

按压修复异物晕不良的影响因素

尹磊, 陈平, 冯川, 韩海滨, 李娜娜, 刘涛, 汤晨

引用本文:

尹磊, 陈平, 冯川, 等. 按压修复异物晕不良的影响因素[J]. 液晶与显示, 2021, 36(5): 699–704.

YIN Lei, CHEN Ping, FENG Chuan, et al. Influence factors of pressing repair for particle gap[J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2021, 36(5): 699–704.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.37188/CJLCD.2020-0240>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

晕开不良修复方法及影响因素的研究

Particle gap repair method and effect actors analysis

液晶与显示. 2017, 32(2): 110–116 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20173202.0110>

黑矩阵扩散法修复亮点理论模型及影响因素分析

Model of BM diffusion method and effect actors analysis in bright dot repair

液晶与显示. 2016, 31(2): 164–172 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20163102.0164>

ITO区黑化法修复亮点理论模型及工艺参数分析

Theoretical model and process parameter analysis of ITO area blackening method for repairing bright spot

液晶与显示. 2021, 36(2): 246–257 <https://doi.org/10.37188/CJLCD.2020-0213>

AMOLED亮点不良修复方法

Method of repairing AMOLED's bright pixel defect

液晶与显示. 2020, 35(3): 198–204 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20203503.0198>

TFT-LCD边缘暗带不良机理研究与改善

Mechanism research and improvement of edge dark band of TFT-LCD

液晶与显示. 2020, 35(11): 1134–1141 <https://doi.org/10.37188/YJYXS20203511.1134>

文章编号:1007-2780(2021)05-0699-06

按压修复异物晕不良的影响因素

尹磊, 陈平, 冯川, 韩海滨, 李娜娜, 刘涛, 汤晨*

(合肥京东方光电科技有限公司, 安徽 合肥 230012)

摘要:根据异物晕不良形成原因及修复方法,分析了成盒盒厚及压头直径对不良修复成功率的影响因素。当面板盒厚大小不同时,在相同压力值下修复成功率存在差异,不同盒厚产品对应的修复最佳压力值大小并不相同。面板盒厚越小达到最佳修复效果所需的压力值越大,反之亦然。压头直径的变化直接影响作用在基板表面的压强,随着压强增加,修复成功率先增后减,碎屏率在一定压强后显著增加。研究表明,在实际生产中对异物晕不良进行按压修复时,需针对不同型号的产品盒厚找出合适的压力,并通过达到最佳效果所需的压强找出合适的压头,以保障良好的修复效果。

关键词:盒厚; 压头直径; 按压修复; 成功率

中图分类号: TN873.93 **文献标识码:** A **doi:** 10.37188/CJLCD.2020-0240

Influence factors of pressing repair for particle gap

YIN Lei, CHEN Ping, FENG Chuan, HAN Hai-bin, LI Na-na, LIU Tao, TANG Chen*

(Hefei BOE Optoelectronics Technology Co., Ltd., Hefei 230012, China)

Abstract: Based on the causes and repair methods of particle gap, this paper analyzes the influence factors about the cell gap and head diameter for success rate. When the cell gap is different, the same pressure value has different success rate. The different cell gap has the differentiation of the optimal pressure value. When the cell gap is small, the pressure value required to achieve the best repair effect is larger, and *vice versa*. The change in the diameter of head directly affects the intensity of pressure acting on the TFT-LCD surface. With the intensity of pressure increasing, the success rate first increases and then decreases. The broken screen rate increases significantly after a certain pressure. The study shows that in order to ensure the repair effect of pressing particle gap in actual production, it is necessary to adjust the appropriate pressure for the different cell gap, and through the best intensity of pressure to select the appropriate diameter of head, to ensure a good repair effect.

Key words: cell gap; diameter of head; pressing repair; effect of repair

1 引言

近年来,随着 TFT-LCD 技术的飞速发展,

TFT-LCD 制造工艺日臻完善,能够更好地满足人们对更大尺寸与更高质量的液晶面板需求。

TFT-LCD 生产工艺主要由阵列基板工艺(Array)、彩膜基板工艺(CF)及成盒工艺(Cell)组

收稿日期:2020-09-14;修订日期:2021-01-03.

