

文章编号:1007-2780(2016)02-0138-04

阵列基板设计对配向膜印刷的影响

赵成明,王 丹,马国靖,罗会月,申载官,宋勇志
(北京京东方显示技术有限公司,北京 100176)

摘要:目前,TFT-LCD 行业已经趋于成熟。各大面板厂都在提升自身产品的竞争力:高分辨率、高色域、轻质化、窄边框化以及高对比度等等。配向膜作为 LCD 面板的主要构成起着重要的取向作用,其印刷的质量对产品良率起很大影响。喷墨打印作为大世代线配向膜印刷方法被越来越广泛的应用,但是其带来的印刷性不良也多种多样。本文重点介绍了阵列基板的设计对配向膜的影响。通过实验验证得出,阵列基板深孔设计对配向膜扩散起到了阻碍扩散的不良影响。从此结论出发,从配向膜印刷工艺和设计提出改善方案并取得了改善效果。

关 键 词:聚酰亚胺;配向膜;喷墨打印;深孔

中图分类号:TN24 **文献标识码:**A **doi:**10.3788/YJYXS20163102.0138

Alignment film on array substrate

ZHAO Cheng-ming, WANG Dan, MA Guo-jing, LUO hui-yue, SHIN Jae-gwan, SONG Yong-zhi

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

Abstract: At present, the TFT-LCD industry is maturing. The panel enterprises continue to improve competitiveness of their products; high resolution, high color gamut, narrow bezel and high contrast ratio and so on. This paper expounds how the design of array substrate matches the alignment film diffusion. It is said that the via hole in the array substrate could block the alignment film diffusion uniform. With the upgrade of the coating method of alignment film and array substrate design, it has been improved.

Key words: polyimide; alignment film; ink-jet printing; via hole

1 引 言

随着液晶显示产品(LCD)越来越广泛的走进普通用户的家中,液晶面板的需求量越来越大。面板厂商通过投产高世代生产线提升产能,满足市场的需求。其中,传统的转印印刷配向膜(Polyimide,PI)由于其自身劣势:尺寸切换操作

困难,大型化人员对应困难、材料浪费等^[1-2]。故而在 PI 印刷设备选取上,大世代线倾向使用喷墨打印方式(Inkjet Printing)。这种方法运用电脑构图,可以实现各个尺寸的切换,提升效率,并且节省 PI 液^[3-5]。

在使用新设备的同时,也遇到了与之前转印型设备不同的问题^[6-7]。本文将着重介绍在北京京东方显示技术公司生产过程中,在平面宽视角

(Advanced Super Dimension Switch ,ADS)显示模式产品出现了 Inkjet Printing 不良^[8-9]。其现象为沿着印刷方向,直线型的灰度不均,在灰阶画面形成了与正常画面灰度不同的直线不良,命名此不良为 M24。

针对 M24 做了大量的改善实验,包括阵列基板电极线图形,多孔的深度与密度,配向膜涂布条件等。

2 实 验

2.1 不良产生

本不良 M24 主要发生在电脑显示屏液晶面板,并且显示模式为 ADS;产品尺寸集中在 14~27 in(1 in=2.54 cm)。不良的现象在灰阶 127 时为中间发黑两边发白的垂直向细线。如图 1 所示。



图 1 线状不良
Fig.1 M24

2.2 不良分析

对此不良的液晶面板进行分析。在拆开屏后,用丙酮清洗液晶,清水冲洗后用风枪将水吹干。将样品置于钠灯下,彩膜基板未见异常;阵列基板上发现了与面板相对应的线条状 Mura (M24)。当使用 PI 剥离液对阵列基板进行 PI 处理后,不良现象消失。阵列基板上的不良现象如图 2 中的竖直的细线。

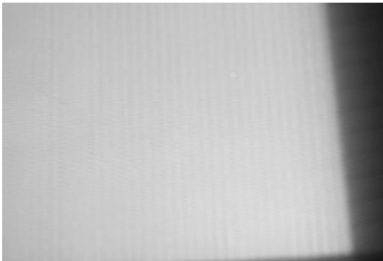


图 2 阵列基板不良示意图
Fig.2 Array glass Mura

对不良区域使用显微镜进行观察,发现在阵列基板过孔处,PI 存在不均匀现象。使用台阶仪和 3D 显微镜对不均匀区进行分析,结果显示正常区与不良区的 PI 膜厚相差 46 nm。其中,Sample A 为不良样品,Sample B 为无不良样品。测试结果如表 1 和图 3 所示。

