

文章编号:1007-2780(2017)08-0601-06

泡棉压缩对液晶模组漏光的影响分析

佟泽源*, 韩 锐, 龙 斌, 马 青, 尹大根

(北京京东方光电科技有限公司, 北京 100176)

摘要: 由于市场以及客户对液晶显示的广视角需求越来越多, 1996 年出现了 FFS(Fringe Field Switch)技术, 其相对于 IPS(In-Plane Switching)技术, 液晶模组的分辨率具有一定的提高。京东方通过对 FFS 技术在材料、设计以及工艺上的改善, 形成了更为先进的 ADS(Advanced Super Dimension Switch)技术, ADS 液晶模组具有广视角、高亮度以及高开口率等优点。尽管 ADS 液晶模组具有很多优势, 但同时该模组具有较强的敏感性, 在 ADS 模组受到外力的挤压作用时, 容易产生漏光现象(也可称为应力 Mura 现象), 影响客户端的视觉效果。本文研究了承载液晶面板的泡棉对液晶模组漏光的影响, 高压缩比(75%)高厚度(0.4~0.6 mm)泡棉相对于常规泡棉, 受到同样的作用力压缩量更大(同时进行了理论计算和实际测量), 该泡棉对模组漏光现象改善明显, 不仅提高了模组的良率, 也可以改善客户端对产品的视觉效果。

关键词: 液晶; 漏光; 泡棉; 压缩比

中图分类号: TN30 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20173208.0601

Effect analysis of foam compression on the light leakage of LCD module

TONG Ze-yuan*, HAN Rui, LONG Bin, MA Qing, YIN Da-gen

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

Abstract: The market and customers demand more and more LCD displays with wide range. FFS (Fringe Field Switch) technology appeared in 1996, with higher resolution than IPS(In-Plane Switching) technology. Through improving FFS technology in materials, designs and processes, BOE has formed ADS (Advanced Super Dimension Switch) technology, which has wide angle of views, high brightness and high aperture rate and so on. Although the ADS LCD module has many advantages, the module has a strong sensitivity at the same time. By the external force, it can produce light leakage phenomenon (also known as Mura phenomenon) easily, which may affect the client visual. In this paper, the effect of foam on the light leakage is studied. The deformation with high compression ratio and the high-thickness foam is larger than that of the conventional foam with same force (the theoretical calculation and the actual measurement are carried out at the same time). Light leakage will be reduced significantly with the foam mentioned above, which can not only improves the yield, but also improve the client's visual.

收稿日期: 2017-03-21; 修订日期: 2017-04-11.

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

Key words: liquid crystal; leakage; foam; compression ratio

1 引言

液晶显示^[1-2]具有低电压(低功耗)、高清晰、低重量、被动显示等特点,20 世纪 90 年代出现了广视角技术,随后 BOE 对广视角技术进行改善,研究出了属于自己的 ADS^[3] 显示模式,相比于 IPS^[4-5] 和 FFS^[6] 等技术,ADS 屏幕具有宽视角以及高亮度等优点。ADS 显示屏幕不仅应用到 Mobile、TPC 以及车载和穿戴等中小尺寸显示屏,同时应用到 Monitor、NB 以及 TV 等大尺寸显示当中,尺寸从 2 in(1 in=2.54 cm)到 110 in 不等,跨度范围大,应用范围广。常见的液晶模组由背光(BLU)、液晶面板(Panel)以及上铁框(Bezel)构成^[7-8]。

虽然 ADS 屏幕具有诸多优点,但同时由于 ADS 屏幕中液晶特殊的排布方式,导致屏幕比较敏感。ADS 液晶屏幕在受到外力的作用下,比较容易产生漏光的现象,即 Mura(Mura 来源于日本)现象^[9]。从结构设计角度改善模组漏光的措施主要如下:

(1)控制背光和上铁框的平整度;(2)合理设计液晶模组的厚度和边框大小;(3)承载液晶面板的泡棉选取;(4)FPC 单双层区的设计;(5)合理设计上铁框和液晶面板 Z 向间隙。本文研究不同厚度、不同压缩比的泡棉对模组漏光的影响,并得到了一定的结论,对于以后改善模组漏光现象如何选取泡棉具有一定的参考价值。

