

LCD에 있어서의 네마틱 액정과 프리틸트각의 발생과의 관계

Relationship of the pretilt angle and nematic liquid crystals on LCD

서대식 숭실대학교 공과대학 전기공학과
유문상* 숭실대학교 공과대학 전기공학과
황정연 숭실대학교 공과대학 전기공학과

Dae-Shik Seo Dept. of Electrical Eng., Soongsil University
Mun-Sang Yu Dept. of Electrical Eng., Soongsil University
Jeoung-Yeon Hwang Dept. of Electrical Eng., Soongsil University

Abstract

In this study, the effect of the crystallinity of polyimide (PI) and the birefringence of the nematic liquid crystal (NLC) for pretilt angle generation on rubbed PI surface containing thiophenylene moieties has been demonstrated. The induced optical retardation produced in rubbed PI surfaces decreases on increasing the imidization temperature. We suggest that the pretilt angle of 4-cyano-4'-n-pentylbiphenyl (5CB) depends on the crystallinity of the rubbed PI. The order of pretilt angle in NLCs is 5CB > PCH5 ≥ CCH5 at rubbing strength(RS)=150mm (medium rubbing) on rubbed PI surfaces. We suggest that on rubbed PI surfaces the pretilt angle increases with increasing number of phenylrings in the NLC core.

1. 서 론

러빙처리된 기판 표면에서 액정의 균일한 배향은 액정디스플레이 (LCD: liquid crystal display)의 기초 연구와 기술개발에 있어서 매우 중요하다. 러빙처리법은 LCD에 있어서 가장 많이 사용되고 있는 방법이다. LCD에 있어서 기판에서의 액정분자의 경사진각을 나타내는 액정의 프리틸트각은 TN(twisted nematic)-LCD의 reverse-tilt-disclination 등의 결함을 방지하는 역할을 한다. 또한, 프리틸트는 S(super)TN-LCD의 stripe domain을 방지하는데 필요하다. 한쪽 방향의 러빙처리에 의한 배향막 위의 네마틱액정의 프리틸트각 발생은 몇 년전부터 많이 논의 되어 왔다.¹⁻⁵⁾

표면안정화된 강유전성액정 (SSFLC: surface stabilized ferroelectric liquid crystal)의 쌍안정성에 대한 배향막의 결정도 영향은 Hartmann 등에 의해 보고되었다.⁶⁾ SSFLC의 메모리 상태는 나일론 6.6

배향막의 결정도가 높아질 때 작은 전계의 방해로 감소하였다. Takimoto 등은 이미드 온도를 변화시킴으로써, 티오펜렌기를 함유한 폴리이미드막의 결정도 대한 X선의 연구 결과를 보고하였다.⁷⁾

최근에, 저자들은 티오펜렌기를 함유한 러빙처리된 폴리이미드막 표면에 polar anchoring energy와 표면 질서도에 대한 네마틱액정의 mesogenic core의 영향에 관하여 보고하였다.⁸⁾ polar anchoring energy와 표면 질서도는 러빙처리된 폴리이미드막에서 네마틱액정의 극성에 크게 의존하는 것을 알수있었다. 그렇지만, 네마틱액정의 프리틸트각에 대한 폴리이미드막의 결정도의 효과는 아직 보고 되어 있지 않다.

본 연구에서는 이미드온도가 다른 3 종류의 폴리이미드막에 있어서 프액정의 프리틸트각 발생에 대한 네마틱액정의 복굴절율(벤젠링수의 변화)과 폴리이미드막의 결정도의 영향에 관하여 보고하였다.