表 1 配向膜厚度差异
Tab.1 PI Thickness/nm

Sample	PI Thickness	$\Delta(B-A)/nm$
Sample A	106	46(平均)
	109	
	104	
Sample B	151	
	155	
	150	

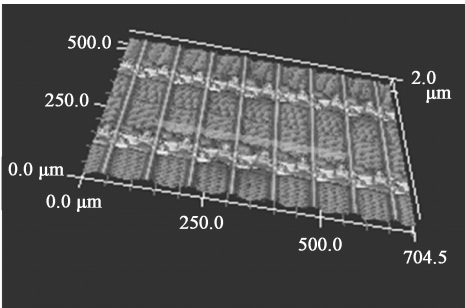


图 3 3D 分析图
Fig.3 3D analysis

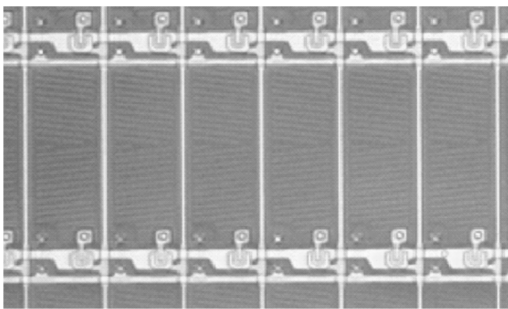


图 4 阵列基板过孔图
Fig.4 Via Hole in the array glass

从以上结果可以看出,不良区的配向膜厚度高于正常区,高度差在 46 nm 左右。

由于此不良在阵列基板的深孔处现象较为明显,所以对阵列基板上的各层结构进行了分析。

推测深孔会对配向膜的扩散起到阻碍的作用,从而深孔的的密度和深度将决定配向膜扩散的质量。而保护层(PVX)的厚度直接影响孔的深度。阵列基板过孔图如图 4 所示。

2.3 不良改善

根据上面的分析结果,本文从产品设计和工艺改善两个方面着手进行改善。产品设计方面主要是降低产品的深孔密度,由原来的 1/1,降到 1/3、1/6、1/9 等,影响孔深度的 PVX 也由 400 nm 降低到 350 nm、300 nm 等。在工艺改善方面主要对配向膜的印刷工艺进行改善;在保持配向膜厚度不变的情况下,由 1 次印刷变更为 2 次印刷。这些改善均取得了良好的改善效果。

2.3.1 深孔密度和深度

针对阵列基板保护深孔密度主要在 23 in、19 in 产品上做了不同深孔密度条件测试;膜层厚度测试,前期制作了两种不同厚度的保护层(PVX)产品,400 nm 和 250 nm,测试结果表明 400 nm 产品取向层印刷不良严重,而 250 nm 产品未产生。由此得出保护层(PVX)厚度对取向层印刷不良影响较大。随之针对阵列基板上 PVX 厚度进行了更详细的变更测试,在 23 in 和 23.6 in 上对孔深的影响因素 PVX 主要制作了以下几种:400 nm、375 nm、350 nm 和 300 nm,并进行了再现性验证。表 2,表 3 为详细的变更内容及线状不良 M24 的发生比率统计。表 4,表 5 为 PVX 厚度不同时的线状不良和白污渍发生情况。

表 2 23 寸不同深孔密度的不良发生率
Tab. 2 Via hole density with Mura(23 in)

孔密度	样品数量	M24 发生率/%
1/1	2 000	5.20
1/3	2 000	0.50

表 3 19 寸不同深孔密度的不良发生率
Tab. 3 Via hole density with Mura(19 in)

孔密度	样品数量	M24 发生率/%
1/3	3 000	3.20
1/6	3 000	1.50
1/9	3 000	0.40

从表 2,表 3 中可以看出,深孔密度降低对配向膜印刷不良有改善效果,不同产品发生率略有

差别,但趋势相同。

表 4 23 寸不同保护层厚度的不良发生率
Tab. 4 PVX thickness with Mura(23 in)

Thickness/nm	孔密度	M24 发生率/%
400	1/1	4.80
375	1/1	1.60
350	1/1	0.40
300	1/1	0.00

表 5 23.6 寸不同保护层厚度的不良发生率
Tab. 5 PVX thickness with Mura(23.6 in)

Thickness/nm	孔密度	M24 发生率/%
400	1/1	5.70
350	1/1	0.00
300	1/1	0.00

从表 4,表 5 中可以看出,PVX 厚度即孔深降低对配向膜印刷不良有改善效果不同产品发生率略有差别,但趋势相同。分析原因为孔越深,其附近 PI 液所受到的阻碍作用越大,扩散困难。

