

文章编号:1007-2780(2017)10-0783-04

TFT-LCD 曝光工艺参数 TP 实验研究

董小龙*, 张兴强, 江俊波, 王军才

(成都京东方光电科技有限公司, 四川 成都 611731)

摘要:从 Total Pitch(TP)的理论含义与监控原理出发,通过对相同 Device 下 Pitch 量和 TP 测试 Mark 的更改,讨论了 X 方向以及 Y 方向 TP 的变化。通过相同 Lay out 不同产品和相同产品不同 Lay out 的对比,发现 TP 并不随着 Pitch 量的改变而变化,但设备扭曲度(Distortion)影响着 TP 的变化,由此 TP 也可称为 Distortion 在实际生产中的简化监测点,并且得到 TP 从 NG 到 OK 变化的 pitch 量区间,这也为降低图形在基板上的扭曲程度和优化 Mask 设计提供了新思路。

关键词:整体倾斜度;扭曲程度;曝光;产品布局

中图分类号:TN305.7 **文献标识码:**A **doi:**10.3788/YJYXS20173210.0783

Experimental research on exposure process parameter of total pitch in TFT-LCD process

DONG Xiao-long*, ZHANG Xing-qiang, JIANG Jun-bo, WANG Jun-cai

(Chengdu BOE Optoelectronics Technology Co. Ltd, Chengdu 611731, China)

Abstract: Based on the theories and monitoring principle of Total Pitch (TP), we discussed the X direction and Y direction variation of TP, which changed by pitch value and TP measurement mark. By contrasting the same lay out but different product with the same product but different lay out, we found that TP does not change with the variation of pitch value. However, distortion affects the variation of TP, which can also be called a simplified monitoring points of distortion in the actual process. The acquisition of the interval of TP from NG to OK provides a new idea of optimizing mask design and reducing the distortion of graphics on the glass.

Key words: total pitch; distortion; exposure; lay out

1 引言

薄膜晶体管液晶显示器 TFT-LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display) 因体积小、低功耗、重量轻、美观等优势已获得广泛的研究^[1]。随着便携式电脑、办公应用、大屏幕显示器

的广泛使用,人们对于显示的品质有了更高的要求^[2]。那么 TFT-LCD 制程中对关键参数 Total Pitch(TP)的管控更引起人们的重视,显示点不亮(Zara Particle)以及 Cell 对盒后产品漏光检测都与 TP 有着重要关系,如曝光工艺参数 TP 越接近设计值,Touch Mura margin 就越小,从而产生 Touch Mura 的风险就越小;曝光工艺参数 TP

收稿日期:2017-04-24;修订日期:2017-06-20.

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

越接近设计值, Vertical Block Mura 就会得到改善, 从而提高了产品的品质。

Canon 公司于 2000 年 6 月推出的 MPA - 6000 型曝光机是目前世界上面积 ($880\text{ mm} \times 1\,000\text{ mm}$) 较大的反射投影 LCD 曝光机, 可批量生产最大 812.8 mm (32 in) 的液晶显示器^[3]。在 TFT-LCD 制程中, 9 mm 扫描狭缝可使该机在一次曝光中保持一致的 $3\text{ }\mu\text{m}$ 解像力^[4] 和 $20\text{ }\mu\text{m}$ 焦深 (DOF)。可能影响 TP 的因素有很多^[5], 考虑到实验成本问题, 选择了 9 mm Slit 曝光设备下的部分因子进行实验: 修改 Lay out Pitch 量、更换 TP 测试 Mark、相同 Lay out 条件下不同产品对比、相同产品条件下不同 Lay out 对比。通常情况下会采取两种方法对 TP 进行补偿, 一种是采取手动添加数值的方法, 将计算得出的补偿值添加到 MPA-6000 软件中, 我们称为手动添加 Step Data, 一种是采用光盘刻录的方式将计算得出的补偿值通过光盘自动补偿到软件中, 我们称为自动 Feedback。实验发现通过观察 TP 从差到好变化的趋势, 得到 TP Pitch 量变化的区间, 从而可以通过控制 Pitch 量的变化达到优化 TP 数值的作用。

