

文章编号:1007-2780(2019)06-0570-06

摩擦 Mura 机理和设计改善方法

高荣荣*, 刘俊豪, 周保全, 汪剑成, 张周生, 左爱翠, 陈维诚

(合肥京东方光电科技有限公司 Cell 分厂, 安徽 合肥 230012)

摘要:摩擦 Mura 是 ADS 型 TFT-LCD 中一种常见不良, 本文主要对摩擦过程中固定位置的 Mura 进行理论研究和实验测试。摩擦 Mura 产生原因是 TFT 基板上的源极线附近的摩擦弱区漏光。从产品设计方面找出影响这种固定位置的摩擦 Mura 的主要因子为 ITO 材质、段差、过孔密度。ITO 材质为金属材质, 摩擦时对摩擦布损伤较大, 摩擦方向上 ITO 越长对摩擦布损伤越大, 摩擦 Mura 越明显。设计时需要尽力保证摩擦方向上 ITO 长度一致。段差会导致摩擦布经过高低不同区域时产生损伤, 设计时需要尽力保证摩擦方向上段差一致。过孔是密度影响, 孔径直径($5\ \mu\text{m}$) < 摩擦布毛直径($11\ \mu\text{m}$), 密度越小则摩擦 Mura 越轻。以 15.0FHD 产品为例, 对周边电路设计位置 ITO 材质/源极线/过孔密度等膜层进行设计优化, 摩擦 Mura 发生率从 5% 降至 0%, 改善效果明显。

关键词:摩擦 Mura; 设计因素; ITO; 段差(漏极线); 过孔密度

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20193406.0570

Mechanism and design improvement on Rubbing Mura

GAO Rong-rong*, LIU Jun-hao, ZHOU Bao-quan, WANG Jian-cheng,

ZHANG Zhou-sheng, ZUO Ai-cui, CHEN Wei-cheng

(Cell Department of Hefei BOE Display Technology Co., Ltd., Hefei 230012, China)

Abstract: Rubbing Mura is a common defect in ADS mode TFT-LCD product. This paper mainly studies the fixed position Mura in rubbing process. It is found that Rubbing Mura is caused by the leakage of light from the weak zone of the source data (SD), and the main design factors are ITO material, height difference and via-hole density. ITO material is metal, the longer of the ITO length in rubbing direction is, the greater the damage to the rubbing cloth is, and more obvious the rubbing Mura is. The ITO length design should be ensured as much as possible. The cloth is damaged when the rubbing cloth travels through different height. The height design should be same as much as possible. The via-hole density is important, the via-hole diameter ($5\ \mu\text{m}$) is less than the cloth pin diameter ($11\ \mu\text{m}$), and the thinner the via-hole, the better the Mura is. Take 15.0FHD product as an example. By optimizing Pad about data & Gate & ITO and other films, the Rubbing Mura reduced from 5% to 0%, the effect of improvement is obvious.

Key words: Rubbing Mura; design influence; ITO; height(source data); via-hole density

收稿日期: 2018-12-27; 修订日期: 2019-04-15.

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

1 引言

随着科技的发展以及人们生活水平提高,对于显示器的性能也提出了越来越高的要求,如亮度、对比度、响应速度等,同时对于整个显示器的画质^[1],如 Mura 的要求越来越高。但采用摩擦方式的产品均会有一种固定位置的摩擦 Mura^[2],严重影响产品品质。摩擦 Mura 产生原因是摩擦布在摩擦过程中经过面板 Pad 区域时布毛受损,受损的布摩擦显示区域时形成明显摩擦弱区,最终形成固定位置的 Mura。

简单介绍一下 Pad 的结构,以双层布线为例,沉积各层结构依次为栅极(Gate 信号线)→栅极绝缘层(GI)→源极线(Data)→绝缘层(PVX)→电极(ITO)^[3]。ET Pad 表面会有过孔,过孔将外界信号加入到源极信号线,最终将外部信号加入面板上周边电路位置。

2 摩擦 Mura 现象与特点

摩擦 Mura 是面板在低灰阶画面下固定位置灰度不均(图 1),Mura 颜色发白,随着灰阶升高,不良现象减轻,显微镜确认 Mura 位置像素弱区漏光(图 2)。