2. 실험

본 실험에서 사용한 폴리머의 분자 구조를 그림 1에 나타내었다. 프리커서는 스펀코팅법에 의해 ITO (indium-tin-oxide)가 코팅된 유리 기판위에 코팅되었으며, 3개의 다른 온도 350°C(PI(1)); 300°C(PI(2)); 그리고 250°C(PI(3))에서 1시간 동안 이미드화 하였다. 폴리이미드막은 나일론 롤러가 장착된 러빙기를 사용하여 러빙 되었다 (Y₀-15-N, Yoshikawa Chemical Industries Co., Ltd.). 러빙 강도 (RS; rubbing strength)에 대한 정의는 이전의 논문에서 보고되었다.^{2,13)}

$$RS = NM(2\pi r n / v - 1)$$

여기서, N은 기판의 러빙 회수(N=1, 여기서)이고, M은 눌린 접촉면(mm)으로 인해 만들어진 섬유조직의 깊이이며, n은 러빙롤러의 회전수(1000m⁻¹)이며, v는 기판의 이동속도이고, 그리고 r은 러빙롤러의 반경이다.

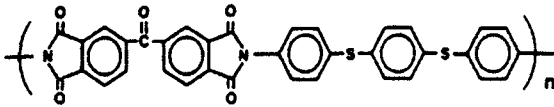


그림 1. 사용한 폴리머의 분자구조.

Fig. 1. The used molecular structure of polymer

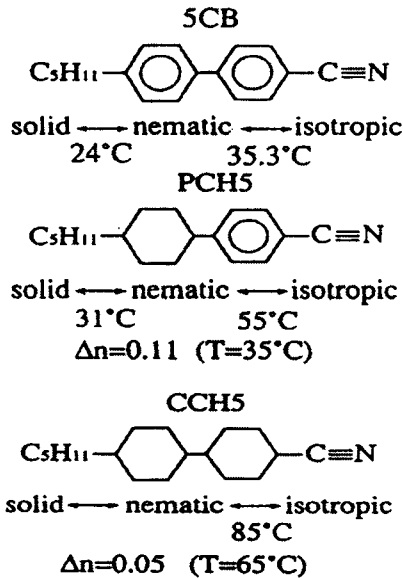


그림 2. 사용한 3종류의 네마틱액정의 분자구조.

Fig. 2. The molecular structure of the three kinds of the nematic liquid crystals used.

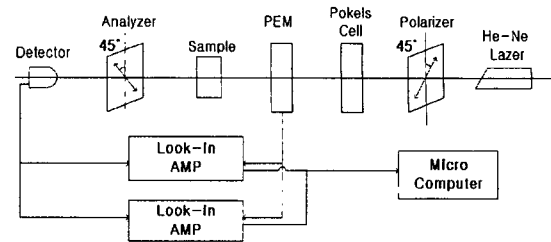


그림 3. 광학 리타데이션의 측정시스템.

Fig. 3. The optical retardation measurement system.

분자구조가 다른 3 종류의 네마틱액정은 다른 mesogenic core를 가진 것을 사용하였다. 벤젠링을 3개, 2개 그리고 1개를 갖는 네마틱액정은 0.19(25°C), 0.11(35°C), 그리고 0.05(65°C)의 복굴절율을 갖는 5CB, PCH5, 그리고 CCH5 등을 사용하였다. 셀은 antiparallel 구조로 제작하였다. 모든 샌드위치 타입의 셀의 두께는 60±0.5μm이다. 그림 3에 광학 리타데이션의 측정 시스템을 나타내었다. 광원은 2mW 출력을 갖는 He-Ne 레이저(632.8nm)이다. 광학 리타데이션의 측정 시스템은 polarizer, 음향 modulator, analyser 와 photo-diode detector로 구성되었다. 네마틱액정의 프리틸트각은 네마틱 상에서 결정 회전법을 사용하여 측정하였다. 3종류의 네마틱액정에 대한 프리틸트각은 네마틱-등방상태의 전이온도(T_{NI})의 10° 아래의 온도에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 4는 서로 다른 온도에서 이미드된 3 종류의 러빙처리된 폴리이미드막의 표면에 유기된 광학 리타데이션의 러빙강도 의존성을 나타내었다. 3종류의 폴리이미드막의 표면에 유기된 광학 리타데이션은 러빙강도 RS의 증가와 함께 증가하는 경향을 나타내었다. 이것은 폴리이미드막에 유기된 광학 리타데이션은 폴리이미드막에서의 러빙강도 RS의 증가와 함께 폴리머의 연신과 배향성의 증가에 기인하여 증가한 것으로 생각 할 수 있다. 그리고 유기된 광학 리타데이션은 이미드 온도의 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 이전의 논문에서, 티오페닐렌기를 포함한 폴리이미드막의 결정도는 이미드 온도가 증가함에 따라 증가되는 경향이 보고되었다.⁷⁾ 본 실험에서는 유기된 광학 리타데이션은 러빙처리된 폴리이미드막에서 이미드의 온도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 이 결과로부터 유기된 광학 리타데이션은 러빙처리된 폴리이미드막의 표면에서 폴리이미드의 결정도가 기여하고 있는 것으로 생각 할 수 있다.

