

文章编号:1007-2780(2019)03-0241-04

摩擦配向工艺对 HADS 产品像素漏光的影响分析

栗芳芳*, 汪 弋, 陆相晚, Eddie, 蒋学兵, 李恒滨, 郭 威, 操彬彬

(京东方合肥鑫晟光电科技有限公司, 安徽 合肥 230001)

摘要:从 HADS 产品像素漏光现象出发, 分析了 HADS 产品产生像素漏光的主要原因和机理。通过分析发现, HADS 产品像素漏光主要是因为摩擦弱区液晶配向角度异常导致的透过率差异产生的。并在此基础提供摩擦方向优化和 PS 形状优化以减少摩擦弱区对像素漏光的影响。为更好画面品质的 HADS 产品提供了改善方向。

关 键 词:像素漏光; 摩擦弱区; 液晶配向

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20193403.0241

Analysis of the effect of rubbing process on pixel leakage of HADS

LI Fang-fang*, WANG Yi, LU Xiang-wan, Eddie, JIANG Xue-bing,

LI Heng-bing, GUO Wei, CAO Bin-bin

(Hefei Xinsheng Optoelectronics Technology Co., LTD., Hefei 230001, China)

Abstract: Based on the pixel leakage phenomenon of advanced super dimension switch (HADS) products, the main causes and mechanisms of pixel leakage caused by HADS products were analyzed. Through the analysis, it is found that the light leakage of the HADS product is mainly caused by the difference in transmittance caused by the abnormal alignment angle of the rubbing weak region liquid crystal. Based on this, the two directions of improvement of Rubbing direction optimization and PS shape optimization are provided for the better picture quality of HADS products.

Key words: pixel leakage; rubbing weak region; liquid crystal alignment

1 引 言

TFT-LCD 面板是通过基板上薄膜晶体管的开关功能来控制玻璃基板电极间的电场, 从而控制基板间液晶层指向矢状态使通过液晶层的光透过率发生变化而实现显示^[1]。为了实现对液晶的有效控制, 液晶面板的制作过程中通常要包含摩

擦配向(Rubbing)这道工艺。如果液晶没有初始的配向, 液晶分子随机排列, 在外界电场下, 无法实现有效的液晶控制。

目前液晶配向有两种方式: 摩擦和光配向。其中摩擦工艺仍为目前主要的配向工艺。摩擦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

收稿日期: 2018-10-17; 修订日期: 2019-01-15.

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

有配向液晶的能力^[2]。

但是,TFT 基板和彩膜基板在制作过程中,由于设计的需要不可避免地存在微米量级的段差。而由于这些段差的存在,在摩擦过程中就出现了不同区域存在配向的差异。摩擦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,进而在背光或者画面下出现漏光不良^[3-7]。对于 HADS 产品而言,面板隔垫支撑物(PS,photo space)位于摩擦方向上(图 1),通常高度达到 2~4 μm ,是基板上段差最大的部分,因此,PS 前后也是配向最弱的区域。由于这部分弱区的存在,通常造成的像素漏光也是影响最大^[8]。本文基于以上背景,分析了摩擦对像素弱区漏光影响。

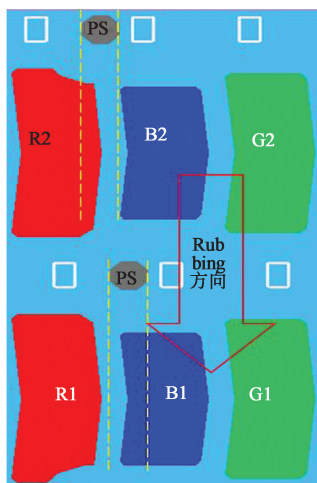


图 1 HADS 产品 PS 位置和摩擦方向示意图
Fig.1 PS Position and rubbing direction diagram of HADS products

2 现象及机理分析

液晶面板在经过摩擦后,隔垫物前后的配向弱区如图 2 所示。可以看到在隔垫物排列的方向上,每个像素上都有不同程度的漏光。在液晶面板的设计时,由于面板内部的支撑需要,隔垫物几乎每个像素都有,因此,如果摩擦时摩擦方向在隔垫物像素的竖向方向时,这种漏光是不可避免的。

从摩擦工艺(图 3)可以看到,摩擦布的毛在摩擦经过隔垫物时,布毛会由于隔垫物阻挡作用会导致布毛向左右两侧分开。这部分的布毛和未经过隔垫物区域的布毛方向以及配向的强度就会

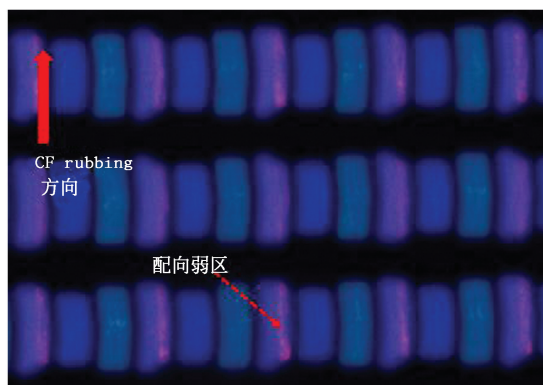


图 2 隔垫物造成的配向弱区
Fig.2 Alignment weak region caused by PS

存在差异。布毛的方向变化会导致配向角度的变化,布毛经过隔垫物的挤压,配向的强度也会发生变化。从图 2 的图片上可以看到此时像素上会有漏光的存在,这表明弱区部分的透过率发生了变化。