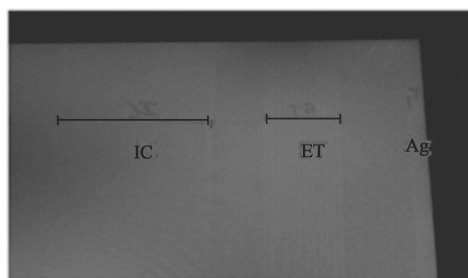


图 1 摩擦 Mura 现象

Fig.1 Rubbing Mura phenomenon

3 摩擦 Mura 原理

摩擦工艺:摩擦布(尼龙、人造丝或棉绒等材料^[4])按一定方向对配向膜表面进行摩擦处理使配向膜对液晶分子具有一定的锚定能力,从而使液晶分子能够按一定的预倾角进行稳定、均一的

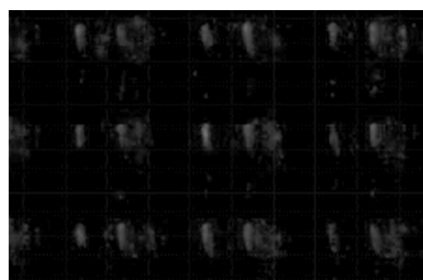


图 2 显微镜透射光像素漏光现象

Fig.2 Light leakage pixels of microscope

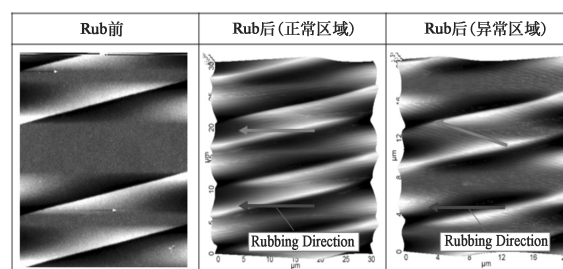


图 3 AFM 配向膜方位角

Fig.3 Azimuth angle of polyimide film

排列^[5],如摩擦布微观图(图 4 和图 5)所示。

摩擦 Mura 原理:摩擦布在摩擦过程中经过面板的同边电路(Pad)区域时布毛受损,在摩擦显示区域时,TFT 基板上的源极线(Source Data,

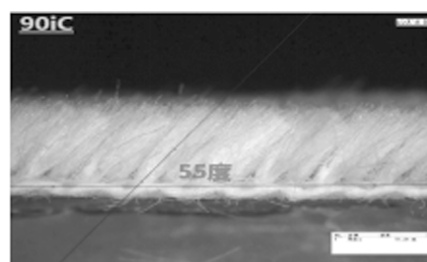


图 4 摩擦布截面示意图

Fig.4 Cross section of the rubbing cloth

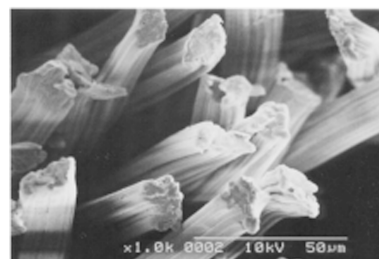


图 5 摩擦布表面示意图

Fig.5 Top image of the rubbing cloth

SD)附近的摩擦弱区明显异常^[6],表现为固定位置摩擦 Mura(图 6)。

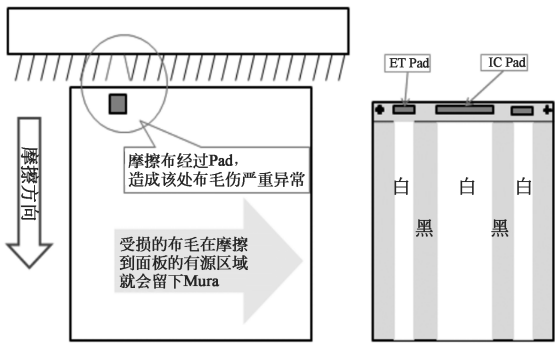


图 6 摩擦 Mura 原理

Fig.6 Rubbing Mura mechanism

4 实 验

实验在 G6 TFT-LCD 工厂进行测试,主要从 Pad 各膜层对摩擦布的损伤进行研究,对 ITO、段差、过孔密度 3 方面进行实验测试,实验结果由相同人员在面板状态或者膜面状态判定摩擦 Mura 发生率^[7]。

4.1 ITO 和段差的影响

将 Pad 端各膜层拆分,采用阵列工厂只做 ITO 层和不做 ITO 层两种 TFT 基板,以及成盒工厂配向膜全覆盖 Pad 等方法(表 1),每种条件都用新摩擦布进行摩擦工艺。

