

In-situ 광배향법을 이용한 액정 배향 및 프리틸트의 발생

Liquid crystal alignment and generation of pretilt angle using an *in-situ* photo-alignment method

서대식*, 김형규*

(Dae-Shik Seo, Hyung-Kyu Kim)

Abstract

Effects of liquid crystal (LC) alignment using an *in-situ* photo-alignment method by linearly polarized UV exposure during imidization of polyimide (PI) on the two kinds of PI surfaces with side chain were investigated. The generated pretilt angle in nematic (N) LC using an *in-situ* photo-alignment method was smaller than that of a conventional photo-alignment method for short UV exposure time. Also, the pretilt angle of the NLC using an *in-situ* photo-alignment method increases with increasing UV exposure time on the two kinds of the PI surfaces. Finally, the pretilt angle of NLC can be improved by annealing treatment.

Key Words(중요용어) : Nematic liquid crystal(네마틱 액정), polyimide(폴리이미드), annealing effect(어닐링 효과), *in-situ* photo-alignment method(*in-situ* 광배향법), pretilt angle(프리틸트 각), photo-dissociation method(광분해법)

1. 서 론

최근, 고정세 LCD의 개발에 있어서 러빙처리법을 대신하여 광배향법이 기대를 모으고 있다. 광배향법으로는 광분해법,¹⁻⁵⁾ 광중합법,⁶⁾ 광이성화법⁷⁾ 등이 제안되고 있다. 광분해법은 일정 온도로 소성된 폴리이미드 표면에 편광 또는 비편광 UV광을 조사하여 폴리머의 광분해 반응을 이용한 액정 배향법이다. 최근 이러한 광분해법과 다른 *in-situ* 광배향법을 이용한 액정 배향에 관하여 J. H. Kim 등이 보고하였다.⁸⁾ *In-situ* 광배향법은 폴리이미드를 소성하면서 UV광을 조사하여 폴리머의 부분절단을 이용한 액정 배향법이다. 이 연구 보고에 의하면 *in-situ* 광배향법이 일반 광분해법에 비하여 액정 배향이 열적으로 안정하다. 그러나 이러한 *in-situ* 광배향법을 이용한 경우의 프리틸트의 발생에 대하여는 아직 그다지 보고되지 않고 있다. 본 연구그룹은 이러한 *in-situ* 광배향법을 이용한 액정 배향 효과에 대하여 연구보고 하였다.⁹⁾

본 연구에서는 측쇄기를 가진 폴리이미드를 소성하면서 UV광을 조사하는 *in-situ* 광배향법을 이용한 액정 배향 효과에 대하여 검토하였다.

* 연세대학교 전기·컴퓨터공학과

(서울시 서대문구 신촌동 134,

Fax : 02-362-6444

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

2. 실험

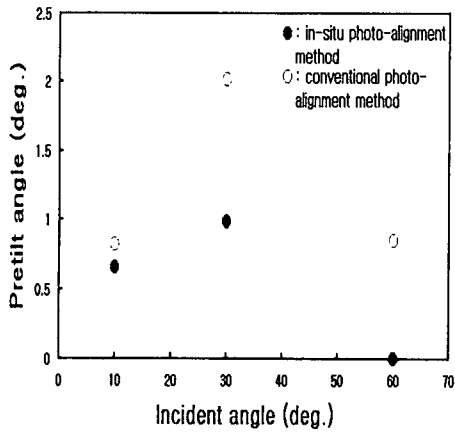
본 실험에서는 다음과 같이 2종류의 폴리머를 사용하였다.

PI-I : AL-3046 with side chain (Japan Synthetic Rubber. Co., Ltd 제공)

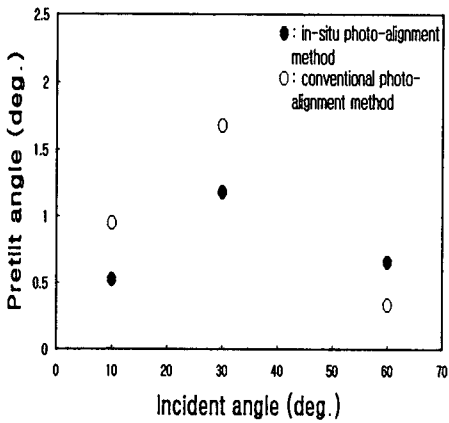
PI-II : SE-7492 with side chain (Nissan Chemical Industries Co., Ltd 제공)

