

研究与试制

DOI:10.19453/j.cnki.1005-488x.2022.02.014

TFT-LCD 边缘彩点 Mura 解析和改善

陈 帅*, 张 显, 王文强, 陈 卓, 魏永辉, 郭剑伟, 贺新钢

(鄂尔多斯市源盛光电有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017000)

摘 要: 通过对各项不良改善措施的验证, 总结出包括画素设计、制程、材料等可以对边缘彩点 Mura 进行有效改善的措施。将边缘彩点 Mura 不良发生率由 35% 降低到 0, 有效的提高了产品的良率。

关键词: 薄膜晶体管液晶显示器; 边缘彩点; 液晶污染; 封框胶

中图分类号: TN873.93 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-488X(2022)02-0154-05

Research and Improvement of Edge Color Dot Mura in TFT-LCD

CHEN Shuai, ZHANG Xian, WANG Wenqiang, CHEN Zhuo, WEI Yonghui, GUO Jianwei,
HE Xingang

(Ordos Yuansheng Optoelectronics Co., LTD, Ordos Inner Mongolia 017000, CHN)

Abstract: Edge color dot Mura appeared and became more severe as the light or boot screen lasted longer. In order to improve edge color dot Mura defect of panel and improve the quality of the company's products, the effective improving measurements of edge color dot Mura was summarized, including pixel design, manufacturing process, materials and so on. Finally, through the measurements above, the incidence of edge color dot Mura defect was reduced from 35% to 0, which could effectively improve the yield of products.

Key words: TFT-LCD; edge color dots; liquid crystal pollution; frame sealant

引 言

液晶显示面板由于其低廉的生产成本, 较快的响应时间, 被广泛应用于市面上主流的中低端显示产品上^[1]。液晶面板显示质量问题主要就是 Mura 类不良, Mura 是指在同一光源相同灰阶画面下, 因

视觉感受到明暗不均匀的现象^[2]。Mura 在 TFT-LCD 生产过程中是比较常见的缺陷不良^[3], 影响因素较多, 为此徐伟^[4]等进行了大量的研究工作, 整理总结了三类 Mura 不良产生原因: 发光源本身造成的 Mura、液晶相关异常造成的 Mura 以及在阵列成型工艺过程中产生的电学性 Mura。文章针对

收稿日期: 2021-10-26

作者简介: 陈 帅(1988—), 男, 高级工程师, 主要从事液晶面板中工艺研究和改善工作。(E-mail: chenshuai@boe.com.cn)

张 显(1990—), 男, 高级工程师, 主要从事液晶面板中工艺研究和改善工作。(E-mail: xianzhang@boe.com.cn)

王文强(1987—), 男, 高级工程师, 主要从事液晶面板中工艺研究和改善工作。(E-mail: wangwenqiang@boe.com.cn)

*通讯作者

新产品导入过程中出现的一种未知的边缘彩点 Mura,从液晶污染、液晶组分变化的角度进行了大量测试和分析推理,并提出了比较切实可行的解决方案,与之相同的研究尚未见报道。

1 不良现象

在同一灰度显示时,可见面板边缘白色亮点,显微镜下确认发现最边缘一行像素中连续一段半个像素发亮,不良发生率35%,异常如图1所示。

首先对有边缘彩点 Mura的面板进行拆片和实验解析:

①异常品加热3h可消失,复投THO(面板在模组状态下置于60℃90%中点灯工作240hrs)可复现;

②TFT&CF带液晶均可见与不良匹配位置透光异常,洗液晶后NG区域均无异常;

