

文章编号:1007-2780(2013)06-0872-05

关于 TFT-LCD 中一种偏光片相关不良的研究

刘 杰, 李东熙, 金炯昊, 王章涛, 邵喜斌

(北京京东方显示技术有限公司, 北京 100176, E-mail: liujie_dt@boe.com.cn)

摘 要: 偏光片作为液晶显示器的重要组成部分之一,其特性会直接影响到显示器的画面显示效果。文章首先对偏光片的基本组成进行了介绍,依据水分与偏光片透过率的关系,对偏光片相关的一种不良形成机理进行了分析,表明该不良的形成与湿度及偏光片的材质存在较大的相关性,通过使用不同材质偏光片的模组进行温湿度变化实验,验证了该不良的发生机理,同时针对该不良提出了改善方法,即在液晶显示器显示区域内避免偏光片局部与其他部品发生接触,或者在偏光片选取方面需选用位相差变化小的产品。

关 键 词: 液晶显示器; 偏光片; 湿度; Mura

中图分类号: TN141.9

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20132806.0872

Defect Related to Polarizer in TFT-LCD

LIU Jie, LI Dong-xi, JIN Jiong-tai, WANG Zhang-tao, SHAO Xi-bin

(Beijing BOE Display Technology Co., Ltd., Beijing 100176, China, E-mail: liujie_dt@boe.com.cn)

Abstract: The polarizer, one of the important parts of a liquid crystal display, impacts the quality of display directly. This paper introduced the basic composition of polarizer, and the formation mechanism of a defect related polarizer was analyzed according to the relationship of moisture and transmittance of polarizer. It showed the formation of the defect is related to the humidity and polarizer material. Then it conducted a test with different modules whose polarizers were made of different materials, in variation temperature and humidity. The results verified the formation mechanism, at the same time established the solution for this defect, that was in active area of display, local polarizer should avoid to contact with other components, or to choose the polarizer that has small change in phase difference.

Key words: TFT-LCD; polarizer; humidity; Mura

1 引 言

随着液晶显示器制造技术的发展,液晶显示器的生产良率得到较大提升,市场占有率也不断增大,但消费者对其要求也越来越高。为了满足消费者的需求,广视角、高色域、高对比度、大尺寸、超窄边框及超薄产品不断上市,随之而来的也有各种不良类型^[1-4]。为了减少产品在市场端发生故障,显示器生产商便会不断增加与更新生产

过程中对液晶显示器的检测环节及方法,尽量排除产品的潜在不良。

显示器的画面品质是终端客户最关心的部分,而偏光片是 TFT-LCD 的主要组成部分,对画面品质有着直接的影响。然而目前对于偏光片的研究大部分都停留在偏光片单品及其加工生产等环节,对于偏光片因环境因素而影响显示器画面品质的研究却很少。

本文通过对一种形状类似鸡蛋的画面不良

收稿日期: 2013-03-08; 修订日期: 2013-06-24

作者简介: 刘杰(1985—),男,河北衡水人,大学本科,工程师,主要从事 TFT-LCD 产品研发设计工作。

(Egg Mura)形成机理的分析与验证,论证偏光片因环境湿度变化对 TFT-LCD 画面品质的影响。

2 偏光片基本介绍

为了更好地分析 Egg Mura 形成机理首先需要熟悉偏光片的组成与偏光原理。偏光片基本结构主要由保护层、三醋酸纤维素(TAC)层、聚乙烯醇(PVA)层、压敏胶层、离型膜层等构成,其中 PVA 层为偏光层,是偏光片的核心部分,决定了偏光片的偏光性能和透过率,同时也会影响偏光片的色调和光学耐久性;TAC 层主要用来隔绝空气和水分,保护支撑 PVA 层,防止 PVA 膜层的回缩;压敏胶层用于和玻璃基板进行贴合;离型膜层则保护压敏胶层^[5-6]。