폴리머는 스피ن 코팅법을 사용하여 ITO (indium-tin-oxide) 전극 위에 균일하게 도포하였다. 일반 광분해법은 폴리머를 180℃에서 1시간 소성 하였으며, *in-situ* 광 배향법은 80℃에서 30분간 초기 소성 하였다. PI막 두께는 약 500Å으로 조절하였다. 기판에는 365nm의 파장을 가진 UV광을 조사시켰다. *In-situ* 광 배향법에서는 80℃로 초기소성된 폴리머 표면을 150℃로 소성 하면서 편광된 UV광을 조사시켰다. 액정 셀은 샌드위치 형태로 제작하였으며 셀 두께는 60μm로 조절하였다. 셀 제작 후 네마틱 액정의 혼합물 (T_c=87℃) 을 네마틱 상태 (nematic phase) 및 등방 상태 (isotropic phase)에서 각각 주입하였다. 액정 배향 평가는 편광현미경의 관찰을 이용하였다. 프리틸트 각은 결정 회전법을 이용하였으며, 실온에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰



(a) PI-I



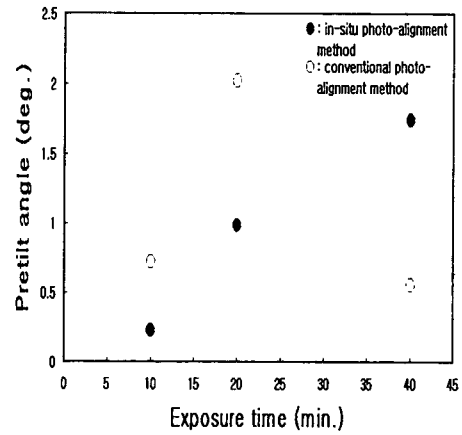
(b) PI-II

그림 1. 2종류의 폴리이미드 표면에 편광된 UV광을 20분간 경사 조사시의 조사각도에 따른 네마틱 액정의 프리틸트 각의 발생

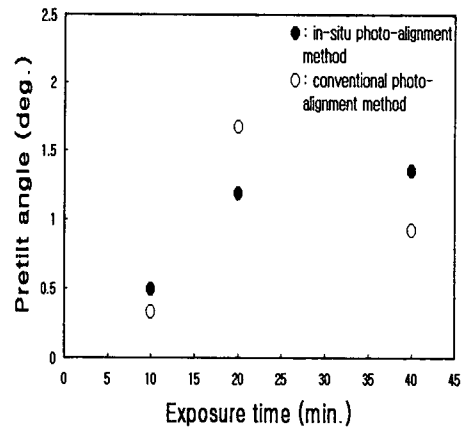
Fig. 1. Generation of pretilt angle in NLC by obliquely polarized UV exposure on the two kinds of the PI surfaces for 20 min as a function of incident angle.

그림 1 에 2종류의 폴리이미드 표면에 편광된 UV광을 20분간 경사 조사시의 조사각도에 따른 네마틱 액정의 프리틸트 발생을 나타내었다. UV광의 입사각도가 30° 일 때, 가장 큰 프리틸트 각이 발생하였으며, 그 이상에서는 입사각도의 증가에 따라 프리틸트는 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 짧은 시간 내에서의 UV조사에 따른 프리틸트 각은 일반 광분해법을 이용한 경우가 *in-situ* 광배향법을 이용한 경우보다 크게 발생하는 경향을 나타내었다. 이는 측쇄기를 가진 2 종류 폴리이미드(PI-I, PI-II)에서 동일하게 관측되었으며 이전의 결과와 잘 일치함을 알 수 있다.⁹⁾ 따라서 이 결과로부터 *in-situ* 광배향법은 측

쇄기를 가진 폴리이미드를 이미드화 시키면서 광분해 반응을 일으키기 때문에 이때의 폴리이미드의 표면구조가 안정화되지 않은 상태이므로 프리틸트 발생에 기여가 작은 것으로 생각할 수 있다. 그러나, 일반 광분해법은 180°C에서 이미드화가 되어 있는 상태에서 UV광을 조사하기 때문에 폴리이미드의 광분해 반응이 잘 일어나며 이 때의 폴리이미드의 표면구조가 프리틸트 발생에 크게 기여한다고 생각할 수 있다.



