

文章编号:1007-2780(2019)04-0342-05

IPS Mode 应用 RM 光电特性研究

马悦*, 张翔, 曾龙

(昆山龙腾光电有限公司, 江苏 昆山 215301)

摘要:在负性液晶里加活性单体聚合物经过两次 UV 制程, 制得 IPS-RM LCD, 通过 AOI 光学自动检测设备以及 DMS 光学测量等对获得样品的预倾角、对比度、穿透率进行了测量, 并研究了负性液晶加 RM 后的信赖性。结果表明: 加 RM 后预倾角变小, 其暗态亮度降低, 对比度提高; 经过两次 UV 光照, RM 完全聚合, 在配向层表面形成小颗粒聚合物, 使液晶配向更加均匀, 并得到更强的锚定能, 电压保持率提升, 直流电压残余降低。

关键词:负性液晶; 活性单体聚合物; 光电性能

中图分类号: TN27 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20193404.0342

Electro-optic characteristics of in-plane switching (IPS) liquid crystal display using negative LC mixed with RM

MA Yue*, ZHANG Xiang, ZENG Long

(InfoVision Optoelectronics (Kunshan) Co., Ltd., Kunshan 215301, China)

Abstract: An IPS-RM LCD was fabricated by adding RM (Reactive Mesogen) into negative LC and exposing two times under UV processing. The pretilt angle, contrast ratio and transmittance were measured using AOI (Automated Optical Inspection) and DMS (Display Measuring System), and the reliability of the sample with RM was researched. The results indicate that the pretilt angle became smaller after adding RM, and the luminance of the dark state decreased, thus the contrast enhanced. The RM polymerizes completely after two times UV irradiation to generate small granule polymer on the surface of alignment layer, which makes the LC aligned more homogeneous, and achieve stronger anchoring energy. The voltage holding ratio (VHR) increases and the residual direct current (RDC) decreases.

Key words: negative LC; reactive mesogen; electro-optic characteristics

1 引言

液晶显示器 (LCD) 具有很多优点, 如宽视角、高亮度和高对比度等。不同的液晶 (Liquid crystal, LC) 模式中, 平面开关 (IPS) 模式具有最宽的视角。因为液晶 (LCs) 最初是均匀一致的,

在一个平行平面基板内旋转^[1-4]。平面开关 (IPS) 模式已成为最有效的平板显示器 (FPD) 技术, 满足大尺寸电视应用的各种技术要求, 如视角宽、切换速度快、色彩精度高、亮度高。但由于其较大的光散射, IPS 模式的对比度较差。所以控制液晶分子均匀配向对液晶显示器来说至关重要。

摩擦配向 (Rubbing) 使用广泛是因为其简单并

收稿日期: 2018-08-21; 修订日期: 2018-10-29.

* 通信联系人, E-mail: yueMa@ivo.com.cn

且热稳定性良好。然而,摩擦配向有严重的问题,如摩擦配向时产生杂质,污染的电子和离子存在于配向层(PI)中,或者产生静电电荷导致残留直流电压^[5-7]。光配向技术是有潜力替代摩擦配向制程的一种技术,其非接触方式因为配向过程没有静电和缺陷而具有高的再现性。然而光配向也很难获得强的锚定能和稳定的预倾角(Pretilt angle)^[8-9]。

在IPS显示模式中,负性液晶分子垂直于电场,比正性液晶预倾角更小且更均匀,表现出更好的穿透率,同时得到更高的对比度。搭配光配向技术后对比度得到进一步提升。但负性液晶相较于正性液晶纯化难度高,易产生杂质离子,信赖性差。

本文提出了一种负性液晶中添加活性单体(Reactive mesogen, RM)的液晶材料,搭配光配向技术,经UV光固化RM,在配向材料表面形成薄膜,使LC更均匀排列,可获得稳定的较小的预倾角^[10-12],进一步提升对比度。锚定能的潜在机制是液晶分子和聚合物链之间的相互作用。经UV光固化RM,在配向材料表面形成薄膜,使LC获得稳定的较小的预倾角,获得较强的锚定能,提升了信赖性。

2 实验

2.1 实验方法

本文选用典型的IPS型测试盒模拟液晶显示面板进行研究,尺寸为10 cm×10 cm,选用IPS型

液晶(Liquid crystal),对应的测试盒结构示意图与配向膜制作流程分别如图1(a)和1(b);用旋涂的方法将聚酰亚胺(polyimide, PI)配向材料分别涂布在两侧基板上,在一定的温度和时间下进行预固化和后固化形成配向膜,然后在254 nm的线性偏振UV光下照射使配向膜发生光化反应,最后进行后烘烤。

