

研究与试制

DOI:10.19453/j.cnki.1005-488x.2023.02.012

TFT-LCD 边角白点不良的分析和改善

许叶潞

(厦门天马微电子有限公司, 福建 厦门 361000)

摘 要: 研究了6世代线生产的A产品边角白点不良问题。首先针对不良进行实物分析,然后利用Minitab软件的二元逻辑回归方法进行了数据分析,最后通过不同的工艺试验条件对不良进行改善。实验结果表明:不良区域封框胶被金属走线遮挡,遮挡比例是边角白点不良的重要影响因素;TOF-SIMS(Time of Flight Secondary Ion Mass Spectrometry)进一步分析发现不良区有更高含量的封框胶成分(丙烯酸类、双酚A类)。封框胶被金属走线遮挡,造成该区域封框胶固化不完全,导致封框胶成分析出溶入液晶,继而影响液晶正常偏转,产生边角白点不良。通过调整边角处的封框胶画法,可以有效降低不良率。实验改善了边角白点不良,为A产品的顺利量产打下了坚实基础。

关键词: 薄膜晶体管液晶显示器;边角白点;封框胶

中图分类号: TN873+.93;TB497 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-488X(2023)02-0177-04

Analysis and Improvement of Corner White Mura in TFT-LCD

XU Yelu

(Xiamen Tianma Microelectronics Co., Ltd., Xiamen Fujian 361000, CHN)

Abstract: The corner white Mura issue of product "A" produced in line 6 generation was systematically studied. Firstly, the physical analysis was carried out for the defects, and then the data simulation analysis was carried out by using the binary logistic regression method of Minitab software. Finally, the defects were analyzed and improved through different process test conditions. The experimental results showed that the sealant in defect region was sheltered by metal wiring, and the shielding proportion was an important factor affecting the corner white dot. Further analysis by TOF-SIMS showed that defect region had higher content of sealant (acrylic acid, bisphenol A). Thus, the sealant was sheltered by metal wiring, resulting in incomplete curing of the sealant in this region, leading to the precipitation of the sealant component into the liquid crystal, which then affected the normal deflection of the liquid crystal, resulting in white dot in the corner at last. By adjusting the corner of the sealant painting, it could effectively reduce the defect rate. This experiment effectively improved the corner white dot, laid a firm foundation for the smooth mass production of product "A", and reduced the loss of the company.

Key words: TFT-LCD; corner white dot; sealant

收稿日期:2022-12-02

作者简介:许叶潞(1990—),男,硕士,主要从事TFT-LCD技术整合工作。(E-mail:413484943@qq.com)

引 言

薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)具有很多优点,如轻薄美观、低功耗、低辐射和体积小等,在笔记本电脑、电视、手机、平板等多种显示设备中被运用^[1-3]。近些年,多种液晶显示技术更替发展,如a-Si(非晶硅)、IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide)、LTPS(低温多晶硅)^[4]以及逐步发展的AM OLED(自动矩阵有机发光二极管板面)等^[5-7],以此来满足人们对显示品质的需求。伴随着LCD行业的逐步成熟,工艺技术已取得了长足进步,但不可避免的还是存在一些不良需要解决,最典型的就是显示不均。

一般来说,显示不均产生原因主要分为两种,一种为电性相关,来源于TFT工艺过程中的缺陷,另外一种为盒内异常导致的。而盒内异常既可来自如彩膜侧PS柱不均匀引起盒厚差异,也可来源于成盒本身工艺,如液晶相关^[8-9]。

文章针对6世代线发生于A产品的边角白点不良进行了研究,明确了不良产生的原因,结合工艺验证结果,提出了相应的改善措施,为A产品的顺利量产打下坚实基础。

1 异常分析

1.1 不良现象

结合以往工作积累,整理分析思路对不良品进行逐步分析,如表1。首先将边角白点不良品去除偏光片,排除偏光片的影响,使用电测治具点亮,调节至127灰阶画面,可见边角处有直径约1mm白点不良,说明为面板相关异常,需分析TFT/CF/成盒段完整工序以及盒内材料。由于不良位置在边缘处,盒厚密集点测试易受边缘封框胶的影响,导致测试结果不准确。为此,使用旋转偏光片对显示屏进行观察,在蓝画面或黄画面,不良形态并没有发生改变,这说明是非盒厚型不良,因而可排除PS柱高度不均。不良品在电测治具点亮下异常放电,白点不良变黑,如图1。将不良品拆盒,不良区在显微镜下未见异常颗粒或异常现象,说明非异物导致配向类异常。另取不良品在80℃下烘烤,发现现象变轻微,部分可消失。结合以往经验和前人工作^[10-11],这说明该异常聚焦于成盒段,重点以异常区域盒内污染作为切入点进行验证。

