

# STN 型液晶显示用聚酰亚胺表面取向材料的性能

梁 晓\* 刘 嘉 唐 洪 徐 寿 颐

(清华大学化学系 北京 100084)

关键词 聚酰亚胺,取向,预倾角,液晶显示

中图分类号: O633.22 TQ323.7

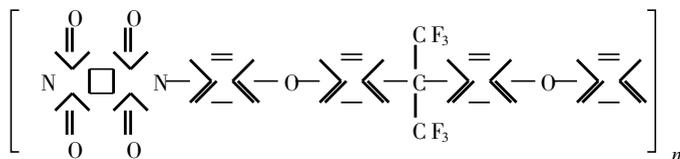
文献标识码: A

文章编号: 1000-0518(2001)02-0169-02

与传统的扭曲向列 (TN) 型液晶显示 (LCD) 相比,超扭曲向列 (STN) 型 LCD 的信息容量和清晰度都有了很大的提高,已成为 LCD 产品的重要组成部分. 为防止反倾斜 (reverse tilt) 现象产生,液晶分子相对于取向膜表面必须具有一定的预倾角. 一般来说, TN 型要求预倾角为  $1\sim 2^\circ$ , STN 型为  $3\sim 20^\circ$ . 稳定的大预倾角控制是 STN 制造的关键技术之一,它直接影响到显示器件的对亮度、阈值电压、响应时间、视角大小等特性<sup>[1~4]</sup>. 通过在聚酰亚胺分子长链中引入强极性基团或长

烷基侧链可以获得大预倾角<sup>[5~8]</sup>. 本文合成了含有三氟甲基基团的聚酰亚胺表面取向材料,使用的两种主要原料均为自主合成,价格相对低廉,降低了成本,并获得了  $6.7\sim 7.8^\circ$  范围的大预倾角. 在对其取向性能和可靠性进行研究后,发现适于 STN 型液晶显示器件使用.

聚酰亚胺的合成成为等摩尔的四羧酸二酐和含三氟甲基基团的二胺在 *N*-甲基吡咯烷酮中缩聚生成聚酰胺酸后,再在高温下脱水关环生成聚酰亚胺,其结构如下所示:



测试用液晶盒制备为将一定浓度的聚酰胺酸涂覆在 ITO 玻璃基片表面,在  $80^\circ\text{C}$  预烘 0.5 h,  $250^\circ\text{C}$  固化 1 h,用织物包裹的摩擦轮定向摩擦后,制成反平行盒,灌注液晶戊基联苯氰 (5CB),用晶体旋转法预倾角. 最后用该材料制成扭曲角为  $240^\circ$  的  $128\times 64$  点阵的 STN 型液晶显示屏,再进行恒温恒湿、高温、低温及热冲击等一系列的可靠性实验.

所用仪器为 Nicolet 560 FT-IR 红外分析仪; TGA2950 TA Instruments 热分析仪,升温速率为  $10^\circ\text{C}/\text{min}$ ,  $\text{N}_2$  气保护; DSC2010 TA Instruments 热分析仪,升温速率为  $10^\circ\text{C}/\text{min}$ ,  $\text{N}_2$  气保护; NDJ-1 型旋转粘度计; TA3 型预倾角测量仪.

### 结果和讨论

聚酰亚胺合成的一个重要指标是亚胺化率,即聚酰胺酸变成聚酰亚胺的转化程度. 根据不同温度和不同反应时间下的红外谱图,用积分法算出波数为  $1380\text{ cm}^{-1}$  (环状酰亚胺的伸缩振动峰) 和  $1500\text{ cm}^{-1}$  (苯环的骨架振动峰) 的吸光度<sup>[9,10]</sup>.

反应前,5% 固含量的聚酰胺酸溶液的粘度为  $145\times 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$ ,具有良好的粘性;在反应 1 h 后亚胺化率可达到 97.2%,基本反应完全. DSC 法测得该材料的  $T_g$  为  $258^\circ\text{C}$ ;热重分析表明,材料的热分解温度约为  $420^\circ\text{C}$ .

图 1 给出材料在  $250^\circ\text{C}$  时固化 1 h 后不同摩擦强度下的预倾角. 由图可见,预倾角随摩擦强度增大达到一个极值后开始减小,改变摩擦强度,可得到  $6.7\sim 7.8^\circ$  范围的大预倾角. 看来,摩擦对液晶分子在取向层表面的排列有双重作用,一方面使取向层表面分子形成有序的立体构型,有利于液晶分子的有序排列,导致预倾角增大;另一方面摩擦强度越大,取向层表面的氟原子在纵深方向的分布越趋于平均,从而降低了取向层表面与液晶分子之间的范德华相互作用力,造成预倾角的降低. 两种因素的综合作用导致了以上结果.