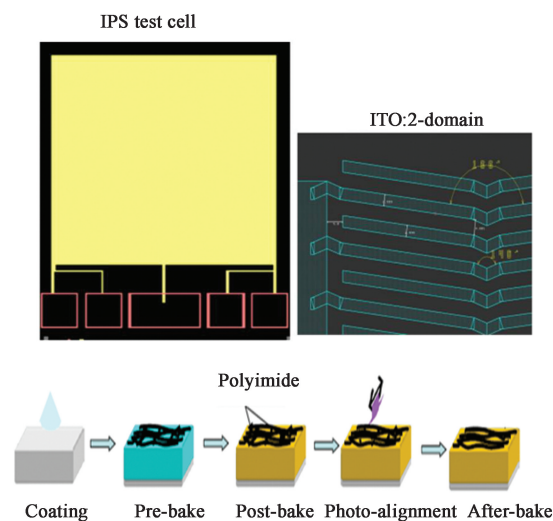


图1 (a) 测试盒结构示意图;(b) 配向膜制作流程。
Fig.1 (a) Structure diagram of test cell; (b) Manufacturing flow of alignment film.

通过ODF的方法完成组立成盒,液晶材料由石家庄诚志永华显示材料有限公司提供,盒厚设定为3.6 μm 。RM聚合制作流程如图2所示,两次

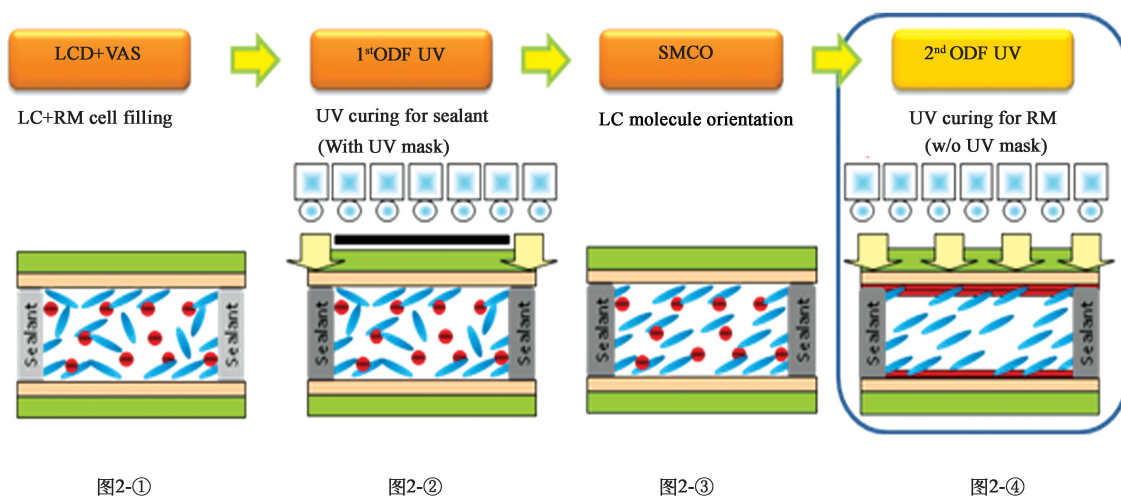


图2-①

图2-②

图2-③

图2-④

图2 IPS-RM制作流程图

Fig.2 Process flow of IPS-RM

UV 方式是采用量产 PSVA 模式中 RM 聚合的制程。实验温度 40 ℃，第一次 UV 光照强度为 0.8 mW/cm²，波长 313 nm，光照时间 350 s(图 2-①)；第二次 UV 光照强度为 10 mW/cm²，波长 365 nm，光照时间 80 min(图 2-④)。第一次 UV 的目的是在短时间内形成一个稳定的预倾角，第二次 UV 的目的是使残余 RM 完全聚合；最终形成实验所需的测试盒。

2.2 LC 参数

实验样品选用石家庄诚志永华显示材料有限公司 IPS 型量产品液晶，液晶样品 A、B 的参数，如清亮点 (T_{ni})、双折射率 (Δn)、介电各向异性 ($\Delta\epsilon$)、流动粘度 (γ_1)、展曲弹性常数 (K_{11})、弯曲弹性常数 (K_{33})等见表 1，RM 比例采用量产 PSVA 模式中 RM 含量比例。

2.3 测试与表征

本实验预倾角采用厂内液晶屏盒厚测量机 (CHUO 中央精机, 型号 OMS-NV50H) 进行测定，测量误差为 0.02°。对比度 (Contrast ratio, CR)、穿透率 (Transmittance, TR): 采用厂内偏光板角度测试机 (MAX CR, 旭东机械昆山有限公司, HT-

续 表		
	样品 A	样品 B
白态/(cd · m ⁻²)	1 620	1 608
穿透率/%	23.2	23.2
响应速度/ms	19.9	19.4
RM/10 ⁻⁶	0	94