根据不同的使用需求,在保护层与 PVA 层间则要根据产品类型分为透射型、反射型或半透半反型,分别复合保护层、反射层或半透半反层。有时还需要在压敏胶层与 PVA 层间复合一定补偿角度的位相差膜。为满足液晶面板大型化和薄型化的需要,还要在偏光片上附加不同的功能膜,如广视角膜、高清晰度膜、增亮膜等^[7-9]。图 1 所示为典型的透射型偏光片的基本结构。

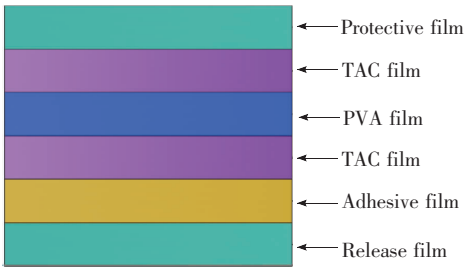


图 1 透射型偏光片基本结构
Fig. 1 Transmission type polarizer basic structure

偏光层 PVA 是使偏光片具有偏光特性的核心膜层,根据 PVA 膜的延伸工艺,偏光片的生产技术有干法和湿法两大类。干法是 PVA 膜在一定温度和湿度的蒸汽环境中进行延伸,干法的生产效率高,不易断膜,但耐久性较差。湿法是 PVA 膜在一定配比的液体中进行染色和拉伸,此种生产方法延伸稳定性难控制。偏光片染色分为碘染色法和染料染色法,碘染色法使用碘和碘化钾作为二向性介质,该种偏光片的耐久性差,一般只能在 80℃×500 HR 或 60℃×90%RH×500 HR 的条件下使用。染料染色法使用二向性燃料

进行染色,此种偏光片可以在 105℃×500 HR 或 90℃×95% RH×500 HR 条件下使用,但其偏光度和透过率较碘染色法的偏光片差^[9-11]。

采用碘染色法的 PVA 膜,主要成份为聚乙烯醇和碘,故称碘系偏光膜。碘是一种典型的二向色性物质,对光波具有选择吸收性。在与聚乙烯醇延伸方向相同的方向上,PVA 中所含的碘分子被吸附取向,如图 2 所示,使之能够吸收偏振方向与延伸方向平行的光,与吸收轴垂直方向上的光则透过。

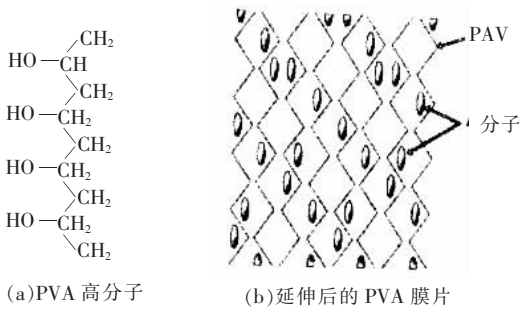


图 2 PVA 高分子与延伸后的 PVA 膜片
Fig. 2 PVA polymer and extension of PVA film

由于碘分子结构在高温高湿下易被破坏,且 PVA 膜的耐湿热性能和机械强度较差,使碘系偏光片的耐湿热性能不好,高温高湿下易发生卷曲、剥落现象;水分会影响 PVA 层中 I₂、I₃⁻ 与 I₅⁻ 间的转换,进而会对偏光片的透过率造成影响。水分还会影响 TAC 层的折射率,同样会影响偏光片的透过率。目前 TAC 层已有替代品如 No Retardation Film (NRT, 又称 Zero-TAC) 和亚克力 (ACE) 等^[12-18]。

3 对比实验与实验结论

3.1 实验部分

如图 3 所示即为 Egg Mura 的现象,曾发生于一款直下式模组上,此不良在低灰阶画面可看



图 3 Egg Mura 现象图片
Fig. 3 Egg Mura phenomenon picture

到中间有片 Egg 形状区域,该区域亮度不同于画面其他区域,这一现象在黑画面下最为明显。

为分析 Egg Mura 的形成机理,实验选取一款 81 cm(32 in)直下式模组为实验样品,共 4 组,各组区别信息请参考表 1,其中扩散板软硬程度的区分情况参考图 4,图中 1 号扩散板材质为聚苯乙烯(PS),其抗弯曲强度大于 80 MPa;2 号扩散板材质为聚碳酸酯(PC),抗弯曲强度大于 70 MPa。PC 材质较 PS 偏软,易于发生变形,在高温环境中这一现象更加明显。

