

소성온도에 따른 광유기된 프리틸트와 액정배향 Liquid crystal alignment and photo-induced pretilt by imidization temperature.

서대식 송실대학교 공과대학 전기공학과
김형규 송실대학교 공과대학 전기공학과

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

Abstract

In this study, we investigated pretilt angle generation and liquid crystal alignment by UV light irradiation during imidization of polyimide. Generated pretilt angle of NLC by using *in-situ* UV photo-alignment method was smaller than that of the conventional UV photo-alignment method. Also, generated pretilt angle of NLC tends to increase by annealing. We found that *in-situ* UV photo-alignment method has higher thermal stability of LC alignment, but it has a disadvantage to control pretilt angle.

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

1. 서 론

고정세 LCD를 구현하기 위해서는 균일한 액정배향과 안정한 프리틸트각의 제어가 요구되고 있다. 네마틱 액정의 프리틸트각은 TN-LCD의 역틸트된 디스클리네이션 결합을 방지하는데 매우 중요한 역할을 하고 있다.

최근, 고정세 LCD의 제작에 러빙처리법을 대신하여 광배향법이 기대를 모으고 있다. 광배향법으로는 광분해법¹⁻³⁾, 광중합법⁴⁾, 광이성화법⁵⁾ 등이 제안되고 있다. 여기에서 광분해법은 일정온도로 소성된 폴리이미드 표면에 편광 또는 비편광 UV광을 조사하여 광분해반응(폴리머의 부분절단)에 의하여 광학이방성이 발생하여 액정분자가 한쪽방향으로 배열되는 방법이다.

최근 이러한 광분해법과 다른 *in-situ* UV광 배향법을 이용한 액정배향에 관하여 J. H. Kim et al. 이 보고하였다⁶⁾. 이 방법은 *in-situ* UV광배향법이 일반 광분해법에 비하여 액정배향이 열적으로 안정하다는 결과를 보고하고 있다.

그러나 이러한 *in-situ* UV광배향법을 이용한 경우의 프리틸트 발생에 대하여는 아직 보고되지 않았다.

그래서, 본 연구에서는 *in-situ* 광배향법을 이용한 액정배향, 프리틸트 발생, 그리고 일반 광분해법과의 비교 검토 등에 대하여 보고한다.

2. 실 험

실험에는 측쇄기를 가진 폴리머(AL-3046, Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. 제공)를 사용하였다.

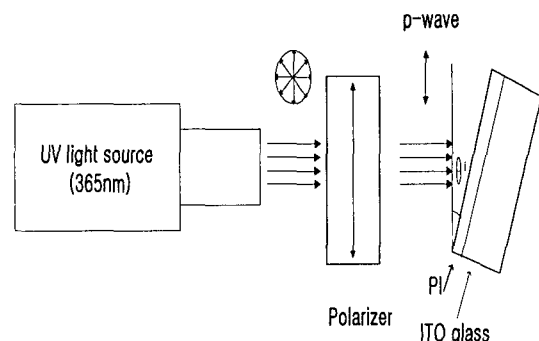


그림 1. UV 광조사 시스템.

Fig. 1. UV light irradiation system.

폴리머는 스핀코팅법을 사용하여 ITO(indium-tin-oxide)전극 위에 균일하게 도포하였다. 일반 광분해법은 폴리머를 180°C에서 1시간 소성하였으며, *in-situ* 광배향법은 80°C에서 30분간 초기 소성하였다. PI막은 약 500Å으로 조절하였다. 실험에 사용한 편광된 UV광조사시스템을 그림1에 나타내었다. 기판에는 파장이 365nm의 UV광이 경사 조사된다. *in-situ* 광배향용은 폴리이미드표면을 150°C로 소성하면서 편광된 UV광을 조사시킨다. 액정셀은 샌드위치 형태로 제작하였으며 두께는 60 μ m로 조절하였다. 셀제작후 네마틱액정의 혼합물(Tc=87°C)을 네마틱상(nematic phase) 및 등방상(isotropic phase)에서 각각 주입하였다. 액정배향평가는 편광현미경의 관찰을 이용하였다. 프리틸트각은 결정회전법을 이용하였으며, 실온에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