③对异常品进行液晶LC-MS分析,发现NG位

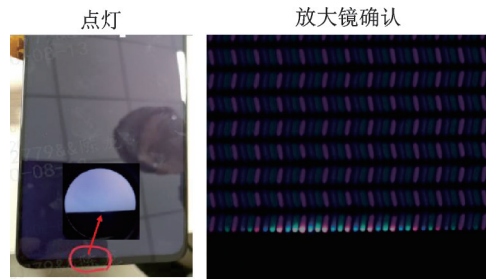


图1 边缘彩点 Mura现象

Fig.1 Phenomenon of edge color dots Mura

置与原液晶相比存在封框胶污染,OK位置则与纯液晶接近,无封框胶成分,结果如图2所示;

④对异常品的NG位置和OK位置分别确认封框胶胶宽和封框胶到AA区(显示区)的距离,未发现异常,均在正常管控要求内;

⑤通过TOF-SIMS(飞行时间二次离子质谱仪)对发生边缘彩点 Mura的面板进行成分测定,发现NG位置与OK位置相比,NG位置树脂G和树脂N较OK位置残存量较多,见图3,而封框胶主要的成分就是树脂。

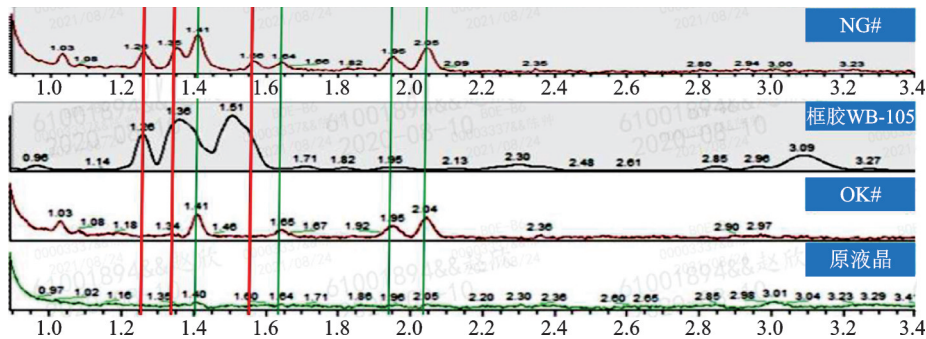


图2 液晶LC-MS分析结果

Fig.2 LC-MS analysis results of liquid crystal

通过以上分析可以判定异常是液晶被封框胶污染导致。

2 实验与分析

通过实物分析,很难明确污染发生的原因,需产线工艺验证才能有结论。

2.1 明确污染的发生阶段

首先需要明确污染在哪一工艺段发生,然后进行针对性的改善。

按照面板生产的流程,分别提取不同阶段的液晶测试VHR,明确污染发生的工艺。

样品1:单液晶(LC)

样品2:LC+UV固化

样品3:LC+未固化封框胶

样品4:LC+未固化封框胶+UV固化

样品5:LC+未固化封框胶+UV固化+热固化

样品6:LC+固化后封框胶

对以上6种样品测量VHR(Voltage Holding Residual,电压保持率)和离子浓度,发现LC经UV后离子浓度和电压保持率变化较小,LC与未固化封框胶经过UV固化,VHR大幅降低(离子浓度上升),再经过高温,VHR进一步降低,见图4,据此推断污染主要发生于UV固化阶段。

