

文章编号:1007-2780(2014)06-0881-05

印刷型设备产生配向膜 Mura 研究

王 丹*, 马国靖, 宋勇志, 袁剑峰, 邵喜斌

(北京京东方显示技术有限公司, 北京 100176)

摘要:薄膜晶体管行液晶显示(TFT-LCD)面板制造行业中,取向膜涂布方式主要有 2 种:一种为传统印刷方式辊式涂布法,另一种为新型印刷方式喷墨印刷法。本文通过对这 2 种印刷方式的比较,着重介绍了新型喷墨印刷法容易产生的三大主要不良(直线形不良、印刷头宽线形不良以及云状灰度不良)及产生原因。在对三大不良产生的原因进行详细的实验测试、数据分析和理论研究工作下,通过工艺调整并结合设备科学管控,最终使不良发生率大幅下降,极大地提高了产品的品质,并为今后新产品的开发及相关理论的研究提供了很好的基础。

关键词:聚酰亚胺;取向膜;喷墨打印;Mura 缺陷

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20142906.0881

PI alignment inkjet printing Mura

WANG Dan*, MA Guo-jing, SONG Yong-zhi, YUAN Jian-feng, SHAO Xi-bin

(Beijing BOE Display Technology Co. Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: In the Thin Film Transistor Liquid Crystal Display (TFT-LCD) industry, there are two orientation film coating method. One traditional method is roller coating, the other one is inkjet printing. This paper introduces the new film coating method inkjet printing and the traditional method roller coating, especially introduces the new printing method. This paper introduces three defects caused by new printing method, such as line Mura, head Mura, and cloudy Mura. The intrinsic reason of these Mura is researched by analyzing many tests data and studying the theories, it also raises some improving measures and suggestions. By strengthening the scientific management of equipment and combining with the theory research, the ratio of these Mura drops obviously. What we have done also establish the basis for further analysis.

Key words: polyimide; alignment film; inkjet printing; Mura

1 引言

随着液晶显示器(LCD)面板制造业玻璃基板尺寸的大型化,玻璃基板利用率上升带来公司效益增加的同时,对设备的要求也越来越高^[1-3]。液晶屏中,取向膜主要提供液晶预倾角,使得液晶初

始状态的排列呈现一定规律^[4-5]。目前,取向膜涂布主要有 2 种方式:一是传统型的辊轮掩膜版印刷,另一种是新型的喷墨印刷型^[6-7]。

2 取向膜涂布方式比较

取向膜(Polyimide, PI)涂布方法与工艺有了

很大改进。之前取向膜涂布主要使用辊式涂布的方式,对于不同的图形,需要使用不同的凸版(Asahikasei Photosensitive Resin, APR),其不足之处包括:

- (1)取向膜膜厚和均一性调试时间长;
- (2)取向膜液浪费较多;
- (3)不同产品之间需要不同的 APR 版等。

而喷墨印刷法相较于辊式涂布法有诸多优点:

- (1)无需 APR 版即可进行任意图形方式生产;
- (2)采用菜单管理不同型号产品,切换速度快;
- (3)图形种类可由客户方自由编制;
- (4)配向膜使用量大幅度下降;
- (5)削减用测试基板的试涂布次数;
- (6)高效率的生产可以期待;
- (7)设备的质量轻、占地面积小。

但是由于其涂布于玻璃基板上的是液滴,其流动性较强,容易产生取向膜颜色不均,所以,其膜品质控制要求较高。

图 1、图 2 为两种取向膜涂布方式的示意图。

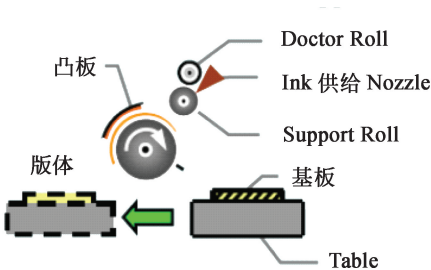


图 1 辊式涂布示意图
Fig. 1 Roller coater

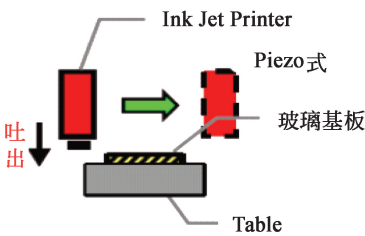


图 2 喷墨印刷示意图
Fig. 2 Inkjet printer

3 喷墨印刷产生不良讨论

3.1 取向膜喷墨印刷平整度调查

试验对象:取向膜喷墨印刷设备
试验平台:表面平整度很高的玻璃基板
测试方法:在玻璃基板上等间距取 100 个点
测量取向膜厚

测试结果如表 1 所示。

表 1 取向膜厚度均一性
Tab. 1 PI thickness

THK/nm	MIN	MAX	AVE	3σ
中心值 X	108.93	128.69	116.20	37.72
中心值 Y	71.66	84.67	77.56	25.03