表 1 分析思路

Tab.1 Analysis methods

分析方法	现象	后续方向
带偏光片观察	电测可见	排查是否偏光片干扰
无偏光片观察	电测可见	面板相关不良,排查面板
旋转偏光片观察	蓝或黄画面形态变化	盒厚相关型不良,排查成盒工艺或PS柱
	蓝或黄画面形态不变化	非盒厚相关型不良,排查TFT/CF/成盒工艺
拆盒观察	显微镜可见TFT侧异常	TFT相关膜层进一步分析
	显微镜可见CF侧异常	CF相关膜层进一步分析
	显微镜未见异常	电性或盒内相关
异常放电观察	不良形态变化	电性或盒内相关
烘烤后观察	不良程度不变化	电性相关,排查TFT器件
	不良程度变轻或消失	盒内相关

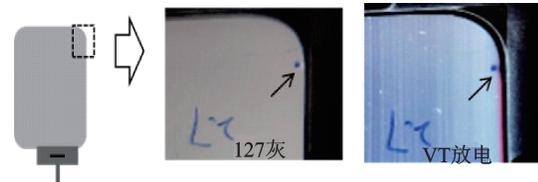


图 1 边角白点不良现象

Fig.1 Phenomenon of corner white dot

1.2 Minitab 二元逻辑回归分析

六西格玛绿带分析阶段常常使用Minitab软件对自变量X和因变量Y进行数据分析,以期从统计学角度获得二者间关系,辨别是否为影响因子。根据数据类型可区分为“计数型”及“计量型”两类,分别对应的是连续型数据与离散型数据。连续型数据可呈现连续性的变化,而离散型数据只能定性或可区分的,常见的“有”“无”^[12]。基于自变量X和因变量Y的数据类型,可灵活选用适合的分析方法,如二元逻辑回归、线性回归等,关于数据类型和分析工具的选择详见图2。由于线性回归的因变量Y必须为连续型变量,但涉及到的白团问题的因变量为离散型数据,不符合正态分布,因此不能采用线性回归,而应该使用适用于离散型Y的二元逻辑回归分析。

二元逻辑回归的出发点是Sigmoid函数, $S(x) = \frac{e^x}{1 + e^x}$ 。Sigmoid函数能将连续型数据的X映射得到一个事件发生概率,其取值范围在0与1之间,由此可以获得自变量对应事件发生概率的预测值。它的特点是随着输入X值的增大,Sigmoid函数值接近1,随着X的减小,其值接近于0。

收集读取边角白点不良品信息,发现可出现于大张玻璃各个位置,无明显聚集性,但都集中于边角处。不良品拆盒后,显微镜观察中发现一个现象,不良品的异常区域相比正常品,封框胶与金属走线交叠量更多,约40~50 μm,如图3。为此,收集大量白点不良品,显微镜观察并记录相应的数据,将框胶与金属走线的覆盖比例作为自变量X,白点不良作为因变量,其中“1”代表事件发生,“0”代表事件未发生。再通过Minitab软件使用二元逻辑回归,拟合得出覆盖比例与白点不良发生概率的散点图,如图4。从图中可以发现这二者呈现明显的线性关系,且被遮挡的比例越大,白点不良事件的发生概率越大,说明封框胶被金属走线遮挡是导致白点不良的一个重要因素。

