

플라스틱 기판을 이용한 *in-situ* 광배향법에 의한 액정배향 효과

황정연, 남기형, 김종환, 김강우, 서대식

연세대학교 전기전자공학부

Liquid Crystal Alignment Effect with *in-situ* Photoalignment on Plastic Substrates

Jeoung-Yeon Hwang, Ki-Hyung Nam, Jong-Hwan Kim, Kang-Woo Kim, and Dae-Shik Seo

Department of Electrical & Electronic Engineering, Yonsei 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.

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

1. 서론

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 액정 배향막을 테이블 위에 놓고, 테이블을 이동시키면서, 러빙천을 감은 롤러(roller)를 회전시키면서 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 너러빙 배향방법인 광배향법[3,4]을 이용하였다. 광배향법은 비접촉식 배향법이므로 러빙법의 단점을 근본적으로 해결 할 수 있으며, 배향 메카니즘도 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 폴리이

미드의 구조식을 그림 1에 나타내었다. 수평 폴리이미드는 ITO (indium-tin-oxide) 기판 위에 스프인코팅법을 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 W의 Mercury 램프를 사용하였으며, UV 에너지 밀도는 12.0 mW/cm² 이다. 프리틸트를 측정하기 위하여 액정셀은 샌드위치 형태로 제작하였으며 두께는 60 μm로 조절하였다. 사액정은 유전율 이방성이 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.

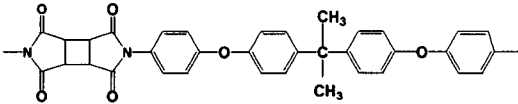


그림 1. 사용한 폴리머의 화학구조.

Fig. 1. Chemical structure of the polymer.

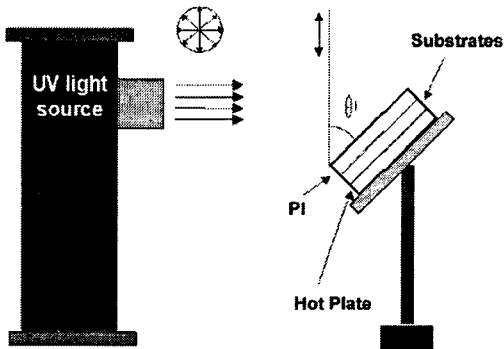


그림 2. UV 조사 시스템.

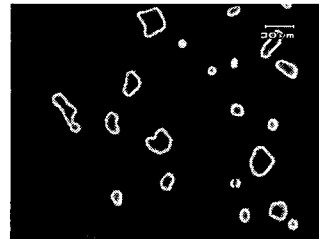
Fig. 2. UV exposure system.

3. 결과 및 고찰

그림 3에 유리기판과 고분자 기판을 사용했을 때 폴리이미드 표면에 편광되지 않는 UV 조사한

액정셀의 편광현미경 사진을 나타내었다. 그림에서와 같이 상온에서 편광되지 않는 UV를 조사시 유리기판을 이용한 경우에는 양호한 배향을 나타내었으나, 고분자 기판을 이용한 경우에는 낮은 배향성을 나타내었다.

그림 4에 고분자 기판을 사용했을 때, 폴리이미드 표면에 일반적인 광배향법과 *In-situ* 광배향법으로 제작된 액정셀의 편광 현미경 사진을 나타내었다. 그림에서와 같이 나타낸 바와 같이, 소성하지 않고 열을 가하면서 편광되지 않는 UV를 조사하는 *In-situ* 광배향법을 이용한 액정셀이 1시간 소성후에 상온에서 편광되지 않는 UV를 조사한 경우보다 양호한 배향을 얻을수 있었다. 결국, *In-situ* 광배향법을 이용하여 고분자 기판을 이용시 발생한 액정배향성을 향상 시킬 수 있었다.



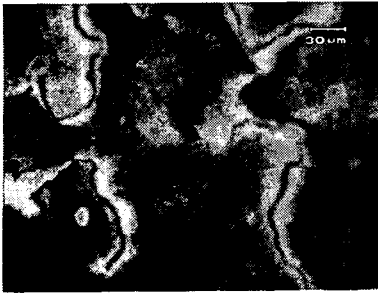
(a) glass substrate



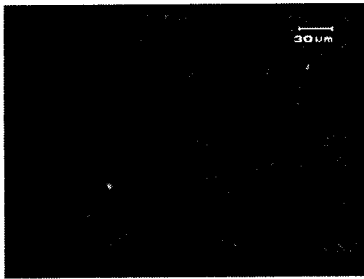
(b) plastic substrate

그림 3. Glass와 plastic 기판의 표면을 이용한 광배향 액정셀의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

Fig. 3. Microphotographs of photoaligned LC cell on the glass and plastic substrate.(in crossed Nicols).