表 1 膜层拆分实验设计

Tab.1 Experimental design of layer separation

条件	验证信息	数量/pcs
1	配向膜覆盖 Pad	1 000
2	Pad 2 nd ITO 不做	1 000
3	Pad 只做 2 nd ITO	1 000
4	正常 Pad	1 000

4.2 过孔密度

一般面板上由 20 个 ET Pad 组成,5 个 Pad 为一组设计为不同过孔密度,且过孔密度依次增加, $a < b < c < d$ (表 2)。

表 2 过孔密度测试方案

Tab.2 Via-hole density experiment

条件	验证信息	数量/pcs
1	过孔密度 a	1 000
2	过孔密度 b	1 000
3	过孔密度 c	1 000
4	过孔密度 d	1 000

5 结果与讨论

5.1 ITO 和段差影响测试结果

阵列工厂生产 ITO 和段差拆分的玻璃基板以及成盒工厂的配向膜全覆盖,测摩擦 Mura 结果(图 7)。

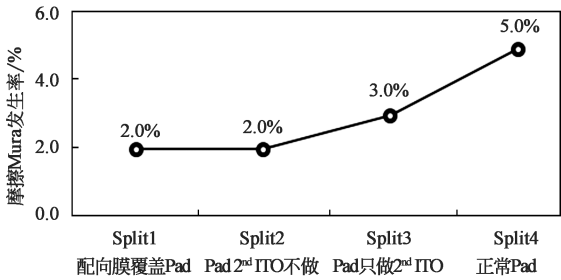


图 7 ITO 和段差影响测试结果

Fig.7 Test results of ITO material and height

从图 7 可以看出:ITO 和段差对摩擦 Mura 均有影响。只有段差时,摩擦 Mura 发生率为 2%;只有 ITO 时,摩擦 Mura 发生率为 3.0%;ITO 和段差同时存在,摩擦 Mura 发生率为 5%。可以确定 ITO 和段差对摩擦 Mura 均有影响。

ITO 的影响方式:

只有 ITO 的 TFT 玻璃基板,摩擦 Mura 发生严重程度与摩擦方向上的 ITO 长度相匹配,ITO 长度越长,摩擦 Mura 越严重(图 8)。

从图 8 可以看出: $a = b$,Mura 基本不可见; $a = b < c$, c 位置 Mura 明显。

在摩擦方向上,ITO 长度影响 Mura,ITO 长度越长($c > a = b$),摩擦过程中 ITO 和布作用的时间越长,ITO 对布损耗越大(图 9),容易产生摩擦 Mura。

段差影响方式:

只有段差的玻璃基板,摩擦 Mura 程度可见,

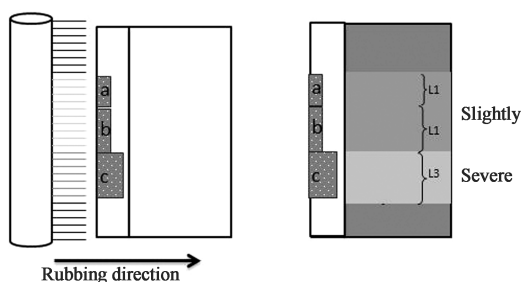


图8 不同 ITO 长度对摩擦 Mura 影响结果

Fig.8 Test results of different ITO length

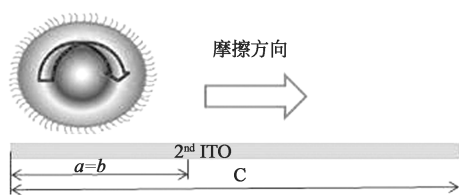


图9 摩擦过程中 ITO 影响方式

Fig.9 Influence of ITO in rubbing process



图10 摩擦过程中段差影响结果

Fig.10 Test results of different height

段差越大的位置 Mura 越严重(图 10)。

ITO 和段差共同影响方式:

