

논문 15-11-10

Fluorine 계열의 폴리머를 함유한 복합 폴리이미드 표면에서의 네마틱 액정의 프리틸트 발생의 메카니즘

Mechanisms of Pretilt Angle Generation for Nematic Liquid Crystal on Blended Polyimide Surfaces Containing Fluorine Moiety

황정연*, 이상극**, 서대식*

(Jeoung-Yeon Hwang*, Sang-Keuk Lee**, and Dae-Shik Seo*)

Abstract

The mechanisms of pretilt angle generation for a nematic liquid crystal (NLC) with negative dielectric anisotropy on the blended polyimide (PI) surface containing trifluoromethyl moiety were studied. High LC pretilt angle on the blended polymer surface with F3 was measured and the pretilt angle increased with rubbing strength. However, the low LC pretilt angle on the blended polymer surface with F1 and F2 was measured. The high LC pretilt angle generated is attributable to trifluoromethyl moiety in backbone structure on the blended PI surface. Therefore, the high pretilt angle of NLC can be achieved by using the blended polymer surface.

Key Words : Blended polyimide, Nematic liquid crystal, Pretilt angle, Homeotropic, Rubbing strength

1. 서론

TFT(thin film transistor)-LCD(liquid crystal display)의 시장은 1990년 초까지만 해도 주 시장은 개인용도의 노트북 컴퓨터용 이었다. 최근 TFT-LCD는 모니터 및 TV 용도로 대면적화 되고 있다. 그러나, TFT-LCD를 대형 모니터 및 대형 TV로 사용되기 위해서는 화면의 대형화와 고속응답 등을 해결할 필요가 있다. 이러한 고품위 LCD를 구현하기 위하여 액정의 프리틸트각 (pretilt angle) 제어는 LCD의 소자 특성을 향상시키는데 있어서 매우 중요하다. 이러한 프리틸트각을 제어하기 위해서 폴리이미드 표면을 형질 등을 사용하여 기계적으로 문지르

는 방법이 현재 가장 많이 사용되고 있다 [1-3]. 또한 최근 30"급 대면적 TFT-LCD를 구현하기 위하여 수직배향을 이용한 VA (vertical alignment) 모드가 많이 연구되고 있다[4-6]. 특히 수직배향에서의 프리틸트각 제어는 매우 중요하나 아직까지 연구가 그다지 이루어지지 않고 있다. 최근, 본 연구 그룹에서는 고 프리틸트각을 구현하기 위하여 복합 폴리머를 이용한 액정 배향 효과에 대하여 보고하였다[7].

본 연구에서는 수직배향막과 수평배향막인 불소계 폴리머 F1, F2, F3를 복합한 복합 폴리이미드 표면에서의 액정의 고프리틸트각 제어 메카니즘에 대하여 검토하였다.

2. 실험

본 실험에서는 복합 폴리머를 만들기 위하여 다음과 같은 수직배향막 2종류와 수평 배향막 3종류의 폴리이미드를 각각 사용하였다. 그림 1에 3종류의

* : 연세대학교 전기전자공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134 연세대학교,
Fax : 02-362-6444

E-mail : dsseo@yonsei.ac.kr)

** : 광운대학교 전기공학과
2002년 5월 17일 접수, 2002년 6월 26일 1차 심사완료
2002년 9월 2일 최종 심사완료

수평배향막의 구조를 나타내었다.

- Polymer-1 : JALS-684, for homeotropic alignment from JSR Co.
- Polymer-2 : JALS-688, for homeotropic alignment from JSR Co.
- Polymer-3 : F1, for homogeneous alignment, from JSR Co.
- Polymer-4 : F2, for homogeneous alignment, from JSR Co.
- Polymer-5 : F3, for homogeneous alignment, from JSR Co.

