

文章编号: 1007-2780(2012)04-0445-03

新型 TFT-LCD 柱状隔垫物的形变研究

于 涛^{1,2}, 陈 晟^{1,2}, 储培鸣^{1,2}, 郑永亮^{1,2}, 申剑锋^{1,2}

(1. 中国科学院 上海高等研究院 新型显示技术研究中心, 上海 201203, E-mail yut@casail.com;

2. 上海中科联和显示技术有限公司, 上海 201203)

摘 要: 介绍了一种可应用于大尺寸 TFT-LCD 的新型柱状隔垫物(photo-spacer)材料。与已经量产的材料相比, 该材料具有更高的弹性恢复率和外压形变承受能力。在相同生产条件下的对比实验显示, 该材料经过 230 °C 加热 20 min 柱高的缩小率为 3.04%, 具有较好的热稳定性。机械性能评价结果显示, 摩擦压力对于 Spacer 柱高没有太大的影响。

关 键 词: TFT-LCD; 柱状隔垫物; 彩膜; 恢复率

中图分类号: 0631.2; TN141.9

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20122704.0445

Deformation of New Photo-Spacer for TFT-LCD

YU Tao^{1,2}, CHEN Sheng^{1,2}, CHU Pei-ming^{1,2}, ZHENG Yong-liang^{1,2}, SHEN Jian-feng^{1,2}(1. *New Display Technology Research Center, Shanghai Advanced Research Institute, Chinese Academy of Sciences,**Shanghai 201203, China, E-mail yut@casail.com;*2. *Shanghai Casail Display Technology Co., Ltd., Shanghai 201203, China)*

Abstract: A new photo-spacer applied in TFT-LCD production was introduced. This material not only could withstand greater deformation, but had a higher recovery rate than other material. Compared with the mass production material, it showed better heat tolerance at 230 °C for 20 min and its height reduction ratio was 3.04%. It also showed little dependent on column Spacer height in rubbing processes under the same production condition.

Key words: TFT-LCD; photo-spacer; color filter; recovery ratio

1 引 言

为了获得面内盒厚均匀的液晶盒, 在成盒制程中常采用隔垫物(Spacer)散布工艺。Spacer 随机散布过程中, 经常会出现 Spacer 凝聚、散布密度不达标等问题, 导致对比度降低、盒厚 MU-RA^[1]等不良, 有时会因 Spacer 移动造成彩膜划伤。随着高世代线的投入和 TFT-LCD 平板时代的到来, 大尺寸 TFT-LCD 的产量越来越大, 球状 Spacer 散布工艺已不再被高世代线使用, 原有球状 Spacer 已经被柱状 Spacer 代替。目前, 柱状

Spacer 技术已经广泛应用于大尺寸液晶显示器件中^[2-3]。柱状 Spacer 的制备原理是: 在 CF 基板上涂布光阻材料, 经过光刻工艺, 在非显示区域形成特定高度和密度分布的柱状 Spacer。由于 Spacer 位置不占据显示区域, 且密度灵活可调, 对于 LCD 器件的透过率、对比度和均一性有极大的改善。为了实现高品质显示, 人们对柱状 Spacer 材料的相关研究也越来越多。具有高弹性恢复率和高信赖性的材料成为开发热点。本文针对一种新型的丙烯酸酯柱状 Spacer 材料进行了物理特性研究, 研究结果显示, 相比已量产的柱

收稿日期: 2012-03-21; 修订日期: 2012-04-19

基金项目: 上海市科委科研项目(No. 10dz1100300)

作者简介: 于涛(1975-), 男, 内蒙古包头人, 博士, 高级工程师, 主要从事液晶显示器件设计和工艺技术开发。

状 Spacer 材料, 该种材料具有更好的恢复率和热稳定性, 适合在大尺寸液晶显示器中应用。

2 实 验

2.1 材料

柱状 Spacer 的材质通常为负性感光材料, 由丙烯酸酯共聚物组成, 共聚物中带有丙烯酸酯交联剂、光引发剂等功能团。新型柱状 Spacer 材料中接入低架构密度功能基团(在本文中命名为材料 B)。作为参考, 已在量产中使用的通用型柱状 Spacer 命名为材料 A。带有柱状 Spacer 的彩膜在五代线工厂生产, 基板尺寸为 $1\ 100\ \text{mm} \times 1\ 300\ \text{mm}$, 厚度为 $0.63\ \text{mm}$ 。柱直径分别为 $12\ \mu\text{m}$, $14\ \mu\text{m}$, $16\ \mu\text{m}$, 分别用 B-12、B-14、B-16 表示; 作为参考, 材料 A 采用同样柱直径, 分别标注为 A-12、A-14、A-16。柱高为 $(3.55 \pm 0.15)\ \mu\text{m}$, 主柱和辅柱密度分布按照量产条件设计, 配向和摩擦工艺处理按照已量产条件。配向膜的热处理温度为 $230\ ^\circ\text{C}$, 处理时间为 $20\ \text{min}$, 膜厚度为 $(90 \pm 10)\ \text{nm}$ 。