2 实 验

测试设备及软件为 AMCD 和 V-Measure 软件, 由于 TP Mark 的形状为一个正方形, 所以测试软件通过探测正方形的四边来确定其中心位置, 得到的坐标就是测试坐标, 根据 Mask 上计算出的坐标即为理论坐标。在日常生产情况下, 工艺参数 TP 被控制在 $\pm 1.5\text{ }\mu\text{m}$ 以内, 也就是说曝光出图形的实际坐标与理论坐标的差值要小于等于 $\pm 1.5\text{ }\mu\text{m}$ 。

2.1 产品 Pitch 量更改对比分析

为了排除曝光机 MPA6000 型设备硬件及 Mask 制作的限制^[6], 以产品 A 为例, 对曝光图形的 Pitch 量进行缩小, 即 X 方向间距 (Step Interval X) 从 301.2 mm 改为 299.8 mm , Y 方向间距 (Step Interval Y) 从 356 mm 改为 253 mm , 通过 AMCD 测试出数据后整理得到图 1、图 2, 倒角在左下角, 红色图代表理论坐标, 蓝色图代表实际测试坐标, 对比分析, TP NG 的点并未随着图形 Pitch 量的改变而变化, 说明在 Lay out 未变

的情况下, 同台设备相同产品 TP 测试值与 Pitch 量的变化无关。

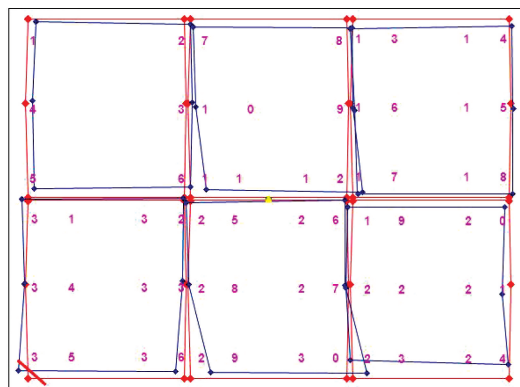


图 1 原 Pitch 量 TP 测试图

Fig.1 TP test mapping of origin pitch value

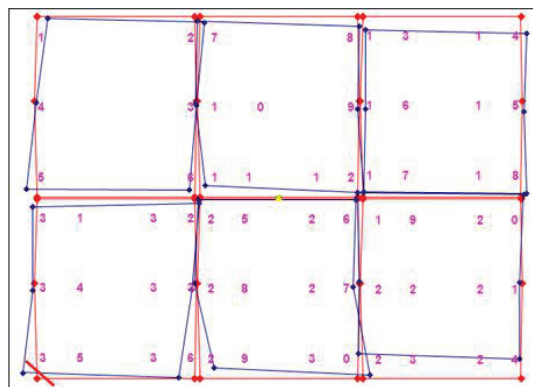


图 2 Pitch 量更改后 TP 测试图

Fig.2 TP test mapping of modified pitch value

2.2 TP 测试 Mark 更改对比分析

由于 TP mark 存在 P1、P2、P3 X 方向不在同一列的情况 (TP NG 点正好为 X 方向), 为排除 TP mark 排布的问题, 选取“田”字对位 Mark 代替 TP 测试 Mark, 相应的 TP 理论坐标也会发生变化。通过 AMCD 测试出数据后整理得到图 3, 由图 1 与图 3 对比分析, 测试 Mark 的更换对 Y 方向的 TP 值影响较大, TP 值从 NG 趋近于 OK 状态, 但并未影响 X 方向的 TP 值。

2.3 不同产品之间 TP 对比

考虑到不同产品间存在差异, 选取两种产品分别为型号 A 与型号 B, 在产品布局 (Lay out) 相同的情况下, 选择同台设备进行曝光工艺, 通过 AMCD 测试出数据后整理得到图 4, 由图 1 与图 4 对比分析, 在曝光设备相同且 Lay out 也相同的情况下, 通过手动添加 Step Data 和设备自动