* 通信联系人, E-mail: tagnchen@boe.com.cn

成。在各制造工艺过程中均可能产生各种不同类型的不良,如阵列线不良、色不均类不良等^[1]。异物晕不良(Particle Gap)作为成盒工艺中发生率前三的不良,其形成是由于异物颗粒出现在对盒面板内,造成盒厚(Cell Gap, CG)增加,形成以异物为中心的光晕,降低产品良率^[2-3]。目前针对异物晕不良主要有激光裂变法与按压形变法两种修复方式。激光裂变法主要是使用激光照射对异物颗粒进行切割裂变,该修复方法修复成功率较低,主要是由于其易造成阵列线损伤、像素漏光等问题^[1,4]。按压形变法是目前的修复方式,通过对不良位置施加一定的压力,使异物形变,使盒厚恢复正常值。

为保证按压形变法在实际生产中的修复效果,需严格控制工艺参数。本文将对按压形变法修复异物晕不良存在的影响因素进行阐述与分析,并找到修复的最优参数,为后续生产中异物晕不良修复提供理论实践依据。

2 按压修复设备

2.1 修复原理

TFT-LCD 在开发设计阶段根据其光学特性的一系列参数设定成盒的标准盒厚。在生产过程中,很难避免异物颗粒的产生,当异物顶起基板高度大于标准盒厚时,就会在异物周边形成光晕^[5-6],点灯画面如图 1 所示。

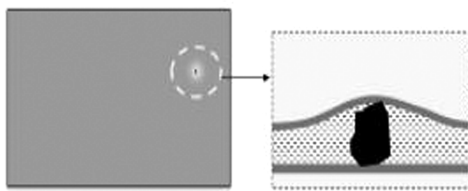


图 1 点灯图片

Fig.1 Images on test equipment

2.2 修复设备简介

在本次试验中采用按压修复设备对异物晕不良进行修复,设备中含有按压维修单元。

按压维修单元结构如图 2 所示,主要包含压力计、上偏光片、下偏光片、相机、基台、背光源等^[7]。生产过程如下:基板放置基台,背光源产生光照,相机借助上下偏光片可找到晕,再通过图 3

所示压力计上下运动达到修复所需的压力,进行按压修复。在维修过程中,压力计以高速降至面板上方,中速降至与面板接触位置,慢速下降至所需压力位置,对晕不良处进行外力按压,将异物颗粒按压至变形如图 4 所示,从而改变盒厚以达到消除晕目的。

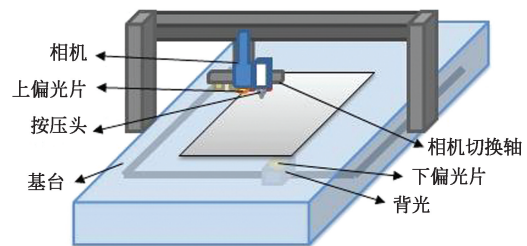


图 2 按压维修单元结构示意图

Fig.2 Schematic diagram of pressing maintenance unit

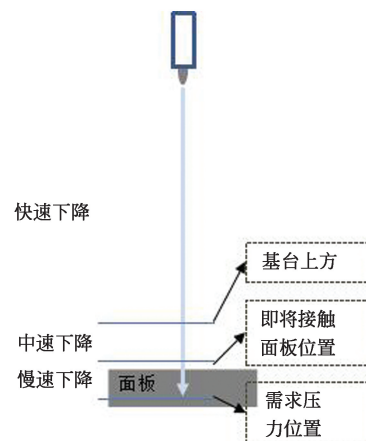


图 3 压力计运动过程示意图

Fig.3 Schematic diagram of pressing movement unit

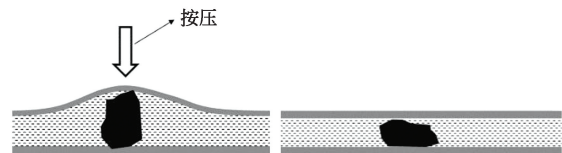


图 4 按压异物颗粒形变示意图

Fig.4 Schematic diagram of pressing particle gap

2.3 修复影响因素

本文通过修复单元改变异物颗粒高度,从而达到降低异常盒厚目的,使异物周围一圈发亮的晕消失,将该不良修复成为暗点类不良^[8-9]。为达到上述目的,本文针对面板盒厚因素及压力计压头直径因素对按压形变法进行分析。