2.2 测量

弹性恢复率的测量采用 nanoindenter (美国 MTS 公司) 测试, 柱高的测试仪器为 SNU PSIS-5004 (韩国 SNU precision 公司)。

3 结果与讨论

柱状 Spacer 形变量由弹性形变和塑性形变组成。为了提高抗压性, 就要降低塑性形变, 提高弹性形变^[4]。图 1 是不同柱径 Spacer 材料 A 和 B 恢复率和压力的关系图。随着压力的增加, 总形变量呈现线性增加。Spacer 柱直径越大, 总形变量越小。在同样的压力下, 材料 B 的总形变大于 A 总形变量。在一定程度上说明, 材料 B 相比材料 A 具有更大的工艺范围^[5]。

对于大尺寸面板来讲, 需要具备盒厚的稳定性和良好抗压性。图 2 是不同压力下, 不同柱径尺寸 A 和 B 的恢复率。从图中可以看出, 随着压力的增加, A 和 B 材料的恢复率表现出先升后降的过程。柱径越大, 恢复率越高。对于 B-12 和 A-12, Spacer 的恢复率随压力增加显著减低, 说明小柱径材料对于抗压性承受力较弱。当柱径为 $14\ \mu\text{m}$ 和 $16\ \mu\text{m}$ 时, 材料 B 的恢复率显著高于 A 的恢复率。对于 B-16 来讲, 即使压力为 $60\ \text{mN}$

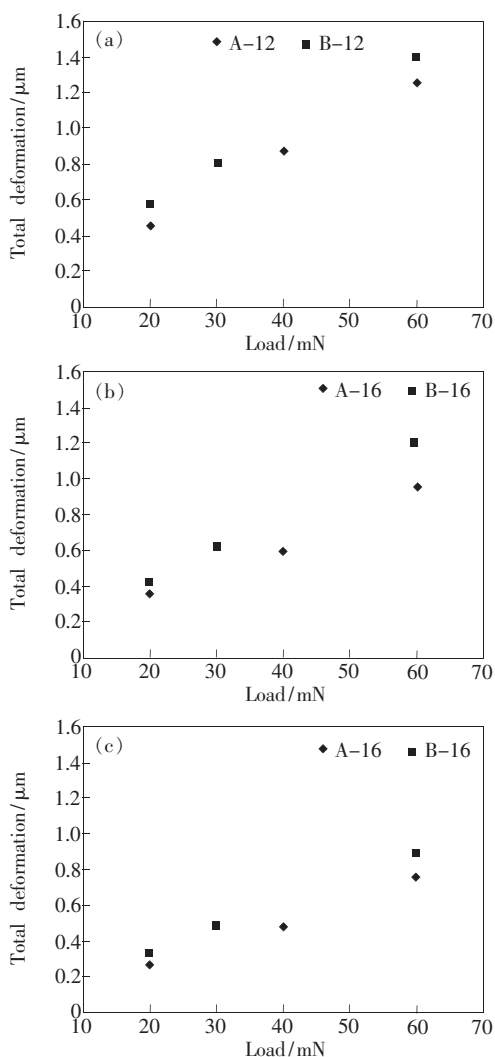


图 1 不同柱径 Spacer A 和 B 压力和总形变的关系。(a) $12\ \mu\text{m}$; (b) $14\ \mu\text{m}$; (c) $16\ \mu\text{m}$ 。

Fig. 1 Relationship between load stresses and total deformation of spacer A and B at different spacer dimension. (a) $12\ \mu\text{m}$, (b) $14\ \mu\text{m}$, (c) $16\ \mu\text{m}$ 。

时, 恢复率也能超过 75% 。

柱高对于盒厚有较大影响, 可导致液晶气泡、黄 MURA 及其他盒厚不均。成盒制程中配向膜亚胺化过程要经过高温处理, 通常亚胺化温度在 $230\ ^\circ\text{C}$ 左右, 对于柱状 Spacer 有机材料来说, 热处理过程会造成柱状 Spacer 高度的缩小, 这是由于有机物本身特性决定。表 1 为在量产条件下, A 和 B 柱高热处理前后柱高的变化。相比 A 材料, B 的柱高缩小率更小, 更适合于生产中的应用。