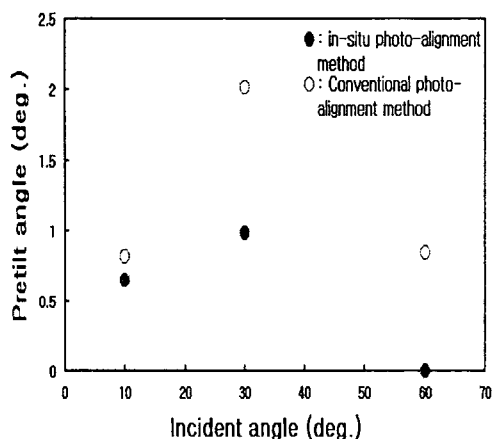


그림 2. 폴리이미드 표면에 UV광 조사에 따른 네마틱 액정의 프리틸트각의 조사각도 의존성
Fig. 2. Dependence of incident angle of NLC pretilt by UV light irradiation on PI surfaces.

그림2에 폴리이미드 표면에서의 UV광조사에 따른 네마틱 액정의 프리틸트각의 조사각도 의존성을 나타내었다. UV광의 입사각도가 30°에서 가장 큰 프리틸트각이 발생하는 것을 알 수 있다. 그 이상의 입사각도에서는 역으로 프리틸트각이 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 광분해반응

을 일으키기 때문에 이때의 폴리머의 표면구조가 프리틸트 발생에 기여가 작은 것으로 생각할 수 있다. 그러나, 일반 광분해법은 180°C에 이미드화가 되어 있는 상태에서 UV광을 조사하기 때문에 폴리머의 광분해반응이 잘 일어나며 폴리머의 표면구조가 프리틸트발생에 크게 기여하는 것으로 생각할 수 있다. 따라서, 고프리틸트의 제어라는 관점에서 볼 때, *in-situ* 광배향법보다 일반 광분해법이 더 유리하다고 생각할 수 있다.

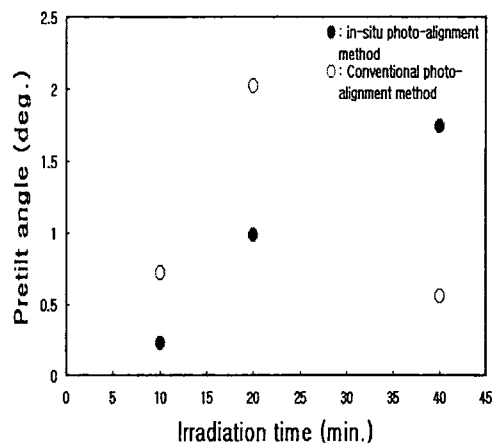
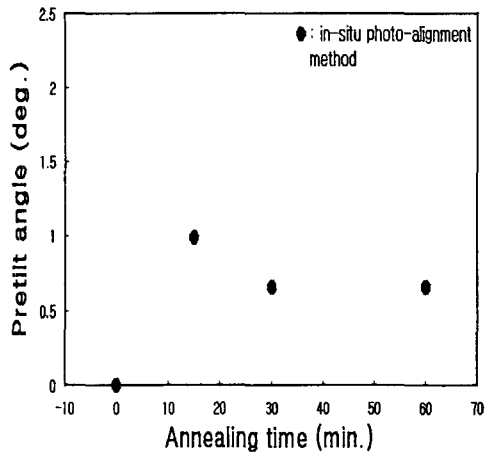