(a) General photoalignment method



(b) *In-situ* photoalignment method

그림 4. 고분자 기판에서 일반적인 광배향법과 새로운 광배향법을 이용한 광배향 액정셀의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

Fig. 4. Microphotographs of photoaligned LC cell using general and *in-situ* photoalignment method on the plastic substrate.(in crossed Nicols).

그림 5는 유리기판을 이용한 경우 소성온도에 따른 편광되지 않는 UV 조사시간에 따른 프리틸트 각 발생을 나타내었다. 이때 폴리이미드 표면에 편광되지 않는 UV 조사각도는 45° 이다. 소성온도가 증가할수록 UV 조사시간이 증가할수록 프리틸트각이 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 모든 조건에서 1° 이하의 낮은 프리틸트 각을 나타내었다.

그림 6은 *in-situ* 광배향법을 이용시 유리기판과 고분자 기판에서 편광되지 않는 UV 조사각도에 따른 액정셀의 프리틸트각의 발생을 나타내었다. 그림에서와 같이 고분자 기판을 이용한 액정셀

의 프리틸트 각이 유리기판을 이용한 액정셀보다 높은 프리틸트 각을 나타내었다. 또한 고분자 기판을 이용한 경우에는 UV 조사각도가 증가할수록 프리틸트각이 증가하는 경향을 나타내었다.

그림 7에 *in-situ* 광배향법에서 열 가하는 온도에 따른 액정셀의 프리틸트 각을 나타내었다. 그림에서와 같이 열 가하는 온도가 증가할수록 UV 조사시간이 증가할수록 프리틸트 각은 증가하였다.

그러므로 고분자 기판에서 *in-situ* 광배향법을 이용하여 양호한 배향성과 높은 프리틸트각을 얻을 수 있었다.

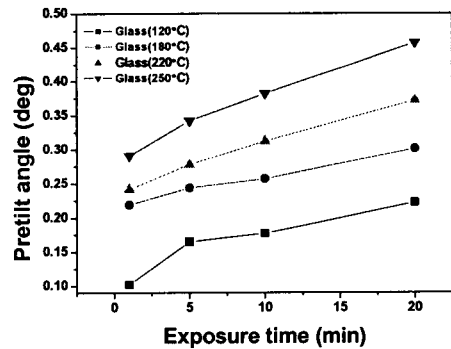


그림 5. 유리기판을 이용한 경우 소성온도에 따른 편광되지 않는 UV 조사시간에 따른 네마틱액정의 프리틸트각의 발생.

Fig. 5. Generation of pretilt angles in NLC with exposure on the glass substrate as a function of non-polarized UV exposure time.

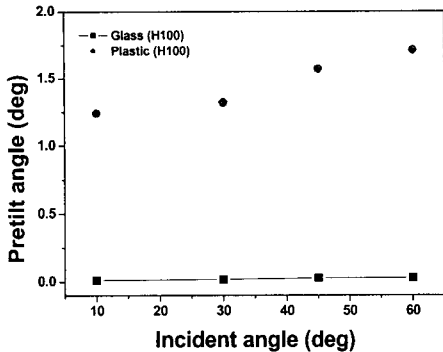


그림 6. *In-situ* 광배향법을 이용시 유리기판과 고분자 기판에서 편광되지 않는 UV 조사각도에 따른 네마틱액정의 프리틸트각의 발생.

Fig. 6. Generation of pretilt angles in NLC on the glass and plastic substrate using *in-situ* photoalignment method as a function of non-polarized UV incident angle.

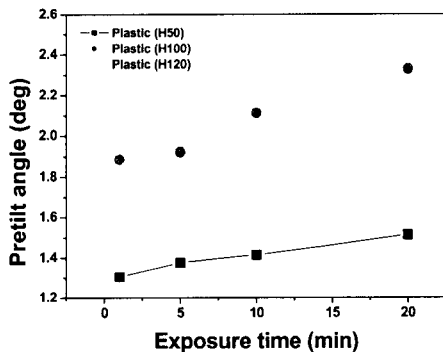


그림 7. *In-situ* 광배향법을 이용시 열 가하는 시간에 따른 네마틱액정의 프리틸트 각의 발생.

Fig. 7. Generation of pretilt angles in NLC as a function of heating time on the *in-situ* photoalignment method.

4. 결론

본 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. 또한 *in-situ* 광배향법을 이용한 경우에는 액정배향성과 프리틸트각이 향상됨을 알 수 있었다. 그리고 열가하는 온도가 증가할수록 UV 조사시간이 증가할수록 프리틸트각이 증가하였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업 (M1-0203-00-0008)의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [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, 이운건, 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.