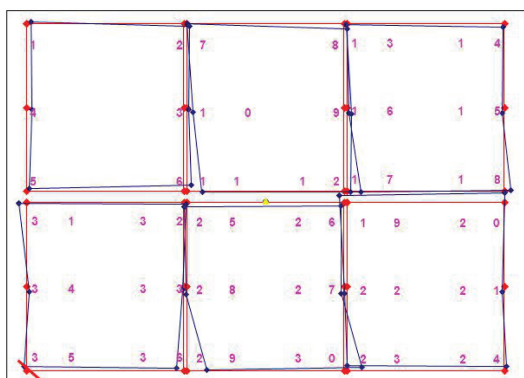


图 3 更改测试 Mark 后 TP 测试图

Fig. 3 TP test mapping after modifying measurement mark of pitch value

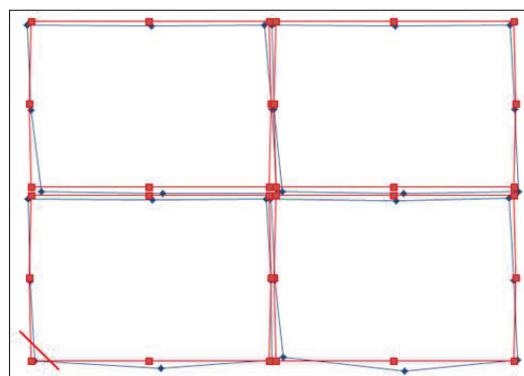


图 5 Lay out 为 2×2 TP 测试图

Fig.5 TP test mapping of Lay out 2×2

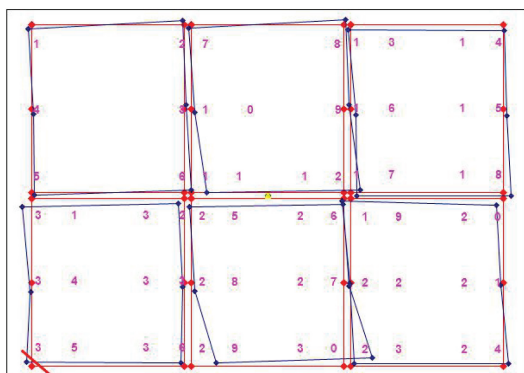


图 4 产品 B TP 测试图

Fig.4 TP test mapping of production B

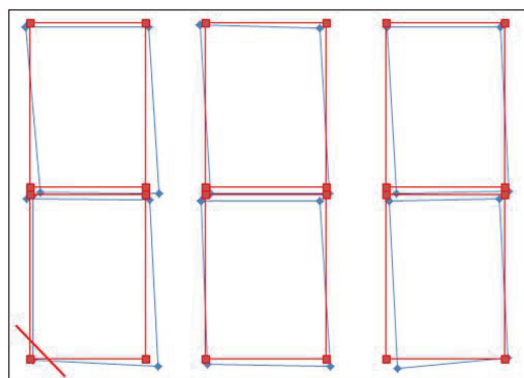


图 6 Lay out 为 3×2 TP 测试图

Fig.6 TP test mapping of Lay out 3×2

Feedback 后,TP 的变化趋势并未随着型号的改变而发生较大变化,也就是说 TP 值由设备硬件决定。

2.4 不同 Lay out 之间对比

对于同一款产品,其 Lay out 也是固定的。通过对 Pitch 量的计算,将原本 Lay out 为 2×2 的产品输出成 3×2 的产品,在保证除 Pitch 量外其他参数未变的情况下,进行曝光工艺,通过 AMCD 测试出数据后整理得到图 5、图 6,由图 6 可知,在 Pitch 量为 218 mm 区间时,TP 值趋于稳定,由图 5 可知,在 Pitch 量为 430 mm 区间时,X 方向 TP 值出现波动导致参数 NG,那么在 Pitch 量为 218mm 到 430 mm 区间时,TP 值得变化从稳定到波动,从 OK 到 NG,根据 2.3 结果可以推断出在相应 Pitch 量区间设备 Distortion 能力下降,导致工艺参数 TP NG,且手动添加 Step Data 及设备自动 Feedback 仍无法改善。

3 主要结果与分析讨论

根据各 Split 条件汇总出 TP 受影响较大区域,得到图 7,横/纵坐标为 TP 的实际测试坐标,根据生产工艺参数管控的标准,由图 7 可以直观看到异常 TP 相对于 Glass 的位置,这与以上实验数据相吻合,表明设备硬件 Distortion 能力下

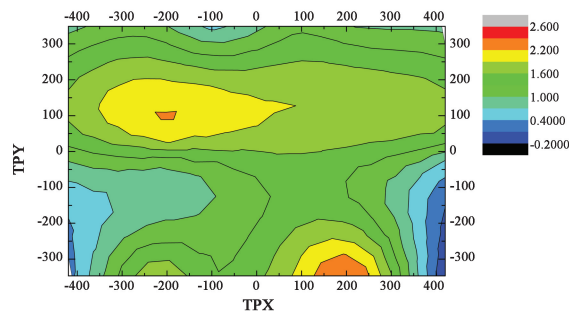


图 7 受 Distortion 影响下的 TP 等高图

Fig.7 TP contour mapping affected by distortion

降,所以手动或者自动补偿均无效果,同时也反应出了设备 Distortion 能力下降所影响的具体位置,这对之后设备的 PM(Protect Maintenance)及调试带来方便。