两因子共同存在 (ITO 细条装设计) 的摩擦 Mura 的测试结果如图 11 和图 12 所示。

从图 10 和图 11 可以看出:摩擦 Mura 为单

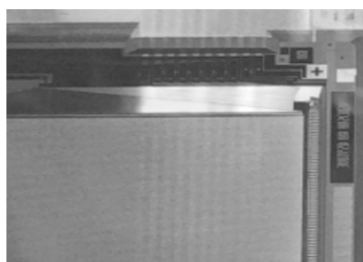


图11 摩擦过程中 ITO & 段差影响结果

Fig.11 Test results of ITO & height

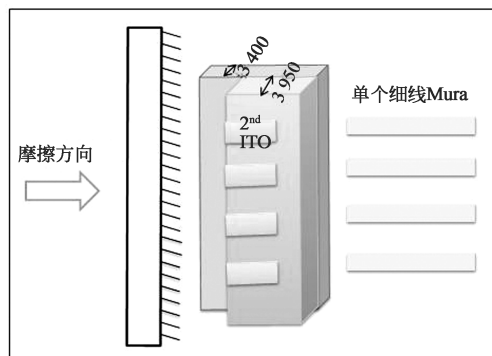


图12 ITO 和段差同时存在的设计方案

Fig.12 Design of ITO & height

个细线,与 ITO 的形状相同。所以段差和 ITO 同时存在时,ITO 的影响更加明显。

5.2 过孔密度影响方式

从图 13 可以看出:过孔密度对摩擦 Mura 有影响,过孔密度越大则 Mura 越明显。一般 Pad 上过孔直径为 $5\ \mu\text{m}$ (图 14),摩擦布毛直径为 $11\ \mu\text{m}$ ^[8],在摩擦布经过过孔时,布在过孔周边摩擦,不同过孔密度和摩擦布作用对布的损伤程度不同。

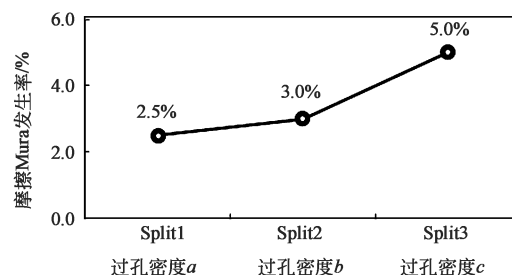


图13 过孔密度测试结果

Fig.13 Test results of via-hole density

过孔的影响方式:

过孔有 ITO 搭接,在摩擦过程中,过孔密度越小对摩擦布损伤越小,不良发生率越低。

3 个影响因子的影响方式如下:

ITO: ITO 属于金属材质,ITO 长度越长,和布作用的时间越长,对摩擦布损耗越大;

段差:摩擦布经过段差时受损,且 ITO 的影响比段差影响明显;

过孔:过孔有 ITO 搭接,过孔孔径一般为 $5\ \mu\text{m}$,摩擦布毛直径为 $11\ \mu\text{m}$ ^[9](图 14),摩擦过程中 ITO 过孔密度越小则对布损伤越小。

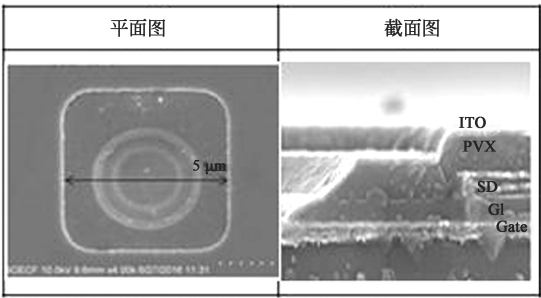


图 14 过孔平面和截面 SEM 图

Fig.14 SEM images of via hole plane and section

6 Pad 优化设计测试

在 G6 工厂以 15.0FHD 产品对同边电路侧所有 Pad 优化设计,方案如下:

- (1)DP 侧 ITO 填充;
- (2)摩擦方向 Pad 方向没有段差;
- (3)过孔稀疏设计,且保证均一。

从 Ag 胶位置、ET Pad 、IC 和 FPC 位置共同考虑,优化方法如表 3 所示。

表 3 设计优化具体操作方案	
Tab.3 Specific operation plan of design	
Data Pad	具体操作方案
Ag 胶位置	Ag 胶位置不在 AA 区
ET Pad	ITO 补齐; Gate 填充(段差最小 0);过孔密度 0.35%(Size5/Pitch75)
IC & FPC	IC 与 ET 之间 ITO 填充; FPC 缺口 Slit ITO 填充;IC 与 IC 中间 ITO 填充

选取摩擦布寿命分别为 1,30,60,110 进行摩擦配向,面板点亮时对每种条件的 Mura 情况判定

参 考 文 献:

[1] 马群刚.TFT-LCD 原理与设计[M].北京:电子工业出版社,2011:22-24.
MA Q G. *Principle and Design of TFT-LCD* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2011: 22-24. (in Chinese)

[2] 王风华.TFT-LCD 制造过程中周边 Mura 的消除[D].苏州:苏州大学,2014.
WANG F H. *Edge Mura elimination in TFT-LCD manufacture process* [D]. Suzhou: Suzhou University, 2014.