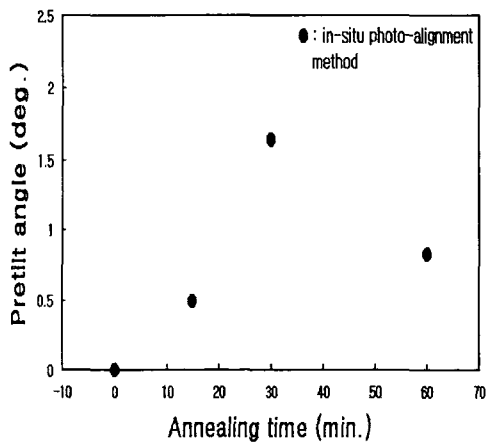
그림 3. 폴리이미드 표면에 UV광 조사에 따른 네마틱 액정의 프리틸트각의 조사시간 의존성
Fig. 3. Dependence of irradiation time of NLC pretilt by UV light irradiation on PI surfaces.

그림3은 폴리이미드 표면에 UV광조사를 이용한 네마틱 액정의 프리틸트각의 조사시간 의존성을 나타낸다. 일반 광분해법을 이용한 경우 프리틸트각은 20분까지는 증가하는 경향을 나타냈으며 20분에서 가장 큰 값을 나타내었다. 그 이상의 조사시간에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 이전의 결과와 매우 잘 일치함을 알 수 있다¹⁾. 즉, 20분 정도의 UV광조사가 프리틸트각의 발생에 가장 적당한 에너지의 입사로 생각할 수 있다.

한편, *in-situ* 광배향법을 이용한 셀에서는 UV광의 조사시간이 증가함에 따라 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 즉 조사시간이 증가할수록 프리틸트각이 높아지는 것을 알 수 있다. 이러한 결과로부터 UV광조사가 짧은 시간에 고프리틸트를 발생시키기 위해서는 일반 광분해법이 유리한 것을 알 수 있다.



(a) filling in nematic phase.



(b) filling in isotropic phase.

그림 4. UV광조사를 이용한 네마틱액정의 프리틸트각의 어닐링시간 의존성

Fig. 4. Dependence of annealing time of NLC pretilt by UV light irradiation on PI surfaces.

그림4(a) 및 (b)에 폴리이미드의 소성 시에 UV광조사를 이용한 네마틱액정의 프리틸트각의 어닐링시간의존성을 나타내었다.

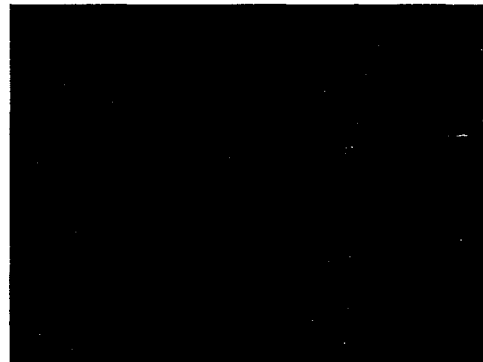
그림4 (a)의 네마틱상에서 네마틱액정을 주입한 후 어닐링한 경우 어닐링에 의하여 프리틸트발생이 향상됨을 알 수 있다. 이것은 광분해반응에 의해 절단된 폴리머가 원래의 위치로 되돌아오려는 작용에 의하여 프리틸트가 증가하는 것으로 생각할 수 있

다.

그림4 (b)의 isotropic상에서 네마틱액정을 주입한 경우 역시 어닐링을 하지 않은 경우 프리틸트가 0°를 나타내었으나, 어닐링 시간이 증가함에 따라 프리틸트가 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과로부터 광분해반응을 이용한 액정배향에는 어닐링효과가 크게 기여함을 알 수 있다.



(a) filling in nematic phase.