表 1 实验样品信息
Table 1 Information of sample

组别	偏光片	背光源	备注
1	NRT 型	使用较软扩散板	通过扩散板软
2	NRT 型	使用较硬扩散板	硬程度控制偏
3	ACE 型	使用较软扩散板	光片是否与背
4	ACE 型	使用较硬扩散板	光源膜材接触

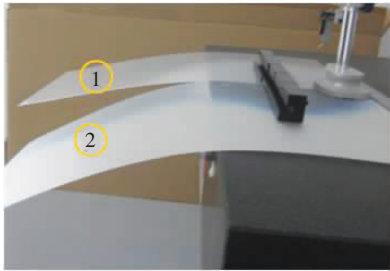


图 4 扩散板抗变形能力比较

Fig. 4 Diffusion plate deformation resistance comparison

由于扩散板在背光源中活动空间的限制,当扩散板发生变形时使用 PC 材质扩散板的模组中背光源的膜材会与偏光片发生接触,1 组与 3 组样品使用 2 号扩散板,测试过程中偏光片会与背光源膜材发生接触,2 组与 4 组样品使用 1 号扩散板,测试过程中偏光片不会与背光源膜片发生接触。每次测试共 20 片样品,每组 5 片。所用测试设备为高温高湿封闭箱,可以分别控制温度和湿度条件,调节精度为温度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿度 $\pm 5\%$ 。

实验的详细内容请参考表 2,其中实验 4 与 5 湿度条件是变化的,每个湿度下测试 8 h,并且在各湿度测试进行至 3 h、5 h、8 h 时进行 Egg Mura 发生情况的检查。

3.2 实验结论

从实验 1、2、3 的结果对比分析,可以看出恒定温度或湿度条件不会触发 Egg Mura;实验 1 与 4、3 与 5 的结果对比说明恒定温度下,相对湿度发生变化会触发 Egg Mura;同时 4 组样品的对比可说明 Egg Mura 的发生还与偏光片是否与其他物体相互接触及偏光片自身的材质相关。

4 产生机理的论证

4.1 产生机理

实验证明 Egg Mura 的发生与环境湿度的变化、偏光片是否部分与其他物品接触以及偏光片材质的特性相关,是由于偏光片不同区域含水量存在差异,引起偏光片不同区域透过率的差异,在显示器上表现为画面亮度的差异。

表 2 实验信息

Table 2 Information of testing

序号	实验条件	样品数量/组	实验时间/h	检测时间点/h	实验结果
1	T:50℃ RH:80%	5	24	3,5,8,12,24	各组均未发生
2	T:50℃ RH:45%	5	24	3,5,8,12,24	各组均未发生
3	T:25℃ RH:80%	5	24	3,5,8,12,24	各组均未发生
4	T:50℃ RH: 75%→50%→25%	5	24	各湿度:3,5,8	1 组出现 2,3,4 组未出现
5	T:25℃ RH: 75%→50%→25%	5	24	各湿度:3,5,8	1 组出现 2,3,4 组未出现

在高温高湿(50℃,RH 80%)环境中液晶面板(Panel)两侧偏光片均处在高湿环境中,此时环

境中水分会进入偏光片中,会引起偏光片透过率的变化。同时面板与背光源膜材均会发生一定程

度的变形,进而发生互相接触,图5为模组在高温高湿中进入低湿环境后变化示意图。

当样品从高温高湿环境进入低湿环境后,由于背光源膜材与偏光片的接触导致该部分与未接触部分含水量存在明显的差异,使两部分偏光片的透过率发生变化,由于人眼在较暗环境中对亮度更为敏感,因此在低灰阶检查画面品质时会发现此种 Mura。

