

수직배향층에서의 네마틱액정의 프리틸트각 발생

Pretilt Angle Generation for Nematic Liquid Crystal on a Homeotropic Alignment Layer

서대식*, 김형규*, 이승희*
(Dae-Shik Seo*, Hyung-Kyu Kim*, Seung-Hee Lee*)

Abstract

The mechanisms of pretilt angle generation in nematic liquid crystal (NLC) with negative dielectric anisotropy on a rubbed polyimide (PI) surface for homeotropic alignment were studied. The pretilt angle of negative type NLC was smaller than that of the positive type NLC for all rubbing strength regions on the rubbed PI surface. The pretilt angle generated in NLC does not attributable to steric interaction between the fluorine moiety of NLC and the polymer surface on the rubbed PI surface. Consequently, the mechanism of the pretilt angle generation for homeotropic alignment is different from the one for homogeneous alignment.

Key Words : Negative type nematic liquid crystal, homeotropic alignment, rubbing-treatment, pretilt angle

1. 서론

액정디스플레이(LCD: liquid crystal display)에 있어서 프리틸트각(pretilt angle)은 LCD의 특성을 향상시키는데 있어서 매우 중요하다. 러빙처리법은 폴리이미드 표면을 형질 등을 이용하여 기계적으로 문지르는 방법으로 현재 가장 많이 사용되고 있다. 러빙처리법을 이용한 네마틱 액정의 프리틸트각 제어 기술에 관하여 여러 연구자들에 의하여 많은 연구보고가 이루어지고 있다[1-7]. 본 저자 등은 러빙처리된 폴리이미드 표면에서 네마틱 액정의 굴절율 이방성(Δn)과 π - π 상호작용이 프리틸트각 발생에 미치는 영향에 관하여 보고하였다[8]. 또한 수평 배향용 폴리이미드 표면에서의 네마틱 액정의 CN 함유량과 유전율 이방성이 프리틸트각 발생에 미치는 영

향에 대하여 보고하였다[9]. 그러나 아직 수직배향에서의 네마틱 액정의 유전율 이방성과 프리틸트 발생과의 상호관계에 대하여는 아직 보고되지 않고 있다. 최근 30"급 대면적 LCD를 구현하기 위하여 수직배향을 이용한 VA (vertical alignment) 모드가 많이 연구되고 있다. 따라서 수직배향에서의 프리틸트각 제어는 매우 중요하다.

그래서 본 연구에서는 수직배향용 폴리이미드 표면에서 네마틱 액정의 유전율 이방성과 프리틸트각과의 상호관계에 대하여 검토하였다.

2. 실험

본 실험에서는 수직 배향막으로 다음과 같은 2종류의 폴리머를 사용하였다.

PI-1 : JALS-696, for homeotropic alignment
(from Japan Synthetic Rubber Co., Ltd.)

PI-2 : JALS-204, for homeotropic alignment
(from Japan Synthetic Rubber Co., Ltd.)

사용한 2종류의 수직 배향용 폴리머는 ITO(indium-tin-oxide) 기판 위에 스펀코팅법을 이용하

* : 연세대학교 전기·전자공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134, 연세대학교,
Fax : 02-362-6444
E-mail: dsseo@yonsei.ac.kr)

** : 현대전자 TFT-LCD사업부
2000년 9월 20일 접수, 2001년 1월 26일 심사완료

여 코팅하였다. 80℃에서 10분 동안 초기소성하고 180℃에서 1시간 동안 소성하여 폴리이미드막을 제작하였다. 폴리이미드 표면은 러빙법을 이용하여 상중하의 강도로 각각 러빙처리 하였다. 러빙강도에 대하여는 이전의 논문에서 논의하였다[4-5]. 프리틸트각 측정을 위하여 러빙처리된 폴리이미드 표면을 antiparallel 구조의 샌드위치형으로 제작하였으며 두께는 약 60 μm 정도로 조절하였다. 네마틱 액정은 유전율 이방성이 정의 액정 ($\Delta\epsilon = 7.4$)과 유전율 이방성이 부의 액정 ($\Delta\epsilon = -3.8$)을 각각 사용하였다. 프리틸트각은 결정회전법을 사용하여 실온에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1 에 수직배향용 PI-1 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 프리틸트각 발생을 나타내었다. 러빙강도가 증가함에 따라 다소 틸트 각이 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 수평배향이 아닌 수직배향이므로 네마틱액정의 프리틸트각이 증가하는 것을 의미한다. PI-1 표면에 있어서 유전율 이방성이 부의 액정 보다 정의 액정인 경우가 큰 프리틸트각을 나타내었다. 유전율 이방성이 정의 액정은 프리틸트각이 약 6° 정도를 나타내었으며 부의 액정은 약 4° 정도를 각각 나타내었다. 일반적으로 부의 네마틱 액정에는 벤젠링의 결과지에 fluorine기가 부가되어 있다. 즉 이러한 네마틱 액정의 fluorine기와 폴리머와의 배제체적 상호작용이 수직배향에서의 프리틸트각 발생에 기여하지 않는 것으로 생각할 수 있다.