3 影响因素实验

3.1 面板盒厚

面板生产工艺中根据不同型号的产品的需求,玻璃间隔垫物的厚度并不相同,造成同尺寸产品面板盒厚存在差异^[8]。为验证面板盒厚是否为不良修复影响因素,找到相同尺寸盒厚存在差异的不同型号产品,从中挑选出点灯现象下晕不良大小在同一等级 $7 \sim 10 \mu\text{m}$ 的面板作为实验样品,最终用同一按压设备及点灯设备进行修复及效果验证。

将生产过程中修复成功率最高的工艺参数作为实验按压力度值。观察相同压力参数下不同面板盒厚产品的异物形变能力及修复成功率,分析面板盒厚是否为按压形变法修复影响因素,呈现何种关系。

3.2 压头直径

在生产过程中,修复设备压力计的压头直径并不统一。在相同压力下,按压头直径不同,异物颗粒承受的压强也并不相同。为验证压力计压头直径是否为不良修复影响因素,针对同尺寸同型号产品,选取异物类型相同晕不良大小相等的面板作为样品。通过统计相同的按压压力与按压时间时使用不同大小按压头情况下的修复成功率,验证按压形变法压头直径对于异物颗粒形变修复效果的影响。

4 实验结果与分析

4.1 修复效果验证

通过对修复前后光晕消散效果对比,判定修复成功与否。不良修复前,在修复设备和点灯设备下,可见明显晕不良。若修复后在修复设备的相机镜头下晕消失,点灯设备下无晕不良则表示修复成功,提升产品等级,修复前后对比如图5、图6所示。若修复设备镜头下晕仍未消散,点灯设备下仍可见晕不良,则表示修复失败,修复前后对比如图7、图8所示,不可提升产品等级。

4.2 修复影响因素

按压变形法通过压力对异物的按压进行修复,而修复是否成功的一个标准是异物将玻璃顶起的盒厚高度在按压后是否恢复为正常盒厚,因

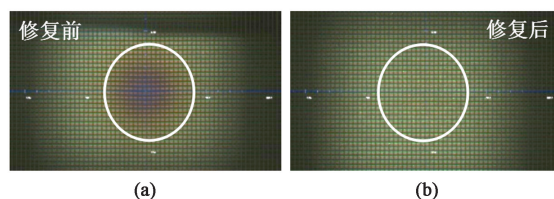


图5 修复成功图片(修复前(a)后(b))

Fig.5 Images of repairing successfully on repair equipment (Before (a) and after (b) repair)

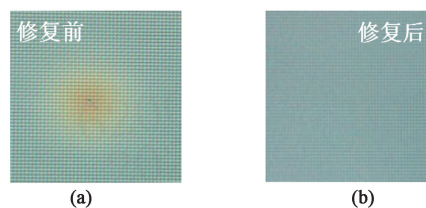


图6 修复成功点灯图片(修复前(a)后(b))

Fig.6 Images of repairing successfully on test equipment (Before (a) and after (b) repair)

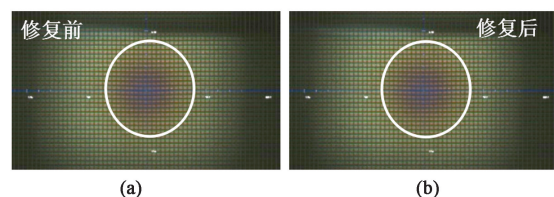


图7 修复失败图片(修复前(a)后(b))

Fig.7 Images of repairing failure on repair equipment (Before (a) and after (b) repair)

