

## 복합 폴리머 표면에서의 부의 유전율을 가진 네마틱액정의 고프리틸트각 제어

### Control of High Pretilt Angle for Nematic Liquid Crystal of Negative Dielectric Anisotropy on Blending Polymer Surfaces

황정연\*, 서대식\*, 남상희\*\*  
(Jeoung-Yeon Hwang\*, Dae-Shik Seo\*, Sang-He Nam\*\*)

#### Abstract

The control of high pretilt angle for nematic liquid crystal (NLC) with negative dielectric anisotropy on the rubbed blending polyimide (PI) of homeotropic and homogeneous alignment surface was studied. High LC pretilt angle on the rubbing blending polyimide of homeotropic PI and SE-7492 surface was measured and the LC pretilt angle increased with blending ratio and rubbing strength. However, the low LC pretilt angle on the rubbed blending polyimide of homeotropic PI and SE-150 surface was measured. The high pretilt angle of NLC can be achieved by using the blending PI surface..

**Key Words** : blending polyimide, nematic liquid crystal, pretilt angle, homeotropic, rubbing strength

#### 1. 서론

현재 TFT(thin film transistor)-LCD(liquid crystal display)는 액정모니터, 노트북 PC, Car Navigation System 그리고 디지털 카메라 등의 다양한 정보디스플레이 소자에 적용되고 있다. 하지만 TFT-LCD를 액정 TV로 사용되기 위해서는 화면의 대형화와 고속응답 등을 해결할 필요가 있다. 이러한 고화질을 구현하기 위하여 액정의 프리틸트각 (pretilt angle) 제어는 LCD의 소자 특성을 향상시키는데 있어서 매우 중요하다. 러빙처리법은 폴리이미드 표면을 형겔 등을 사용하여 기계적으로 문지르는 방법으로 현재 가장 많이 사용되고 있다. 러빙처리법을 이용한 액정의 프리틸트각 제어기술에 관하여

여러 연구자들에 의하여 많은 연구보고가 이루어지고 있다 [1-7]. 또한 최근 30°급 대면적 TFT-LCD를 구현하기 위하여 수직배향을 이용한 VA (vertical alignment) 모드가 많이 연구되고 있다[8, 9]. 특히 수직배향에서의 프리틸트각 제어는 매우 중요하나 아직까지 연구가 그다지 이루어지고 있다.

그래서 본 연구에서는 수직배향막과 수평배향막을 복합한 복합 폴리머 표면에서의 액정의 고프리틸트각 제어 방법에 대하여 검토하였다.

#### 2. 실험

본 실험에서는 복합 폴리머를 만들기 위하여 수직 배향막과 수평배향막을 각각 다음과 같은 4종류의 폴리머를 각각 사용하였다.

PI-1 : JALS-696, for homeotropic alignment  
from JSR Co., Ltd.

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

\*\* : 인제대학교 의용공학과  
2001년 8월 31일 접수, 2001년 9월 21일 1차심사완료  
2001년 10월 26일 2차심사완료

- PI-2 : JALS-204, for homeotropic alignment  
from JSR Co., Ltd.
- PI-3 : SE-7492, for homogeneous alignment  
(폴리이미드 계열)  
from Nissan Chemical Industries Co., Ltd.
- PI-4 : SE-150, for homogeneous alignment  
(폴리이미드 계열)  
from Nissan Chemical Industries Co., Ltd.

표 1은 복합 폴리머의 구성을 나타낸다. 4종류의 수직 복합 폴리머는 ITO (indium-tin-oxide) 기판 위에 스프인코팅법을 이용하여 코팅하였다. 80℃에서 10분 동안 초기소성한 후 180℃에서 1시간 동안 소성하여 폴리이미드막을 제작하였다. 폴리이미드 표면은 러빙법을 이용하여 상중하의 강도로 각각 러빙 처리 하였다. 러빙강도에 대하여는 이전의 논문에서 논의하였다[4,5]. 프리틸트각 측정을 위하여 러빙처리된 폴리이미드 표면을 anti-parallel 구조의 샌드위치형으로 제작하였으며 두께는 약 60 $\mu$ m 정도로 조절하였다. 액정은 유전율 이방성이 음인 네마틱 액정 ( $\Delta\epsilon = -4$ )을 사용하였다. 프리틸트각은 결정회전법을 사용하여 실온에서 측정하였다.

표 1. 복합 폴리머의 구성.

Table 1. Compositions of the blending polymer.