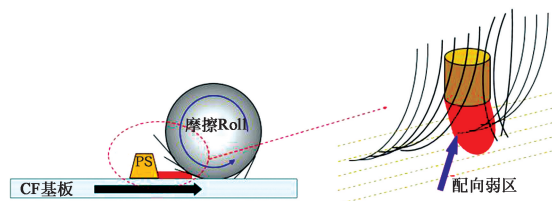


图 3 摩擦布经过 PS 位置的状态示意图
Fig.3 Status of rubbing cloth passing through PS

为此,我们测量了配向弱区部分(图 4)的液晶配向角度(Twist angel)以及配向膜的预倾角(TBA),测量结果见表 1。从测量结果可以看,TBA 基本无差异,红像素弱区的液晶扭曲角比较大,像素漏光比较明显(图 2);蓝像素弱区上面的扭曲角比较小,几乎没有影响。结合 HADS 产品的透过率^[9]

$$T = \sin^2 2\theta \times \sin^2 \frac{\pi \Delta n d}{\lambda}, \quad (1)$$

θ 表示配向的角度即液晶的扭曲角, λ 是透射光的波长, $\Delta n d$ 表示透射光的光程差。可以得到红像素弱区由于扭曲角较大导致了这部分透过率偏高。在现有产品的 θ 范围内,随着 θ 变大,由于红光波长较长,透过率占比增加,呈现黄色,像素漏光更明显,人眼也更容易感知;反之呈现蓝色,像素漏光也较弱,不容易发现漏光。

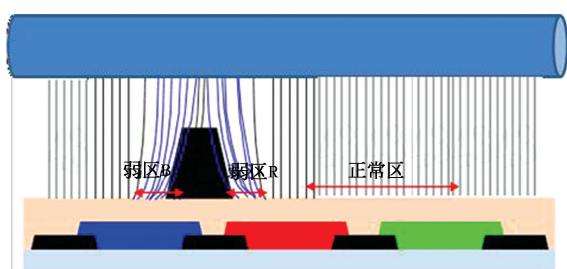


图4 摩擦弱区和正常区示意图

Fig.4 Alignment weak region and alignment normal region

表1 摩擦弱区和正常区的扭曲角和预倾角

Tab.1 Twist angle and TBA of alignment weak region and alignment normal region

Item	弱区 R	弱区 B	正常区域
正常摩擦	Twist angle	-1.03°	0.29°
	TBA	2.30°	2.32°
彩膜侧摩擦 180°	Twist angle	0.6°	-1.1°
	TBA	2.29°	2.31°

基于上述分析,实验将彩膜侧摩擦的角度旋转180°进行了验证。从数据上可以看到,两个弱区的扭曲角和正常摩擦时相反,漏光也可以得到改善。TBA 没有变化对漏光也没有影响。表2是两种摩擦情况下漏光情况的对比。从显微镜的观察结果可以看到,正常摩擦比转180°后的红像素漏光情况严重很多,蓝像素则是彩膜摩擦转180°后漏光略有加重。但是就整体像素漏光情况而言,彩膜摩擦转180°后像素漏光情况明显改善(图5)。此外,从L0灰阶的面板亮度也可以看到,正常摩擦由于像素漏光的影响,L0的亮度也比较高。另外,从对比度的结果上也可以看到,彩膜摩擦转180°后,面板的对比度也得到了提高(表2)。

表2 不同摩擦方向漏光情况对比

Tab.2 Light leakage of different rubbing direction

摩擦方向	彩膜正常摩擦	彩膜旋转180°摩擦
L0 亮度/(cd · m ⁻²)	0.554	0.530
对比度	1 072	1 194

另外,为了减小对摩擦工艺的影响,从设计的角度出发可以增加黑矩阵(BM)遮挡的范围,调

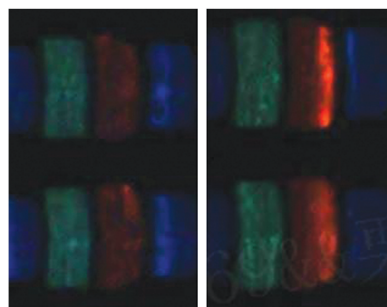


图5 彩膜正常摩擦的像素漏光(右)和彩膜旋转180°摩擦的像素漏光(左)

Fig.5 Pixel light leakage of CF normal rubbing (right) and Pixel light leakage of CF turn 180° rubbing (left)