将取向膜厚度为 X nm 和 Y nm 的样品测量值制成如图 3、图 4 所示,其中图 3 表示中心值为 X nm 的 4 个相同条件下制作的样品测量值;图 4 表示中心值为 Y nm 的 4 个样品的测量值。

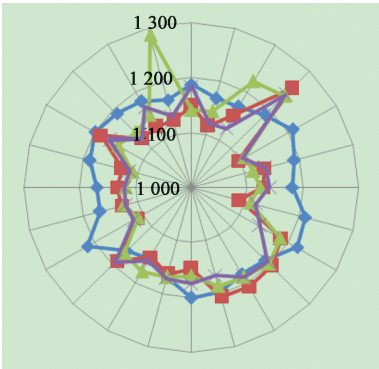


图 3 中心值 1
Fig. 3 Center thickness 1

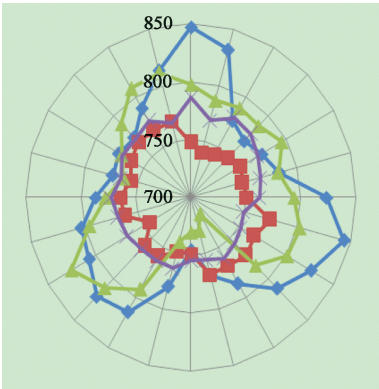


图 4 中心值 2
Fig. 4 Center thickness 2

图中 4 种颜色曲线代表相同取向膜厚度条件下制作的 4 个测试样品。从以上结果可以看出, 喷墨印刷的取向膜膜厚是比较均匀的。

3.2 喷墨印刷产生不良及分析

3.2.1 设备涂布头易产生不良及分析

喷墨印刷滴下的取向膜液呈微滴状, 仍具有很强的流动性, 所以在未固化之前的形态对取向膜的影响很大。这里主要介绍几种喷墨印刷时较容易出现不良。

3.2.1.1 喷墨涂布头间 Mura

此不良主要是表现为等间距的直线 Mura, 其宽度正好与喷墨涂布头的宽度吻合, 并且与取向膜涂布方向相同, 如图 5 所示。

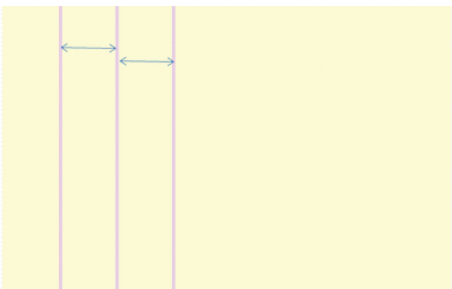


图 5 喷墨涂布头间 Mura 示意图

Fig. 5 Mura between head and head

3.2.1.2 线 Mura

此不良主要表现为直线型的 Mura, 宽度较窄且不一定等间距, 如图 6 所示。这两种 Mura 大多是由于喷墨涂布头本身的喷嘴吐出取向膜液的体积不同导致, 或者喷嘴阻塞, 取向膜液无法正常吐出。如果设备喷嘴没有堵塞, 则与设备印刷方向与玻璃基板的相对方向有关。实际经验表明, 设备印刷取向膜的方向沿着玻璃基板上像素的长边方向有利于聚酰亚胺型取向膜的扩散。