[3] 范志新,潘良玉,孙玉宝,等.液晶显示器中液晶分子取向膜边缘的轮廓[J].光学技术,2003,29(2):183-184,187.
FAN Z X, PAN L Y, SUN Y B,*et al.* Surface edge shapes of orientation films in liquid crystal devices [J]. *Optical*

等级。从图 13 可以看出,优化设计比非优化设计 Mura 发生率从 5%降低到 0%,表明同边电路侧 Pad 设计优化大大提升了面板的品质。

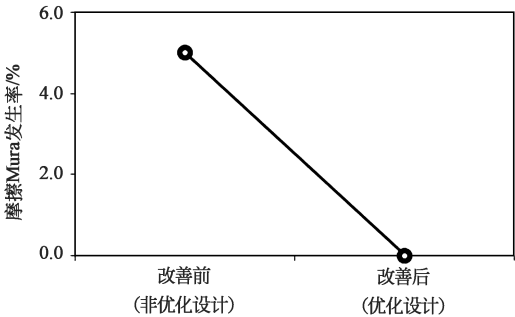


图 15 15.0 FHD 改善后的摩擦 Mura 测试结果

Fig.15 Test result of improved Rubbing Mura

Pad 优化设计从根本上改善了摩擦 Mura,其它产品 Pad 设计可以参考这种方法直接进行 Pad 优化设计,从产品设计阶段就规避不良发生,提升产品画质。

7 结 论

本文通过理论分析和实验验证,明确了摩擦 Mura 产生的原理以及影响因子,据此找到了从设计上规避摩擦 Mura 的方法,主要从 ITO、段差、过孔 3 个方面优化:ITO 补齐;段差越小越好;过孔密度越稀疏越好。设计优化方式使这种固定位置摩擦 Mura 从根本上彻底解决,在 G6 工厂 15.0FHD 产品上测试取得了明显的效果,产品画质提升,Mura 发生率从 5%降到 0%。同时形成了摩擦 Mura 设计规则,并且这种理论依据可以进一步推广,尤其是在高端 ADS 产品(有机膜产品 & 9 mask 产品)以及其他工厂都具有重要的参考意义。

- Technique*, 2003, 29(2): 183-184, 187. (in Chinese)
- [4] 高荣荣,姚成宜,叶超前,等.关于 TN 型 TFT-LCD 中周边 Mura 的分析与改善[J].电子世界,2014(18):160.
GAO R R, YAO C Y, YE C Q, *et al.* Analysis and improvement of Edge Mura in TN type TFT-LCD [J]. *Electronics World*, 2014(18): 160. (in Chinese)
- [5] 田民波,叶锋.TFT 液晶显示原理与技术[M].北京:科学出版社,2010:10-30.
TIAN M B, YE F. *TFT LCD Display Principle and Technology* [M]. Beijing: Science Press, 2010: 10-30. (in Chinese)
- [6] 王银春,李卓,李荣玉.TFT-LCD 成盒工程中配向不良的改善[J].现代显示,2009,20(6):25-28.
WANG Y C, LI Z, LI R Y. The improvement of disclination defect in TFT-LCD cell process [J]. *Advanced Display*, 2009, 20(6): 25-28. (in Chinese)
- [7] 申智源.TFT-LCD 技术:结构、原理及制造技术[M].北京:电子工业出版社,2012.
SHEN Z Y. *TFT-LCD Technology: Structure, Principle and Manufacturing Techniques* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2012. (in Chinese)
- [8] 张军,苏子芳,关星,等.一种窄边框的液晶显示面板设计[J].液晶与显示,2015,30(3):467-471.
ZHANG J, SU Z F, GUAN X, *et al.* New design of narrow border LCD panel [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2015, 30(3): 467-471. (in Chinese)
- [9] 石天雷,杨国波,程石,等.Zara 漏光和 Rubbing Mura 改善研究[J].液晶与显示,2012,27(2):208-211.
SHI T L, YANG G B, CHENG S, *et al.* Zara and Rubbing Mura research [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(2): 208-211. (in Chinese)

作者简介:



高荣荣(1986—),女,陕西延安人,学士,高级工程师,2010 年于陕西科技大学获得学士学位,主要从事 TFT-LCD 液晶行业产品设计及不良解析工作。E-mail gaorongrong@boe.com.cn