

文章编号:1007-2780(2019)02-0155-05

一种 GOA 产品静电失效的研究及改善

杨宗顺*, 陶 雄, 钟 野, 李 伟, 王耀杰, 张志聪

(重庆京东方光电科技有限公司, 重庆 400714)

摘要:在 TFT-LCD(Thin film transistor-liquid crystal display)行业中,进行摩擦工艺制程时,玻璃基板与机台接触、分离;摩擦辊与玻璃基板摩擦、摩擦机台顶针上升过程,都容易产生静电击穿。针对一款在摩擦工艺过程中产生静电的 GOA (Gate driver on Array)产品,结合摩擦工艺参数、生产环境,进行了一系列静电相关验证。验证发现:摩擦工艺中摩擦布寿命、环境湿度对静电发生影响很大。摩擦布寿命越靠后,静电越容易发生;湿度越大,静电越不容易发生。摩擦机台顶针上升速度、摩擦布类型也对静电发生有一定影响,顶针缓慢上升,静电不容易发生;摩擦棉布较尼龙布静电效果相对较好。而针对摩擦工艺发生的静电失效不良,光配向替代是一种根本的解决方法,导入光配向工艺后,摩擦相关静电失效不良由量产 6.8%下降为 0%。

关键词:摩擦工艺;静电击穿;GOA 产品;摩擦布寿命;湿度;光配向

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:**10.3788/YJYXS20193402.0155

Research and solution of ESD problem for a GOA product

YANG Zong-shun*, TAO Xiong, ZHONG Ye, LI Wei, WANG Yao-jie, ZHANG Zhi-cong

(Chongqing BOE Optoelectronics Technology CO., LTD., Chongqing 400714, China)

Abstract: In TFT-LCD industry, in the rubbing process, the contact and separation between glass and the stage, the friction process between the roller and glass, as well as the process of the rise of stage Pin, are all easy to produce ESD (Electro-static Discharge). For a GOA (Gate driver on Array) product which was Failed because of ESD in the RUB process, a series of ESD-related verifications were conducted in combination with rubbing process parameters and production environment. The verification found that the life of the RUB cloth and the humidity of the environment in the rubbing process have a great influence on the ESD. It is more likely that ESD will happen when the life of the rub cloth is lower. The higher the humidity, the less likely ESD is to occur. The rising speed of table Pin and the type of rubbing cloth also have a certain influence on the occurrence of ESD, The pin rises slowly and the ESD does not easily occur; Cotton is less prone to occurrence of ESD than nylon. For ESD in the rubbing process, optical alignment substitution is a fundamental solution. After the introduction of the optical alignment process, the rubbing-related ESD decreased from 6.8% to 0%.

Key words: rubbing; electro-static discharge; gate driver on array product; rubbing cloth Life; humidity; optical alignment

收稿日期:2018-08-27;修订日期:2018-12-07.

* 通信联系人, E-mail: yangzongshun@boe.com.cn

1 引言

近年来,国内薄膜晶体管显示器 TFT-LCD (thin film transistor-liquid crystal) 行业发展迅速,不断的创新和推出新产品是各公司能保持竞争的关键。其中,GOA(Gate driver on Array)产品由于其低成本、低功耗、窄边框等优点,逐步成为各公司新产品设计的新方向^[1-2]。GOA 技术是将栅极驱动器集成在线路基板上,因为基板自身集成了栅极驱动电路,故可降低产品成本,还可实现窄边框。

在 TFT-LCD 工艺过程中基板在接触、摩擦、挤压、分离或受热等情况下,很容易积累静电。而基板本身是绝缘材料,静电散逸的速度很慢,因此在基板表面容易积聚大量的静电荷^[3-5]。GOA 产品在 GOA 区域内线路密度高,线路连接跨接、交叉布线多,因而 GOA 产品很容易在线路密集、繁杂的 GOA 区域积累静电。当静电积累达到一定临界点时,就会发生静电击穿,造成线路损坏,导致短路或断线类不良发生,造成品质和收益的损失。当前在窄边框潮流下,GOA 产品越来越多,GOA 产品静电相关不良也愈发突出,并逐渐引起了大家的重视。

