

文章编号:1007-2780(2018)06-0469-06

Rubbing Mura 产生机理及改善研究

杨德波*, 王云志, 陶 雄, 李 伟, 钟 野, 罗 春

(重庆京东方光电科技有限公司, 重庆 400714)

摘要: Rubbing Mura 是以接触式摩擦工艺生产 TFT_LCD 产品时常见的顽固缺陷, 尤其在 HADS 产品上不良发生率更高。本文对 Rubbing Mura 产生的原因及机理进行分析, 发现该不良由 TFT 基板上的源极线(Source Data, SD)附近的 Rubbing 弱区漏光引起。研究了 Rubbing 强度(Nip 值)、Rubbing 布型号、Rubbing 布寿命、黑矩阵(Black Matrix, BM)加宽和 SD 减薄对 HADS 产品的 Rubbing Mura 的影响, 选择最优的工艺条件, Rubbing Mura 的不良发生率由 2.4% 降至 0%, 改善效果明显。

关 键 词: Rubbing Mura; HADS 产品; Rubbing 弱区; 工艺条件

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20183306.0469

Principle and improvement research of rubbing Mura

YANG De-bo*, WANG Yun-zhi, TAO Xiong, LI Wei, ZHONG Ye, LUO Chun

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

Abstract: Rubbing Mura is a common defect in the production of TFT_LCD with contact rubbing process, especially in the high advanced super dimension switch (HADS) production. This paper analyzes the causes and mechanism of the Rubbing Mura, and finds that it is caused by the leakage of light from the weak zone of rubbing near the Source Data (SD). Further analysis has been done by comparing the rubbing strength (Nip value), rubbing cloth model, rubbing cloth life, black matrix (BM) widening and SD thinning. The ratio of rubbing Mura has been reduced from 2.4% to 0% under the most optimal process condition, and the effect of the improvements is quite obvious.

Key words: rubbing Mura; super dimension switch production; weak zone of rubbing; process conditions

1 引 言

TFT-LCD 光配向工艺正在逐步兴起, 但以接触式摩擦的 Rubbing 工艺仍为目前主要的配向工艺^[1]。摩擦工艺(Rubbing)是利用摩擦布表

面绒毛对配向膜表面进行梳理, 在配向膜上形成分子级的沿摩擦方向的沟道, 一方面使液晶排列具有预倾角, 另一方面使配向膜具有配向液晶的能力^[2]。HADS 产品在接触式摩擦的 Rubbing 工艺中易产生细条纹状不良的 Rubbing Mura。Mura 一词源于日语^[3], Mura 多指显示屏点灯时

收稿日期: 2018-01-08; 修订日期: 2018-02-27.

* 通信联系人, E-mail: yangdebo@boe.com.cn

显示亮度和色度不均一的不良现象,随着显示器行业的快速发展,人们对显示器的要求也越来越高,面板制造企业对 Mura 等不良的检查也越来越严格^{[[4-8]]}。

本文针对 13.3 in(1 in=2.54 cm)HADS 量产品出现的 Rubbing Mura 从点灯现象开始确认,经过对位确认、移屏等多种测试及分析,发现了 Rubbing Mura 产生的原因,最后基于机理分析验证了 Rubbing 强度、Rubbing 布型号、Rubbing 布寿命、黑矩阵(Black Matrix,BM)加宽和 SD 减薄对 13.3HADS 产品的 Rubbing Mura 的影响,得出了最优的量产工艺条件,有效防止了 Rubbing Mura 的发生,同时对于其它产品的 Rubbing Mura 分析及改善提供了方向。