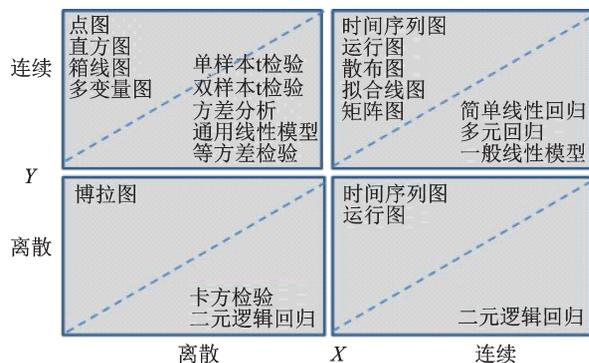


图2 数据类型和分析工具

Fig.2 Data types and analysis tools

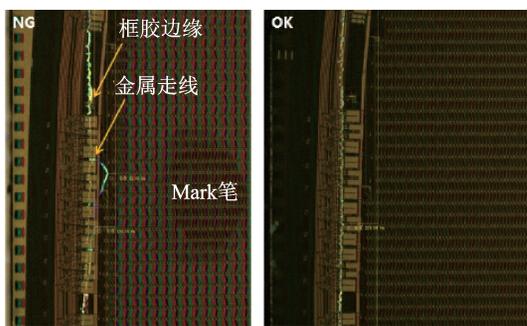
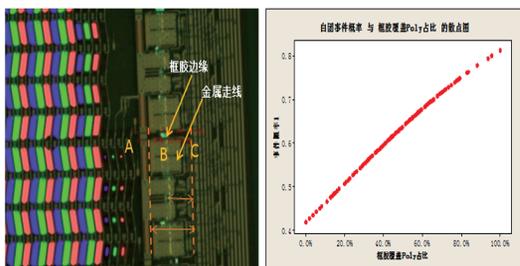


图3 边角白点显微镜现象

Fig.3 Microscopic phenomenon of corner white Mura



(a) 光学显微镜观察图 (b) 拟合散点图

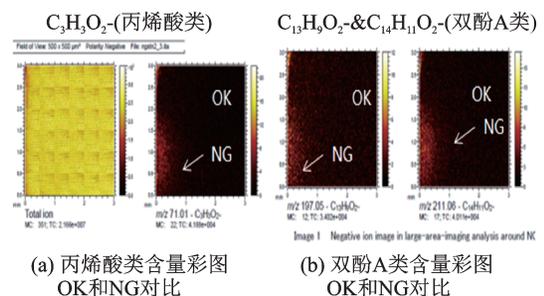
图4 二元逻辑回归分析

Fig.4 Binary logistic regression analysis

注：框胶覆盖金属走线占比=BC/AC

1.3 TOF-SIMS 分析

将A产品OK/NG品同时使用飞行时间二次离子质谱技术(Time of Flight Secondary Ion Mass Spectrometry, TOF-SIMS)进行成分分析。提取正常区域和异常区域的液晶,对离子含量进行了分析。结果如图5:相比OK区,异常区域(靠近框胶位置)具有明显的C₃H₃O₂⁻(丙烯酸类)、C₁₃H₉O₂⁻ & C₁₄H₁₁O₂⁻(双酚A类)富集,这些物质可能来自框胶(丙烯酸类和双酚A型环氧树脂)组分。



(a) 丙烯酸类含量彩图 OK和NG对比

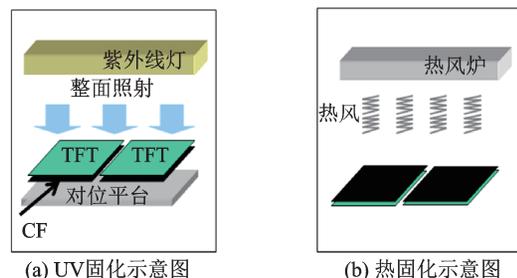
(b) 双酚A类含量彩图 OK和NG对比

图5 TOF-SIMS 离子分析结果

Fig.5 Iron analysis results of TOF-SIMS

2 实验改善

框胶固化工序分为UV固化和热固化,首先UV固化通过紫外线整面照射贴合后的面板,对封框胶进行一个初步固化,避免因液晶对框胶过长时间的腐蚀导致的漏液晶不良。UV固化主要影响框胶中的亚克力成分(丙烯酸);而热固化可固化框胶中的环氧树脂成分,使框胶彻底固化,液晶盒可靠的贴合在一起,具体如示意图6。



(a) UV固化示意图

(b) 热固化示意图

图6 框胶固化工艺

Fig.6 Curing process of sealant

基于Minitab数据分析和TOF-SIMS分析,可以初步推测:由于A产品特有的极限窄边框设计,基于产品开案制定下的目标框胶宽度,实际投产时

出现了边角处封框胶与金属走线交叠的情况,造成了局部UV光透过率低,影响了不良区域封框胶吸收UV能量,导致框胶固化率不足。由此析出了框胶组分(丙烯酸类和双酚A型环氧树脂)溶入液晶,影响液晶正常偏转,产生边角白点不良,如图7。实验改善方向可以从液晶滴下方式、框胶入手。