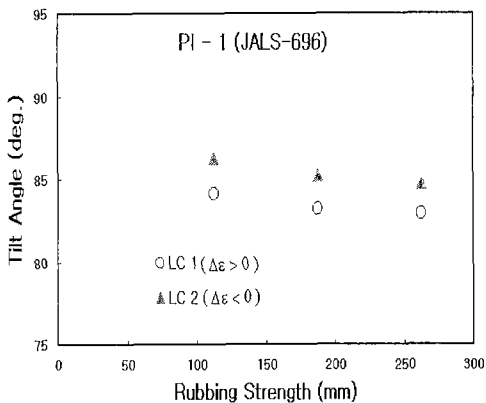


그림 1. 수직배향용 PI-1 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 프리틸트각.

Fig. 1. Pretilt angles in NLC on a PI-1 surface for homeotropic alignment as a function of rubbing strength.

그림 2는 수직배향용 PI-2 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 프리틸트각 발생을 나타낸다. 모든 러빙 강도 영역에 있어서 유전율 이방성이 양의 액정과 부의 액정 모두 약 1° 정도의 작은 프리틸트각이 발생하였다. 그러나 PI-2 표면에서는 러빙강도에 따른 프리틸트각의 변화는 관측되지 않았다. 즉, PI-2 폴리머는 매우 안정된 상태이기 때문에 러빙강도가 변화하여도 프리틸트 각의 변화가 작은 것으로 생각할 수 있다.

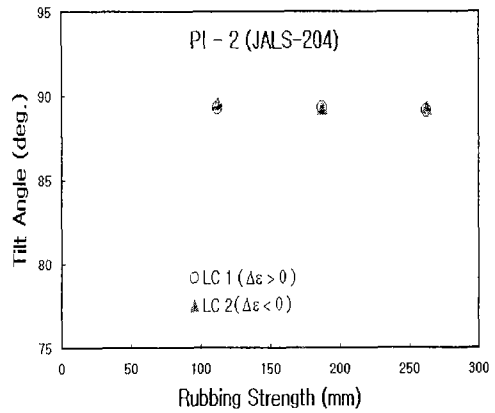


그림 2. 수직배향용 PI-2 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 프리틸트각.

Fig. 2. Pretilt angles in NLC on a PI-2 surface for homeotropic alignment as a function of rubbing strength.

그림 3에 수직배향용 PI 표면에서의 유전율 이방성에 따른 네마틱액정의 프리틸트각의 발생을 나타내었다. 2종류의 네마틱액정의 프리틸트각은 PI-2 폴리머 보다 PI-1 폴리머쪽이 크게 발생하였다. 이것은 PI-1 폴리머가 PI-2 폴리머 보다 다소 안정성이 작기 때문에 러빙처리에 따른 프리틸트각이 크게 발생하는 것으로 생각할 수 있다. 또한 네마틱액정의 프리틸트 각은 유전율 이방성이 부의 액정 보다 정의 액정 쪽이 크게 발생하였다. 이러한 결과로부터 수직배향에서는 프리틸트 발생에 네마틱 액정중의 벤젠링의 결과지에 부가된 fluorine기와 폴리머와의 배제 체적 효과가 크게 기여하지 않는 것으로 생각할 수 있다. 이것은 수평배향에서의 프리틸트각 발생에 네마틱 액정의 결과지인 fluorine기와 폴리머와의 배제체적 상호작용이 크게 기여하는 결과[9]와는 상반된 결과로 매우 중요한 의미를 가진다. 따라

서 수직배향과 수평배향에서의 프리틸트 발생의 기구는 서로 다른 것으로 생각 할 수 있다. 또한 수직배향에서의 네마틱액정의 프리틸트각 제어는 VA모드를 보다 이해하는데 큰 정보를 제공한다.