2 现象及机理分析

2.1 现象

Rubbing Mura 为背光和 L0 画面下可见的垂直方向竖纹,整个 panel 均有发生,目镜下亚像素边缘一侧漏光,如图 1 和图 2 所示。

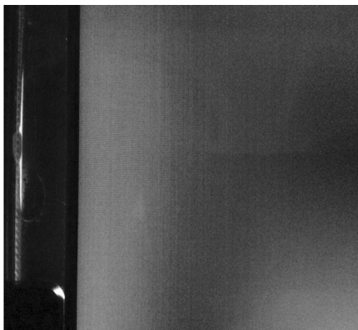


图 1 Rubbing Mura 点灯现象

Fig.1 Lighting phenomenon of Rubbing Mura

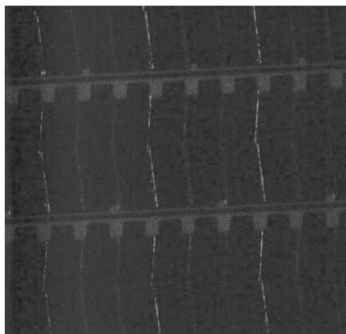


图 2 Rubbing Mura 目镜现象

Fig.2 Eyepiece phenomenon of Rubbing Mura

2.2 原因分析

常见的亚像素边缘漏光产生的原因有很多,如:对位偏差过大、膜层段差过大、边缘场效应等。TFT 和 CF 对位偏差太大后 TFT 侧的金属线无法被 CF 侧的 BM 遮挡而导致像素周边漏光;CF 或 TFT 侧段差过大,Rubbing 工艺过程中弱区部分的配向膜未能得到有效配向而导致像素边缘的液晶分子偏转紊乱,进而在背光或者 L0 画面下出现漏光不良;边缘场效应即 ITO 边缘与公共电极重叠会产生边缘电场,像素边缘的横向电场会影响像素周边液晶分子的正常偏转而产生漏光不良。

2.2.1 对位分析

13.3 in HADS 产品的对位精度为 $\pm 5.5\mu\text{m}$,选取不同 Glass 的不良样品 15Pcs 在显微镜下读取表征对位精度的 Vernier key(VK)值,所读数值如表 1 所示,其中 X_1 、 X_2 、 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 和 Y_4 所表示的位置如图 3 所示。

表 1 不良样品的 Vernier key
Tab.1 Vernier key of bad samples

样品 编号	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	X_1	X_2
1	0.5	1	1	1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-0.5	-1	-0.5
3	-0.5	-1	-1.5	-1.5	-1	0
4	-1	-1	-2.5	-2	0.5	0.5
5	-1	-1	-1.5	-1.5	0	0
6	-1	-1	-1.5	-1.5	0	0
7	-0.5	-1	-1.5	-1	1.5	1
8	-2	-1.5	-2	-2	1	0.5
9	1	-0.5	1.5	1	-1	-0.5
10	-1	-1	-1.5	-2	-1	-0.5
11	-1.5	-1	-0.5	-0.5	-1	-1
12	0	-1	0	0	1.5	0.5
13	0	1	0	0.5	0.5	1
14	-1.5	-0.5	-2	-2	0	0
15	0	1	0	0	1	0.5

从表 1 中数据可看出 15 个不良样品的 X 向和 Y 向的 VK 值均在对位精度范围内。说明像



图 3 Vernier key 所在的位置示意图

Fig.3 Location map of Vernier key

素边缘漏光与对位没有相关性。

2.2.2 移屏分析

将不良屏四周的封框胶割开,然后用力将 TFT 侧玻璃与 CF 侧玻璃相对移动一定的距离后在背光下观察,如图 4 所示。从图 4 中可看出,漏光位置随着 TFT 侧移动,并且漏光位置均在 TFT 侧 SD 线附近,分布规律即从 Rubbing 方向看漏光侧为 Rubbing 辊的下坡区,说明该不良的亚像素边缘漏光与 Rubbing 辊的下坡区相关。