4 结 论

液晶显示器制造工艺装备中^[7],占全线投资额最大的就是曝光及相关设备。而 TP 作为曝光工艺的关键生产参数^[8],一直影响着边角漏光及

对盒精度^[9]而被行业内人们所关注。本文以 TP 的理论含义与监控原理出发,对可能影响因子:Lay out Pitch 量、TP 测试 Mark、同产品 Lay out 进行了对比分析,认为 TP 的变化与 Pitch 量的改变并无关联,测试 Mark 的更换对 Y 方向的 TP 值影响较大,但并未影响 X 方向的 TP 值,在不同 Lay out 条件下确定出了 TP 变化的 Pitch 量区间,确定为设备 Distortion 能力下降导致参数 TP 异常的出现,这对下步的调机奠定了理论与数据上的支撑。

参 考 文 献:

- [1] 谷至华.薄膜晶体管(TFT)阵列制造技术[M].上海:复旦大学出版社,2007.
GU Z H, *Thin Film Transistor (TFT) Array Manufacturing Technology* [M]. Shanghai: Fudan University Press, 2007. (in Chinese)
- [2] 杨国波,王永茂,赵军,等.ODF 工艺的进展[J].光机电信息,2011,28(1):23-27.
YANG G B, WANG Y M, ZHAO J, *et al.* Development of ODF process [J]. *OME Information*, 2011, 28(1): 23-27. (in Chinese)
- [3] 童志义,葛劭冲.液晶显示器技术及其曝光设备(续)[J].电子工业专用设备,2002,31(3):125-130.
TONG Z Y, GE M C. The situation of LCD technology and exposure system (Continued) [J]. *Equipment for Electronic Products Manufacturing*, 2002, 31(2): 125 - 130. (in Chinese)
- [4] 罗先刚,姚汉民,周冲喜,等.可提高光刻分辨率的新技术[J].光子学报,2000,29(9):834-837.
LUO X G, YAO H M, ZHOU C X, *et al.* New technology which can improve lithography resolution [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2000, 29(9): 834-837. (in Chinese)
- [5] 周崇喜,冯伯儒,侯德胜,等.用于 0.35 μm 接触孔图形相移掩模研究[J].光学学报,2000,20(4):543-547.
ZHOU C X, FENG B R, HOU D S, *et al.* Phase shifting mask for 0.35 μm contact holes [J]. *Acta Optica Sinica*, 2000, 20(4): 543-547. (in Chinese)
- [6] 黄河,朱晓,朱长虹,等.激光化学气相沉积技术在掩模版修复中的应用[J].激光技术,2007,31(3):330-332.
HUANG H, ZHU X, ZHU C H, *et al.* Laser chemical vapor deposition used in photomask repair [J]. *Laser Technology*, 2007, 31(3): 330-332. (in Chinese)
- [7] 乔中莲,马国恒,杨东升,等.液晶显示的一体化应用[J].现代显示,2012(6):31-35.
QIAO Z L, MA G H, YANG D S, *et al.* Integration application of liquid crystal display [J]. *Advanced Display*, 2012(6): 31-35. (in Chinese)
- [8] 彭志红,袁野,林韵英,等.国内液晶显示技术的发展概况[J].电视技术,2013,37(S2):425-426.
PENG Z H, YUAN Y, LIN Y Y, *et al.* Development review of crystal liquid display in China [J]. *Video Engineering*, 2013, 37(S2): 425-426. (in Chinese)
- [9] 见帅敏,解洋,夏高飞,等.TFT-LCD 边角漏光不良机理分析及改善研究[J].液晶与显示,2017,32(6):455-460.
JIAN S M, XIE Y, XIA G F, *et al.* Analysis and improvement of TFT-LCD edge light-leaking mechanism [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2017, 32(6): 455-460. (in Chinese)

作者简介:董小龙(1988—),男,吉林省吉林市人,硕士研究生,中级工程师,2015年毕业于长春理工大学并获得硕士学位,现主要从事光刻设备维护及改善工作。E-mai:dongxiaolong@boe.com.cn