Alignment Layer	blending polyimide		blending ratio	
	homeotropic	homogeneous	homeotropic	homogeneous
polymer-1	JALS-696	SE-7492	1	1
			1	5
			1	10
polymer-2	JALS-204	SE-7492	1	1
			1	5
			1	10
polymer-3	JALS-696	SE-150	1	1
			1	5
			1	10
polymer-4	JALS-204	SE-150	1	1
			1	5
			1	10

### 3. 결과 및 고찰

그림 1에 수직배향용 JALS-696과 JALS-204 표면

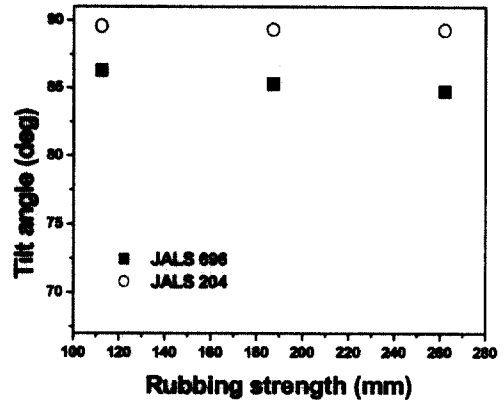


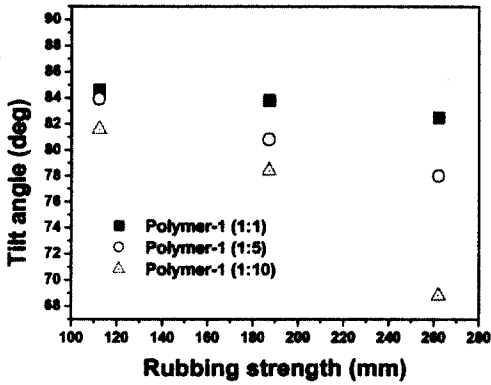
그림 1. 수직배향용 JALS-696과 JALS-204 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 틸트각.

Fig. 1. Tilt angles in NLC on JALS-696 and JALS-204 surfaces for homeotropic alignment as a function of rubbing strength.

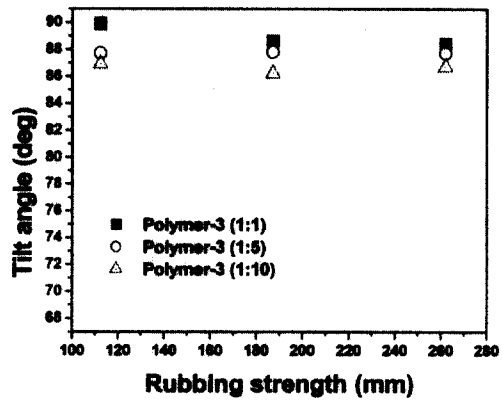
에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 틸트각 발생을 나타내었다. JALS-696 표면에서는 러빙강도가 증가할수록 틸트각이 감소하는 경향을 나타내었으나 JALS-204 표면에서는 러빙강도에 따른 틸트각 변화는 관측되지 않았으며 일정한 경향을 나타내었다.

그림 2 (a)는 수직배향용 polymer-1 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 틸트각 발생을 나타낸다. 러빙강도가 증가함에 따라 틸트각이 크게 감소하는 경향을 나타내었으며, 수평배향막의 복잡한 비율이 증가할수록 틸트각이 현저하게 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 복합 폴리머에 있어서 수직배향막보다 수평배향막의 함유량이 많아질수록 수평쪽의 영향이 증가하여 액정의 프리틸트각이 증가하는 것으로 생각할 수 있다. 특히 수평배향막인 SE-7492는 완전 폴리이미드화 되어 폴리이미드 계열인 수직배향막과 잘 혼합되어 수직 배향 능력이 감소되며 수평배향막의 비율이 많을수록 러빙강도를 늘수록 틸트각이 크게 감소하는 것으로 사료된다.

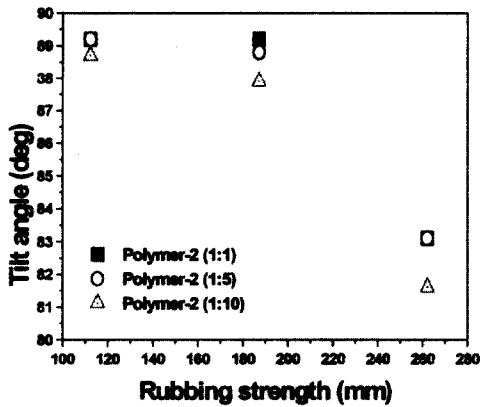
그림 2 (b)에 수직배향용 polymer-2 표면에서의 러빙강도에 따른 액정의 틸트각 발생을 나타내었다. 수평배향막의 복합 비율이 증가할수록 틸트각이 급격하게 감소함을 알 수 있다. 특히 복합 폴리머 표면을 강하게 러빙할 경우 복잡한 비율이 증가할수록 틸트각이 급격히 감소하였다. 이것은 JALS-204와 SE-7492를 복합할 경우 폴리이미드 계열인 수평