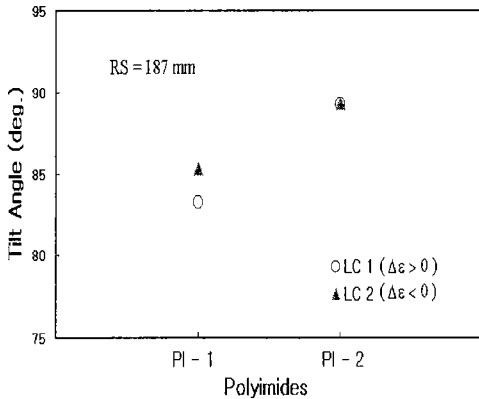


그림 3. 수직배향용 PI 표면에서의 유전율 이방성에 따른 네마틱액정의 프리틸트각 발생.

Fig. 3. Generation of pretilt angle in NLC with dielectric anisotropy on a PI surface for homeotropic alignment.

4. 결 론

본 연구에서는 수직배향용 폴리이미드 표면에서 네마틱 액정의 유전율 이방성과 프리틸트 각과의 상관성에 대하여 검토하였다. 네마틱액정의 프리틸트각은 모든 러빙영역에 있어서 유전율 이방성이 정의 액정 보다 부의 액정 쪽이 작게 발생하였다. 이것은 수직배향에서의 프리틸트각 발생에는 네마틱액정과 폴리머와의 배제체적 상호작용이 기여하지 않는 것으로 생각 할 수 있다. 또한 수직배향과 수평배향과의 프리틸트 발생의 기구는 다소 다른 것으로 생각 할 수 있다.

참고 문헌

[1] M. Nishikawa, K. Sano, T. Miyamoto, Y. Yokoyama, N. Bessho, D.-S. Seo, Y. Iimura, and S. Kobayashi, "Pretilt angle of nematic liquid crystals on organic solvent soluble polyimide", *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 259, pp. 47-53, 1995.

[2] M. Barmantlo, R. W. J. Hollering and N. A. J.

M. Van aerle, "Correlations between surface and bulk liquid crystal alignment observed with optical second-harmonic generation", *Liquid Crystals*, Vol. 14, pp. 475-481, 1993.

[3] B. O. Myrvold and K. Kondo, "A population distribution model for the alignment of nematic liquid crystals", *Liquid Crystals*, Vol. 17, pp. 437-455, 1994.

[4] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, "Generation of pretilt angle in nematic liquid crystal, 5CB, media aligned polyimide films prepared by spin-coating and LB techniques : effect of rubbing", *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 213, pp. 223-228, 1992.

[5] D.-S. Seo, N. Yoshida, S. Kobayashi, M. Nishikawa, and Y. Yabe, "Effects of conjugation of mesogenic core of nematic liquid crystals for polar anchoring energy and surface order parameter on rubbed polyimide films", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 33, pp. L1174-L1177, 1994.

[6] D.-S. Seo and B.-H. Lee, "Investigation of anisotropic dispersion force effects for liquid crystal alignment on unidirectionally rubbed polystyrene surfaces", *Journal of Electrical and Electronic Materials*, Vol. 3, No. 1, pp.38-43, 1997.

[7] D.-S. Seo, "Effects of surface order parameter on polar anchoring energy in NLC on weakly rubbed polyimide surface", *Journal of Electrical and Electronic Materials*, Vol. 11, No. 12, pp.1128-1132, 1998.

[8] D.-S. Seo, S. Kobayashi, M. Nishikawa, and Y. Yabe, "Effects of the crystallinity of orientation film and mesogenic core of liquid crystals for pretilt angle generation on rubbed polyimide surfaces", *Liquid Crystals*, Vol. 19, pp. 289-292, 1995.

[9] 서대식, 이승희, 권덕용, 한은주, 김재형, "부의 유전율 이방성 액정과 시아노 혼합물 액정에서의 프리틸트각", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 12, No. 5, pp. 476-479, 1999.