

광폴리머 표면에 *In-situ* 광중합법을 이용한 네마틱액정의 배향 효과에 관한 연구

A study on alignment effects for Nematic Liquid Crystal by *in-situ* Photodimerization Method on a photopolymer surface

정은아*, 황정연*, 서대식*, 김재형**

(Eun-A Jung*, Jeoung-Yeon Hwang*, Dae-Shik Seo*, Jae-Hyung Kim**)

Abstract

We investigated the aligning capabilities for nematic liquid crystal (NLC) using a *in-situ* photodimerization method on various photopolymer surfaces. High pretilt angle of the NLC can be measured by obliquely polarized UV exposure of 30° on a photo-crosslinkable polyimide (PI) based polymer surface for 3 min. The pretilt angle of the NLC generated on the photopolymer surface using the *in-situ* photodimerization method was higher than that of a blending photopolymers (PI and cinnamate materials).

Key Words : Nematic liquid crystal, a photo-crosslinkable polyimide, *In-situ* photodimerization method, pretilt angle

1. 서 론

최근 액정디스플레이 (LCD)에 사용되는 액정배향 방법으로 광배향법의 한종류인 광중합법 [1-2]에 관한 연구가 활발하게 이루어 지고 있다. 그리고 고분자를 소성하면서 UV 조사하는 *in-situ* 광배향법이 많이 연구되고 있다[3, 4]. 본 연구 그룹은 긴 측쇄기를 가진 폴리이미드 (AL-3046) 표면에서 *in-situ* 광분해법을 이용한 액정 배향 효과 및 프리틸트 발생에 대하여 연구보고 하였다[3]. 이 결과에 따르면 폴리이미드(PI) 소성 시에 UV 조사하는 *in-situ* 광분해법을 이용한 네마틱액정의 프리틸트 각은 일반 광분

해법을 이용한 경우보다 작게 발생하는 경향을 나타내었다. 그러나 PI계 blending 한 광폴리머 표면에 *in-situ* 광중합법을 이용한 프리틸트각 제어에 관하여는 아직 보고되지 않고 있다.

본 연구에서는 PI계 광폴리머와 PI와 광폴리머를 복합(blending)한 광폴리머등을 소성하면서 UV 조사하는 *in-situ* 광중합법을 이용한 프리틸트각 제어에 대하여 검토하였다.

2. 실험

본 실험에서 사용한 수평배향용 PI계 광폴리머 (PI-Chal-BP), PI(SE-150), 수평배향용 광폴리머 PCEMA(poly (cinnamolyethyl methacrylate)), PVCi (poly(vinyl cinnamate)등의 분자구조를 그림 1에 나타내었다.

* 연세대학교 전기전자공학과

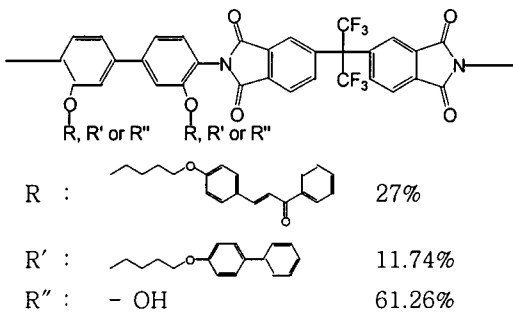
(서울시 서대문구 신촌동 134

Fax: 02-362-6444

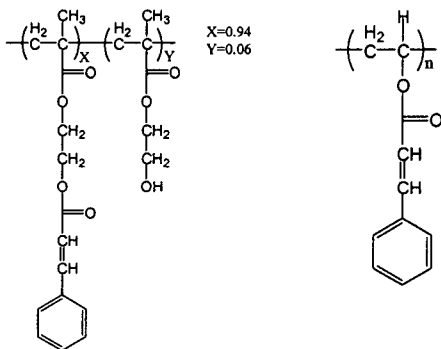
E-mail : dsseo@yonsei.ac.kr)

** 연세대학교 물리학과

- PI-Chal-BP : photo-crosslinkable polyimide based polymer
- PCEMA : poly (cinnamolyethyl methacrylate)
- PVCi : poly(vinyl) cinnamate
- SE-150 : for medium pretilt (Nissan Chemical Industries Co., Ltd.).

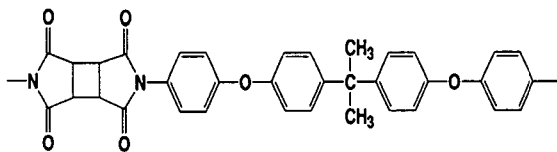


(a) PI-Chal-BP



(b) PCEMA

(c) PVCi



(d) PI (SE-150)

그림 1. 3종류의 광폴리머와 PI의 분자구조.

Fig. 1. Molecular structure of the three kinds of the photopolymers and the PI.