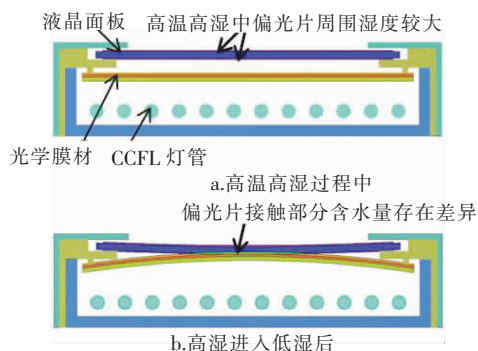


图5 湿度变化后对比示意图

Fig. 5 Contrast diagram after humidity changed

4.2 机理验证一:湿度差异

本实验为模拟偏光片在高温高湿环境进入低湿环境及因偏光片与背光源膜材接触造成的局部湿度的差异,选取使用 NRT 偏光片的模组进行实验。

在偏光片外表面滴一滴水,放置 6 h 后观察

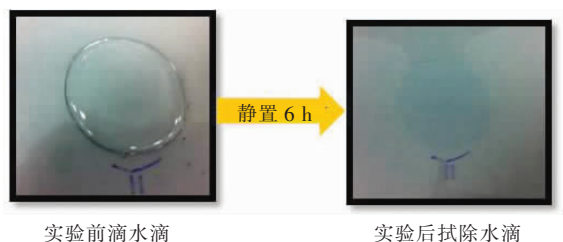


图6 湿度差异验证对比图

Fig. 6 Contrast diagram of different humidity

参考文献:

- [1] 彭毅雯,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.
- [2] 苏子芳,黄霞,张少楠,等. 制程停留时间对液晶显示器件影像残留的影响[J]. 液晶与显示, 2012,27(1):70-74.
- [3] 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.
- [4] 林鸿涛,邵玉生,胡海琛,等. TFT-LCD 中驱动信号对线残像的改善研究[J]. 液晶与显示, 2012,27(3):359-363.
- [5] 范志新. 偏光片知识讲座 第四讲 偏光片的结构和制造[J]. 现代显示, 2012,(136):5-12.
- [6] 赖延清,蒋良兴,田忠良,等. 液晶显示器用偏光片[J]. 激光与光电子学进展, 2007, 44(7):46-51.
- [7] 范志新. 偏光片知识讲座 第六讲 偏光片的结构和制造[J]. 现代显示, 2012,(138):5-12.
- [8] 徐世颖. 浅谈 TFT-LCD 产品用偏光片技术与发展趋势[J]. 现代显示, 2010,(116):25-31.

现象,并测试透过率的差异性。图6为实验前后对比图片,实验前偏光片透过率 42.61%,实验后偏光片透过率 41.55%,透过率明显降低。

4.3 机理验证二:材质差异

本实验比较 NRT 与 ACE 两种原材料在湿度变化的环境中发生的变化。将 NRT 与 ACE 原材料状态在高温高湿条件下存储 72 h 后取出,每隔 1 min 测试一次偏光片的位相延迟值(R_{th}),结果表明高温高湿试验后 ACE 的 R_{th} 值几乎没变化(0.37 nm),NRT 的 R_{th} 变化明显(4.36 nm),图7为随时间 R_{th} 的变化趋势。

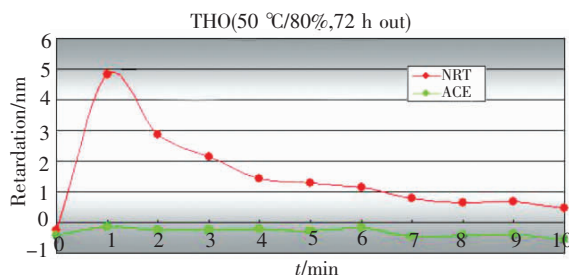


图7 NRT 与 ACE 原材高温高湿测试

Fig. 7 NRT and ACE materials high temperature and high humidity test

5 总结

水分会影响偏光片的透过率,当偏光片部分区域受水分影响时会导致此区域透过率的差异,进而会形成画面的亮暗差异,影响 TFT-LCD 画面品质。防止偏光片该不良的发生可以通过以下两个方面,一是在产品设计初期充分考虑模组各部件的变形量,避免偏光片局部与其他部件发生接触;二是在偏光片选取方面需选用位相差变化小的产品。

