

## *In-situ* 광배향법을 이용한 Flexible TN 셀의 액정배향 효과

남기형<sup>1</sup>, 황정연<sup>1</sup>, 이휘원<sup>1</sup>, 최면길<sup>2</sup>, 서동학<sup>2</sup>, 김영환<sup>1</sup> and 서대식<sup>1</sup>  
연세대학교<sup>1</sup>, 한양대학교<sup>2</sup>

### Liquid Crystal Alignment Effect using *in-situ* Photoalignment on Flexible TN cell

Ki-hyung Nam, Jeoung-Yeon Hwang, Whee-won Lee, Myung-gil Choi, Dong-hack Suh,  
Young-Hwan Kim and Dae-Shik Seo  
Yonsei Uni., Hanyang Uni.

#### Abstract

We have investigated the generation of pretilt angle for a nematic liquid crystal (NLC) alignment with *in-situ* photoalignment method on polyimide (PI) surfaces using thin plastic substrates. The LC aligning capabilities and pretilt angle of the thin plastic substrates by *in-situ* photoalignment method were better than that of the glass substrate by general photoalignment. Also, the LC pretilt angle increased with increasing heating temperature and exposure time. And EO characteristics of photoaligned TN-LCDs using *in-situ* photodissociation method on glass substrate and on plastic substrate are also excellent.

**Key Words** : Nematic liquid crystal (NLC), Pretilt angle, thin plastic substrate, *in-situ* photoalignment, EO characteristics

#### 1. 서 론

최근 들어 박형, 경량 및 유연한 디스플레이 (flexible display)를 구현하기 위해서는 유리 기판 대신에 고분자 기판 (polymer substrate)을 사용하는 연구가 많이 진행되고 있다[1]. 고분자 기판을 사용함으로써 유리기판에 비해 부피가 줄고 무게가 줄면서 휴대용 디스플레이, 유연성 (flexibility)이 커지면서 곡면 위의 디스플레이 (flexible display)로의 응용이 가능하다. 그러므로 경량, 박형을 최우선으로 하는 휴대정보통신단말기분야 뿐만 아니라 PDA, 노트북, 모니터등에서 고분자 필름을 이용한 액정표시소자의 개발이 필요하다. 이러한 액정디스플레이에서 액정분자의 균일 배향이 필수적이라 할 수 있으며, 현재 양산에 사용되고 있는 것은 폴리이미드(PI) 표면에 액정분자를 배향시키는 러빙법이다[2]. 러빙법은 기판에 도포한 액

정 배향막을테이블 위에 놓고, 테이블을 이동시키면서, 러빙천을 감은 롤러(roller)를회전시키면서 문지르는 방법이다.

Flexible LCD에 사용되는 고분자 필름의 낮은 내열성 때문에 저온 공정이 필요하다. 또한, 유연한 재질로 인한 소자 공정시 유리 기판을 사용할 때와 달리 coating, rubbing 및 cell gap 유지등의 공정등에서 많은 문제가 발생한다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 연구에서는 러빙 배향방법인 광배향법[3,4]을 이용하였다. 광배향법은 비접촉식 배향법이므로 러빙법의 단점을 근본적으로 해결 할 수 있으며, 배향 매카니즘도 러빙법과 상이하기 때문에 저온공정이 가능하다.

그러므로 본 연구에서는 고분자 기판을 사용시 폴리이미드 표면에서의 광배향법에 의한 액정

배향효과에 관하여 검토하였다.

## 2. 실험

본 실험에서는 고분자 기판은 polycarbonate (PC) 이다. 또한 일본 Nissan Chemical Industries 의 수평 폴리이미드를 사용하였다. 사용한 폴리이미드의 구조식을 그림 1에 나타내었다. 수평 폴리이미드는 ITO (indium-tin-oxide) 기판 위에 스펀 코팅법을 이용하여 코팅하였다. 일반적인 광배향법은 120℃~250℃에서 1시간동안 소성하였으며, 상온에서 편광되지 않는 UV를 조사하였다. *In-situ* 광배향법은 50℃~120℃에서 열처리를 하면서 동시에 편광되지 않는 UV를 조사하였다. 그림 2에 실험에 사용한 편광되지 않는 UV 조사 시스템을 나타내었다. 기판 표면에 조사된 UV 광은 1000 W 의 Mercury 램프를 사용하였으며, UV 에너지 밀도는 12.0 mW/cm<sup>2</sup> 이다. 프리틸트를 측정하기 위하여 액정셀은 샌드위치 형태로 제작하였으며 두께는 60 μm로 조절하였다. 사액정은 유전율이 양(+)인 네마틱 액정 ( $\Delta\epsilon=8.2$ )을 사용하였다. 그리고 액정 배향 상태를 평가하기 위하여 편광 현미경을 이용하였다. 또한, 프리틸트각은 결정 회전법을 이용하여 실온에서 측정하였다. 전기광학특성을 측정하기 위하여 액정셀은 90도 비틀려서 제작하였으며 두께는 5μm로 조절하였다. 사액정은 유전율 이방성이 양(+)인 네마틱 액정 ( $\Delta\epsilon=8.2$ )을 사용하였다.

