

측쇄기를 가진 폴리머의 폴리이미드 소성 방법에 따른 액정 배향 효과

Liquid crystal alignment effects by imidization methods of the polyimide on the polymer with side chain.

서대식 연세대학교 공과대학 전기·컴퓨터공학과
김형규 송실대학교 공과대학 전기공학과

Dae-Shik Seo Dept. of Electrical and Computer Eng., Yonsei University
Hyung-Kyu Kim Dept. of Electrical Eng., Soongsil University

Abstract

In this study, we investigated the pretilt angle generation and liquid crystal (LC) alignment by ultraviolet (UV) exposure during imidization of polyimide on the polymer with side chain. The generated pretilt angle of nematic (N) LC using *in-situ* photo-alignment method was smaller than that of the conventional UV photo-alignment method. Also, the generated pretilt angle of NLC tends to increase by annealing.

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

1. 서 론

최근, 고정세 LCD의 제작에 러빙처리법을 대신하여 광배향법이 기대를 모으고 있다. 광배향법으로는 광분해법,¹⁻³⁾ 광중합법,⁴⁾ 광이성화법⁵⁾ 등이 제안되고 있다. 여기에서 광분해법은 일정 온도로 소성된 폴리이미드 표면에 편광 또는 비편광 UV광을 조사하여 광분해 반응에 의하여 광학 이방성이 발생하여 액정 분자가 한쪽 방향으로 배열되는 방법이다.

최근 이러한 광분해법과 다른 *in-situ* 광배향법을 이용한 액정 배향에 관하여 J. H. Kim 등이 보고하였다.⁶⁾ 이 연구 보고에 의하면 *in-situ* 광 배향법이 일반 광분해법에 비하여 액정 배향이 열적으로 안정하다는 결과이다. 그러나 이러한 *in-situ* 광배향법을 이용한 경우의 프리틸트의 발생에 대하여는 아직 보고되지 않고 있다.

그래서, 본 연구에서는 *in-situ* 광배향법을 이용한 액정 배향 효과 및 프리틸트 발생에 대하여 검토하였다.

2. 실험

본 실험에는 측쇄기를 가진 폴리머(AL-3046, Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. 제공)를 사용하였다. 폴리머는 스핀 코팅법을 사용하여 ITO(indium-tin-oxide)전극 위에 균일하게 도포 하였다. 일반 광분해법은 폴리머를 180℃에서 1시간 소성 하였으며, *in-situ* 광배향법은 80℃에서 30분간 초기 소성 하였다. PI막은 약 500Å으로 조절하였다. 기판에는 파장이 365nm의 편광된 UV광을 경사 조사하였다. *in-situ* 광배향용은 폴리이미드 표면을 150℃로 소성 하면서 편광된 UV광을 조사하였다. 액정셀은 샌드위치 형태로 제작하였으며 두께는 60μm로 조절하였다. 셀 제작후 네마틱 액정의 혼합물(T_c=87℃)을 nematic phase 및 isotropic phase에서 각각 주입하였다. 액정 배향 평가는 편광 현미경의 관찰을 이용하였다. 프리틸트각은 결정 회전법을 이용하였으며, 실온에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

디스플레이 광소자분야

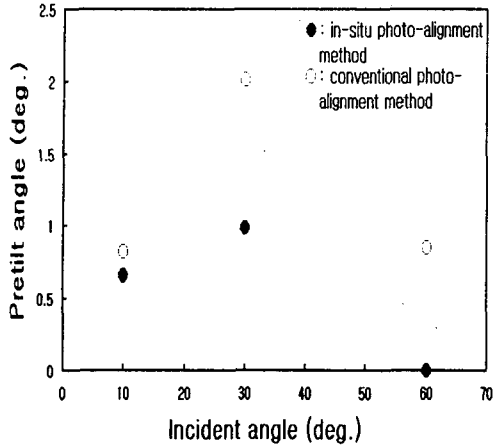


그림 1. 폴리이미드 표면에 UV광 조사에 따른 네마틱 액정의 프리틸트의 조사각도 의존성
 Fig. 1. Dependence of incident angle of NLC pretilt by UV exposure on the PI surfaces.