- [9] 柴宝玉. 液晶显示器用偏光片技术及市场分析[J]. 中国新技术新产品, 2012, (15):9-10.
- [10] 彭艳. LCD 的偏光片工艺技术[J]. 现代显示, 2005, (52):58-61.
- [11] 贺智. TFT-LCD 偏光片加工工艺与设备探索[J]. 电子工艺技术, 2008, 29(4):222-224.
- [12] 邱爱萍. 液晶显示器偏光片生产技术的引进[J]. 机电工程技术, 2003, 32(6):78-79.
- [13] 王娜. 染料膜偏光性影响因素研究及碘系-染料偏光膜的制备 [D]. 西南科技大学, 2007.
- [14] 王桂花. 液晶显示屏(LCD)用三醋酸纤维素(TAC)薄膜的发展现状与前景[J]. 影像技术, 2005(3-4):15-18.
- [15] 魏永巨, 刘翠格, 默丽萍. 碘、碘离子和碘三离子的紫外吸收光谱[J]. 光谱学与光谱分析, 2005, 25(1):86-88.
- [16] 龚建勋, 刘正义, 曾德长, 等. 含 CO^{2+} 碘素偏光膜的稳定机理研究[J]. 高分子材料科学与工程, 2007, 23(4):140-143.
- [17] 文尚胜, 莫文贞, 文斐, 等. 薄膜晶体管液晶显示器用偏光片技术研究进展[J]. 半导体光电, 2007, 28(6):751-756.
- [18] 吴国光. 液晶显示器及其偏光板的研发新进展[J]. 影像技术, 2011(6):10-16.

欢迎订阅 欢迎投稿

《光学 精密工程》

《光学 精密工程》是中国仪器仪表学会一级学术期刊, 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所主办, 科学出版社出版。由国内外著名科学家任顾问, 陈星旦院士任顾问委员会主任, 国家科技部副部长曹健林博士担任主编。

《光学 精密工程》坚持学术品位, 集中报道国内外现代应用光学、光学工程技术、光电工程和精密机械、光学材料、微纳科学与技术、医用光学、先进加工制造技术、信息与控制、计算机应用以及有关交叉学科等方面的最新理论研究、科研成果和创新能力。本刊自 2007 年起只刊发国家重大科技项目和国家自然科学基金项目及各省、部委基金项目资助的论文。《光学 精密工程》竭诚欢迎广大作者踊跃投稿。

本刊获奖:

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国权威学术期刊(RCCSE)
中国最具国际影响力学术期刊
中国科学院择优支持期刊

国际检索源:

《美国工程索引》(EI Compendex)
《美国化学文摘》(CA)
《英国 INSPEC》(SA)
《俄罗斯文摘杂志》(PЖ)
《美国剑桥科学文摘》(CSA)

国内检索源:

中国科技论文统计源期刊
中国学术期刊(光盘版)
万方数据系统数字化期刊
中国科学引文数据库
中国物理文献数据库
中国期刊网

中文核心期刊要目总览(北大)
中国学术期刊综合评价数据库
中国科学期刊全文数据库
中国光学文献数据库
中国学术期刊文摘
中国物理文摘

地 址: 长春市东南湖大路 3888 号

《光学 精密工程》编辑部

邮 编: 130033

电 话: (0431)86176855

传 真: (0431)84613409

E-mail: gxjmgc@ciomp. ac. cn

gxjmgc@vip. sina. com

http://www. eope. net

国内邮发代号: 12-166

国外发行代号: 4803BM

定 价: 50.00 元/期

帐 户: 中国科学院长春光学
精密机械与物理研究所

银 行: 建行长春朝阳支行

帐 号: 22001360300054506148