2 泡棉压缩的理论计算

泡棉胶带在受到外力作用下会发生形变,分为单面泡棉胶、双面泡棉胶以及其他胶带等^[10]。本部分从理论计算方面研究对比不同压缩比(泡棉在承受足够外力作用力下所压缩的最大比例成为压缩比,用%表示)泡棉在承受相同重量物体情况下泡棉的压缩量,以及不同厚度相同压缩比泡棉在承受相同重量玻璃情况下泡棉的压缩量。

泡棉压缩比是通过泡棉压缩测量仪(如图 1 所示)进行测量的,该仪器的特点是:常温下测量仪上压头对泡棉表面进行恒定速度压缩,并达到

最大压缩量后进行压力释放至零为止,并可以显示泡棉表面应力-压缩比例曲线(如图 2 所示),最终得到泡棉压缩比和泡棉所受作用力的关系。测试参数如下:

样品规格:50 mm×50 mm、0.2 mm~5 mm

压头重量:100 kgf=980 N

压头速度:8 mm/min



图 1 泡棉压缩比测量仪

Fig.1 Measuring apparatus of compression ratio

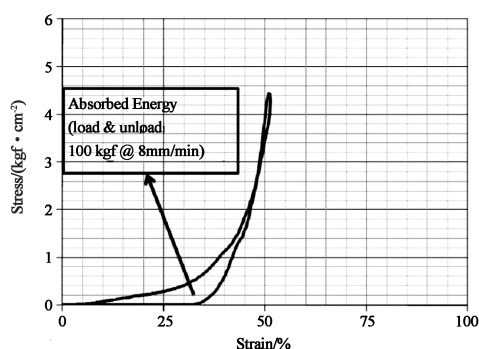


图 2 泡棉表面应力-压缩曲线

Fig.2 Curve between stress and compression

2.1 不同压缩比泡棉的理论计算

为了对比不同压缩比相同厚度泡棉在承受相同作用力的情况下,实际压缩量的不同,我们利用测量仪对厚度为 0.5 mm,压缩比分别为 50%和 75%的泡棉进行了测量,得到两种规格泡棉表面应力-压缩比例曲线如图 3 和图 4 所示。

从图 3 和图 4 中我们可以看出,泡棉所受应力开始随着压缩比的增加缓慢上升,而后应力稍有上升,压缩比突然增加,并达到顶峰,即便应力

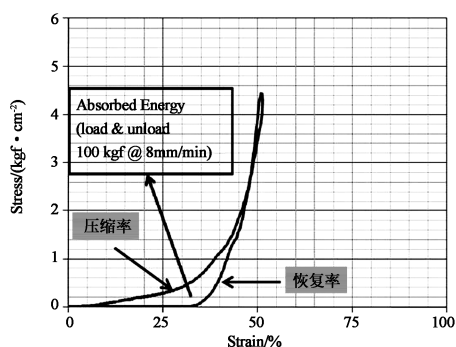


图 3 压缩比 50% 泡棉应力-压缩比例曲线

Fig.3 Curve between stress and compression ratio of 50%

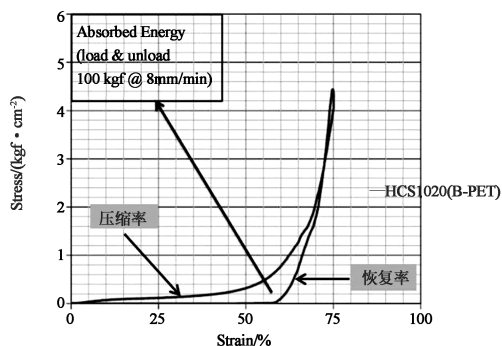


图 4 压缩比 75% 泡棉应力-压缩比例曲线

Fig.4 Curve between stress and compression ratio of 75%

增加很多,压缩比几乎不再变化。

首先验证理想(假设泡棉的承载面和液晶面板的平坦度均为零),不同泡棉在受到相同液晶面板(选取 10.25 in 的液晶面板,重力为 0.62 N)压力情况下受到压缩,泡棉的压缩量如表 1 所示。

表 1 不同压缩比泡棉理想计算对比

Tab.1 Ideal calculation contrast between different compression ratio of foam

Item	压缩比 50%	压缩比 75%
厚度	0.5 mm	0.5 mm
Panel 重力	0.62N	0.62N
受力面积	5.5 cm ²	5.5 cm ²
压缩比例	1.6%	1.8%
压缩量	0.008 mm	0.009 mm