표 1은 복합 폴리머의 구성을 나타낸다. 6종류의 수직 복합 폴리머는 ITO (indium-tin- oxide) 기판 위에 스펀코팅법을 이용하여 코팅하였다. 80℃에서 10분 동안 초기소성한 후 180℃에서 1시간 동안 소성하여 폴리이미드막을 제작하였다. 폴리이미드 표면은 러빙법을 이용하였다. 러빙강도 (Rubbing strength :RS)는 아래와 같이 정의한다 [1].

$$RS = NM \left(\frac{2\pi rn}{v} - 1 \right) \quad (1)$$

(N=러빙회수, M=섬유 기판과의 접촉거리, n=러빙롤러의 회전수, v=기판의 이동속도)

러빙강도는 섬유표면과 기판과의 접촉거리인 M를 상중하로 변화시켜 각각 러빙처리 하였다. 프리틸트각 측정을 위하여 러빙처리된 폴리이미드 표면을 anti-parallel 구조의 샌드위치형으로 제작하였으며 두께는 약 60μm 정도로 조절하였다. 액정은 유전을 이방성이 음인 네마틱 액정 (Δε=-4, MJ98468, from Merck)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	
	homeo-tropic	homo-geneous	(homeo-tropic : homo-geneous)	
Blended PI-1	JALS-684	F1	1	: 1
Blended PI-2	JALS-684	F2	1	: 1
Blended PI-3	JALS-684	F3	1	: 1
Blended PI-4	JALS-688	F1	1	: 1
Blended PI-5	JALS-688	F2	1	: 1
Blended PI-6	JALS-688	F3	1	: 1

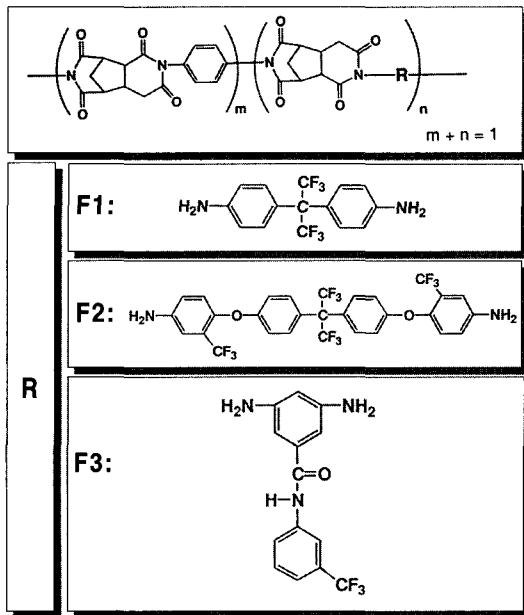


그림 1. Fluorine기를 함유한 3종류의 수평 폴리 이미드의 분자구조.

Fig. 1. Molecular structures of the three kinds of the homogeneous polyimide containing fluorine group.

3. 결과 및 고찰

그림 2에 수직배향용 JALS-684와 JALS-688 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 틸트각 발생을 나타내었다. JALS-684와 JALS-688 표면에서는 러빙강도가 증가할수록 틸트각이 크게 감소하는 경향을 나타내었다.

그림 3은 CF₃기를 포함한 3종류의 수직배향용 가용성 폴리이미드 표면에서의 네마틱 액정의 프리틸트각의 러빙강도 의존성을 나타낸다. F1과 F2 막을 사용한 경우 네마틱 액정의 프리틸트각은 넓은 러빙강도 영역에 있어서 약 2° 정도의 낮은 프리틸트각을 나타내었다. 그러나 F3 막을 사용한 경우 네마틱 액정의 프리틸트각은 러빙강도(RS)가 매우 약한 정

도인 54mm 일 때 약 19° 의 큰 값을 나타내었으며, 러빙 강도가 증가함에 따라서 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 네마틱 액정의 프리틸트각의 발생은 폴리머의 backbone에 위치한 CF₃의 역할에 기

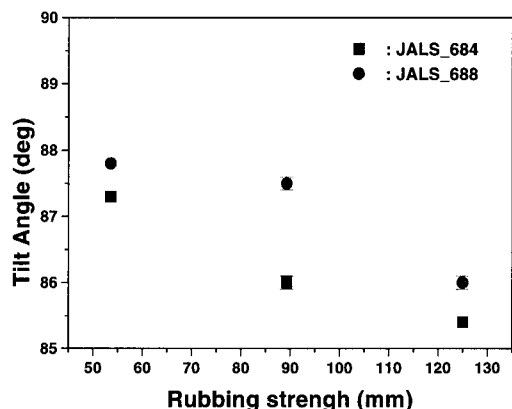


그림 2. 수직배향용 JALS-684와 JALS-688 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 틸트각.