VHR测量手法说明:在贴合的样品上连接电极,VHR测试条件为脉冲电压5V,作用时间60μs。

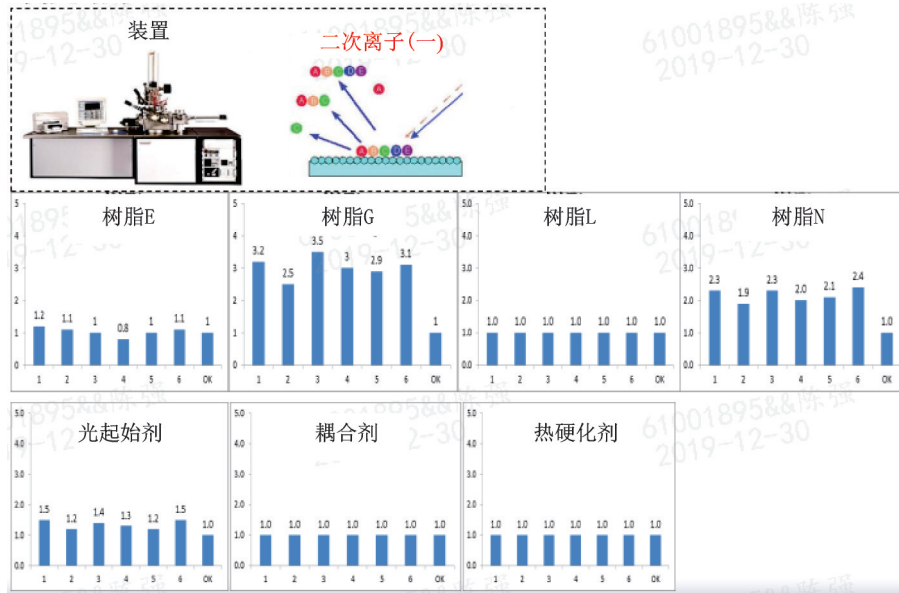


图3 TOF-SIMS测定边缘彩点Mura面板

Fig.3 Mura panel measured by TOF-SIMS

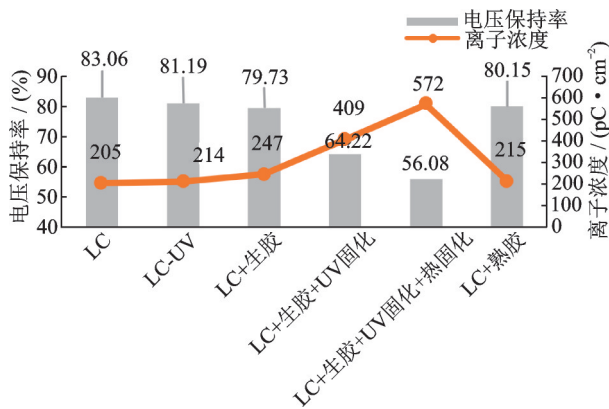


图4 电压保持率/离子浓度测量

Fig.4 VHR / ion concentration measurement

2.2 实验设定

下面继续验证污染与UV固化、热固化、封框胶的型号、封框胶到AA区(显示区)的距离等工艺的相关性。

2.2.1 污染与UV固化相关性测试

对盒完成后若液晶保持与封框胶长时间的接触,则封框胶的溶出物会溶于液晶或直接影响到液晶的电压保持率等性能^[5],所以理论上,若UV的照射能量低,则会导致封框胶不能快速固化,在和液晶接触时封框胶保持未固化或固化不全的状态,造成液晶污染并降低液晶的电压保持率;若UV的照射能量高,能使封框胶尽快充分固化。如表1所示,共进行两组测试,结果表明,本次边缘彩点Mura的形成与UV固化能量无直接关系,需从其他方向改善。

表1 UV固化能量与边缘彩点Mura发生率关系

Tab.1 Relationship between UV curing energy and the incidence of Mura

样品编码	UV能量/mJ	投入数量/片	边缘彩点Mura发生率/(%)
A1	4 000	32	31
A2	10 000	32	46

2.2.2 污染与热固化相关性测试

理论上若热固化时间短,会导致封框胶和液晶接触时框胶固化不全,造成液晶污染使液晶的电压保持率降低。如表2所示,共进行两组测试,结果表明,本次边缘彩点Mura的形成与热固化时间无直接关系,需从其他方向改善。

表2 热固化时间与边缘彩点Mura发生率关系

Tab.2 Relationship between curing time and the incidence of Mura

样品编码	热固化时间/min	投入数量/片	边缘彩点Mura发生率/(%)
A1	60	32	31
A2	120	32	37

2.2.3 污染与封框胶型号相关性测试

理论上封框胶的材料对周边Mura发生情况有较大的影响,选用抗污染性更高的封框胶,能够有效的解决污染问题^[6]。如表3所示,共进行两组测试,原来封框胶型号为A,验证抗污染性更高的封框胶型号为B,结果表明,使用Seal B能改善边缘彩点Mura,发生率降低至0。