그림 1 에 폴리이미드 표면에서의 UV광 조사에 따른 네마틱 액정의 프리틸트각의 조사 각도 의존성을 나타내었다. UV광의 입사각도가 30° 에서 가장 큰 프리틸트각이 발생하였다. 그 이상의 입사 각도에서는 역으로 프리틸트가 감소하는 경향을 나타낸다. 그리고 프리틸트각은 일반 광분해법을 이용한 경우가 *in-situ* 광배향법을 이용한 경우보다 크게 발생하는 경향이 관측되었다. 이러한 결과로부터 *in-situ* 광배향법은 폴리머를 이미드화 시키면서 광분해 반응을 일으키기 때문에 이때의 폴리머의 표면구조가 프리틸트 발생에 기여가 작은 것으로 생각 할 수 있다. 그러나, 일반 광분해법은 180°C에 이미드화가 되어 있는 상태에서 UV광을 조사하기 때문에 폴리머의 광분해 반응이 잘 일어나며 폴리머의 표면 구조가 프리틸트 발생에 크게 기여하는 것으로 생각할 수 있다.

그림 2는 폴리이미드 표면에 UV광 조사를 이용한 네마틱 액정의 프리틸트각의 UV 조사 시간 의존성을 나타낸다. 일반 광분해법을 이용한 경우, 프리틸트는 20분까지는 증가하는 경향을 나타내었으며 20분에서 가장 큰 값을 나타내었다. 그 이상의 조사 시간에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 이전의 결과와 매우 잘 일치함을 알 수 있다¹¹. 즉, 20분 정도의 UV광 조사가 프리틸트의 발생에 가장 적당한 에너지의 입사로 생각 할 수 있다.

한편, *in-situ* 광배향법을 이용한 셀 에서는 UV

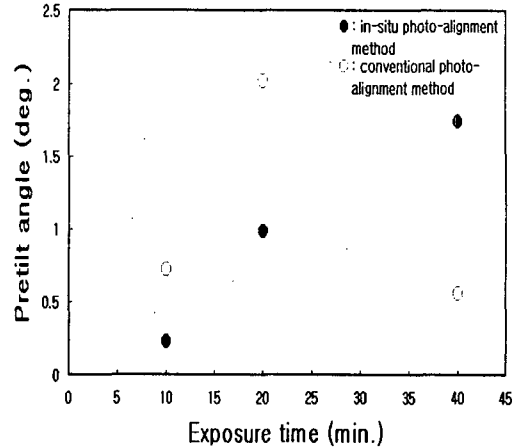
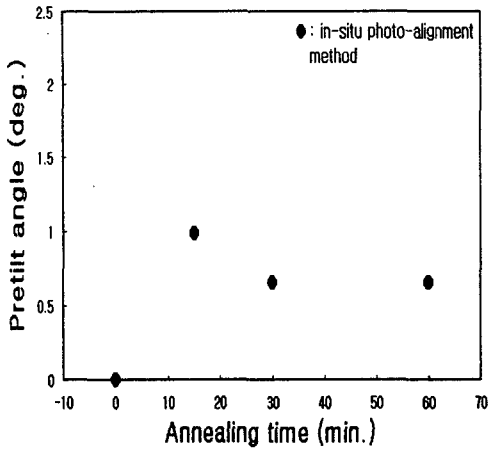


그림 2. 폴리이미드 표면에 UV광 조사에 따른 네마틱 액정의 프리틸트의 조사시간 의존성
 Fig. 2. Dependence of irradiation time of NLC pretilt by UV light irradiation on PI surfaces.

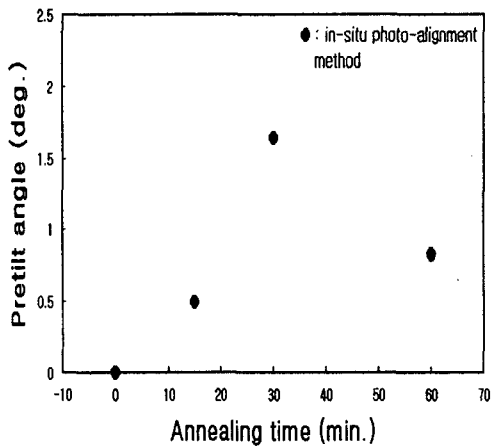
조사 시간이 증가함에 따라 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 즉 조사 시간이 증가할수록 프리틸트가 높아지는 것을 알 수 있다. 이러한 결과로부터 AL-3046 폴리머를 사용한 경우, UV광 조사가 짧은 시간에 고프리틸트를 발생시키기 위해서는 *in-situ* 광배향법보다 일반 광분해법이 유리한 것으로 생각 할 수 있다.