本文就一款 GOA 产品静电失效的排查及改善做了一系列验证、研究。主要研究对象为一款在摩擦过程中产生静电失效的 GOA 产品。针对摩擦制程引起的静电失效,对摩擦制程各工艺参数、产线环境与静电产生的相关性进行了验证与分析。通过验证发现,较为有效的改善措施是:摩擦布寿命管控、产线湿度增加、玻璃基板与机台分离过程中顶针上升速度降低。而非接触式的光配向工艺能彻底解决摩擦过程中引起的静电。

2 静电发生概述及排查

2.1 常见静电的产生分析

当玻璃基板在滚轮上传送或者是与设备顶针相互接触、摩擦时会产生静电荷,电子会从玻璃基板转移到滚轮或者顶针上,两者之间形成偶对电子层。如果静电荷没有得到及时的中和或散逸,当滚轮或者顶针与玻璃基板分离后,

不同极性电荷就会分别积累在滚轮或者顶针与玻璃基板上^[6-7]。静电积累到超过 TFT 器件承受范围时,就会发生静电击穿,从而造成显示异常、线不良等电学不良。本文所述静电击穿,如图 1,屏点灯现象为多条水平方向线不良,以下简称水平横线。

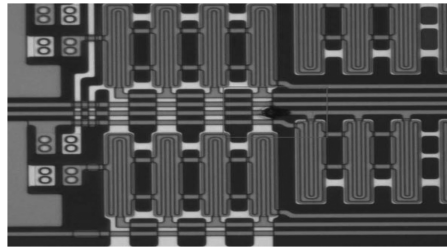


图 1 静电击穿图示

Fig.1 Phenomenon of ESD

2.2 不良及静电的排查

水平横线不良点灯为多条或满屏横线,并伴随闪烁。通过对信号线区域显微镜排查,发现 GOA 区域存在静电击穿。使用静电枪对正常屏相同区域进行静电击伤模拟,相同 GOA 单元区域可重现静电击穿现象。点灯现象同水平横纹不良一致,基本锁定 GOA 区域静电击穿为造成水平横纹的直接原因。而点灯检出水平横纹之前,屏需经过前端繁杂的工序,各工艺段均有可能造成静电击穿。通过扫描电镜观察,信号传输层、绝缘膜层均炸裂,如图 2,可见静电击穿为绝缘膜镀膜之后发生,这样就大大缩小了静电的排查范围。

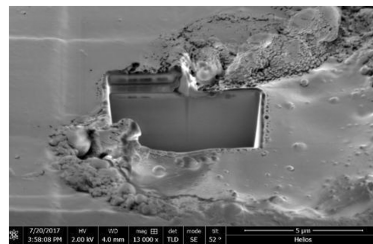


图 2 扫描电镜图示

Fig.2 Phenomenon of FIB

TFT-LCD 制程中,自动光检机可通过拍照,获得生产过程中的缺陷或异常点。通常自动光检机可监控点缺陷、异物、膜面不均等异常。在排查静电过程中我们也使用自动光检机进行排查。首先在绝缘膜层完成后,出货至贴合工厂前检查,对

静电高发的GOA区域进行拍照,并排查照片是否可见静电击穿点;贴合工厂涂覆配向膜后继续进行自动光检机拍照;摩擦后再次拍照确认。以此逐段排查各工艺过程中是否产生静电,直至发现产生静电的工序。排查摩擦工艺后光检机照片,发现GOA区域存在静电击穿,跟踪摩擦工艺后存在静电击穿的屏至点灯检查,检出为水平横纹不良,可见静电为摩擦工序产生,排查结果如表1。