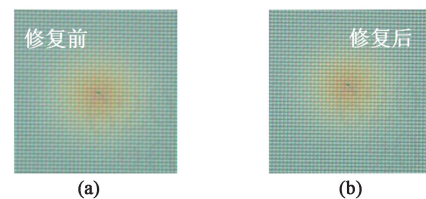


图8 修复失败点灯图片(修复前(a)后(b))

Fig.8 Images of repairing failure on test equipment (Before (a) and after (b) repair)

为选取的晕不良样品生产时间集中在同一时段内,而同一车间同时产生不良的异物颗粒大小成分基本相同,所以样品晕不良大小基本一致^[5]。

4.2.1 面板盒厚

我们选取了目前市场上主流的 165.1 cm (65

in)不同型号的面板作为样品进行实验,实验过程中控制样品修复工艺条件均保持一致,每张面板使用相同的压力与按压时间进行修复,实验共分4组,每组样品压力值为70~120 N,每款型号样品在不同压力参数下均修复100片,统计出不同型号样品在各压力值下的修复成功片数,而修复成功片数与修复片数之比为相应的修复成功率,实验结果如图9所示。

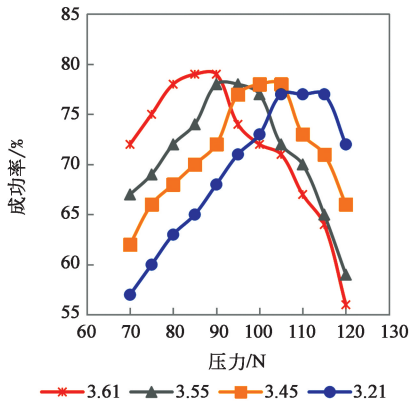


图9 不同盒厚的压力与成功率的关系

Fig.9 Relationship between pressure and success rate with different cell gap

通过实验发现,修复成功率前期会随压力值增加而增加,之后成功率会在一定范围内稳定,到一定值后随着压力增大成功率降低。这主要是因为提高压力值仍然不能对部分晕不良较严重的面板起到修复作用,同时压力值过大造成受按压处光阻损伤,出现碎亮点类不良以及压力值过大对面板造成按压破损,碎屏率增加,导致修复成功率下降。

通过实验可以看出,盒厚较大的样品在压力较小时即可到达最佳修复成功率,而盒厚较小样品在较小压力参数下修复成功率较低,直到增大压力参数后才可达到最佳修复成功率。选取各盒厚样品最高成功率区间的中间值,找出不同盒厚产品最高成功率所对应的压力值,数据如表1所示,根据这些数据做出图10。

表1 不同盒厚最高成功率时的压力值

Tab.1 Pressure at the highest success rate for different cell gap

盒厚/ μm	压力/N	成功率/%
3.21	110	77

续表

盒厚/ μm	压力/N	成功率/%
3.45	100	78
3.55	95	78
3.61	85	79

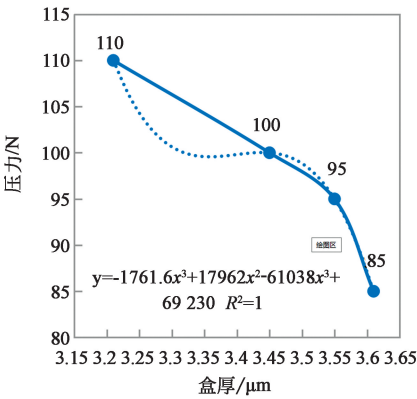


图10 压力与盒厚的关系

Fig.10 Relationship between cell gap and pressure

根据图10对压力与盒厚进行公式拟合^[10]。所得公式如下:

$$F = -1761.6x^3 + 17962x^2 - 61038x + 69230, \quad (1)$$

其中, x 为CG值。通过拟合函数(1),可以看出不同盒厚样品达到最佳修复成功率时,盒厚大的样品所需压力值更小,盒厚较小的样品所需压力值较大。主要原因是异物颗粒受到挤压时除自身形变外还会受力后向面内挤压,而盒厚较大产品比盒厚较小产品的异物颗粒受挤压时向面内可塑形变的空间更大,如图11所示,膜层隔垫物间距较大受力缓冲空间较足,故受到较小压力时异物颗粒可塑形变能力表现更强,达到最佳修复成功率所需用压力更小。在后续实际生产中我们在得到产品盒厚时,可以利用该拟合函数较快找到合适的压力参数范围,再进行精准工艺调试。