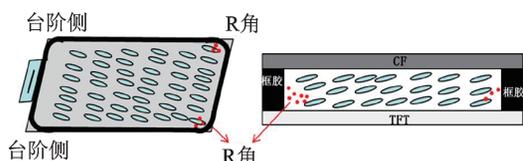


图7 机理猜测

Fig.7 The guessed mechanism

实验投入液晶滴下方式变更和封框胶调整两类,合计七个条件进行验证,得到白点不良率结果如表2。从液晶滴下方式变更结果上来看,液晶远离或靠近框胶与未调整前的对照组不良率并没有明显的差异。这说明,封框胶组分溶入液晶的速度相当迅速,打点距离的变化还达不到质变的结果。

从封框胶调整的实验结果看,通过延长UV照射时间,白点不良率从11.5%降低到6.8%,而增加照射功率的不良率是6.3%。这显示封框胶吸收到的UV能量提高时,是能够对白点不良起到一定的改善作用。但考虑到UV设备能力和工厂的产能需求,实验并没有进一步验证增加UV功率或时间的条件。框胶远离金属走线是通过调整边角处框胶的涂布速度,减小框胶宽度,以此来达到远离金属走线的目的,最终不良率为0.1%,改善明显。

表2 实验条件及结果

Tab.2 Experimental conditions and results

验证类别	条件	不良率/(%)
对照组	正常条件	11.50
	靠近框胶	9.80
液晶滴下方式变更	远离框胶1	12.30
	远离框胶2	9.60
封框胶调整	UV照射时间延长	6.80
	UV照射功率增加	6.30
	框胶远离金属走线	0.10

3 结 论

文章通过Minitab二元逻辑回归和成分分析,对边角白点不良的成因进行了研究,验证了不同液晶滴下方式和封框胶条件对边角白点不良的影响。结果表明:边角处封框胶被金属走线遮挡,造成该区域封框胶固化不完全,成分析出并溶入液晶,继而影响液晶正常偏转,产生边角白点不良;通过调整边角处的封框胶画法,可以有效降低不良率,为A产品的顺利量产打下了坚实基础,减少了公司的损失。

参 考 文 献

- [1] 许卓,金熙哲,吴海龙,等. LCD面板TFT特性相关残像研究[J]. 液晶与显示, 2018, 33(3): 195-201.
- [2] Ahn H J, Hwang H S, Kim D G, et al. Improvement of the long-term image sticking in an IPS-LCD by development of LCD cell materials[C]. Proceedings of the 15th International Display Workshops: IDW, Niigata, Japan, 2008: 1571-1572.
- [3] 张少楠,郭小军,崔宏青. 正负液晶在FFS中的比较和研究[J]. 液晶与显示, 2014, 29(3): 322-327.
- [4] 刘莎,王丹,杨照坤,等. TFT-LCD技术发展趋势浅析[J]. 液晶与显示, 2018, 33(6): 457-463.
- [5] 刘阳,张彬祥,黄楚佳. 柔性OLED薄膜封装技术分析[J]. 光电子技术, 2017, 37(2): 139-145.
- [6] Manders J R, Qian L, Titov A, et al. High efficiency and ultra-wide color gamut quantum dot LEDs for next generation displays[J]. Journal of the Society for Information Display, 2015, 23(11): 523-528.
- [7] Phenix S J. Display technology trends in digital signage display[J]. SID Symposium Digest of Technical Papers, 2017, 48(1): 608-611.
- [8] 徐伟,彭毅雯,雷有华,等. TFT-LCD横向线状未确认Mura分析及改善研究[J]. 液晶与显示, 2013, 28(4): 539-546.
- [9] 王绍华,吴飞,宣津,等. TFT-LCD工艺中角落白Mura的成因机理研究与改善[J]. 液晶与显示, 2018, 33(7): 583-589.
- [10] Yamada S, Kimura S, Sakai N, et al. A new production of the large size TFT-panel by "LC-dropping method"[J]. SID Symposium Digest of Technical Papers, 2001, 32(1): 1350-1353.
- [11] 石天雷,杨国波,刘亮,等. ODF工艺用封框胶的研究[J]. 光电子技术, 2011, 31(3): 211-214.
- [12] 邓文广,许叶潞,温建辉,等. 基于杂质离子含量评价的LTPS-LCD面板测量体系[J]. 液晶与显示, 2021, 36(10): 1388-1394.