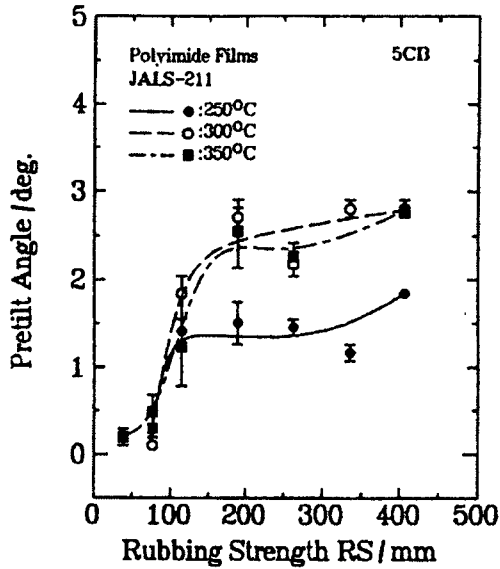


그림 4. 다른 온도에서 이미드된 3 종류의 러빙처리된 폴리이미드막의 표면에 유기된 광학 리타레이션의 러빙강도 의존성.

Fig. 4. The induced optical retardation produced in the tree rubbed PI films imidized at different temperatures.

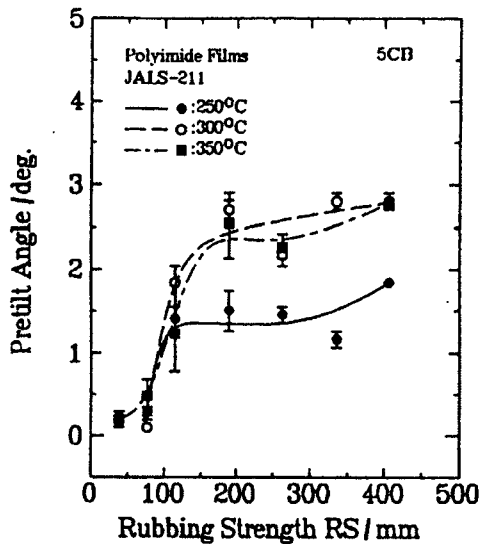


그림 5. 이미드 온도가 다른 3 종류의 폴리이미드막에서의 5CB의 프리틸트각의 러빙강도 의존성.

Fig. 5. Pretilt angle of 5CB on the tree rubbed PI surfaces imidized at different temperatures as a function of RS.

그림 5에 이미드의 온도가 다른 3 종류의 폴리이미드막에서의 5CB의 프리틸트각의 러빙강도 의존성을 나타내었다. 프리틸트각은 3 종류의 러빙처리된 폴리이미드막에 있어서 RS=150mm 이상에서 러빙강도(RS)의 증가와 함께 증가하는 경향을 나타내었다. 그리고 러빙처리된 폴리이미드막에서 5CB의 프리틸트각은 이미드의 온도가 증가함에 따라 증가하는 것을 알 수 있었다. 이것은 러빙처리된 폴리이미드막에서의 5CB의 프리틸트각은 높은 이미드 온도일수록 폴리이미드의 결정도가 증가함과 함께 증가한다. 즉, 러빙처리된 폴리이미드의 표면에서의 폴리이미드막의 결정도는 액정의 프리틸트각의 발생에 기여하는 것으로 생각할 수 있다.