表1 静电排查结果

Tab.1 Results of ESD investigation

排查工序	数量/片	静电
绝缘膜	100	无
配向膜	100	无
摩擦工艺	100	有

3 静电的相关验证及改善

3.1 摩擦模式与静电的相关性

摩擦工艺为配向膜涂覆之后工艺,其作用是使配向膜形成一定沟槽,使其具有液晶配向能力。摩擦设备一般为两个机台,分为A侧、B侧,如图3。摩擦工艺可以采用多种模式进行,A侧只做TFT或CF(Color Filter)基板(条件1);A侧TFT/CF各一张基板依次交叉进行(条件2);TFT/CF各一个卡(20张)依次交替进行(条件3),B侧同A侧。通常认为,TFT侧存在密集金属线路,当同一摩擦机台长时间跑TFT玻璃后,机台静电积累可能更严重。而条件2、条件3有交替跑CF玻璃,可能对机台静电散逸有一定缓解作用。改善验证中,分别用3种摩擦模式进行了验证,发现不同摩擦模式与静电高发无明显相关性,结果见表2。

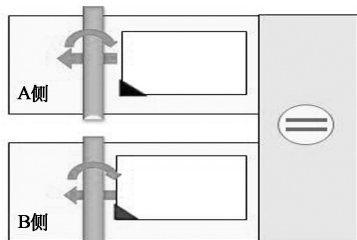


图3 摩擦机台图示

Fig.3 Phenomenon of rubbing stage

表2 摩擦模式与静电相关验证

Tab.2 ESD results vs. different RUB model

摩擦模式	数量/片	发生率/%
条件1	200	5.9
条件2	200	5.5
条件3	200	6.1

3.2 摩擦工艺参数与静电相关性

摩擦工艺中摩擦辊会接触、摩擦基板膜面,摩擦机台中存在顶针与基板接触并使其升降。此过程中辊与基板摩擦接触、顶针托着基板升降、玻璃与机台接触、分离过程中都容易产生静电。

摩擦制程中表征摩擦工艺强度的参数之一为转速(辊一份钟转的圈速)。摩擦工艺完成后机台顶针上升使玻璃基板与机台分离,上升完成后机械手再进行取片、换片动作,顶针上升完成时间定义为顶针1S(顶针1s完成上升过程)。机台与基板分离瞬间容易产生静电,为降低瞬间静电产生可能,对机台进行防静电液涂覆(产品说明:可降低表面电阻至 $10^7 \sim 10^8 \Omega$)。

根据以上,对摩擦辊的转速、机台顶针上升速度、机台是否涂覆防静电液等变量,进行了控制变量实验验证,对比项为正常量产(转速:1 200、顶针上升速度:顶针1S、机台情况:未涂覆防静电液)。验证发现:机台顶针上升速度减缓对静电改善有一定效果;而摩擦辊转速降低、机台涂覆防静电液无明显改善效果,结果见表3。

表3 机台参数与静电相关验证

Tab.3 ESD results vs. stage parameters

因子	数量/片	发生率/%
参照项	200	5.2
转速 1 000/(r · min ⁻¹)	200	5.7
转速 800/(r · min ⁻¹)	200	5.0
顶针 2S	200	4.1
顶针 3S	200	3.9
防静电液涂覆	200	5.3

3.3 产线湿度与静电相关性

TFT行业中湿度是产线管控的重要环境指标之一,湿度(%RH,Relative Humidity)一般指

相对湿度,指在一定温度条件下,单位体积气体(通常为空气)中水蒸气含量与相同体积气体中水蒸气饱和时水蒸气含量的百分比。

通常认为,湿度对静电的影响很大,湿度越大,电荷在潮湿的空气中得不到累积或者说更容易散逸,就不容易产生高压放电。所以湿度越大,静电越少;湿度越小,静电越大。验证中对摩擦制程产线湿度进行了调整,并做了不同湿度的验证。验证发现:湿度升高对静电降低有较为明显效果,见表 4。实际生产考虑到湿度太大,有 TFT 基板线路腐蚀风险,最高 70%RH 验证,应用于量产。