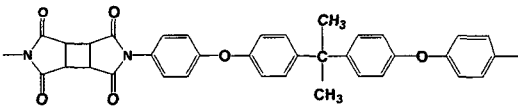


그림 1. 사용한 폴리머의 화학구조.

Fig. 1. Chemical structure of the polymer.

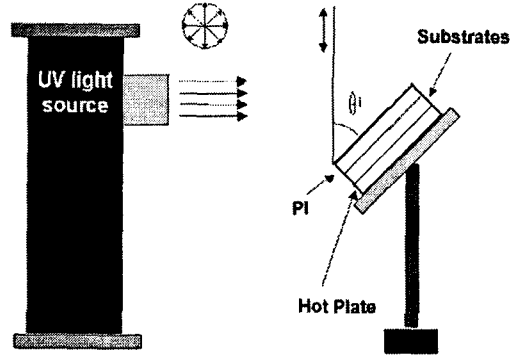


그림 2. UV 조사 시스템.

Fig. 2. UV exposure system.

## 3. 결과 및 고찰

그림 3은 *in-situ* 광배향법을 이용시 유리기판과 고분자 기판에서 편광되지 않는 UV 조사각도에 따른 액정셀의 프리틸트각의 발생을 나타내었다. 이때 기판에 1분 동안 UV를 조사하였다. 그림에서와 같이 고분자 기판을 이용한 액정셀의 프리틸트 각이 유리기판을 이용한 액정셀보다 높은 프리틸트 각을 나타내었다. 또한 고분자 기판을 이용한 경우에는 UV 조사각도가 증가할수록 프리틸트 각이 증가하는 경향을 나타내었다. 이것은, 그림 4에서 보듯이 고분자 기판의 표면의 거칠기(surface roughness=5nm)가 유리(surface roughness=1.1~1.3nm)보다 크기 때문에 폴리이미드 막 표면에 UV 조사로 인하여 microgroove가 더 크게 형성되므로 더 높은 프리틸트가 발생한다고 생각할 수 있다. 결국 고분자막 표면처리에 의한 액정의 표면분자배향은 고분자막의 표면형성이 프리틸트 발생에 기여한다고 생각할 수 있다.

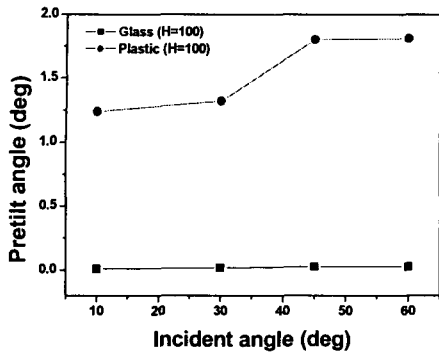
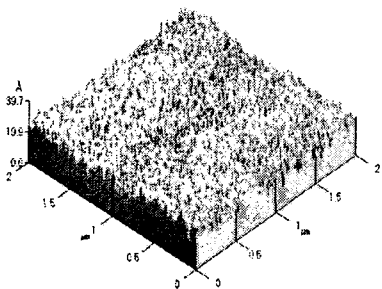
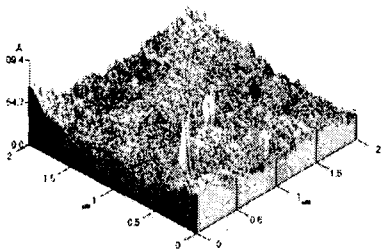


그림 3. *In-situ* 광배향법을 이용시 유리기판과 고분자 기판에서 편광되지 않는 UV 조사각도에 따른 네마틱액정의 프리틸트각의 발생.

Fig. 3. Generation of pretilt angles in NLC on the glass and plastic substrate using in-situ photoalignment method as a function of non-polarized UV



(a) Glass substrate



(b) polymer film

그림 4. 두 종류의 기판을 이용한 폴리이미드 표

면의 AFM 사진.

Fig. 4. AFM images on PI surface with two kind of substrate:

(a) glass substrate, (b) polymer film.

그림 5은 고분자 및 유리기판을 이용한 경우 폴리이미드 표면에서의 TN셀의 전압-투과율 곡선을 나타내었다. 이 그림에서와 보는 바와 같이 유리기판과 고분자 기판을 이용한 두가지 종류의 TN셀 모두 bounce가 없는 안정적인 V-T 특성을 나타내었다. 그러나, 고분자 기판을 이용한 TN셀은 유리기판을 이용한 TN셀보다 다소 낮은 투과율 특성을 나타내었다.