9320130) 进行测定。电压保持率 (VHR): 委外测试 (TOYO 日本东洋, 型号 6254)。

由表 2 可以看出, 经过两次 UV 后 RM 残留量为 94×10^{-6} (spec < 100×10^{-6}), 盒厚无明显差异, 穿透率 (Transmittance) 和响应时间 (Response time) 无明显差异。

表 1 LC 参数
Tab.1 LC parameters

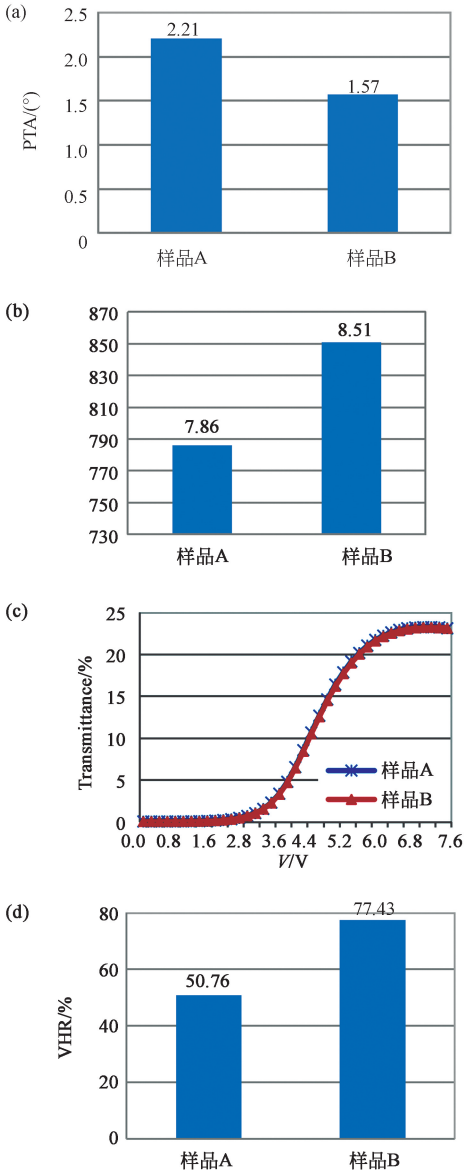
	样品 A	样品 B
T_{ni}	75	75
Δn	0.11	0.11
$\Delta\epsilon$	-3.9	-3.9
γ_1 /(mPa · s)	100.4	100.4
K_{11} /pN	14.6	14.6
K_{33} /pN	15.4	15.4
RM/10 ⁻⁶	0	4 000

3 结果与讨论

3.1 加 RM 对光电特性的影响

表 2 加 RM 对光学特性的影响
Tab.2 Optical properties of Add RM

	样品 A	样品 B
盒厚/ μm	3.60	3.63
暗态/(cd · m ⁻²)	2.060	1.889



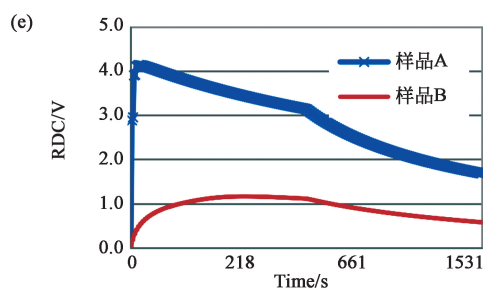


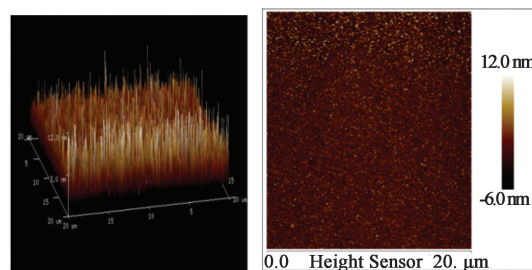
图3 样品A和样品B的光电特性对比。(a)预倾角;(b)对比度;(c)V-T曲线;(d)VHR;(e)RDC。

Fig. 3 Comparison of photoelectric properties between sample A and sample B. (a) Pretile angle; (b) CR; (c) V-T Curve; (d) VHR; (e) RDC.

