板末端从 DEV #1 腔室进入 DEV #2 腔室时提前干燥,导致显影不良,因此改善干燥不良的方向为延缓基板流片末端干燥,即让基板从 DEV #1 进入 DEV #2 时基板仍保持润湿状态。经过深入分析与讨论,得出如下两个改善方案:

(1) 基板开始减速位置变更。对基板开始减速的传感器增加延时时间,改变基板在显影机内开始减速的位置,从而延缓基板流片末端的干燥。

(2) 增加二次液切。在 DEV #1 腔室内增加二次液切,保证基板从 DEV #1 进入 DEV #2 时膜面均匀润湿。

上述两个方案,方案(1)仅需要软体修改即可,改造简单,且改造周期短,费用低,所以优先进行方案(1)改善干燥不良。

4.2 基板开始减速位置变更改造

基板从过渡区间(NT)进入 DEV #1 时为高速搬送。当 DEV #1 内①号传感器亮起,NT 内③号传感器熄灭时,基板即从高速搬送变为低速搬送,如图 7 所示。通过软体修改,将基板高速变低速的方式变更为 DEV #1 内①号传感器亮起,NT 内③号传感器熄灭若干秒之后再进行减速,

延时时间可以自主在触摸屏上进行修改和输入。通过此方法,可以减少基板在 DEV #1 内停留时间,从而避免基板流片末端出现大面积的干燥,具体改造方案如图 8 所示。

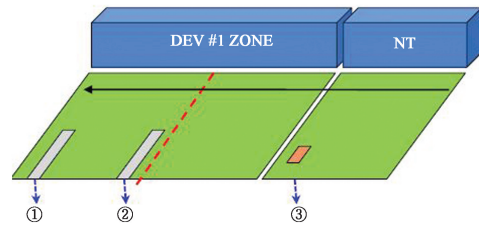


图 7 原有基板减速方式

Fig.7 Original substrate deceleration method

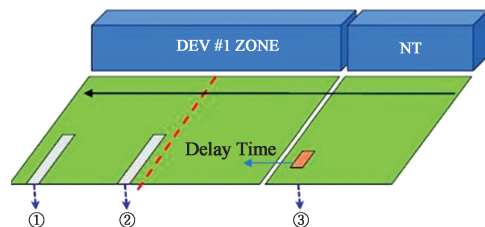


图 8 增加基板减速延时时间

Fig.8 Increase of the deceleration delay time of the substrate

分别将延时时间设置为 1, 2, 3 s 进行流片观察及测试,测试结果如图 9 所示。从测试结果看,增加延时时间可以改善流片末端 CD 偏大问题,但改善效果有限,不能消除流片末端 CD 偏大问题,另外 CD 均一性依然偏大,在 2.6% 左右。从宏观检查机观察宏观现象,干燥不良区域虽有减

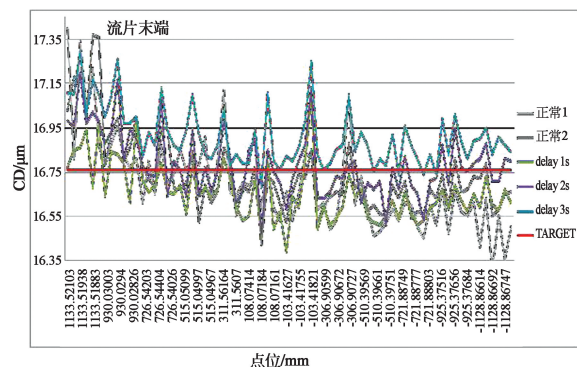


图 9 基板减速设置不同延时时间后 CD 测试结果对比

Fig.9 Comparison of CD test results of the substrate after setting on different deceleration delay time

少,但依然存在较大区域。

从测试结果来看,通过方案(1)改变基板在显影机开始减速位置,不能有效解决干燥不良问题。

4.3 增加二次液切改造

通过改造,在 DEV #1 腔室内增加二次液切 (Aqua Knife)。由于液切采用狭缝 (SLIT) 方式向基板表面均匀地喷洒药液,喷淋均一性大于 94%,可以更好地保证基板膜面的均匀性,且能够保证基板从 DEV #1 进入 DEV #2 时基板表面保持润湿状态,具体改造方案如图 10、图 11 所示。