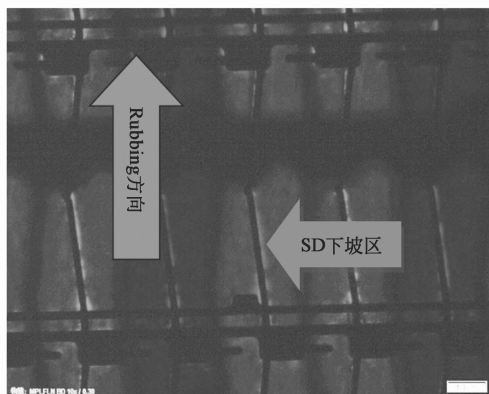


图 4 Rubbing Mura 移屏现象

Fig.4 Shift screen phenomenon of Rubbing Mura

2.2.3 Rubbing Mura 产生机理

TFT 基板经过 Array 工艺后由于制作了很多线路,基板表面各层段差的存在无法做到绝对的平坦^[9],如图 5 所示在 SD 线位置有凸起,凸起的地方按 Rubbing 方向可分为上坡区和下坡区,相比上坡区,下坡区能得到布毛摩擦的能力较低,从而使该区域的配向膜得不到有效的配向,进而产生液晶配向紊乱,由于 HADS 产品为常黑模式,L0 点灯时正常区域的液晶不发生偏转,所以在背光或 L0 画面下液晶配向紊乱的下坡区便产生漏光。

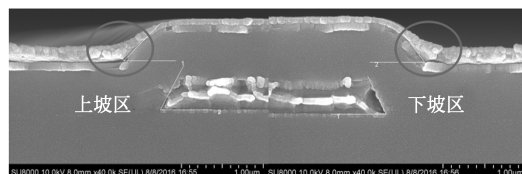
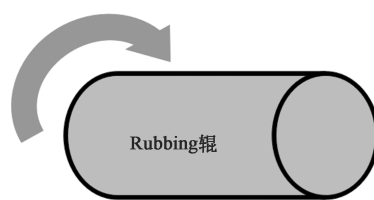


图 5 上坡区和下坡区示意图

Fig.5 Schematic of uphill and downhill areas

3 改善措施及效果

从 Rubbing Mura 产生的机理得知,弱区改善是改善 Rubbing Mura 的总体方向,为此本文从 Rubbing 强度、Rubbing 布型号、Rubbing 布寿命、BM 加宽和 SD 减薄 4 个方面进行试验,寻找出最优的量产工艺条件。以发生不良屏的数量与投入数量的比值作为评价 Rubbing Mura 的发生率,检测标准为 L0 画面可见细条竖纹、左右视角不反转且目镜下 SD 弱区有漏光判定为 Rubbing Mura。目前的量产条件为: NiP 值是 12.5 mm、Rubbing 布型号是 5318、Rubbing 布寿命 200、BM 宽度是 7.5 μm 、SD 厚度是 300 nm。

3.1 摩擦强度对 Rubbing Mura 的影响

Rubbing 工艺中,Rubbing 布与玻璃基板接触的两个端点之间的距离 L 即为 Nip 值,如图 6 所

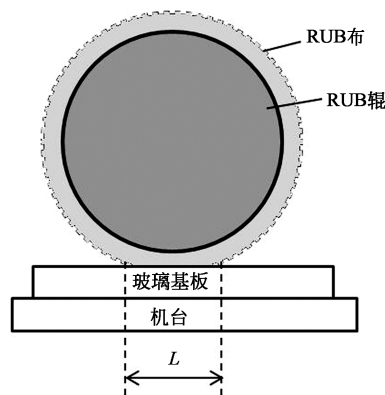


图 6 Rubbing 设备的结构和 Nip 值示意图

Fig.6 Schematic of Rubbing device structure and Nip value

示,Nip 值大小可反应摩擦强度,Nip 值越大,摩擦辊下压量越大,Rubbing 强度也越大。

本实验采用 Nip 值为 12.5 mm、13.5 mm、14.5 mm,其他工艺条件采用量产条件制备液晶屏。模组检出结果如表 2 所示。

表 2 NiP 值与 Rubbing Mura 发生率
Tab.2 Ratio of Rubbing Mura vs NiP Value

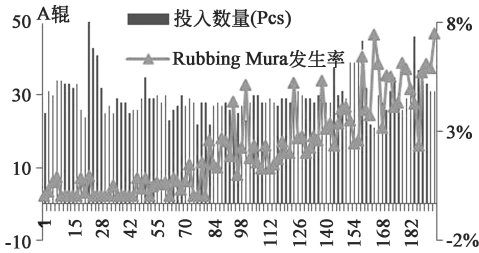
Nip 值 /mm	投入数量 /Pcs	Mura 发生率 /%
12.5	5760	2.47
13.5	5760	1.51
14.5	5760	1.11