(a) PI-I



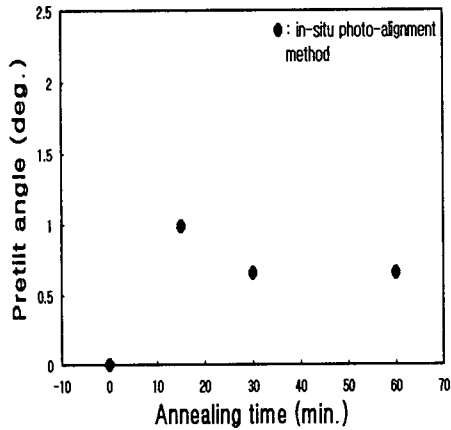
(b) PI-II

그림 2. 2 종류 폴리이미드 표면에 편광된 UV 광을 20분간 30° 경사 조사시의 조사시간에 따른 네마틱 액정의 프리틸트 각의 발생.

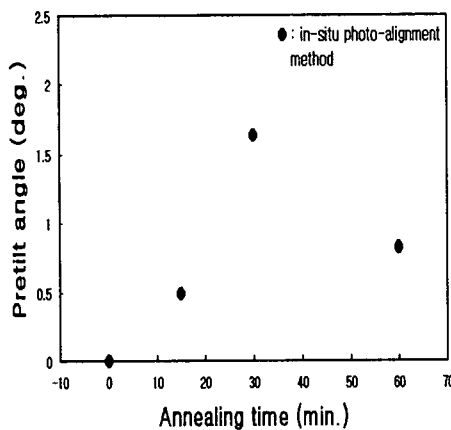
Fig. 2. Generation of pretilt angles in NLC by obliquely polarized UV exposure of 30° for 20 min. on the two kinds of the polyimide surfaces as a function of UV exposure time.

그림 2 는 2 종류 폴리이미드 표면에 편광된 UV광을 30° 경사 조사시의 조사시간에 따른 네마틱 액정의 프리틸트 각의 발생을 나타낸다. 일반 광분해법으로

UV광을 조사한 경우의 프리틸트는 UV 조사시간이 20분일 때 최대치를 나타냈으며, 조사시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 즉 20분 정도의 UV광 조사가 프리틸트의 발생에 가장 적당한 에너지밀도로 생각할 수 있다. 한편, *in-situ* 광배향법을 이용한 셀에서는 UV 조사시간이 증가함에 따라 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 즉 UV 조사시간이 증가할수록 프리틸트가 높아지는 것을 알 수 있다. 따라서 *in-situ* 광배향법은 이미드화 시키면서 UV조사를 하므로 폴리머가 이미드화 되기 위한 충분한 시간이 필요하기 때문에 조사시간이 증가함에 따라 프리틸트 각이 증가한다고 생각할 수 있다. 이러한 결과로부터, 측쇄기를 가진 폴리머를 사용한 경우, 짧은 UV 조사시간으로 고 프리틸트를 발생시키기 위해서는 *in-situ* 광배향법보다 일반 광배향법이 유리하다고 생각할 수 있다. 이러한 결과는 이전에 발표한 논문과 매우 일치함을 알 수 있다.⁹⁾

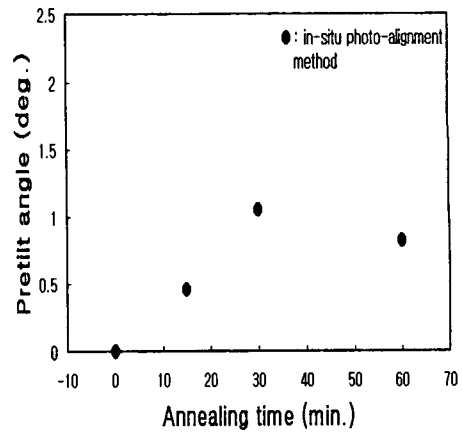


(i) filling in nematic phase.

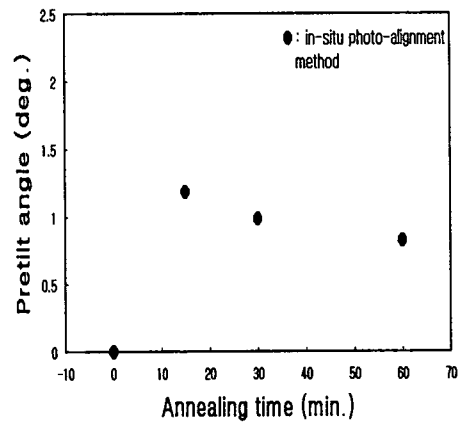


(ii) filling in isotropic phase.

(a) PI- I



(i) filling in nematic phase.



(ii) filling in isotropic phase.

(b) PI- II

그림 3. 2 종류의 폴리이미드 표면에 UV광을 20분 간 30° 경사 조사시의 네마틱액정의 프리틸트 각의 어닐링시간 의존성

Fig. 3. Dependence of annealing time of NLC pretilt by UV exposure of 30° for 20 min. during imidization of polyimide on the two kinds of the PI surfaces.