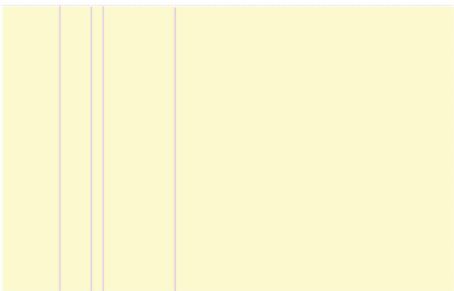


图 6 线 Mura 示意图

Fig. 6 Line Mura

3.2.2 取向膜固化设备易产生不良及分析

取向膜固化设备中存在的气流容易对取向膜固化造成影响, 形成云状(形状不规则) Mura。

下面将对其作简要分析。由于取向膜液在固化的过程中, 玻璃基板周边的取向膜液固化的速度要大于中心部分, 所以正常情况下, 取向膜只会在玻璃基板边缘形成不均匀区。但是如果在固化过程中, 加热设备中的气流发生变化, 便会对取向膜液固化产生很大影响, 导致固化速度不同而影响取向膜膜品质。具体表现如图 7 所示, 图 8 为取向膜固化设备示意图, 从图中可以看出, 取向膜固化设备的气流流动路径。但是由于 TFT-LCD 显示器的液晶面板都是有像素结构的, 所以玻璃板表面不够平坦, 给取向膜液涂布后的扩散造成了影响。



图 7 云状 Mura 示意图

Fig. 7 Cloud Mura

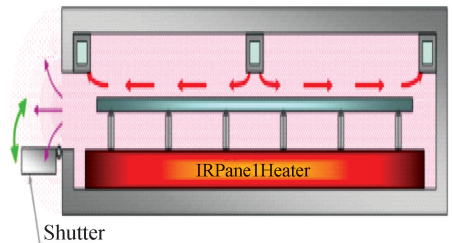


图 8 取向膜固化示意图

Fig. 8 PI pre-cure

以上提及的几种不良现象, 喷墨涂布头间 Mura、线 Mura 等由喷墨印刷设备本身引起的, 需要测试喷嘴的取向膜液吐出量是否正常。通过调整喷嘴的吐出量, 可以消除 Mura。但是云 Mura, 仅通过调整喷嘴的参数, 是不够的。在上面的叙述中提到, 云 Mura 的产生原因主要是由于取向膜液的扩散与溶剂挥发速度不同导致。由于设备本身的原因, 喷墨型取向膜液的黏度要远低于辊式型取向膜, 所以喷墨型取向膜的流动性很强, 对取向膜预固化设备温度的均一性要求很高。

实际生产过程中出现的取向膜云 Mura 如图 9。

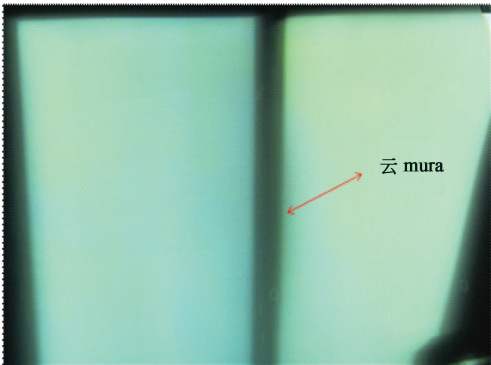


图 9 云 Mura 照片
Fig. 9 Picture of cloud Mura

取向膜本身的结构也决定了预固化的重要性。取向膜在预固化时会进行分层,上层作用为高配向性,下层作用为隔离不纯物并释放电荷。故而预固化中的气流对取向膜分成的影响将直接决定产品后期的品质;预固化设备中,玻璃基板进入固化设备后,为避免因基板与支撑部尖端接触时局部受热而造成的 Mura,预固化中的支撑 PIN 分为两部分,进行交替支撑,最大限度的避免涂布过取向膜的玻璃基板局部受热。

3.2.3 玻璃基板本身对喷墨印刷的影响

LCD 用玻璃基板的表面平整度很高,但是在经过 TFT 器件制作,彩色滤光板制作后,玻璃基板会有明显的段差存在。与版铜转印方式不同,喷墨印刷靠取向膜液本身的扩散形成膜;而辊式取向膜涂布是接触型的,能够有效地控制取向膜的流动。液体的流动性决定了表面平整度对取向膜扩散的影响。如图 10 所示,在表面凹陷(主要是像素与像素交界区)的地方取向膜液会发生积聚,造成厚度不均。

在对此不良产生的机理进行分析后,对材料和设备提出了改善措施。材料方面,增加取向膜液的黏度,以降低其流动性,使得取向膜液溶剂

受热挥发时的速度不至于相差很大;设备方面,将预固化设备的顶盖打开,使得设备内的气体可以及时排放,避免了气流不稳对溶剂挥发的影响。经验证,此两种措施可以有效的减轻云 Mura 的发生。