300°C에서 이미드된 러빙처리된 PI(2)막에서의 3 종류의 네마틱액정의 프리틸트각의 러빙강도 의존성을 그림 6에 나타내었다. 러빙처리된 폴리이미드막에서 프리틸트각의 크기는 5CB > PCH5 > CCH5이다. 그리고, 액정의 프리틸트각은 네마틱액정의 벤젠링의 수가 증가함에 따라 증가하는 것을 알 수 있다. 그림 2에서 나타낸 바와 같이 네마틱액정의 복굴절율은 벤젠링의 수가 증가함에 따라 증가하는 경향이 있다. 따라서 러빙처리한 폴리이미드막에서의 프리틸트각은 네마틱액정의 복굴절율이 증가함에 따라 증가하는 것으로 생각할 수 있다.

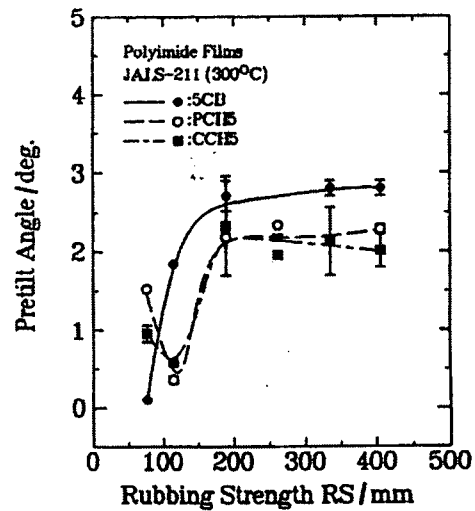


그림 6. 300°C에서 이미드된 PI(2)막에서의 3 종류의 네마틱액정의 프리틸트각의 러빙강도 의존성.

Fig. 6. The generation of pretilt angle for the three kinds of the NLCs on rubbed PI surfaces imidized at 300°C as a function of RS.

4. 결 론

본 연구에서는 폴리이미드막의 결정도와 네마틱 액정의 분자구조가 액정의 프리틸트각발생에 미치는 효과에 대하여 검토하였다. 결과로는, 첫째 러빙 처리된 폴리이미드막의 표면에 유기된 광학 리타레이션은 이미드의 온도가 증가함에 따라 감소하는 경향이 얻어졌으며, 둘째로 5CB의 프리틸트각은 러빙 처리된 폴리이미드막의 결정도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 셋째로 네마틱액정의 프리틸트각은 네마틱액정의 벤젠링의 수가 기여 하는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 97핵심전문연구 (971-0911-066-2)의 연구비지원에 의하여 수행되었습니다.

참고문헌

- 1) S. Kuniyasu, S. Fukuro, S. Maeda, K. Nakaya, M. Nitta, N. Ozaki, and S. Kobayashi, *Jpn. J. Appl. Phys.* **27**, 827, 1988.
- 2) D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **213**, 223, 1992.
- 3) T. Sugiyama, S. Kuniyasu, D.-S. Seo, H. Fukuro, and S. Kobayashi, *Jpn. J. Appl. Phys.* **29**, 2045, 1992.
- 4) D.-S. Seo, H. Matsuda, T. Oh-ide, and S. Kobayashi, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **224**, 13, 1993.
- 5) D.-S. Seo, S. Kobayashi, and M. Nishikawa, *Appl. Phys. Lett.* **61**, 2392, 1992.
- 6) W. J. A.M. Hartmann, A.M.M. Luyckx-Smolders, and R.P.V. Kessel, *Appl. Phys. Lett.* **55**, 1191, 1989.
- 7) A. Takimoto, H. Wakemoto, and H. Ogawa, *J. Appl. Phys.* **70**, 2799, 1991.
- 8) D.-S. Seo, N. Yoshida, S. Kobayashi, M. Nishikawa, and Y. Yabe, *Jpn. J. Appl. Phys.* **33**, L1174, 1994.