그림 3 (a) 및 (b) 에 폴리이미드 소성 시에 UV 조사를 이용한 네마틱액정의 프리틸트 각의 어닐링 시간 의존성을 나타내었다. 그림 3 (a) 및 (b)의 네마틱 상태에서 네마틱액정을 주입 후 어닐링 처리한 경우 어닐링 처리에 의하여 프리틸트 각의 발생이 향상됨을 알 수 있다. 이것은 광분해 반응에 의해 절단된 폴리머가 원래의 위치로 되돌아오려는 작용에 의하여 프리틸트가 증가하는 것으로 생각할 수 있다. 그림 3 (a) 및 (b)의 isotropic 상태에서 네마틱액정을 주입한 경우 역시 어닐링을 하지 않은 경우

프리틸트가 0° 를 나타내었으나, 어닐링 시간이 증가함에 따라 프리틸트가 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과로부터 광분해 반응을 이용한 액정 배향에는 *in-situ* 광배향법과 일반 광배향법 모두 어닐링 효과가 프리틸트 발생에 크게 기여함을 알 수 있다. 결론적으로 *In-situ* 광배향법을 이용한 경우의 액정 배향은 이전의 보고결과와 잘 일치하며 열적 안정성도 우수하였으나 고 프리틸트 제어에 긴 UV 조사시간이 필요하다는 것을 확인하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 측쇄기를 가진 2 종류의 폴리이미드의 폴리이미드 소성방법에 따른 UV 조사를 이용한 액정 배향에 대하여 검토하였다. 폴리이미드의 소성 시에 UV 조사를 이용한 *in-situ* 광 배향법에서의 프리틸트 각은 짧은 UV 조사시간 내에서는 일반 광분해법을 이용한 경우보다 작게 발생하는 경향을 나타내었다. 또한 *in-situ* 광 배향법과 일반 광배향법을 이용한 경우 네마틱액정의 프리틸트 각은 어닐링 처리에 의하여 증가하는 경향을 나타내었다. 따라서 측쇄기를 가진 폴리머를 사용한 경우 *in-situ* 광 배향법은 액정 배향의 열적 안정성은 우수하나, 짧은 UV 조사시간내에서의 고 프리틸트의 제어에는 다소 불리하다는 것을 본 실험을 통해 입증하였다.

참고 문헌

[1] X. Wang and J. L. West, "The mechanism of pretilt generation on polarized ultraviolet light aligned polyimide film", SID 97, pp. 5, 1997.
 [2] M. Nishikawa, B. Taheri, and J. L. West, "Polyimide films designed to produce high pretilt angles with a single linearly polarized UV exposure", SID 98, pp. 131, 1998.
 [3] T. Yamamoto, M. Hasegawa, and H. Hatoh, "Liquid-crystal alignment by slantwise irradiation of non-polarized UV light on a polyimide layer", SID 96, pp. 642, 1996.
 [4] 서 대 식, 이 정 호, 이 창 훈, "폴리이미드막 표면에 직선 편광된 UV광 조사에 의한 프리틸트 각 발생과 전기광학특성, 전기전자재료학회논문지, Vol. 11, No. 10, pp.878-884, 1998.
 [5] 서 대 식, 한 정 민, 박 두 석, "경사진 자외선 조사를 이용한 네마틱액정의 프리틸트각의 발생 및 광배향 TN-LCD의 전기광학특성, 전기전자재료학회논문지, Vol. 11, No. 10, pp.911-917, 1998.
 [6] M. Schadt, K. Schmitt, V. Kozinkov, and V. Chigrinov, "Surface-induced parallel alignment of liquid crystals by linearly polarized photopolymers", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 32,

pp. 2155, 1992.

[7] W. M. Gibbons, P. J. Shannon, S.-T. Sun, and B. J. Swelin, "Surface-mediated alignment of nematic liquid crystals with polarized laser light", Nature, Vol. 351, pp.49, 1991.
 [8] J. H. Kim, B. R. Acharya, and S. Kumar, and K. R. Ha, "A method for liquid crystal alignment using in situ ultraviolet exposure during imidization of polyimide", Appl. Phys. Lett., Vol. 73, pp. 3372, 1998.
 [9] 서대식, 김형규, "폴리이미드 소성 시에 UV 광조사를 이용한 프리틸트 발생에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, Vol. 13, No. 1, pp. 75-79, 2000.