

文章编号:1007-2780(2019)03-0236-05

高 PS 材料制备及工艺研究

张家祥*, 王 威, 王彦强, 焦 宇, 周海龙, 张 芳,
徐闪闪, 陈 召, 覃一锋, 张文余, 黄东升, 陈 思
(北京京东方光电科技有限公司, 北京 100176)

摘要: 本文对高膜厚 PS 材料进行了研究, 通过工艺优化, 成功在 G5 线实现了 $60 \sim 120 \mu\text{m}$ 的高 PS。通过前烘工艺和固化工艺优化调整, 得到了无气泡、膜面良好的高 PS 材料。本文还对曝光量对 PS 影响进行了研究, 发现曝光量低于 50 mJ 时, PS 材料无法有效成型; 当曝光量达到 150 mJ 时, 得到形貌良好, 达到设计值的 PS。最后还对不同基底高 PS 材料进行了研究, 发现未进行增粘处理时, SiN 基底粘附性良好, Mo 基底还需继续优化处理。

关键词: 液晶透镜; PS 材料; 高膜厚

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20193403.0236

Manufacture and process of high PS material

ZHANG Jia-xiang*, WANG Wei, WANG Yan-qiang, JIAO Yu, ZHOU Hai-long, ZHANG Fang,
XU Shan-shan, CHEN Zhao, QIN Yi-feng, ZHANG Wen-yu, HUANG Dong-sheng, CHEN Si

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

Abstract: The high thickness PS material was studied, through process optimization, $60 \sim 120 \mu\text{m}$ high PS was prepared successfully in the G5 line. By tuning of VCD & softbake process and curing process, high PS material of no bubble and good membrane surface was obtained. The intensity of exposure influence on the PS was also studied in this paper. When lower than 50 mJ, PS material cannot shape effectively, when amount to 150 mJ, high PS with good appearance, to meet the design value, was received. Finally, the different base of high PS material was studied. When the base did not deal with tackifier, the adhesion of SiN basal was good, but the adhesion of Mo base still needed to optimize the processing.

Key words: liquid crystal lens; LC antenna; PS material; high thickness

1 引言

液晶透镜是自适应透镜的一种, 它是可以通过改变施加在透镜上的外加驱动电场来改变焦距

的透镜。与传统的固体透镜相比, 自适应透镜具有焦距短、功耗少、体积小等优势, 而其最为突出的特点就是焦距可调^[1-2]。基于上述多种优异特点, 液晶透镜及其阵列在多光谱成像技术、光通信、光互联及图像处理等领域具有极其广阔的应

收稿日期: 2018-09-13; 修订日期: 2018-12-09.

基金项目: 京东方厚膜材料研发基金

Supported by High Thickness Material Research Fund of BOE

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

用前景,是光电技术领域的一个研究热点。因其在自适应光学、光电存储和集成光学等领域具有极大的潜在应用价值,尤其是在3D技术飞速发展的现在,液晶微透镜阵列更是集成图像系统3D立体显示、2D/3D图像转换的重要器件之一^[3-4]。

移相控制单元是利用液晶介电常数可调的性质来实现单元对反射电磁波相位的控制^[5]。利用液晶移相控制单元可以用来实现可重构反射阵天线,有源电磁阻抗表面等,正成为近几年的研究热点,很多想法已经被实现:基于液晶反射移相控制单元的波束扫描液晶反射阵天线,基于液晶反射移相控制单元的单脉冲反射阵天线^[6]等。

无论是液晶透镜还是移相控制单元都需要较高的盒厚支撑(几十微米甚至上百微米),远大于传统 $2\sim 3\ \mu\text{m}$ 的盒厚支撑。因此,传统的PS材料无法对应高盒厚支撑的要求,需要开发出能够达到性能要求的高PS材料。本文通过高PS材料制备工艺优化,在现有G5 LCD产线上,成功得到 $60\sim 110\ \mu\text{m}$ 高PS,为液晶透镜和液晶天线等器件开发提供材料支撑,并对高PS材料加工过程中出现的问题进行了系统研究。

2 实 验

本实验高PS材料是在TFT-LCD G5线进行制备测试,实验的样品采用玻璃(Glass)厚度为 $0.7\ \text{mm}$,尺寸为 $1\ 100\ \text{mm}\times 1\ 300\ \text{mm}$,工艺过程如图1所示。本实验对前烘及固化等工艺进行了优化测试,并对转速和曝光量对高PS材料的影响进行了研究。通过本实验得到了该高PS材料的最佳工艺条件,得到了形貌极佳高PS图形。