Fig. 2. NLC tilt angles on JALS-684 and JALS-688 surfaces for homeotropic alignment as a function of rubbing strength.

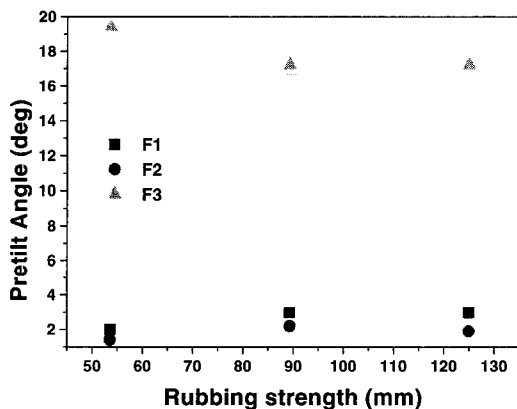
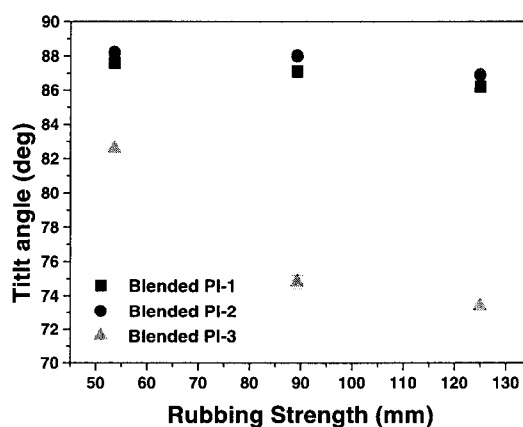


그림 3. CF₃기를 함유한 3종류의 수평배향용 가용성 폴리이미드 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱 액정의 프리틸트각의 발생.

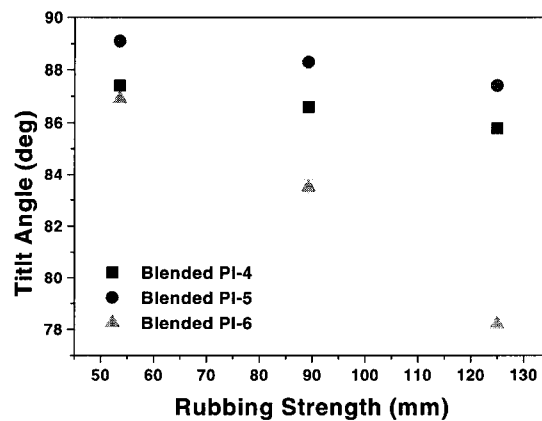
Fig. 3. Generation of pretilt angle in NLC on the three kinds of the soluble PI surface containing trifluoromethyl moieties for homeogenous alignment as a function of rubbing strength.

인 한 것으로 생각 할 수 있다[3].

그림 4는 CF₃ 기를 함유한 수평배향막인 3종류의 가용성 폴리이미드와 수직배향막 등을 복합한 복합 폴리이미드 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 틸트각 발생을 나타낸다. 그림 4(a)에 나타낸바와 같이 러빙강도가 증가함에 따라 틸트 각이 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 고 프리틸트를 나타내는 F3을 복합한 복합 폴리이미드인 경우 러빙강도가 증가할수록 틸트각이 크게 감소하는 경향을 나타내었다. 다르게 표현하면 수직배향이므로 러빙강도가 증가할수록 프리틸트각이 증가하는 것을 의미한다.



(a) Blended PI-1 ~ PI-3



(a) Blended PI-4 ~ PI-6

그림 4. 복합 폴리이미드 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 틸트각.

Fig. 4. NLC tilt angles on blended PI surfaces as a function of rubbing strength.