表 4 产线湿度与静电相关验证		
Tab.4 ESD results vs. Environmental humidity		
湿度/%RH	数量/片	发生率/%
40	200	7.8
50	200	5.6
60	200	4.2
70	200	3.1

3.4 摩擦布与静电相关性

3.4.1 摩擦布类型与静电相关性

摩擦布为摩擦过程中直接与玻璃基板接触的介质。常见摩擦布按大类分为 2 类,棉布系列:棉布材质为主材;尼龙系列:尼龙材质为主材。一般认为棉布较为柔和,摩擦强度稍弱,但产生静电少;尼龙布摩擦强度大,摩擦效果较好,但容易产生静电。改善静电过程中,分别对不同摩擦布类型及相同类型不同种类摩擦布做了静电相关性验证,发现棉布整体静电效果稍好,但差异并不明显,见表 5。

表 5 摩擦布类型与静电相关验证		
Tab.5 ESD results vs. rubbing cloth type		
摩擦布	数量/片	发生率/%
棉布-1	200	6.2
棉布-2	200	5.6
棉布-3	200	5.9
尼龙布-4	200	6.8
尼龙布-5	200	7.1
尼龙布-6	200	6.3

3.4.2 摩擦布寿命与静电相关性

摩擦布作为生产中耗材,其使用具有一定寿命周期,本文所述产品寿命为 200(200 片玻璃基板);通过数据分析发现,随着摩擦布寿命的延长,越靠摩擦布寿命后期的产品更容易发生静电,如图 4。更直观对比为前 60 片玻璃基板,静电发生率为 0.48%,第 60~100 片发生率为 1.4%,第 100~200 片发生率为 8.2%。可见将摩擦布寿命控制在 100 以下,可很大程度降低静电相关不良的发生。

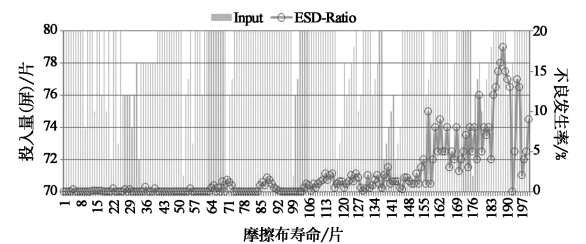


图 4 摩擦布寿命和静电关系
Fig.4 Correlation between rubbing cloth life and ESD

3.5 光配向导入与静电的根本改善

光配向是一种利用紫外光照射配向膜,使配向膜在光化学反应下产生各向异性,从而使配向膜形成具有配向能力的聚合物膜,以实现液晶分子取向的控制^[8-10]。光配向是一种非接触式工艺,是摩擦工艺的一种补充、替代,目前各公司已逐渐引入光配向工艺。

在改善本次静电失效中,引入光配向工艺后,此款产品静电失效未再发生。同时也说明此 GOA 产品静电主要为摩擦工艺过程中,接触摩擦所导致。

4 结果与讨论

以上,对摩擦工艺中摩擦模式、机台相关工艺参数、环境湿度、摩擦布类型及摩擦布寿命等变量条件与静电相关性进行了一系列验证。

通过验证结果,结合产线实际情况,导入了机台顶针上升速度 2S、产线湿度 70%,并管控了摩擦布寿命≤100 片,此后 GOA 产品静电失效不良发生率由高发时 6.8%降至 0.7%,但未能完全消除。当引入非接触式光配向工艺替代摩擦工艺后,静电得到了彻底的解决。