图3(a)~(e)分别为加RM后得到的预倾角、对比度、V-T曲线、电压保持率和直流电压残余曲线。由图3(a)可知,加RM后液晶分子的预倾角变小,因为RM在配向层表面聚合后,使液晶分子在配向层表面初始排列更平坦且更均匀。对IPS常黑型显示器来说,液晶分子的预倾角越小,其暗态亮度就越低,在相同亮态下,对比度就越高,如图3(b)所示。液晶中RM残留量不足 100×10^{-6} 时,对液晶分子的双折射率(Δn)不会造成影响,所以不会影响穿透率和V-T曲线,驱动电压也能保持不变,无功耗增加,见表2和图3(c)。加RM后锚定能增强,同时电压保持率(VHR)提升,直流电压残余(RDC)曲线有明显改善(见图3(d)和图3(e),本文选用IPS负性测试盆模拟液晶显示面板,由于是负性测试盆,故其测得VHR较低,为合理范围内的数值)。

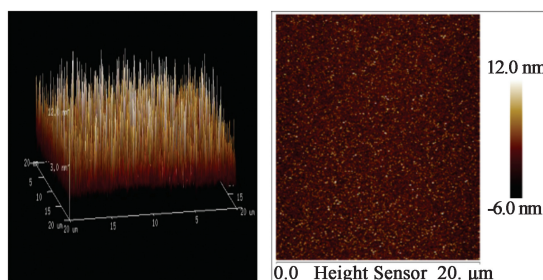
3.2 AFM分析

将样品拆片洗去液晶,在原子力显微镜(A-tomic Force Microscope, AFM)下观察到配向膜表面,分别如图4(a)、(b)所示;可以看出RM聚



(a) 样品A

(a) Sample A



(b) 样品B

(b) Sample B

图4 样品的AFM图片

Fig.4 AFM images of the samples

合后表面形态更均匀。

4 结 论

IPS模式使用负性液晶加RM液晶材料,搭配光配向为研究平台,研究了RM对IPS模式光学性能的影响,结果表明:经过两次UV照射RM完全聚合,聚合后表面形态更均匀;RM完全聚合后预倾角变小,其暗态亮度降低,对比度提高;RM完全聚合后V-T重合,驱动电压(V_{op})不变,无额外功耗增加;加RM后电压保持率(VHR)提升,同时直流残留(RDC)曲线有明显改善。

参 考 文 献:

- [1] OH-E M, KONDO K. Electro-optical characteristics and switching behavior of the in-plane switching mode [J]. *Appl. Phys. Lett.*, 1995, 67(26):3895-3897.
- [2] LEE S H, LEE S L, KIM H Y. Electro-optic characteristics and switching principle of a nematic liquid crystal cell controlled by fringe-field switching [J]. *Appl. Phys. Lett.*, 1998, 73(20):2881-2883.
- [3] KIM D H, LIM Y J, KIM D E, *et al.* Past, present, and future of fringe-field switching liquid crystal display [J]. *J. Inf. Disp.*, 2014, 15(2):99-106.
- [4] NISHIKAWA M, TAHERI B, WEST J L. Mechanism of unidirectional liquid-crystal alignment on polyimides with

- linearly polarized ultraviolet light exposure[J]. *Chem. Commun.*, 1998, 72 (19):2403-2405.
- [5] KIM Y B, OLIN H, PARK S Y, *et al.* Rubbed polyimide films studied by scanning force microscopy[J]. *Appl. Phys. Lett.*, 1995, 66:2218.
- [6] ZHU Y M, WANG L, LU Z H, *et al.* Atomic force microscopic study of rubbed polyimide films[J]. *Appl. Phys. Lett.*, 1994, 65:49.
- [7] MATSUDA H, SEO D S, YOSHIDA N, *et al.* Estimation of the static electricity and optical retardation produced by rubbing polyimide and polyamide films with different fabrics [J]. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 1995, 264:23.
- [8] GALABOVA H G, ALLENDER D W, CHEN J. Orientation and surface anchoring of nematic liquid crystals on linearly polymerized photopolymers [J]. *Phys. Rev. E*, 1997, 55:1627.
- [9] GALABOVA H G, ALLENDER D W, CHEN J. Pretilt angle generation on photoreactive polymer films [J]. *Phys. Rev. E*, 1998, 58:3295.
- [10] 袁泽明, 杨玉叶, 高锐敏, 等. 现代显示技术的研究进展[J]. 现代显示, 2008(11):18-21.
YUAN Z M, YANG YY, GAO R M, *et al.* Progress of study in the latest display technology [J]. *Advanced Display*, 2008 (11):18-21. (in Chinese)
- [11] OH S W, YOON T H. Elimination of light leakage over the entire viewing cone in a homogeneously-aligned liquid crystal cell [J]. *Opt. Express*, 2014, 22(5):5808-5817.
- [12] OH S W, KIM A K, PARK B W, *et al.* Optical compensation methods for the elimination of offaxis light leakage in an in-plane-switching liquid crystal display [J]. *J. Inf. Disp.*, 2015, 16(1):1-16.

作者简介:



马 悦(1986—),女,陕西榆林人,学士,高级工程师,2011 年于陕西科技大学获得学士学位,主要从事液晶新材料评估、新 LCD 显示模式等方面的研究。E-mail:yueMa@ivo.com.cn