从表 1 的计算可以看出,不同压缩比泡棉的压缩量差别不大,均小于 0.01 mm。所以当采用高压压缩比泡棉时,不会增加上铁框与液晶面板的 Z 向 Gap,从而不会增加异物进入液晶模组的风险。实际上,泡棉承载液晶面板的受力位置往往是一个或几个平面较高的点,液晶面板压迫泡棉受力如图 5 所示。为了更好地描述实际情况下泡棉受到液晶面板压力时的压缩量,这里取泡棉受力面积为 10 mm×10 mm,表 2 为泡棉承载液晶面板后,受力区域的压缩量。

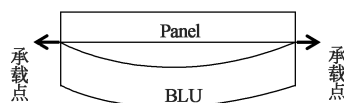


图 5 背光承载液晶面板示意图

Fig.5 Diagram of BLU carrying the panel

表 2 不同压缩比泡棉实际计算对比

Tab.2 Actual calculation contrast between different compression ratio of foam

Item	压缩比 50%	压缩比 75%
厚度	0.5 mm	0.5 mm
Panel 重力	0.62 N	0.62 N
受力面积	1 cm ²	1 cm ²
压缩比例	11%	24%
压缩量	0.055 mm	0.12 mm

从表 2 中可以看出,当液晶面板对泡棉的作用力集中到几个点的时候(此种情形符合泡棉的实际受力情况),高压压缩比泡棉的压缩量有明显的增加。背光平整度越大,高压压缩比泡棉对平整度的缓冲也就越大,从而从理论上可以更加有效的降低模组漏光的风险。

2.2 不同厚度泡棉的理论计算

为了研究相同压缩比不同厚度泡棉受到液晶面板压力的受力情况,我们选择压缩比 75%,厚度分别为 0.4 mm、0.5 mm 和 0.6 mm 泡棉的受力情况。从而得到泡棉表面应力-压缩比例曲线如图 6~图 8 所示。

在这里,我们选取泡棉同样的受力面积 10 mm×10 mm,从而得到不同厚度泡棉的理论压

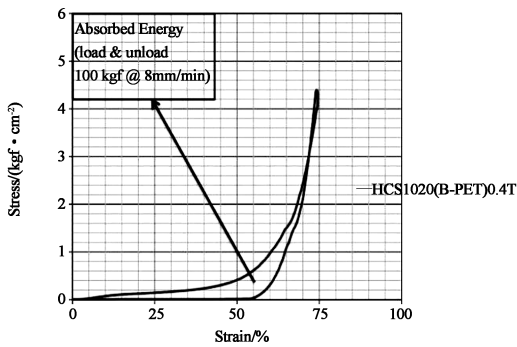


图 6 厚度 0.4 mm 泡棉应力-压缩比例曲线
Fig.6 Curve between stress and compression ratio of 0.4 mm

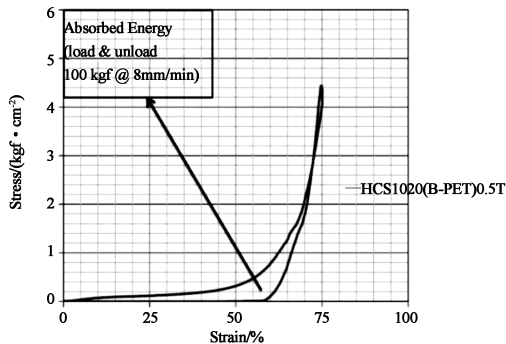


图 7 厚度 0.5 mm 泡棉应力-压缩比例曲线
Fig.7 Curve between stress and compression ratio of 0.5 mm

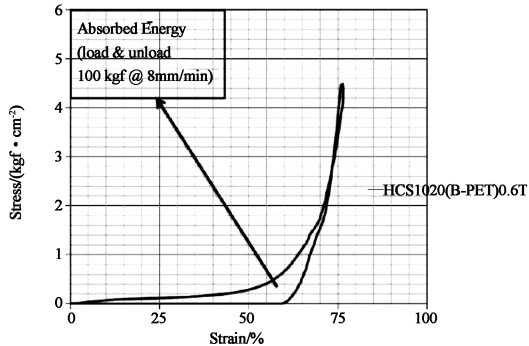


图 8 厚度 0.6 mm 泡棉应力-压缩比例曲线
Fig.8 Curve between stress and compression ratio of 0.6 mm