5 结 论

静电是 TFT 行业甚至半导体行业中,仅次于异物,容易引起产品失效发生的第二诱因。其发生工序众多,发生原因不尽相同。

本文主要针对摩擦工艺过程中产生静电的情况进行了探究。通过一系列实验发现:摩擦工艺

中,摩擦布寿命、环境湿度对静电产生影响很大,摩擦布寿命越靠后,静电越容易发生;湿度越大,静电越不容易发生。摩擦机台顶针上升速度、摩擦布类型也对静电发生有一定影响,顶针缓慢上升,静电不容易发生;棉布较尼龙布静电效果较好。针对摩擦工艺产生的静电失效,光配向替代是一种可根本解决的方法。

参 考 文 献:

- [1] 张小祥, 颜芳霞, 刘正, 等. TFT-LCD 产业中 GOA 单元不良的研究[J]. 液晶与显示, 2015, 30(3): 387-392.
ZHANG XX, XIE F X, LIU Z, *et al.* GOA unit defect in TFT-LCD industry [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2015, 30(3): 387-392. (in Chinese)
- [2] 刘士奎, 王超, 杨雪, 等. 液晶显示领域之 GOA 技术专利分析[J]. 中国发明与专利, 2013(6): 21-28.
LIU S K, WANG C, YANG X, *et al.* Analysis of GOA technology patents in the field of liquid crystal display [J]. *China Invention & Patent*, 2013(6): 21-28. (in Chinese)
- [3] 刘同海, 梁晓桐, 高章飞, 等. 双侧 GOA 驱动 TFT-LCD 的常见线不良研究[J]. 电子世界, 2018(5): 186-188.
LIU T H, LIANG X T, GAO Z F, *et al.* Study on common line defects of GOA driving TFT-LCD on both sides [J]. *Electronics World*, 2018(5): 186-188. (in Chinese)
- [4] 李卿硕, 吴倩, 王莎. 液晶模组 ESD 失效分析及防护研究[J]. 液晶与显示, 2013, 28(5): 711-715.
LI Q S, WU Q, WANG S. TFT-LCD module ESD failure analysis and protection research [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2013, 28(5): 711-715. (in Chinese)
- [5] 曾杰. 集成电路新型 ESD 防护器件研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
ZENG J. Research of novel ESD protection devices for integrated circuits [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2016. (in Chinese)
- [6] 李欣欣, 龙春平, 王威. TFT-LCD 工艺与静电击穿[J]. 现代显示, 2007(3): 59-63, 42.
LI XX, LONG C P, WANG W. TFT-LCD process and ESD [J]. *Advanced Display*, 2007(3): 59-63, 42. (in Chinese)
- [7] 王丽娟, 王百金. TFT 制作中静电击穿的研究[J]. 长春理工大学学报, 2004, 27(1): 74-76.
WANG L J, WANG B J. The research of electrostatic breakdown in the production of TFT [J]. *Journal of Changchun University of Science and Technology*, 2004, 27(1): 74-76. (in Chinese)
- [8] 周刘飞, 王杰, 王鸣昕. 光配向技术在液晶电视面板中的应用[J]. 液晶与显示, 2016, 31(1): 87-92.
ZHOU L F, WANG J, WANG M X. UV2A technology for LCD-TV panel [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2016, 31(1): 87-92. (in Chinese)
- [9] 罗斌. 液晶光配向的研究进展[J]. 山东工业技术, 2016(2): 29.
LUO B. Research progress of liquid crystal optical alignment [J]. *Shandong Industrial Technology*, 2016(2): 29. (in Chinese)
- [10] 周学芹, 杨丽, 刘政明, 等. 光配向 PI 固烤时间与曝光能量对 LCD 光学及残影的影响[J]. 液晶与显示, 2017, 32(8): 596-600.
ZHOU X Q, YANG L, LIU Z M, *et al.* Effects of PI post-bake time and UV dosage on LCD optical performance and image sticking by photo-alignment [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2017, 32(8): 596-600. (in Chinese)

作者简介:



杨宗顺(1989—),男,云南香格里拉人,学士,高级工程师,主要从事液晶、半导体相关研究及改善工作。E-mail: yangzongshun@boe.com.cn