从表 2 中数据可知:NiP 值越大,Rubbing 布的压入量越大,SD 弱区被削弱,Rubbing Mura 发生率降低,但 NiP 值大到一定程度时也会产生 Rubbing 相关的其他不良,当 NiP 值增大到 14.5 mm 时出现由摩擦造成了 3.7%的竖线,原因为摩擦强度太大造成部分布毛受损,从而导致 PI 膜面异常,点灯现象 L0 画面左右视角反转,SD 弱区无漏光现象,与 Rubbing Mura 现象和原因不一样。选择 NiP 值为 13.5 mm 时 Rubbing Mura 发生率由 2.47%降到 1.51%,同时又无 Rubbing 相关的其他不良产生。

3.2 Rubbing 布寿命对 Rubbing Mura 的影响

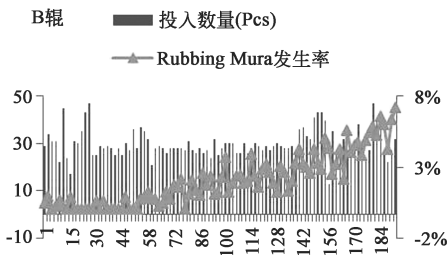
本实验在 NiP 值为 13.5 mm 且其他工艺条件采取量产条件下制备液晶屏,选择一条 Rubbing 线进行 Rubbing Cloth 寿命 200 管控,A 辊和 B 辊的布寿命对应玻璃的 Rubbing Mura 发生率如图 7 所示。

从图 7 中可看出,A 辊和 B 辊所制备的 TFT 玻璃的 Rubbing Mura 发生率均随着 Rubbing 布



(a) A 辊

(a) A roller



(b) B 辊

(b) B roller

图 7 Cloth 寿命与 Rubbing Mura 发生率

Fig.7 Ratio of Rubbing Mura vs cloth life

寿命的增加而增加,Rubbing 布寿命的增加,Rubbing 布的绒毛磨损越大,对于 TFT 侧弱区的配向膜的配向能力减弱,当 Rubbing 布寿命小于 80 时,Rubbing Mura 平均发生率为 1.26%,而当其寿命大于 80 时,不良的平均发生率则达到了 2.97%。

3.3 Rubbing 布型号对 Rubbing Mura 的影响

本实验在 NiP 值为 13.5 mm 和 Rubbing 布寿命管控 80,其它条件采用量产条件,选择 5318、7018 和 T116 三种不同密度的尼龙布制备液晶屏,这三种布的密度大小排序为 5318<7018<T116,模组检出结果如表 3 所示。

表 3 布型号与 Rubbing Mura 发生率
Tab.3 Ratio of Rubbing Mura vs Cloth model

布型号	投入数量/ Pcs	Mura 发生率/ %
5318	5760	1.21
7018	5760	0.54
T116	5760	0.28

从表 3 可知:Rubbing Mura 发生率随着 Rubbing 布密度的增大而降低。布毛密度越大,弱区越容易被摩擦接触,不良发生率也随之降低,高密度的 T116 不良率已降至 0.18%,同时也无相关的其他不良出现。

3.4 BM 宽度对 Rubbing Mura 的影响

本实验在 NiP 值为 13.5 mm、布寿命管控 80 和布型号采用 T116,其它条件采用量产条件下,制备 BM 宽度为 7.5 μm 、8.0 μm 和 8.3 μm 的液晶屏,模组检出结果如表 4 所示。