表3 封框胶型号与边缘彩点 Mura发生率关系

Tab.3 The relationship between the type of sealant and the incidence of Mura

样品编码	封框胶型号	投入数量/片	边缘彩点 Mura 发生率/(%)
A1	Seal A	32	35
A2	Seal B	32	0

2.2.4 污染与液晶型号相关性测试

理论上液晶材料对周边 Mura 的发生情况也有一定的影响,但是在本次测试中,如表4所示,边缘彩点 Mura 发生率与液晶型号无明显关系。

表4 液晶型号与边缘彩点 Mura 发生率关系

Tab.4 Relationship between LCD type and the incidence of Mura

样品编码	封框胶型号+液晶型号	投入数量/片	边缘彩点 Mura 发生率/(%)
A1	Seal A + LC A	32	28
A2	Seal A + LC B	32	35

2.2.5 污染与封框胶到 AA 区的距离相关性测试

从封框胶中某些成分易溶于液晶造成污染的角度来看,封框胶到 AA 区的距离越远,污染物越难到达 AA 区,如表5所示。共进行三组测试,结果表明,同一项目上搭配封框胶 A 型,封框胶到 AA 区的距离越近,信赖性评价过程中越容易出现边缘彩点不良;距离越远,边缘彩点 Mura 的发生率越低。在异常品上 NG 位置与 OK 位置封框胶距 AA 区的距离均 < 200 μm,未看出明显差异,但从实验结果上来看,当封框胶到 AA 区的距离为 220 μm 时,边缘彩点 Mura 能够改善。

表5 封框胶到 AA 距离与边缘彩点 Mura 发生率关系

Tab.5 The relationship between the distance from sealant to AA and the incidence of Mura

样品编码	封框胶到 AA 区的距离/μm	投入数量/片	边缘彩点 Mura 发生率/(%)
A1	220	32	0
A2	170	32	35
A3	50	32	80

3 机理分析与改善

3.1 机理推测

通过以上工艺验证,确定封框胶中的某些成分易溶于液晶造成污染从而导致边缘彩点 Mura,主要

是 UV 过程中,封框胶中树脂成分对 LC 污染,导致液晶电压保持率下降,易被极化,在滚动切换画面下,易被极化的液晶无法回到初始状态,出现灰阶下亮点。

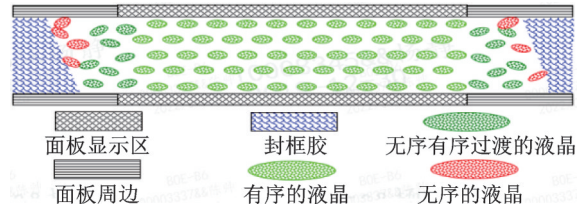


图5 污染方向机理模型

Fig.5 Mechanism model of pollution direction

3.2 改善措施

通过对边缘彩点 Mura 的分析及机理推测,主要从三个方面:工艺管控、产品设计和材料上对边缘彩点 Mura 进行改善。

3.2.1 工艺管控

从工艺上对封框胶涂布工艺稳定性进行改善,封框胶到 AA 区的距离严格管控,封框胶到 AA 区的距离越远,液晶越不易被污染,边缘彩点 Mura 发生率越低。

3.2.2 设计改善

从设计上对边框区域 Dummy 像素的排列进行改善,见图6~7,设置3列 Dummy 像素能够比1列 Dummy 像素更有效的阻隔污染物达到 AA 区。如表6所示,共进行两组测试,结果表明,同一项目上,设计3列 Dummy 像素能够有效的改善边缘彩点 Mura。