表 1 为用该材料制备的  $240^\circ$  扭曲的  $128\times 64$  点阵的 STN 型液晶屏的可靠性实验前后的功耗电流变化. 当经过  $65^\circ\text{C}$ ,93% 相对湿度恒温恒湿

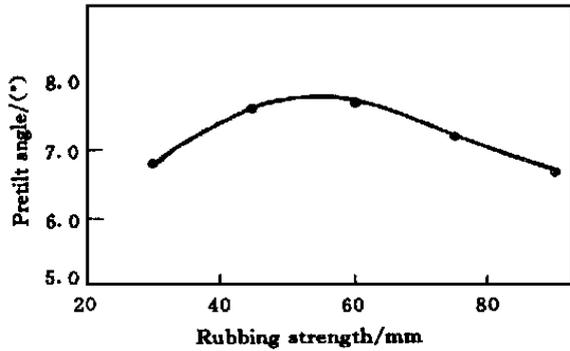


图 1 摩擦强度与预倾角曲线

Fig. 1 Plot of pretilt angles vs rubbing strength

96 h, 80°C 高温加热 96 h, -30°C 低温冷却 96 h, 再经过 5 个周期的 -30°C (60 min) → 25°C (5 min) → 80°C (60 min) → 25°C (5 min) 热冲击实验后, 功耗电流只有较小的变化. 对比度在可

表 1 可靠性试验前后的功耗电流变化

Tab. 1 Power consumption current before and after the reliability experiment ( $\mu\text{A}$ )

Sample	Before experiment	After experiment
1	39.7	47.9
2	40.0	46.6
3	40.8	49.4
4	40.7	46.2
5	43.1	47.8
6	41.0	45.3
7	41.9	47.1
8	40.6	46.5

靠性试验后平均值为 7.2. 用偏光显微镜对液晶分子在该取向剂表面的取向排列均匀性进行了观察. 结果表明, 所有液晶盒中分子的取向在可靠性实验前后都是均匀稳定的. 以上结果表明该种聚酰亚胺材料是一种性能良好的 STN 型液晶显示用表面取向材料.

### 参 考 文 献

- 1 Castellano J A. *Mol Cryst Liq Cryst*, 1983, **94** 33
- 2 Scheffer T J, Nehring J. *Appl Phys Lett*, 1984, **45** (10): 1021
- 3 SUN Rui-Peng (孙睿鹏), HUANG Xi-Min (黄锡珉). *Yeijing Tongxun* (液晶通讯), 1995, **3**(2): 82
- 4 XU Shou-Yi (徐寿颐), ZHANG Wei (张伟), SHI Lin (石琳). *Gongneng Cailiao* (功能材料), 1995, **26** (1): 87
- 5 Fukuro H, Kobayashi S. *Mol Cryst Liq Cryst*, 1988, **163** 157
- 6 XU Shou-Yi (徐寿颐), LI Zhi-Jun (李志军). *Qinghua Daxue Xuebao* (清华大学学报), 1997, **37** (12): 17
- 7 Seo D S, Nishikawa M, Kobayashi S. *Liq Cryst*, 1997, **22**(4): 515
- 8 Kim S I, Ree M, Shin T J, et al. *J Polym Sci*, 1999, **37** 2909
- 9 Pryde C A. *J Polym Sci*, 1989, **27** 711
- 10 Kim H T, Park J K. *Polym J*, 1997, **29** 1002

## Property of Polyimide Alignment Layer Used for STN Liquid Crystal Display

LIANG Xiao\*, LIU Ja, TANG Hong, XU Shou-Yi

(Department of Chemistry, Tsinghua University, Beijing 100084)

**Abstract** The polyimide alignment layer containing trifluoro methyl moiety was synthesized. It is found that the imidization percentage reached 97.2% after one hour heating at 250°C and the thermal decomposition temperature was 420°C. The high pretilt angles from 6.7~7.8° were acquired by changing the rubbing strength. STN liquid crystal cells with 240° twist angle were fabricated by using this kind of polyimide alignment material. After a series of reliability experiment at certain temperature and humidity, high temperature, low temperature and thermal impact, the power consumption currents of the cells changed little. All the results show that this kind of material is a good alignment material and can be used for STN liquid crystal display.

**Keywords** polyimide, alignment, pretilt angle, liquid crystal display