表4 BM 宽度与 Rubbing Mura 发生率

Tab.4 Ratio of Rubbing Mura vs BM width

BM CD / μm	投入数量 /Pcs	Mura 发生率 /%
7.5	5760	0.28
8.0	5760	0.15
8.3	5760	0.06

从表4可知,Rubbing Mura 发生率随着 BM 宽度的增加而降低,加宽至 8.3 μm 后 Rubbing Mura 发生率降至 0.06%,由于工艺条件及透过率限制,BM 加宽至 8.3 μm 已接近工艺管控上限,但仍具备量产性且透过率也在规格范围内,同时也无相关的其他不良出现。

3.5 SD 减薄对 Rubbing Mura 的影响

本实验在 NiP 值为 13.5 mm、布寿命管控 80、布型号采用 T116 和 BM 加宽至 8.3 μm ,其它条件采用量产条件制备 SD 线厚度为 200 nm 和 300 nm 进行液晶屏的制备,模组检出结果如表5所示。

从表5可知,在摩擦强度、布寿命、布型号和 BM 宽度最优条件下 SD 减薄至 200 nm 后,Rubbing

表5 SD 减薄与 Rubbing Mura 发生率

Tab.5 Ratio of Rubbing Mura vs SD thinning

SD 厚度 /nm	投入数量 /Pcs	Mura 发生率 /%
300	7 680	0.06
200	7 680	0

Mura 发生率可降至 0。台阶高度的降低,使得 Rubbing 弱区缩小,进一步降低了弱区配向紊乱导致漏光发生几率。SD 减薄一方面信赖性评价结果无异常,也无相关的其他不良出现,另一方面还能降低生产成本。

4 结 论

Rubbing Mura 因 TFT 侧 SD 线下坡区配向膜未能得到有效配向导致该区域的液晶配向异常而产生漏光,以上试验表明,优化摩擦强度、布毛型号、源极线厚度和黑矩阵宽度可以有效改善 Rubbing Mura,且优化后的工艺条件既具有量产性又同时降低了生产成本。

参 考 文 献:

- [1] 张龙,陈霖东,江桥,等.非接触式配向工艺(光配向工艺)Zara Particle 不良产生机理分析及改善方向研究[J].电子世界,2017(11):117-119.
ZHANG L, CHEN L D, JIANG Q, *et al.* Principle and improving research of Zara Particle of non-contact rubbing process (Photo-Alignment process) [J]. *Electronics World*, 2017(11): 117-119. (in Chinese)
- [2] 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)
- [3] 张鹏,马婷婷,杨叶花,等.液晶显示器 Mura 缺陷及测量方法浅析[J].电子测试,2017(6):50-52.
ZHANG P, MA T T, YANG Y H, *et al.* Mura defect and measurement method of liquid crystal display [J]. *Electronic Test*, 2017(6): 50-52. (in Chinese)
- [4] ZHANG W, SONG S H, LIJ, *et al.* Analysis of rubbing Mura in fringe field switching liquid crystal display [J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2013, 44(1): 1122-1125.
- [5] 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 RR, 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)
- [6] 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.
SHI T L, YANG G B, LIU L, *et al.* The research of sealant used in ODF process [J]. *Optoelectronic Technology*, 2011, 31(3): 211-214. (in Chinese)
- [7] 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 Engi-*

neering, 2010, 46(12): 13-19. (in Chinese)

- [8] TSAI J Z, CHANG R S, LI T Y. Detection of gap Mura in TFT LCDs by the interference pattern and image sensing method [J]. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 2013, 62(11): 3087-3092.
 - [9] 桑胜光, 车晓盼, 王嘉黎, 等. 高 PPI ADS 产品白 Mura 不良产生原理及改善研究[J]. 液晶与显示, 2016, 31(5): 435-441.
- SANG S G, CHE X P, WANG J L, *et al.* Principle and improving research of white mura defect in high PPI ADS product [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2016, 31(5): 435-441. (in Chinese)

作者简介:杨德波(1989—),男,贵州遵义人,硕士,中级工程师,主要从事液晶显示面板的产品良率监管、不良解析及改善工作。E-mail: yangdebo@boe.com.cn