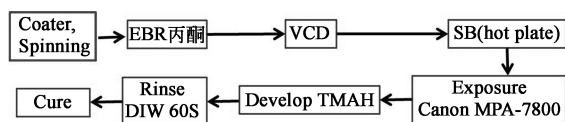


图1 高PS材料制备工艺流程图

Fig.1 Process flow chart of high PS

3 实验结果及讨论分析

3.1 转速对高PS材料膜厚影响

本实验中,高PS材料采用旋涂涂覆方式进行,转速对膜厚的影响如图2所示。随着转速的

增加,膜厚逐渐减小,并随着转速增加,变化曲线斜率减小。这说明在较低转速下,高PS材料的厚度随着转速增加急速减小;当转速在较高水平时,转速的增加不会带来膜厚的剧烈变化。膜厚变化由转速和材料本身粘度共同作用,当转速增加到一定程度,膜厚的变化主要由材料本身粘度决定。

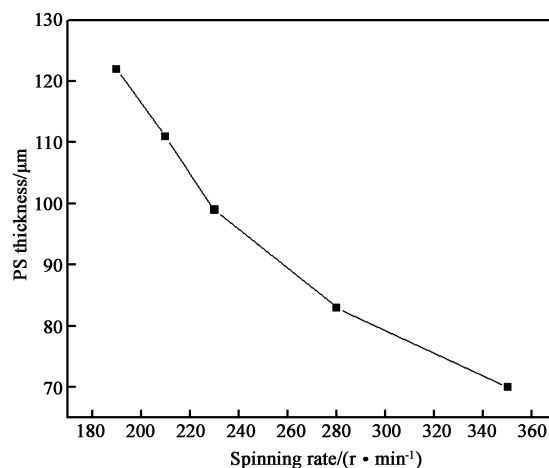
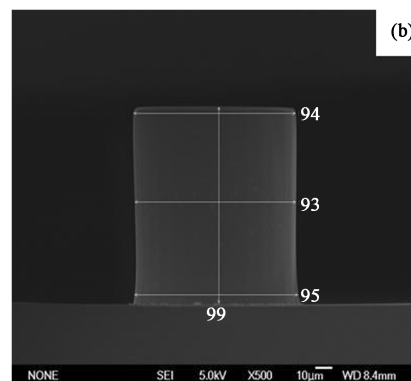
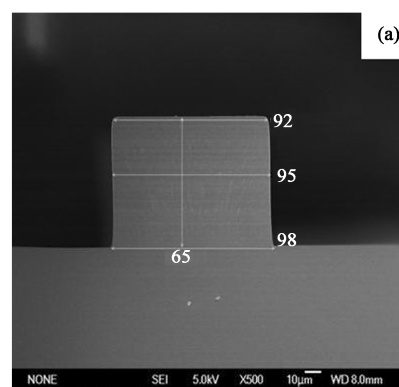


图2 高PS材料厚度随转速变化曲线

Fig. 2 Relation curve of high PS thickness and spinning rate



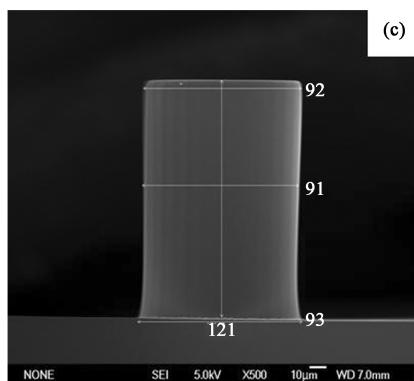


图 3 高 PS 材料形貌图。(a) 350 r/min; (b) 230 r/min; (c) 190 r/min。

Fig. 3 Images of the high PS material. (a) 350 r/min; (b) 230 r/min; (c) 190 r/min.

不同转速下制备的高 PS 材料的形貌如图 3 所示。本实验中,通过旋涂转速调整,得到了60~120 μm 厚的 PS 膜。PS 膜的坡度接近直角,上下粗细均匀,并不会随转速变化产生变化。

3.2 前烘工艺对高 PS 材料影响

由于材料厚度非常厚(60~120 μm),前烘工艺是高 PS 材料工艺难点。本身材料厚度大,所含溶剂含量大,当前烘工艺未调节好时,溶剂挥发过快,造成膜面“沸腾”,产生大量气泡,如图 4(a) 所示。

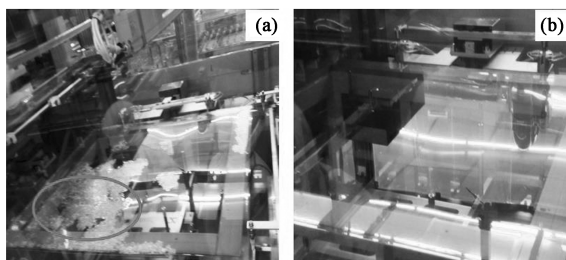


图 4 前烘后高 PS 材料宏观图。(a) NG; (b) OK。

Fig.4 Macro-picture of high PS material after soft bake.(a) NG; (b) OK.