표 1에 사용한 폴리머의 구성을 나타내었다. 폴리머는 PI에 광반응 가능한 물질을 합성한 PI계 광폴리머인 PI-Chal-BP, PCEMA와 PI를 복합한 광폴리머 그리고 PVCi와 PI를 blending한 광폴리머등이다. 폴리머는 스핀 코팅법을 이용하여 ITO (indium-tin-oxide) 전극 위에 균일하게 도포 하였다. PI막 두께는 약 400Å으로 조절하였다. 실험에 사용한 편광된 UV광 조사 시스템을 그림 2에 나타내었다. 기판에는 365nm의 파장을 가진 UV광을 경사 조사시켰다. 사용한 UV광의 에너지 밀도는 15.5 mW/cm² 이다. *In-situ* 광중합법에서는 광폴리머를 100°C에서 1분간 초기 소성한 후 150°C로 소성 하면서 편광된 JV광을 경사 조사하였다. 액정 셀은 샌드위치 형태로 제작하였으며 셀 두께는 60μm로 조절 하였다. 사용한 액정은 정의 유전을 이방성을 가진 네마틱 액정(Δε=7.4)이다. 프리틸트 각은 결정 회전법을 이용하였으며 실온에서 측정하였다.

표 1. 폴리머의 구성

Table 1. Compositions of the polymers.

	A	B	
Polymer-1	PI-Chal-BP	×	
Polymer-2	PCEMA	PI	blending(A+B)
Polymer-3	PVCi	PI	blending(A+B)

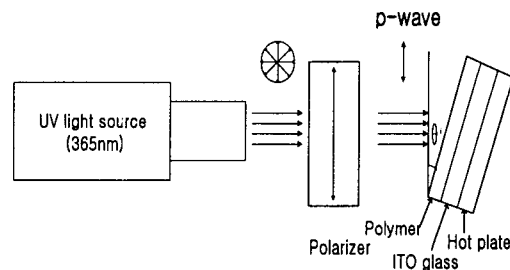


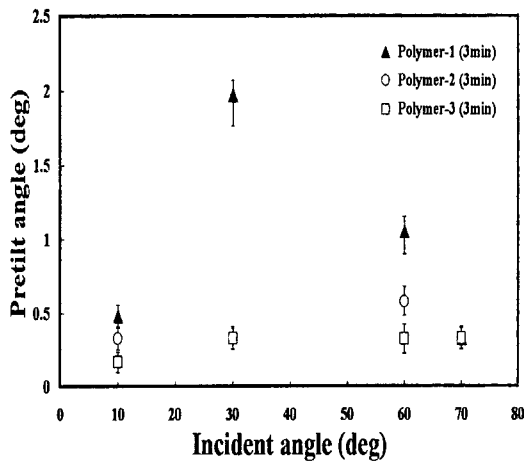
그림 2. UV 조사 시스템.

Fig. 2. UV exposure system.

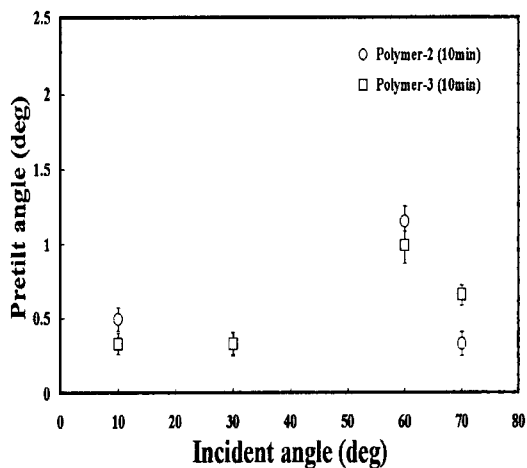
3. 결과 및 고찰

그림 3(a)에 3종류의 광폴리머 표면에 3분간 편광된 UV광을 경사 조사시의 조사각도에 따른 네마틱 액정의 프리틸트 발생을 나타내었다. PI계 광폴리머(polymer-1)를 사용한 경우, 30°의 입사각도에서 3분간 UV 조사시에 프리틸트각이 약 2° 발생하였

다. 그러나 일반 PI와 cinnamate 계열의 광폴리머를 blending한 광폴리머(polymer-2와 polymer-3)는 프리틸트가 매우 작게 발생하는 경향을 나타내었다. 그림 3(b)는 일반 PI와 cinnamate 계열의 광폴리머를 복합한 광폴리머(polymer-2와 polymer-3) 표면에 10분간 편광된 UV광을 경사 조사시의 조사각도에 따른 네마틱 액정의 프리틸트 발생을 나타내었다. 일반 PI와 cinnamate 계열의 광폴리머를 복합한 광폴리머(polymer-2와 polymer-3)는 60°의 입사각도에서 10분간 UV 조사시에 약 1°의 프리틸트각을 발생하였다.