为了进一步确认材料 B 的机械性能, 在量产条件下摩擦材料 B 柱状 Spacer, 图 3 是摩擦前后

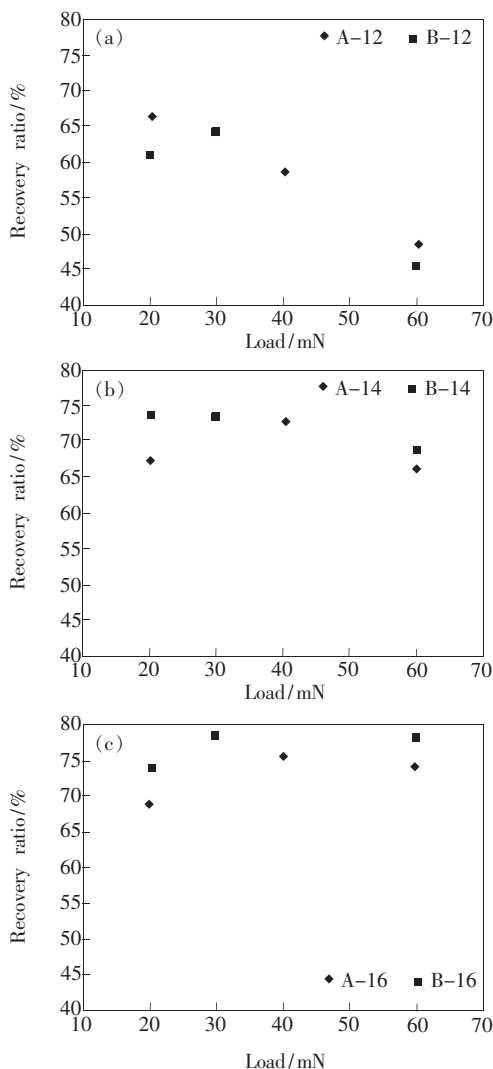


图 2 不同柱径 Spacer A 和 B 压力和恢复率关系. (a)12 μm , (b)14 μm , (c)16 μm .

Fig.2 Relationship between load stresses and recovery ratio of Spacer A and B at different spacer dimension (a) 12 μm , (b)14 μm , (c)16 μm .

表 1 在 230 $^{\circ}\text{C}$ 20 min 热处理条件下柱高缩小率

Table 1 Photo spacer height reduction ratio of Spacer A and B at 230 $^{\circ}\text{C}$ for 20 min

| 材料 | 柱高缩小率/% |
|----|---------|
| A | 3.48 |
| B | 3.04 |

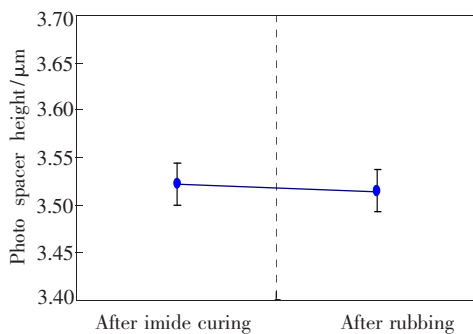


图 3 摩擦前后 B spacer 柱高的变化

Fig.3 Height changes of B photo spacer after imide curing and rubbing process

B 柱高的变化,可以看出,摩擦制程对于 B 材料柱高的影响较小。

4 结 论

研究了一种新型的丙烯酸酯柱状 Spacer 材料的形变性能。在 TFT-LCD 量产条件下与普通柱状材料进行对比,发现这种新型的 Spacer 材料具备更好的弹性恢复率、热稳定性以及机械性能,因此,这种类型的 Spacer 材料在大尺寸液晶显示面板中将具有一定的应用潜力。

参 考 文 献:

[1] 程石,王涛,张敏,等. TFT-LCD 中隔垫物密度与 Push Mura 和低温气泡的关系 [J]. 液晶与显示, 2011, 26(5): 604-607.

[2] Chen S H, Koo H S, Chen W Y, *et al.* Advanced photo spacer technology for large-sized TFT-LCD [C]//*SID Symposium Digest*, Boston;SID, 2005, 36: 539-541.

[3] Cho Jung-Hyuk, Sohn Jung-Min. Improvement of column spacer uniformity in a TFT LCD panel [J]. *J. Korean Physical Society*, 2006, 48(2):240-245.

[4] Koo H S, Kang C H. Study on physical properties of organic resist spacers on color filters [C]//*Microprocesses and Nanotechnology, 2007 Digest of Papers*, Kyoto;The Japan Society of Applied Physics and IEEE Electron Device Society,2007: 98-99.

[5] Li De-Jiun, Huang Chun-Ming, Chou Kuo-Ching. Deformation Analysis on the Photospacers for TFT LCD [C]//*Proc. of ASID'06*, New Delhi;SID, 2006: 19-22.