本实验通过调整低压蒸发(VCD)压力变化速率和前烘(SB)温度及时间等方面优化,得到了图 4(b)所示的无气泡、无宏观异常的面膜。

3.3 曝光量对高 PS 材料影响

本试验对 50~300 mJ 曝光量对高 PS 材料形貌影响进行了研究,变化曲线见图 5。

通过不同曝光量的 PS 形貌测试,发现在曝光量不足 50 mJ 时,显影后 PS 图形不可见;50

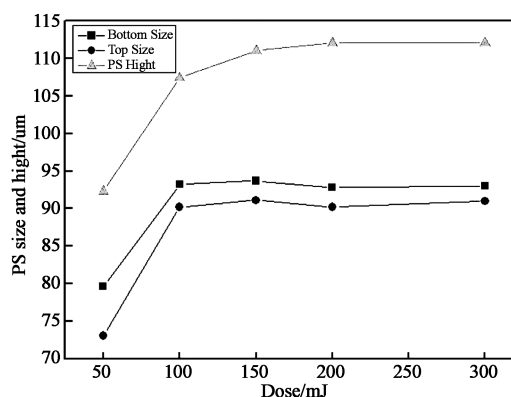


图 5 不同曝光量下的高 PS 形貌变化曲线

Fig.5 Patterns of high PS at different dose

mJ 后,随着曝光量的增加,PS 尺寸发生显著变化;当曝光量达到 100 mJ 时,再增加曝光量,PS 尺寸变化不大;达到 150 mJ 后,PS 尺寸达到稳定,尺寸和高度基本无变化。

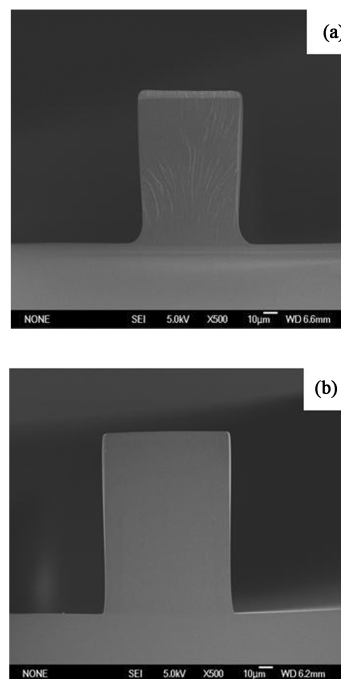


图 6 高 PS 材料形貌图。(a) 50 mJ; (b) 150 mJ。

Fig.6 Images of high PS material. (a) 50 mJ; (b) 150 mJ.

通过对比图 6(a)和图 6(b)可知,在 50 mJ 时,高 PS 在尺寸及高度上明显小于设计值;在 150 mJ 时,PS 在尺寸和高度上明显大于 50 mJ 时的材料,PS 尺寸达到设计规格。这是由于 PS 树脂含有负性感光剂,接收到 I、G、H 3 种波段的

UV 光会发生交联反应。当接收到光强不足时,交联反应不足,在显影时造成显影膜减,尺寸减小。本材料在 150 mJ 时,交联反应充分,显影时不会发生明显的膜减,尺寸无明显变化。

3.4 固化温度对高 PS 材料影响

本实验还对固化温度进行了研究。通过降低固化温度及升温速率,使得材料缓慢交联反应,应力缓慢释放,得到了宏观无异常膜面,如图 7(a)所示。若固化温度过高,材料内部交联速度过快,会造成在膜面面积较大区域应力急剧增加,产生开裂问题,见图 7(b)。

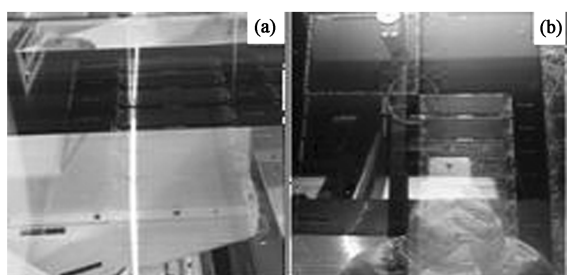


图 7 固化后高 PS 材料宏观图。(a) 改善后;(b) 改善前。

Fig.7 Macro-picture of high PS material. (a) After improvement; (b) Before improvement.