(a)



(b)

그림 3. 3 종류의 광폴리머 표면에 편광된 UV 광 조사시의 입사각도에 따른 프리틸트각.

Fig. 3. Pretilt angles for NLC with polarized UV exposure on the three kinds of the polymer surfaces as a function of incident angle.

그림 4는 3종류의 광폴리머 표면에 편광된 UV광 조사시의 네마틱 액정의 프리틸트각의 UV 조사시간 의존성을 나타낸다. Polymer-1 표면에 있어서 30°의 입사각도에서 3분간 UV 조사한 경우 가장 높은 프리틸트를 나타내었으며, UV 조사시간이 증가할수록 프리틸트가 현저하게 감소하는 경향을 나타내었다. Polymer-2와 polymer-3을 사용한 경우, 60°의 입사각도에서 10분간 UV 조사한 경우 가장 큰 프리틸트를 나타내었다. 또한, UV 조사시간이 증가할수록 프리틸트가 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 chalcone기를 side chain으로 포함하고 있는 polymer-1의 경우, 3분간 UV 조사하면 광중합된 chalcone에 의해 프리틸트가 증가하나 3분 이상 UV 조사하면 chalcone기내의 결합력이 약한 ester linkage가 깨지기 때문에 프리틸트가 현저하게 감소하게 된다. 그러나 cinnamate기가 함유한 polymer-2와 polymer-3의 경우, 10분이상 UV 조사하면, ester linkage가 깨지기 때문에 프리틸트가 감소하게 된다. 또한, polymer-1의 광중합기인 chalcone기가 polymer-2와 polymer-3의 광중합기인 cinnamate기보다 UV 반응성이 좋기 때문에 UV 조사시간이 더 짧은 시간에 더 높은 프리틸트를 발생시키는 것으로 생각할 수 있다. 즉 일반 PI에 광반응 가능한 물질을 합성한 PI계 광폴리머가 일반 PI와 광폴리머를 복합한 폴리머보다 더 높은 프리틸트를 발생시키는 것을 알 수 있다. 결론적으로 *in-situ* 광중합법을 이용하면 프리틸트각 제어가 가능하다는 것을 알 수 있었으며, 본 실험에서 사용한 재료의 경우 광반응 가능한 물질을 합성한 PI계 광폴리머가 일반 PI와 광폴리머를 복합한 광폴리머보다 프리틸트각 제어가 유리하다는 것을 알 수 있었다.

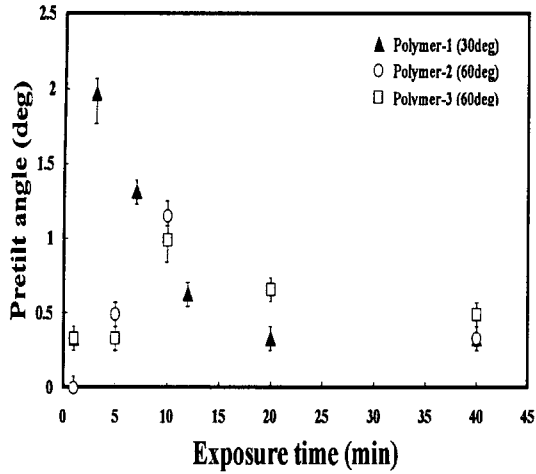


그림 4. 3 종류의 광폴리머 표면에 편광된 UV광 조사시의 조사시간에 따른 네마틱 액정의 프리틸트각.

Fig. 4. Pretilt angles for NLC by polarized UV exposure on the three kinds of photopolymer as a function of exposure time.

4. 결 론

본 연구에서는 in-situ 광중합법을 이용한 광폴리머의 프리틸트각 제어에 대하여 검토하였다. 네마틱 액정의 프리틸트각은 광중합 가능한 PI계 광폴리머인 PI-Chal-BP 표면에서 약 2° 정도 발생하였다. 또한, 광중합 가능한 물질을 합성한 PI계의 광폴리머가 일반 PI와 cinnamate 계열의 광폴리머를 복합한 광폴리머보다 프리틸트 제어가 더 유리하다는 것을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] 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. 2155-2164, 1992.
- [2] Y. Makita, T. Ogawa, S. Kimura, S. Nakata, M. Kimura, Y. Matsuki, and Y. Takeuchi, "New photo alignment materials containing

chalcone structures", IDW 97, pp. 363-366, 1997.

- [3] 서대식, 김형규, "폴리이미드 소성 시에 UV 광조사를 이용한 프리틸트 발생에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, Vol. 13, No. 1, pp. 75-79, 2000.
- [4] 황정연, 서대식, 한은주, 김재형, "수직배향용 폴리이미드의 소성시에 UV조사를 이용한 프리틸트각 제어", 전기전자재료학회논문지, Vol. 13, No. 11, pp. 950-953 (2000).