그림 3 (a) 및 (b) 에 폴리이미드 소성 시에 UV 광조사를 이용한 네마틱 액정의 프리틸트각의 어닐링시간 의존성을 나타내었다. 그림 3 (a) 의 네마틱 상에서 네마틱 액정을 주입한 후 어닐링한 경우 어닐링에 의하여 프리틸트 발생이 향상됨을 알 수 있다. 이것은 광분해 반응에 의해 절단된 폴리머가 원래의 위치로 되돌아오려는 작용에 의하여 프리틸트가 증가하는 것으로 생각할 수 있다. 그림 3 (b)의 isotropic상에서 네마틱 액정을 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 어닐링 효과가 크게 기여함을 알 수 있다.

한편 *in-situ* 광배향법을 이용한 셀에 네마틱 상에서 네마틱 액정을 주입한 경우의 편광 현미경 사진을 관찰한 결과, 어닐링을 하지 않은 경우 큰 디



(a) filling in nematic phase.



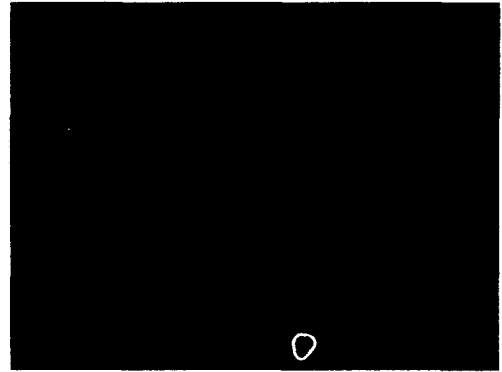
(b) filling in isotropic phase.

그림 3. UV광조사를 이용한 네마틱액정의 프리틸트각의 어닐링시간 의존성

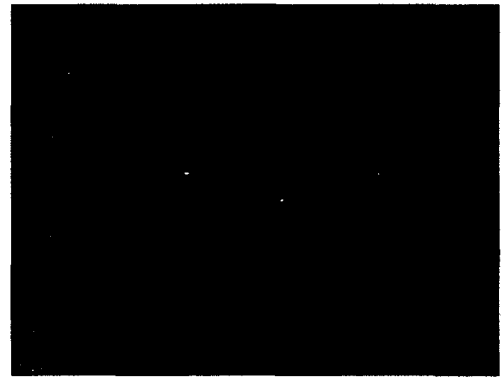
Fig. 3. Dependence of annealing time of NLC pretilt by UV exposure on the PI surfaces.

스클리네이션 결함이 발생하였다. 그러나, 100°C에서 60분간 어닐링한 경우 매우 균일한 액정배향을 나타내었다.

그림 4 (a)에 *in-situ* 광배향법을 이용한 셀에 isotropic 상에서 네마틱 액정을 주입한 경우의 편광현미경 사진을 나타내었다. 이 경우 역시 어닐링을 하지 않았기 때문에 작은 도메인이 발생하였다. 그



(a) filling in isotropic phase.



(b) annealing for 60 min. after filling in isotropic phase

그림 4. *in-situ* 광배향법을 이용한 셀에 isotropic 상에서 네마틱액정 주입시의 편광현미경 사진

Fig. 4. Microphotographs of aligned NLC by using the *in-situ* photo-alignment method.

러나 그림 4 (b)에 나타낸 바와 같이, 100°C에서 60분간 어닐링을 한 경우 매우 균일한 액정 배향을 나타내었다. 위 결과로부터 *in-situ* 광배향법을 이용한 경우 도메인 발생의 방지에 어닐링 처리가 매우 유효하다는 것을 알 수 있다.

In-situ 광배향법을 이용한 경우의 액정 배향은 이전의 보고결과⁶⁾와 매우 잘 일치하는 경향을 나타내었다. 이러한 *in-situ* 광배향법은 측쇄기를 가진 폴리머(AL-3046)를 사용한 경우 짧은 UV 조사 시

디스플레이 광소자분야

간에서의 프리틸트 제어에는 다소 불리하다는 경향을 본 실험에서 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 폴리이미드의 소성 시에 UV광 조사를 이용한 액정 배향 및 프리틸트각 발생에 대하여 검토하였다. 폴리이미드의 소성 시에 UV광 조사를 이용한 *in-situ* 광배향법에서의 프리틸트각은 일반 광분해법을 이용한 경우보다 작게 발생하는 것을 알 수 있었다. 그리고 *in-situ* 광배향법을 이용한 네마틱 액정의 프리틸트는 어닐링 처리에 의하여 증가하는 경향을 나타내었다. 결론적으로 측쇄기를 가진 폴리머를 사용한 경우 *in-situ* 광배향법은 액정배향의 열적 안정성은 우수하나, 짧은 UV 조사 시간에서의 프리틸트 제어가 다소 불리하다는 것을 알 수 있었다. 향후 이에 관한 보충 연구가 필요하다고 사료된다.

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] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.