4.2.2 按压头直径

采用盒厚3.61 mm的165.1 cm(65 in)产



图11 不同盒厚内异物可塑形变空间

Fig.11 Deformation space for different cell gap

品,分别使用 5,6,7 mm 的压头,按压压力为 70~120 N,使用不同直径压头在各压力参数下均修复 100 片,统计出不同压头直径在各压力值下的破片数与修复成功片数,得到相应的破片率与修复成功率。测试结果如图 12、13 所示。从图 12 可见,随着压力增加,破片率增加,当压头直径小于 7 mm 时,破片率显著提升。从图 13 可见,随着压力增加,成功率先增后减;随着压头直径增加达到越优修复效果所需的压力越大。

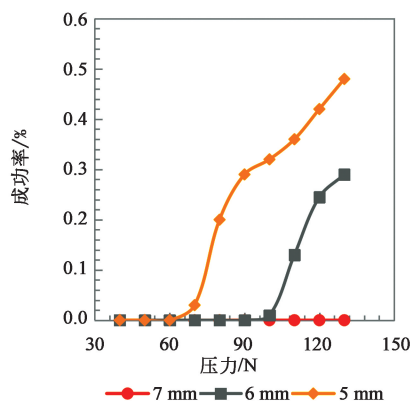


图 12 压头直径与破片率的关系

Fig.12 Relationship between the head diameter and fragment rate

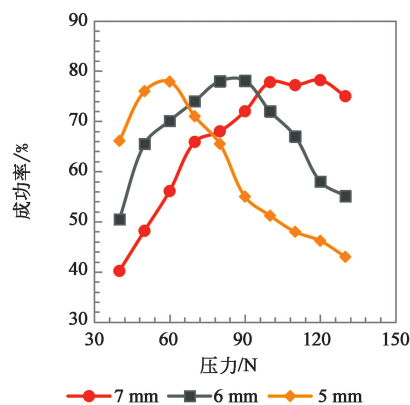


图 13 压头直径与成功率的关系

Fig.13 Relationship between the head diameter and success rate

通过以上实验,根据不同直径压头的受力面积与压力计算出相应的压强。压强与修复成功率及破片率的关系如图 14 所示。

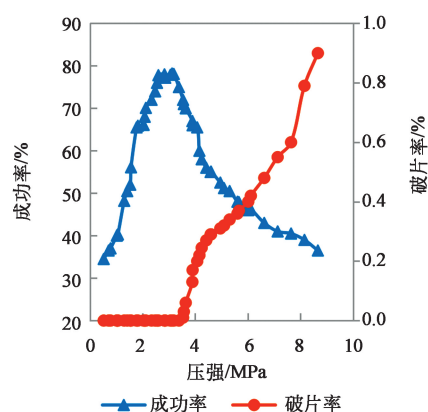


图 14 压强与成功率及破片率的关系

Fig.14 Relationship between the intensity of pressure and success rate or fragment rate

从图 14 可见,随着按压压强增加,破片率增加,在压强小于 3.54 MPa 时,破片率为 0%。随着按压压强增加,修复成功率先增后减;在压强为 2.6~3.18 MPa 时,修复成功率最高。这是由于随着压强增加,在异物大小一定时,作用在异物上的力越大,异物越易恢复正常盒厚。但是当压强过大,超过面板所能承受的最大压力时,易造成面板破损或者黑色晕不良等不良,从而破片率增加,修复成功率降低。