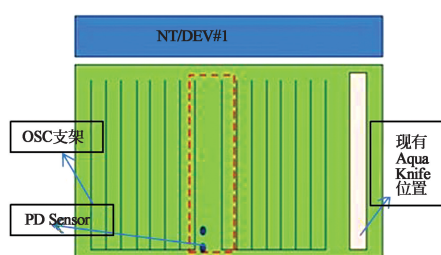


图 10 改造前 DEV #1 腔室结构图

Fig.10 Structure of DEV #1 before modification

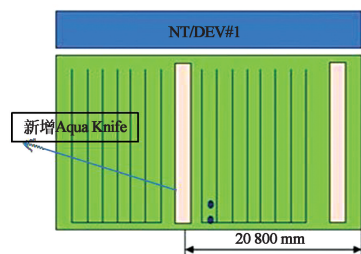


图 11 改造后 DEV #1 腔室结构图

Fig.11 Structure of DEV #1 after modification

改造时,二次液切安装在两组摇摆 (OSC) 支架之间,且需拆除一根喷淋管路留足液切安装空间。摇摆传感器 (PD Sensor) 向 NT 方向移动 220 mm,避免与二次液切位置重叠。当生产 SLOC 产品时,开启二次液切,液切流量根据生产需求可以进行调整。

4.4 增加二次液切后改善状况

4.4.1 干燥不良改善

二次液切使用后,干燥不良现象基本消除,流片末端易干燥区域明显减少,具体结果如图 12 所示。观察 SLOC 基板流片状况,流片末端易干燥区域明显减小。用宏观检查机观察,干燥不良现

象已不可见。

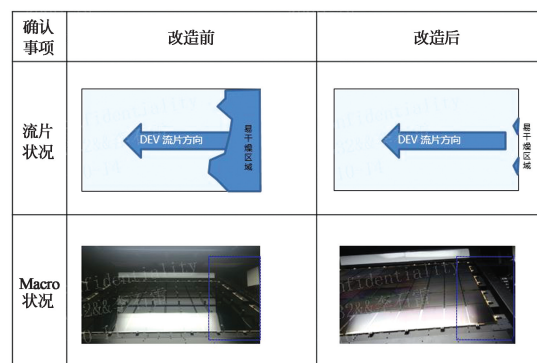


图 12 改造前后干燥不良对比

Fig. 12 Comparison of dry Mura before and after modification

4.4.2 CD 均一性改善

二次液切使用后,CD 均一性得以明显提升。以我们生产的某款产品为例,CD 均一性由 3.3% 提升到 1.9%,流片末端 CD 偏大现象基本消除,CD 波动差由 1.3 μm 降低到 0.8 μm ,具体结果如图 3 所示。

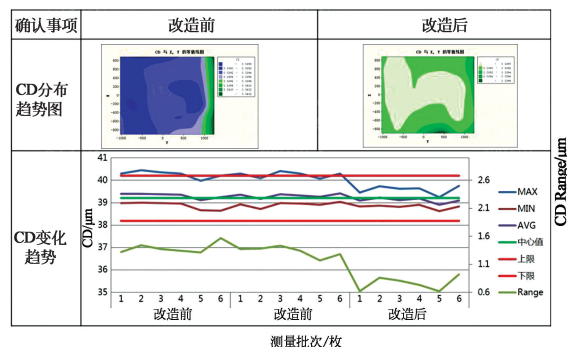


图 13 改造前后 CD 均一性对比

Fig. 13 Comparison of CD uniformity before and after modification

4.4.3 缺陷不良改善

由于 CD 均一性提升,CD 偏大区域得以改善,缺陷不良同样得以改善,从增加二次液切后的 SLOC 生产良率数据可知,SLOC 产品的缺陷不良率由改善前的平均 2.82% 降低到改善后的 0.27%。