3.5 基底材料对高 PS 材料影响

本实验对 Mo 金属和 SiN 基底上的高 PS 材料粘附性进行研究。由宏观图 8 可以看出:在 Mo 金属基底上,高 PS 材料出现脱落,而 SiN 基底无明显异常。这是由于 Mo 与树脂材料不会有价键的发生,树脂与基底粘附性差;而对于 SiN 基底,与树脂在界面处产生 Si—O 键,使得 SiN 与树脂结合力大,不易脱落。

微观观察 Mo 金属基底,高 PS 材料与基底间可见微裂纹,见图 9(a)。这是由于高 PS 材料与基底粘附性差,导致在固化后,在 PS 材料与基底间产生开裂。后续将在基底表面处理及增粘剂使用方面进行优化改善。

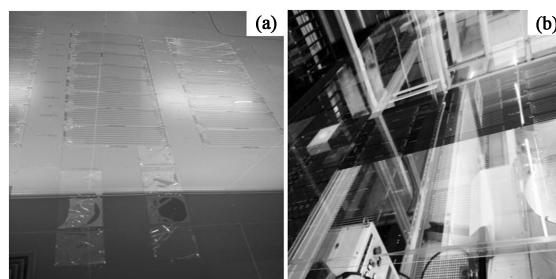


图 8 不同基底高 PS 材料宏观图。(a) Mo 基底;(b) SiN 基底。

Fig. 8 Macro-picture of high PS material. (a) Mo; (b) SiN.

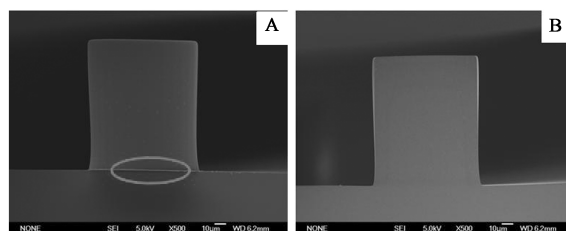


图 9 不同基底高 PS 材料微观图。(a) Mo, (b) SiN。

Fig.9 Micro-picture of high PS material. (a) Mo; (b) SiN.

4 结 论

本实验是在 G5 线进行了厚膜材料的开发和测试,得到了以下成果:

(1)研究了旋涂转速对高 PS 材料的膜厚影响,得到了 60~120 μm 高度 PS;

(2)研究了前烘及固化工艺对高 PS 材料影响,通过工艺优化得到了无气泡,宏观良好的高 PS 膜面;

(3)研究了不同曝光量对高 PS 材料影响,在 150 mJ 得到了接近设计值得 PS 图形;

(4)最后,对不同基底高 PS 材料进行了测试,在 SiN 基底粘度性良好,Mo 基底还需继续优化。

参 考 文 献:

- [1] 吕文明,张红霞,宋晓敏,等.梯形凸起电极液晶变焦透镜[J].液晶与显示,2018,33(1):30-37.
LV W M, ZHANG H X, SONG X M, *et al.* Tunable liquid crystal lens with raised trapezoidal electrodes [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2018, 33(1): 30-37. (in Chinese)
- [2] LI C T, LI Y, LIN H Y, *et al.* Design of polarization-insensitive multi-electrode GRIN lens with a blue-phase liquid

- crystal [J]. *Optics Express*, 2011, 19(18): 17402-17407.
- [3] LI Y, WU S T. Polarization independent adaptive microlens with a blue-phase liquid crystal [J]. *Optics Express*, 2011, 19(9): 8045-8050.
- [4] 雷宇, 佟庆, 张新宇. 使用梯度折射率液晶微透镜阵列的光场成像[J]. *红外与激光工程*, 2017, 46(2): 231-237.
LEI Y, TONG Q, ZHANG X Y. Light field imaging with a gradient index liquid crystal microlens array [J]. *Infrared and Laser Engineering*, 2017, 46(2): 231-237. (in Chinese)
- [5] LI Q Y, JIAO Y C, ZHAO G. A novel microstrip rectangular-patch/ring-combination reflectarray element and its application [J]. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 2009, 8: 1119-1122.
- [6] HU W, ISMAIL M Y, CAHILL R, *et al.* Liquid-crystal-based reflectarray antenna with electronically switchable monopulse patterns [J]. *Electronics Letters*, 2007, 43(14): 744-745.

作者简介:



张家祥(1985—),男,山东滨州人,硕士,工程师,主要从事与液晶面板相关的技术研发工作。E-mail:zhangjiaxiang@boe.com.cn