缩量如表 3 所示。

从表 3 中可以看出,在相同压缩比泡棉受到相同作用力情况下,厚度越厚的泡棉压缩比例越大,压缩量也就更大,压缩量大的泡棉从理论上可以更多的缓解模组漏光的现象。

表 3 不同厚度泡棉压缩量对比

Tab.3 Compression amount contrast between different thickness foam

Item	0.4 mm	0.5 mm	0.6 mm
Panel 重力	0.62 N	0.62 N	0.62 N
受力面积	1 cm ²	1 cm ²	1 cm ²
压缩比例	16%	22%	30%
压缩量	0.064 mm	0.11 mm	0.18 mm

3 泡棉承受液晶面板的实际测量

为了验证实际情况下泡棉受到液晶面板作用力的压缩量,我们分别对不同压缩比相同的厚度的泡棉以及相同压缩比不同厚度的泡棉受到进行的实际测量。具体步骤如下:

(1)将 4 种相同尺寸,不同类型泡棉(# 1:压缩比 50%,厚度 0.5mm; # 2:压缩比 75%,厚度 0.5mm; # 3:压缩比 75%,厚度 0.4 mm; # 4:压缩比 75%,厚度 0.6 mm)放到大理石平台(平整度小于 0.1 mm)。

(2)分别将相同规格的液晶面板(平整度 0.1 mm~0.15 mm)放到 4 种泡棉上,测量大理石平台和液晶面板的距离(取 16 个进行测量),并对 # 1 到 # 4 泡棉的压缩情况记录如表 4。

表 4 不同泡棉实测压缩量

Tab.4 Actual compression amount between different foam

# 1	# 2	# 3	# 4
平均压缩比例 6%	平均压缩比例 14%	平均压缩比例 10%	平均压缩比例 20%
平均压缩量 0.03 mm	平均压缩量 0.07 mm	平均压缩量 0.04 mm	平均压缩量 0.12 mm

从表 4 中的数据可以看出,不同泡棉的压缩趋势对比和理论计算一致,数值的差异是由大理石、玻璃以及实际承载液晶面板背光的平整度所造成的。本文的第 2 部分和第 3 部分从理论计算和实际测量两个方面对泡棉压缩量进行了描述,泡棉的压缩趋势是一致的。泡棉压缩和模组漏光

的关系将在后文进行阐述。

4 泡棉压缩与模组漏光的关系

为了验证相同厚度不同压缩比泡棉对模组漏光的影响,我们做了对比实验。图9的效果图采用的是压缩比75%,厚度0.5 mm的泡棉。图10的效果图采用的是压缩比50%,厚度0.5 mm的泡棉,其右上角有明显的漏光现象,影响视觉效果。

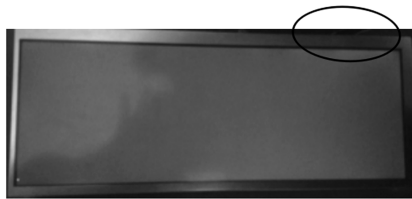


图9 压缩比75%,厚度0.5 mm泡棉

Fig.9 Foam of 75% compression ratio and 0.5 mm thickness

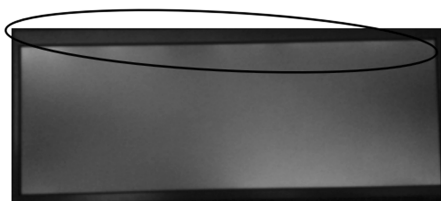


图10 压缩比50%,厚度0.5 mm泡棉

Fig.10 Foam of 50% compression ratio and 0.5 mm thickness

从图9和图10中可以看出,当采用相同厚度,压缩比更高泡棉时,模组漏光现象具有一定的改善,提高了消费者的视觉效果。

下面验证不同厚度,相同压缩比泡棉对模组漏光的影响。图11效果图采用的是压缩比75%,厚度0.4 mm的泡棉。图12的效果图采用的是压缩比75%,厚度0.6 mm的泡棉。