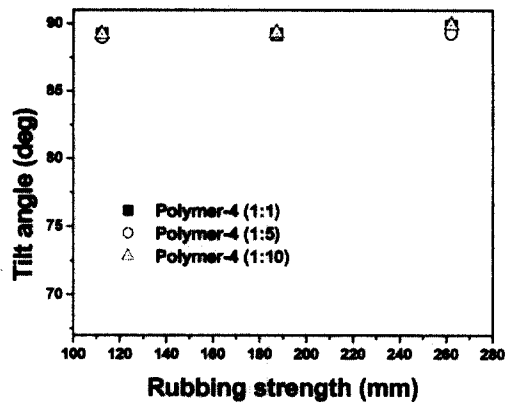
(a) polymer-1



(a) polymer-3



(b) polymer-2



(b) polymer-4

그림 2. Polymer-1과 polymer-2 표면에서의 러빙 강도에 따른 네마틱액정의 틸트각.

Fig. 2. Tilt angles of the NLC on polymer-1 and polymer-2 surfaces as a function of rubbing strength.

폴리이미드 배향막과 폴리이미드 계열인 수평 폴리이미드 배향막과 수직 배향막은 잘 혼합되어 수직배향 성분이 감소하여 틸트가 크게 감소한다고 사료된다.

그림 3은 수직배향용 polymer-3 과 polymer-4 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 틸트각 발생을 나타낸다. 수직 배향용 polymer-3 표면을 이용한 복합 폴리이미드는 러빙강도가 증가할수록, 수평배향막의 복합 비율이 증가할수록 틸트가 다소 감소하는 경향을 나타내었으며, polymer-4 표면을

그림 3. Polymer-3 과 polymer-4 표면에서의 러빙 강도에 따른 네마틱액정의 틸트각.

Fig. 3. Tilt angles of the NLC on polymer-3 and polymer-4 surfaces as a function of rubbing strength.

이용한 복합 폴리이미드의 경우 러빙강도에 따른 틸트의 변화는 관측되지 않았다. 이 결과는 그림 1에서와 같이 수평배향막과 복합하지 않는 JALS-696 표면과 JALS-204에서의 러빙강도에 따른 프리틸트 결과와 비슷함을 알 수 있다. 이것은 수평배향막 SE-150은 폴리이미드 타입이며, 250℃에서 열처리해 약 100% 이미화율이 진행되고, 180℃에서 소성 할 경우에는 50% 이하로 이미드화가 낮아진다. 그러므로 아믹산이 많이 존재하기 때문에 복합으로 인한 효과가 거의 나타나지 않는다고 사료된다.

결국, 폴리이미드 성분을 가진 수평배향막을 이용한 복합 폴리이미드는 단독 수직배향막을 이용한 경우보다 틸트각이 크게 감소함을 알 수 있었다. 이것은 프리틸트각이 크게 발생함을 의미한다. 반면에 폴리이미드 성분을 가진 수평배향막을 이용한 복합 폴리이미드 표면에서는 단독 수직배향막을 이용한 경우와 동일한 틸트 감소가 관측되었다. 이러한 두종류의 배향막 복합에 의한 프리틸트각의 제어 방법은 LCD를 응용하는데 크게 기여할 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 4종류의 수직배향막과 수평배향막의 복합 폴리머 표면에서의 복합 비율별과 러빙강도에 따른 프리틸트각의 변화에 관하여 검토하였다. 수직배향막과 수평배향막으로 폴리이미드 계열의 SE-7492를 복합한 복합 폴리머의 경우 수평배향막의 복합 비율이 증가할수록 틸트각이 크게 감소하였으며 러빙강도가 증가할수록 틸트각이 감소하였다. 반면에 폴리이미드 계열의 SE-150을 낮은 온도로 소성한 복합 폴리머인 경우에는 수평 배향막의 이미드화율이 낮게 때문에 틸트각이 거의 변화하지 않았으며 단독 수직배향막의 폴리이미드의 틸트변화와 동일한 결과가 관측되었다. 이것은 수평배향막의 이미드화율이 높을수록 틸트 감소, 즉 프리틸트의 증가에 매우 유리하다고 사료된다.

#### 감사의 글

본 연구는 정보통신부 대학기초지원 (2001-145-3)의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

#### 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. Barmentlo, 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, pp38-43, 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, pp1128-1132, 1998.

[8] J. Y. Hwang, D. S. Seo, E. J. Hahn, and J. H. Kim, "Liquid crystal alignment effects for the photo-aligned VA-LCD on the photo-polymer", *Transactions on Electrical and Electronic Materials*, Vol. 1, pp. 10-13, 2000.

[9] J. Y. Hwang, D. S. Seo, J. H. Son, and D.H. Suh, "Pretilt angles of vertically aligned nematic liquid crystal (NLC) with the application of copolymers possessing chalconyl and cholesteryl moiety", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 39, pp.L1108-L1110, 2000.