5 结 论

本文首次针对异物晕不良按压形变法修复中产品面板盒厚与压力计压头直径大小两个影响因素进行实验与研究,结果表明盒厚与压头直径两种因素均会对按压修复成功率造成影响。

同尺寸不同盒厚产品对应的修复最佳压力值大小不同,面板盒厚越小达到最佳修复效果所需的压力值越大,反之亦然。不同压头直径在相同压力条件下,修复效果并不相同。通过实验中压强与成功率及破片率关系得出修复成功率最高且未出现破片的压强最适范围在 2.6~3.18 MPa。

在实际生产中可以借鉴上述实验中盒厚与压力的拟合函数,较快找到不同盒厚产品合适的压力参数范围,再通过压强的最适范围确定合适的压头直径,为实际生产中不良修复工艺调试起到指导作用。

参 考 文 献:

- [1] 韩磊,魏平玉,周春霖,等.晕开不良修复方法及影响因素的研究[J].液晶与显示,2017,32(2):110-116.
HAN L, WEI P Y, ZHOU C L, *et al.* Particle gap repair method and effect actors analysis [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2017, 32(2): 110-116. (in Chinese)
- [2] 黄雅纹,陈再良.TFT LCD 常见点缺陷的检测与修复[J].现代电子技术,2012,35(23):189-191.
HUANG Y W, CHEN Z L. Detection and repair of point defects in TFT LCD [J]. *Modern Electronics Technique*, 2012, 35(23): 189-191. (in Chinese)
- [3] 王海成,董天松,马亮,等.TFT-LCD 制程中成盒工艺段常见不良浅析[J].电子世界,2018(23):12-15.
WANG H C, DONG T S, MA L, *et al.* Analysis of common defects in box-forming process in TFT-LCD process [J]. *Electronics World*, 2018(23): 12-15. (in Chinese)
- [4] 吴涛,钮曼萍.液晶显示面板的修复方法:中国,CN102654661A[P].2012-09-05.
WU T, NIU M P. Repairing method of liquid crystal display panel: CN, CN102654661A [P]. 2012-09-05. (in Chinese)
- [5] 邱永亮,李荣玉,顾筠筠.TFT-LCD 制造过程中的盒厚控制工艺研究[J].现代显示,2008(6):33-35,58.
QIU Y L, LI R Y, GU Y Y. LCD's gap control in TFT-LCD production [J]. *Advanced Display*, 2008(6): 33-35, 58. (in Chinese)
- [6] 黎关超,王超,何伟,等.TFT-LCD 行业异物不良改善研究[J].液晶与显示,2017,32(10):787-793.
LI G C, WANG C, HE W, *et al.* Research and improvement of particle defect in TFT-LCD industry [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2017, 32(10): 787-793. (in Chinese)
- [7] 魏平玉,韩磊,郭栋,等.金属线的修复设备:中国,CN204215119U[P].2015-03-18.
WEI P Y, HAN L, GUO D, *et al.* Metal wire repair equipment: CN, CN204215119U [P]. 2015-03-18. (in Chinese)
- [8] 张明亮,黎海波,丁甲,等.TFT-LCD 工艺中 Gap 性不良的分析与改善[J].电子世界,2017(19):64-66.
ZHANG M L, LI H B, DING J, *et al.* Analysis and improvement of gap defects in TFT-LCD process [J]. *Electronics World*, 2017(19): 64-66. (in Chinese)
- [9] 马宝平,陈再良.LCD 常见点缺陷的修复[J].苏州大学学报(工科版),2009,29(4):70-72.
MA B P, CHEN Z L. LCD point defect repair [J]. *Journal of Suzhou University (Engineering Science Edition)*, 2009, 29(4): 70-72. (in Chinese)
- [10] 马群刚.TFT-LCD 原理与设计[M].北京:电子工业出版社,2011.
MA Q G. *TFT-LCD Principle and Design* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2011. (in Chinese)

作者简介:



尹磊(1993—),男,安徽合肥人,学士,中级工程师,2016年于安徽大学获得学士学位,主要从事液晶面板不良改善工作。E-mail: yinlei@boe.com.cn



汤晨(1991—),女,江苏扬州人,硕士,高级工程师,2016年于中国石油大学(北京)获得硕士学位,主要从事液晶面板信赖性评价工作。E-mail: tagnchen@boe.com.cn