对比图9、11和12的漏光程度可以看出,图

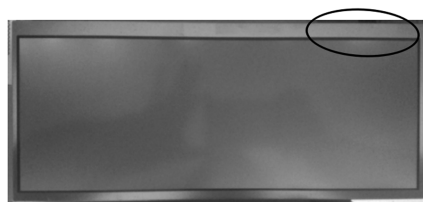


图11 压缩比75%,厚度0.4 mm泡棉

Fig.11 Foam of 75% compression ratio and 0.4 mm thickness



图12 压缩比75%,厚度0.6 mm泡棉

Fig.12 Foam of 75% compression ratio and 0.6 mm thickness

12的视觉效果最好,图9次之,图11视觉效果最差。综合图9~图12可以初步判定,采用高压缩比高厚度的泡棉对模组漏光改善较为明显。

5 结论

由于背光和上铁框等部品的工艺原因,ADS屏幕会受到一定的压力,而模组漏光现象是ADS屏幕受压后特有的属性,从而会影响到消费者的视觉效果。

本文对比分析了泡棉压缩比和厚度对模组漏光的影响,得出高压缩比高厚度泡棉对模组漏光现象改善明显。考虑模组强度的同时,不能一味地增加泡棉的厚度,较为理想的泡棉参数为:压缩比75%,厚度位于0.4~0.6 mm直接。泡棉规格主要适用于常见的8~18 in范围的车载产品。采用效果好压缩比的泡棉不仅可以改善消费者和客户对液晶屏幕的视觉效果,同时能够提高产品良率。

参考文献:

- [1] ZHAN H M, XU Z, WANG Y P, et al. Low-voltage, high transmittance fringe-field switching mode liquid crystal for monitor display [J]. *Liquid Crystals*, 2014, 41(6): 755-760.
- [2] 黄锡珉.液晶显示技术发展轨迹[J].液晶与显示,2003,18(1):1-6.
HUANG X M. Road-map of LCD technology [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2003, 18

- (1): 1-6. (in Chinese)
- [3] LEE S H, LEE S L, KIM H Y. Electro-optic characteristics and switching principle of anematic liquid crystal cell controlled by fringe-field switching [J]. *Applied Physics Letters*, 1998, 73(20): 2881-2883.
- [4] OH-E M, KONDO K. Electro-optical characteristics and switching behavior of the in-plane switching mode [J]. *Applied Physics Letters*, 1995, 67(26): 3895-3897.
- [5] 荆海. IPS 液晶显示模式的研究[D]. 长春: 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 2000.
JING H. Studies of IPS liquid crystal display mode [D]. Changchun: Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, 2000. (in Chinese)
- [6] 陈海光. 一种高性能 FFS 模式 TFT 显示用混合液晶材料的开发[D]. 北京: 北京化工大学, 2014.
CHEN H G. The development of mixed liquid crystal material with high-performance in TFT-FFS mode [D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2014. (in Chinese)
- [7] 解会杰, 穆树祥, 范志新. 降低小尺寸液晶显示模组漏光不良[J]. 现代显示, 2010, 21(11): 23-26.
XIE H J, MU S X, FAN Z X. Reduce the light leakage of small size TFT-liquid crystal display Modules in production [J]. *Advanced Display*, 2010, 21(11): 23-26. (in Chinese)
- [8] 李强. 液晶显示模组漏光不良现象的解决策略研究[J]. 中国新技术新产品, 2016(9): 36-37.
LI Q. The study of strategy to solve light leakage of liquid crystal display module [J]. *China New Technologies and Products*, 2016(9): 36-37. (in Chinese)
- [9] 齐鹏, 施园, 刘子源. TFT-LCD Touch Mura 不良的研究和改善[J]. 液晶与显示, 2013, 28(2): 204-209.
QI P, SHI Y, LIU Z Y. Research and improvement of touch Mura in TFT-LCD [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2013, 28(2): 204-209. (in Chinese)
- [10] 闵耀霞. 粘版胶带和衬垫[J]. 印刷杂志, 2008(6): 60-62.
MIN Y X. Adhesive tape and liner [J]. *Printing Field*, 2008(6): 60-62. (in Chinese)

作者简介: 佟泽源 (1990—), 男, 河北保定人, 硕士, 中级研究员, 主要从事 LCD 显示技术方面的研究。E-mail: tongzeyuan@boe.com.cn