整隔垫物的位置和减小隔垫物尺寸。但是由于产品开口率要求,黑矩阵尺寸的增加也受到限制^[10-11]。由于绿像素漏光对人眼更加敏感,隔垫物位置通常也只能放置在红和蓝像素中间的黑矩阵上。在隔垫物尺寸方面,由于设计时需要满足支撑密度,必须确保隔垫物的上部尺寸不变(图5),因此只能减小隔垫物的底部尺寸。在隔垫物上部尺寸不变的情况下,底部尺寸主要取决于隔垫物曝光机的性能。目前行业主流的隔垫物曝光机主要有NSK和Canon两家。NSK的曝光设备隔垫物截面的锥角只有50°(图5左),Canon的曝光设备隔垫物截面的锥角大于70°(图5右),就摩擦弱区影响而言Canon曝光机更好,缺点是Canon设备相对较贵,因此成本更高。

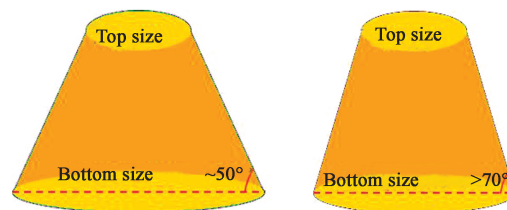


图6 NSK的曝光机隔垫物截面(左)和Canon的曝光机隔垫物截面(右)

Fig.6 Exposed PS profile by NSK equipment (left) and exposed PS profile by Canon Equipment (right)

3 结 论

本文通过对HADS产品摩擦弱区产生机理的分析发现HADS产品摩擦弱区主要是由于隔

垫物段差引起的,隔垫物段差的存在导致了弱区配向弱区的扭曲角和正常区域存在差异,从而导致像素漏光的产生,这也是 HADS 像素漏光的主要原因。基于这种机理分析,通过摩擦工艺的优

化,实现了 HADS 像素漏光的减轻。此外,也提出了通过改善隔垫物曝光工艺,来减轻 HADS 产品摩擦弱区的方案。这两种方案为更好的 HADS 产品画面品质提供了优化方向。

参 考 文 献:

- [1] 刘永智,杨开愚.液晶显示技术[M].成都:电子科技大学出版社,2000:339-345.
LIU Y Z, YANG K Y. *Liquid Crystal Display Technology* [M]. Chengdu: Publishing Company of Electric and Science University, 2000: 339-345. (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,2012:22-27.
SHEN Z Y. *TFT-LCD Technology—Structure, Principle and Manufacturing Technology* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2012: 22-27. (in Chinese)
- [3] 刘露露,刘明,龚世铭,等.聚酰亚胺主链结构对液晶取向膜性能的影响[J].液晶与显示,2015,30(5):757-762.
LIU L L, LIU M, GONG S M, *et al.* Properties of polyimide liquid crystal alignment layer with different backbone structure [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2015, 30(5): 757-762. (in Chinese)
- [4] 李凌,郭晓霞,隋郁,等.高预倾角液晶显示器用聚酰亚胺定向材料的研究(II)[J].功能材料,2001,32(3):327-329.
LI L, GUO X X, SUI Y, *et al.* A study on polyimide alignment material for high pretilt angle liquid crystal display [J]. *Journal of Functional Materials*, 2001, 32(3): 327-329. (in Chinese)
- [5] 王银春,李卓,李荣玉.TFT-LCD 成盒工程中配向不良的改善[J].现代显示,2009(6):25-28;
WANG Y C, LI Z, LI R Y. The improvement of disclination defect in TFT-LCD cell process [J]. *Advanced Display*, 2009(6): 25-28. (in Chinese)
- [6] 杨德波,王云志,陶雄,等.Rubbing Mura 产生机理及改善研究[J].液晶与显示,2018,33(6):469-474.
YANG D B, WANG Y Z, TAO X, *et al.* Principle and improvement research of Rubbing Mura [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2018, 33(6): 469-474. (in Chinese)
- [7] 石天雷,杨国波,程石,等.Zara 漏光和 Rubbing Mura 改善研究[J].液晶与显示,2012,27(2):208-211.
SHI T L, YANG G B, CHENG S, *et al.* Zara and Rubbing Mura research [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(2): 208-211. (in Chinese)
- [8] ZHANG W, XIAO A, SONG S H, *et al.* Analysis of light leakage caused by photo spacer for fringe field switching liquid crystal display [J]. *SID Symposium*, 2012, 43(1): 1243-1246.
- [9] 马群刚.TFT-LCD 原理与设计[M].北京:电子工业出版社,2011.
MA Q G. *Principle and Design of TFT-LCD* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2011. (in Chinese)
- [10] 陈彩琴.基于 HTM 技术的 PS 优化设计研究[D].广州:华南理工大学,2017.
CHEN C Q. Optimization design of photo spacer based on HTM technology [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2017. (in Chinese)
- [11] 车春城.广视角 FFS 技术 CELL 研究与设计[D].成都:电子科技大学,2007.
CHE C C. Cell research and design of FFS wide viewing angle technology [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2007. (in Chinese)

作者简介:



栗芳芳(1982—),男,河南焦作人,硕士,2010 年于上海大学获得硕士学位,主要从事 TFT-LCD 工艺研发方面的工作。E-mail: lifangfang@boe.com.cn