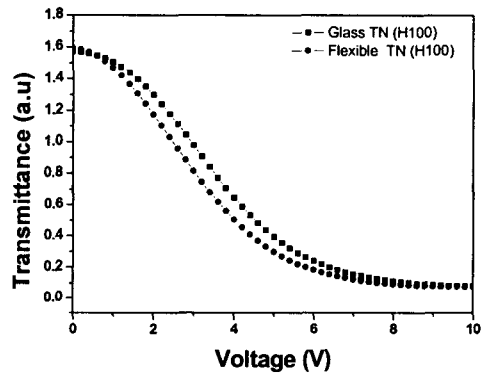


그림 5. 고분자 및 유리기판을 이용한 경우 폴리이미드 표면에서의 TN셀의 전압-투과율 곡선.

Fig. 5. V-T characteristic of TN cell on polymer and glass substrate.

그림 6은 고분자 및 유리기판을 이용한 경우 폴리이미드 표면에서의 응답 특성을 나타낸다. 그림에서와 보는 바와 같이 유리기판과 고분자 기판을 이용한 두 가지 종류의 TN셀 모두 안정적인 특성을 나타내었다. Total response time을 보면 고분자 기판은 13.21 ms이고 유리 기판은 12.81 ms였다. 두 기판의 속도 차이는 0.4ms 로서 거의 차이가 없다고 볼 수 있다. 따라서 고분자 기판을 이용한 TN-LCD와 유리기판을 이용한 TN-LCD는 서로 거의 동일한 응답 특성을 나타낸다고 볼 수 있다.

## 참고 문헌

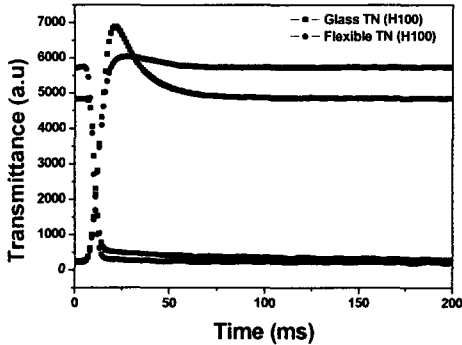


그림 6. 고분자 및 유리기판을 이용한 경우 폴리이미드 표면에서의 응답 특성.

Fig. 6. R-T characteristic of TN cell on polymer and glass substrate.

## 4. 결론

연구에서는 고분자 기판에서 *in-situ* 광배향법을 이용할 때 네마틱 액정의 배향 효과 대하여 검토하였다. 일반적인 광배향법의 경우에는 유리기판을 이용한 경우가 고분자 기판을 사용한 경우보다 양호한 배향성을 나타내었다. 하지만, 고분자 기판에서 *in-situ* 광배향법을 이용할 경우가 일반적인 광배향법을 이용한 경우보다 양호한 배향성을 나타내었다. 또한 *in-situ* 광배향법을 이용한 경우, 유리 기판보다 고분자 기판을 이용한 액정셀의 프리틸트각이 증가함을 알 수 있었다. 그리고 기판의 온도가 증가할수록, 또한 UV 조사시간이 증가할수록 프리틸트각이 증가하였다. 전기광학셀을 만들었을 경우, 고분자 기판을 이용한 TN-LCD와 유리기판을 이용한 TN-LCD는 서로 거의 동일한 전압-투과율 특성과 응답 특성을 나타내었다.

## 감사의 글

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업(M1-0412-00-0008)과 정보통신부 대학 IT 연구센터 육성 지원 사업의 일환으로 수행되었습니다.

- [1] H. Sato, H. Fujikake, H. Kikuchi, Y. Iino, M. Kawakita, and Y. Tsuchiya, "Fluorinated polymer alignment layers formed at low temperature", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 40, No. 1, p. L53, 2001.
- [2] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, "Generation of pretilt angles in nematic liquid crystal, 5CB, media aligned polyimide films prepared by spin-coating and LB techniques : effect of rubbing", Mol. Cryst. and Liq. Cryst., Vol. 213, p. 223, 1992.
- [3] 황정연, 이윤건, 서대식, 김준영, 김태호, "3가지 종류의 치환기를 함유한 N-(phenyl)maleimide 계 광폴리머 표면을 이용한 액정 배향 효과에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, 15권, 3호, p. 264, 2002.
- [4] 황정연, 서대식, 한은주, 김재형, "수직 배향용 폴리이미드의 소성시에 UV조사를 이용한 프리틸트각 제어", 전기전자재료학회논문지, Vol. 13, No. 11, p. 950-953, 2000.