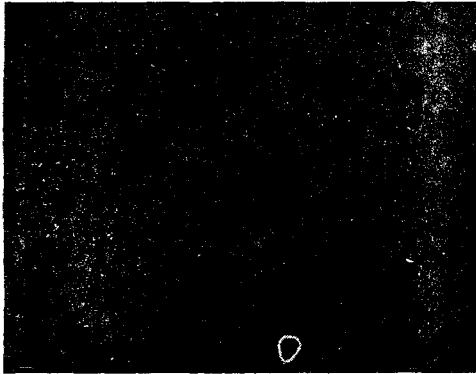
(b) annealing for 60 min. after filling in nematic phase.

그림 5. *in-situ* 광배향법을 이용한 셀에 네마틱상에서 네마틱액정 주입시의 편광현미경 사진

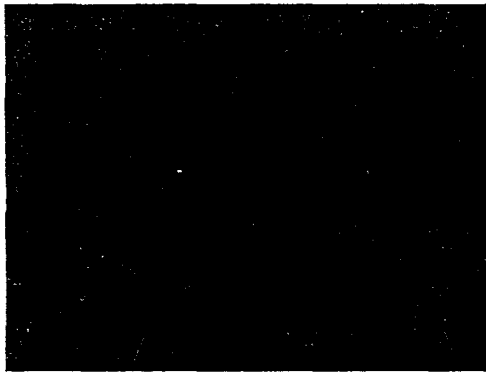
Fig. 5. Microphotographs of aligned NLC by using *in-situ* UV photo-alignment method.

그림5(a)에 *in-situ* 광배향법을 이용한 셀에 네마틱상에서 네마틱액정을 주입한 경우의 편광현미경사진을 나타내었다. 어닐링을 하지 않은 경우 큰 디스클리네이션 결함이 발생하였다. 그러나, 그림 5(b)에

나타낸 바와 같이, 100℃에서 60분간 어닐링한 경우 매우 균일한 액정배향을 나타내었다.



(a) filling in isotropic phase.



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

그림 6. *in-situ* 광배향법을 이용한 셀에 isotropic 상에서 네마틱액정 주입시의 편광현미경 사진

Fig. 6. Microphotographs of aligned NLC by using *in-situ* UV photo-alignment method.

그림 6(a)에 *in-situ* 광배향법을 이용한 셀에 isotropic 상에서 네마틱액정을 주입한 경우의 편광현미경사진을 나타내었다. 이 경우 역시 어닐링을 하지 않았기 때문에 작은 도메인이 발생하였다. 그러나 그림 6(b)에 나타낸 바와 같이, 100℃에서 60분간 어닐링을 한 경우 매우 균일한 액정배향을 나타내었다. 그림5와 그림6으로부터 *in-situ* 광배향법을 이용한 경우 도메인 발생의 방지에 어닐링처리가 매우 유효하다는 것을 알 수 있다.

in-situ 광배향법을 이용한 경우의 액정배향은 이

전의 보고결과⁶⁾와 매우 잘 일치하는 경향을 나타내었으나, 이러한 *in-situ* 광배향법은 고프리틸트제어에 매우 불리하다는 것을 본 실험에서 입증하였다. 따라서 고프리틸트 제어에는 일반광분해법을 이용하는 것이 매우 유리하다는 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 폴리이미드의 소성 시에 UV광 조사를 이용한 액정배향 및 프리틸트각 발생에 대하여 검토하였다. 폴리이미드의 소성 시에 UV광 조사를 이용한 *in-situ* 광배향법에서의 프리틸트각은 일반광분해법을 이용한 경우보다 작게 발생하는 것을 알 수 있었다. 그리고 *in-situ* 광배향법을 이용한 네마틱액정의 프리틸트는 어닐링처리에 의하여 증가하는 경향을 나타내었다. 결론적으로 *in-situ* 광배향법은 액정배향의 열적 안정성은 우수하나, 고프리틸트제어에는 불리한 단점을 가지고 있으며, 향후 이에 관한 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, "A method for liquid crystal alignment using in situ ultraviolet exposure during imidization of polyimide", Applied Physics Letters, Vol. 73, pp. 3372, 1998.