또한 그림 2에서와 같이 더 낮은 틸트를 나타내는 수직배향막과 복잡한 복합폴리이미드 PI-3의 경우가 더 낮은 틸트를 나타내었다. 그러나, 저 프리틸트를 나타내는 F1과 F2를 포함한 복합 폴리이미드인 경우 F3 보다 틸트 감소가 낮음을 알 수 있었다. 또한 그림 4(b)에 나타낸 바와 같이, F3을 함유한 복합폴리이미드 PI-3이 가장 큰 틸트 감소 현상을 나타내었다. 이것은 복합 폴리머에 있어서 고 프리틸트를 나타내는 수평배향막을 함유할수록 수평성분의 영향이 증가하여 액정의 틸트각이 낮아지는 것으로 생각할 수 있다.

결국, 고프리틸트각을 발생하는 수평배향막을 포함한 복합 폴리이미드의 경우가 저프리틸트각을 발생하는 수평배향막을 포함한 복합 폴리이미드 경우보다 더 큰 틸트 감소를 나타냄을 알 수 있었다. 바꾸어 말하면 수직방향으로부터 프리틸트가 크게 발생한다는 것을 의미한다. 또한 가용성 폴리머 성분을 가진 수평배향막을 이용한 복합 폴리이미드는 단독 수직배향막을 이용한 경우보다 틸트각이 크게 감소함을 알 수 있었다. 이것은 프리틸트각이 크게 발생함을 의미한다. 한편, 그림 4(a)와 (b)로부터 JALS-684 표면을 이용한 경우가 JALS-688보다 틸트각이 작게 발생함을 알 수 있다. 이러한 두 종류의 배향막 복합에 의한 프리틸트각의 제어 방법은 OCB 및 VA모드를 구현하는데 크게 기여할 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 2종류의 수직배향막과 3종류의 수평배향막의 복합 폴리이미드 표면에서의 러빙강도에 따른 프리틸트각의 변화에 관하여 검토하였다. 고프리틸트각을 발생하는 수평배향막을 포함한 복합 폴리이미드의 경우가 저프리틸트각을 발생하는 수평배향막을 포함한 복합폴리이미드 경우보다 더 큰 틸트 감소를 나타내었다. 이것은 수평배향막의 틸트가 높을수록 틸트 감소, 즉 프리틸트의 증가에 매우 유리하다고 사료된다. 그리고, fluorine 계열인 F3를 함유한 복합 PI 표면에 있어서 약 72°의 매우 큰 틸트 제어를 할 수 있었다. 또한, 틸트가 낮은 수직배향막을 사용한 복합 폴리이미드의 경우 러빙강도에 따라 더 낮은 틸트 감소를 나타내었다. 이것은 수직배향막의 틸트 크기가 크게 반영된다는 것을 의미한다. 결론적으로 각각의 수직 배향막과 수평배향막의 프리틸트 크기가 복합한 경우에도 크게 기여한다는 것

을 알 수 있었다.

감사의 글

This work was performed as an Advanced Backbone IT technology development project supported by Ministry of Information & Communication in Republic of Korea.

참고 문헌

- [1] 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, p. 223, 1992.
- [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, p. 475, 1993.
- [3] M. Nishikawa, K. Sano, T. Miyamoto, Y. Yokoyama, N. Bessho, D.-S. Seo, Y. Imura, and S. Kobayashi, "Pretilt angle of nematic liquid crystals on organic solvent soluble polyimide", *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 259, p. 47, 1995.
- [4] 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 photopolymer", *Trans. on EEM*, Vol. 1, No. 3 p. 10, 2000.
- [5] 황정연, 서대식, 김준영, 이재호, 김태호, "Poly[N-(phenyl)maleimide]계 광폴리머를 이용한 액정 배향 효과", *전기전자재료학회논문지*, 14권, 10호, p. 845, 2001.
- [6] 황정연, 박경순, 서대식, 남상희, 서동학, "Polynobornene 유도체 표면을 이용한 광배향 VA-LCD의 전기 광학 특성에 관한 연구", *전기전자재료학회논문지*, 15권, 3호, p. 253, 2002.
- [7] 황정연, 서대식, 남상희, "복합폴리머 표면에서의 부의 유전율을 가진 네마틱액정의 고프리틸트각 제어", *전기전자재료학회논문지*, 14권, 12호, p. 1023, 2001.