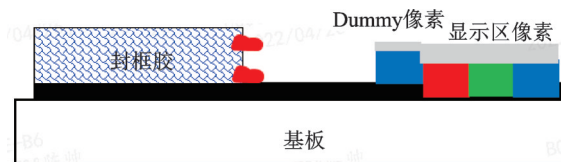


图6 1列 Dummy 像素

Fig.6 1 column dummy pixels

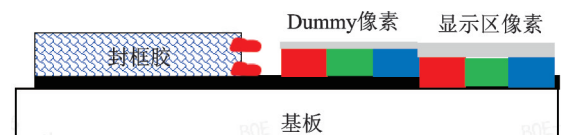


图7 3列 Dummy 像素

Fig.7 3 column dummy pixels

3.2.3 材料改善

从材料上导入抗污染性强的封框胶进行改善,

表 6 Dummy 像素排布与边缘彩点 Mura 发生率关系
Tab.6 Relationship between the arrangement of dummy pixels and the incidence of Mura

封框胶到 AA 区的距离/ μm	Dummy 像素列	投入数量/片	边缘彩点 Mura 发生率/(%)
170	3	32	0
170	1	32	35

在封框胶 B 型上去掉易污染液晶的树脂成分。经过测试,封框胶 B 型在 VHR & 离子浓度两个方面表现均较优且边缘彩点发生率降低至 0。综合以上判定,材料改善是根本的解决方案,对边缘彩点 Mura 具有显著的改善效果。

4 总 结

文中针对 TFT-LCD 制程中出现的边缘彩点 Mura 进行研究分析和工艺验证改善,主要研究如下:

(1) 像素设计方面,主要添加边框区域 Dummy RGB Pattern,改善离子不纯物对显示区的影响。在显示区与封框胶之间增加 Dummy RGB Pattern 排列,形成“堵墙效应”,提高封框胶周边的离子不纯物向显示区扩散的难度,从而改善漏电流对边缘彩点 Mura 的影响。

(2) 制程方面改善,主要调整封框胶的涂布精度,改善由于封框胶涂布过程中的波动带来的封框胶与液晶之间的相互污染。同时优化封框胶到显示区的设计距离,避免离子不纯物扩散到显示区造成相关 Mura,从而改善漏电流对边缘彩点 Mura 的

影响。

(3) 材料方面改善,验证不同厂家的液晶及封框胶材料的搭配下离子不纯物的析出情况。一般来讲,液晶的电压保持率(VHR)值越高越好,对比分析,若封框胶中的某些成分越易析出并溶于液晶中,则边缘彩点 Mura 不良风险越高。通过验证得出封框胶型号 A 较 B 边缘彩点 Mura 严重的多,主要是 A 中的部分成分易溶于液晶,在 A 改版为 B 后,边缘彩点 Mura 改善很多。

通过对异常品进行液晶 LC-MS 分析,发现边缘彩点 Mura 是因为液晶被封框胶污染导致,通过提取不同生产阶段的面板液晶成分,推断污染主要发生于 UV 固化阶段。最终从工艺、设计、材料等三方面导入措施,将边缘彩点 Mura 不良发生率由 35% 降低到 0,从而有效的提高了产品的良率。本研究的思路和方案也可作为后续不良解决的参照,同时材料导致的污染仍值得继续研究。

参 考 文 献

- [1] 张雄健,王 盛,朴求铉,等.TN 型液晶面板周边 Mura 不良的分析研究与改善[C].2014 中国平板显示学术会议论文集,南京,2014: 88-89.
- [2] 李澎轩,程远鹏,周 浩,等.TFT-LCD 行业 Drop Mura 不良原因探讨[J].电子世界,2021,13: 82-85.
- [3] 马群刚.TFT-LCD 原理与设计[M].北京:电子工业出版社,2011: 12,45-47.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 周 波,王 祺,宋勇志,等.TFT-LCD 中液晶取向异常亮点机理研究及改善[J].液晶与显示,2020,35(2): 115-121.