5 结 论

本文对 SLOC 产品传感器光刻工艺生产时的干燥不良现象进行分析,明确了 CD 均一性差

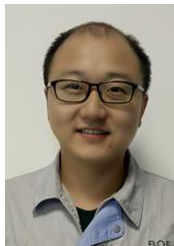
及缺陷不良高发的原因,并通过干燥不良产生的位置得出干燥不良产生的原因为基板从 DEV #1 进入 DEV #2 时流片末端提前干燥造成,从而研究干燥 Mura 的改善方案。但单纯通过改变基板在 DEV #1 腔室的停留时间,虽然干燥不良区域稍有减小,却并不能完全改善干燥不良问题;通过在 DEV #1 腔室内增加二次液切,则可以有效地

改善基板从 DEV #1 进入 DEV #2 的膜面润湿状况,干燥不良问题得以有效改善。通过解决传感器光刻生产时的干燥不良问题,SLOC 产品的传感器光刻 CD 均一性和缺陷不良率明显得到改善,传感器光刻 CD 均一性从改善前的 3.3% 提升到 1.9%,缺陷不良率从改善前的平均 2.82% 降低到改善后的 0.27%。

参 考 文 献:

- [1] 万彬,熊强,黎敏.一种掩模板、彩膜基板、显示面板、显示装置:中国,CN209044565U[P].2019-06-28.
WAN B, XIONG Q, LI M. Mask plate, color film substrate, display panel and display device: CN, CN209044565U [P]. 2019-06-28. (in Chinese)
- [2] 张立.电容式柔性触控系统的研究与实现[D].广州:广东工业大学,2015.
ZHANG L. Research and implementation of flexible capacitive touch system [D]. Guangzhou: Guangdong University of Technology, 2015. (in Chinese)
- [3] 翟莲娜,周化岚,李小慧,等.氧化钢锡透明导电电极的刻蚀研究[J].腐蚀科学与防护技术,2014,26(1):41-44.
ZHAI L N, ZHOU H L, LI X H, *et al.* Etching of transparent and conductive indium tin oxide films [J]. *Corrosion Science and Protection Technology*, 2014, 26(1): 41-44. (in Chinese)
- [4] 黄锡珉.液晶显示技术发展轨迹[J].液晶与显示,2003,18(1):1-6.
Huang X M. Road-map of LCD technology [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2013, 18(1): 1-6. (in Chinese)
- [5] 毕昕,丁汉.TFT-LCD Mura 缺陷机器视觉检测方法[J].机械工程学报,2010,46(12):13-19.
BI X, DING H. Machine vision inspection method of Mura defect for TFT-LCD [J]. *Journal of Mechanical Engineering*, 2010, 46(12): 13-19. (in Chinese)
- [6] 范学丽,靖瑞宽,翁超,等.湿法刻蚀 FI CD 均一性的影响因素及提高刻蚀均一性的研究[J].液晶与显示,2016,31(1):67-73.
FAN X L, JING R K, WENG C, *et al.* Improvement of etching uniformity and influence factors of wet etching of FI CD uniformity [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2016, 31(1): 67-73. (in Chinese)
- [7] 张玉虎,岳浩,王军帽,等.TFT 光刻 DICD 均一性改善优化[J].液晶与显示,2016,31(10):929-935.
ZHANG Y H, YUE H, WANG J M, *et al.* Improvement of uniformity of TFT lithography DICD [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2016, 31(10): 929-935. (in Chinese)
- [8] 刘丹,陈启超,黄晟,等.光刻制程参数对光刻胶 DICD 和锥角的影响[J].液晶与显示,2019,34(2):146-154.
LIU D, CHEN Q C, HUANG S, *et al.* Influence of lithography process parameter on DICD and taper of photoresist [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2019, 34(2): 146-154. (in Chinese)
- [9] 陈崔军.TFT-LCD ARRAY 光刻制程 CD 均一性分析和实现[D].成都:电子科技大学,2018.
CHEN C J. Analysis and implementation of CD uniformity in TFT-LCD Array lithography process [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology, 2018. (in Chinese)
- [10] 王军.光刻工艺中聚酰亚胺层光阻减量和线宽均匀性研究[D].天津:天津大学,2011.
WANG J. Litho polyimide layer resist reduction and CD uniformity research [D]. Tianjin: Tianjin University, 2011. (in Chinese)

作者简介:



李石雷(1988—),男,河南洛阳人,硕士,高级工程师,2014 年于北京科技大学获得硕士学位,主要从事液晶显示面板生产与工艺相关工作。E-mail: lishilei@boe.com.cn