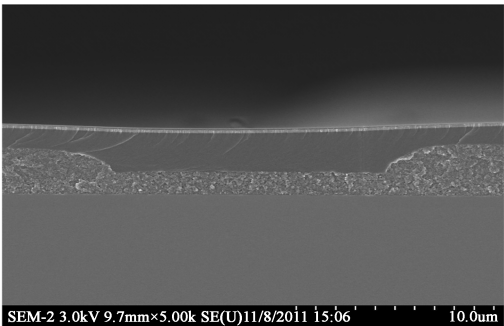


图 10 表面平整度对取向膜膜的影响
Fig. 10 Effect of surface roughness on PI film

4 结 论

本文主要介绍了取向膜液喷墨印刷与辊式涂布设备相比较的优劣,喷墨印刷容易产生的几种 Mura 类不良;对其产生的机理和解决方向进行阐述。结合实际生产过程中的实验测试提出了改善方法,并取得了很好的效果。

(1)Mura 和喷墨涂布头型 Mura:对于方向与宽度与设备能够相对应的线形 Mura,可以分别调整控制设备喷嘴的电压,重新涂布后进行确认;此法可完全解决此不良。

(2)线 Mura:可以通过改变玻璃基板的涂布方向改善。实验结果显示沿着像素的长边方向易于取向膜的扩散,可有效避免 Mura 产生;检测结果显示该不良发生率由改善前的 33.5%下降到改善后的 0.2%。

(3)形状不规则的块状云 Mura:可以通过调整取向膜液的溶剂配比,增加其在玻璃基板的扩散性或者改善加热设备中的气流均一性进行改善。

参 考 文 献:

[1] 孙自淑,江天,马家举,等. 聚酰亚胺的改性及应用进展[J]. 化工科技,2005,13(5):54-58.
Sun Z S,Jiang T,Ma J J, *et al.* Advances in modification and application of polyimide [J]. *Chemical Industry*,2005, 13(5):54-58. (in Chinese)
[2] 李维諲,郭强. 液晶显示应用技术[M]. 北京: 电子工业出版社,2005.

- Li W D, Guo Q. *Application of Liquid Crystal Display Technology* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2005. (in Chinese)
- [3] 彭毅变, 徐伟, 罗毅, 等. TFT-LCD 面影像残留改善研究[J]. 液晶与显示, 2012, 27(1): 66-69.
Peng Y W, Xu W, Luo Y, *et al.* Improvement of TFT-LCD area image sticking [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(1): 66-69. (in Chinese)
- [4] 范志新, 刘洋, 杨磊, 等. 聚合物分散液晶的电场诱导定向聚合实验研究[J]. 液晶与显示, 2012, 27(4): 434-438.
Fan Z X, Liu Y, Yang L, *et al.* Experiment research on electric field induced stereo regular polymerization of polymer dispersed liquid crystal [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(4): 434-438. (in Chinese)
- [5] 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): 27-30.
Fan Z X, Pan L Y, Sun Y B, *et al.* Surface edge shapes of orientation films in liquid crystal devices [J]. *Optical Technique*, 2003, 29(2): 27-30. (in Chinese)
- [6] 周哲. 横线 Mura 的分析与改善[J]. 液晶与显示, 2012, 27(5): 649-452.
Zhou Z. Analysis and improvement of horizontal line Mura [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(5): 649-452. (in Chinese)
- [7] 徐伟, 彭毅变, 肖光辉. 未确认 Mura 分析及改善对策[J]. 液晶与显示, 2011, 26(5): 512-615.
Xu W, Peng Y W, Xiao G H. Analysis and improvement of unknown Mura [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2011, 26(5): 512-615. (in Chinese)
- [8] 何慧, 王刚, 赵谡玲, 等. 有机绝缘层材料聚(4-乙烯基苯酚)喷墨打印工艺研究[J]. 液晶与显示, 2012, 27(5): 590-594.
He H, Wang G, Zhao W L, *et al.* Inkjet printing organic dielectric material- poly (4-vinylphenol) [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(5): 590-594. (in Chinese)

作者简介: 王丹(1983—), 男, 山西长治人, 研究员, 主要从事液晶显示面板的研发和工艺改善工作。E-mail: wangdan_dt1@boe.com.cn