2.3.2 配向膜印刷工艺改善

一般的取向膜印刷方式喷墨印刷,单次印刷,然后经过高温固化形成取向层。试验测试时大胆尝试了双次印刷,即在相同位置印刷两遍。测试平台为 23 in 和 23.6 in 显示面板,结果如下表 6 和表 7。

表 6 23 寸印刷次数结果

Tab. 6 1Scan vs. 2Scan printing(23 in)

Scan	样品数量	Mura 发生率/%
1Scan	2 000	5.42
2Scan	2 000	0.54

表 7 23.6 寸印刷次数结果

Tab. 7 1Scan vs. 2Scan printing(23.6 in)

Scan	样品数量	Mura 发生率/%
1Scan	2 000	3.50
2Scan	2 000	0.20

从以上结果可以看出,PI Inkjet 2Scan 印刷方式对取向层印刷不良改善有明显效果。从原理

分析,PI通过表面张力作用及涂覆时设备提供给PI的初始动力,使其在基板表面进行扩散。第一次涂覆后,PI在TFT基板段差大的区域存在扩散不均匀现象,固化后宏观上产生M24不良。PI第一次涂覆在基板表面初步扩散后,在进行第二次涂覆,使PI在基板表面进一步扩散,对第一次的PI扩散不均匀的情况起到了补偿与缓解的作用。但2Scan生产节拍会长,对产能有影响。

3 结 论

本文主要介绍了取向膜印刷设备生产过程

中产生的取向层印刷不良,易发生尺寸集中在14 in~28 in之间的产品;对其进行了分析,为PI液融合性不良,Mura区较正常区PI厚。为了改善取向层印刷不良从阵列特性、阵列基板设计和成膜工艺等方面进行了测试并得到如下结果:阵列过孔设计、保护层(PVX)厚度和阵列基板表层电极对不良情况影响较大;过孔密度要小于1/3为宜;PVX厚度在兼顾TFT特性(充电率)基础上选择小于350 nm为宜;综上,通过阵列基板保护层(PVX)厚度减薄、阵列过孔密度降低、取向膜印刷两次可以有效改善取向层印刷不良。

参 考 文 献:

- [1] 王新久. 液晶光学和液晶显示[M]. 北京:科学出版社,2006:239-245.
WANG X J. *The Optics of Liquid Crystal and Liquid Crystal Display* [M]. Beijing: Science Press, 2006: 239-245. (in Chinese)
- [2] ROA J J, GILIOLI E, BISSOLI F, *et al.* Study of the mechanical properties of CeO₂ layers with the nanoindentation technique[J]. *Thin Solid Films*, 2009, 518(1): 227-232.
- [3] KOIKE S. New technological trends in HTPS TFT LCD[Z]. IDW/AD 05 digest, 2005: 1883-1885.
- [4] FANG Z H, HU M, ZHANG W, *et al.* Mechanical properties of porous silicon by depth-sensing nanoindentation techniques [J]. *Thin Solid Films*, 2009, 517: 2930-2935.
- [5] SEEN S M, KIM M S, LEE S H. Image sticking resistant liquid crystal display driven by fringe electric field for mobile applications [J]. *Japanese Journal of Applied Physics*, 2010, 49: 050208.
- [6] 马群刚. TFT-LCD原理与设计[M]. 北京:电子工业出版社,2011:244-255.
MA Q G. *Principle and Design of TFT-LCD* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2011: 244-255. (in Chinese)
- [7] CURTIS C J, KAYDANOVA T, VAN HEST M, *et al.* Ink jet printed metals and conducting polymers[C]. *NIP & Digital Fabrication Conference, Digital Fabrication 2005 Final Program and Proceedings. Society for Imaging Science and Technology*, 2005: 160-163.
- [8] 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 Technique*, 2003, 29(2): 183-184, 187. (in Chinese)
- [9] 郑先锋,祝迎花,金婷婷,等. 高PPI产品下的取向膜画面品质改善研究[J]. 液晶与显示,2015,30(4):608-615.
ZHENG X F, ZHU Y H, JIN T T, *et al.* Research on improving picture quality of alignment film [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2015, 30(4): 608-615. (in Chinese)

作者简介:赵成明(1984—),男,黑龙江哈尔滨人,高级工程师,主要从事液晶显示面板成膜设备维护和工艺改善。E-mail:zhaochengming@boe.com.cn