

# 액정배향막 표면 개질에 따른 전기광학적 특성연구

오병윤, \*서대식  
연세대학교 전기전자공학과  
e-mail : [byeongyun@yonsei.ac.kr](mailto:byeongyun@yonsei.ac.kr), [dsseo@yonsei.ac.kr](mailto:dsseo@yonsei.ac.kr)

## Electro-optical characteristics of liquid crystal alignment layer modified by ion beam irradiation

Byeong-Yun Oh, \*Dae-Shik Seo  
Department of Electrical and Electronic Engineering  
Yonsei University

### Abstract

The potential of non-rubbing technology for applying to display devices was demonstrated by irradiating a high density argon ion beam (IB) on a polyimide (PI) as a liquid crystal alignment layer. The superior electro-optical characteristics were obtained, compared to rubbed PI. Although the low pretilt angle was created on the IB irradiated PI.

### I. 서론

리빙공정은 폴리이미드(polyimide) 배향막(alignment layer)을 사용하여 액정을 정렬시키기 위해 물리적 마찰에 의한 접촉식 방법으로, 리빙시 리빙천에 의해 배향막 표면위에 리빙 스크래치, 먼지, 트랜지스터 소자의 파괴 원인으로 정전기가 발생되는 단점이 있다[1]. 이로 인해, 먼지 등을 제거하기 위한 추가 세정공정이 필요하기 때문에 공정상 마진이 협소하며, 광학적 특성을 향상시키기 위한 방법으로 한계를 지니고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 비접촉식(non-contact) 방법인 SiO<sub>x</sub> 경사증착법, 자외선(ultraviolet) 광배향 방법과 이온빔(ion beam) 조사방

법이 대안으로 보고되고 있다[2]. 하지만, 광배향 방법은 액정의 프리틸트 각(pretilt angle)을 부여하기가 어렵고, 낮은 액정 결합에너지로 인한 액정의 배향 신뢰성 문제점이 있으며, 긴 조사시간이 요구된다. 또한, 광배향에 사용되는 액정 배향막 선택의 범위가 좁은 한계가 있다. 이에 반해, 이온빔 조사방법에 경우, 강한 조사에너지에 의해 짧은 조사시간에도 액정배향이 가능하며, 유기·무기물 배향막 적용가능하고, 강한 결합에너지에 의해 배향막의 신뢰성이 우수하다는 장점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 비접촉식 방법인 이온빔 조사에 의한 액정배향연구를 진행하였으며, 비교군인 러빙셀(cell)을 동시에 제작하여 광학적 특성을 비교분석하였고, 리빙공정의 대체가능성을 평가하였다.

### II. 본론

이온빔 조사후 배향막 표면에서의 프리틸트 각은 0.7°로 측정되었고, 리빙처리된 배향막 표면에서의 프리틸트 각은 9.6°를 보였다. 즉, 이온빔 조사가 리빙처리에 비해 배향막 표면에서의 프리틸트 각이 현저히 낮음을 알 수 있었다. 따라서 상대적으로 낮은 프리틸트 각을 갖는 이온빔이 조사된 배향막 표면과 액정과 결합에너지가 리빙처리된 배향막보다 강하다는 것을 예측할 수 있다.

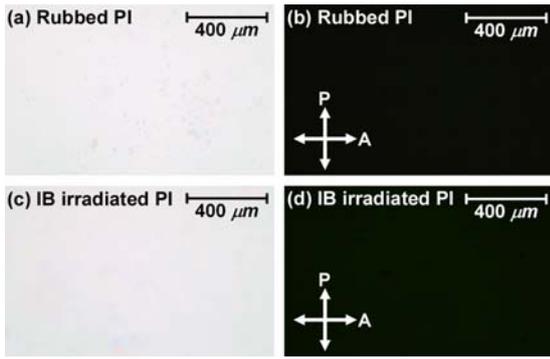


그림 1. 이온빔 조사와 러빙처리에 따른 액정배향특성.

그림 1은 이온빔 조사와 러빙처리에 의해 제작된 액정셀의 배향특성인 광학현미경 이미지를 나타내고 있다. 이온빔이 조사된 배향막의 경우, 낮은 프리틸트 각에도 불구하고 러빙과 동일한 수준의 배향특성을 보임을 알 수 있다.

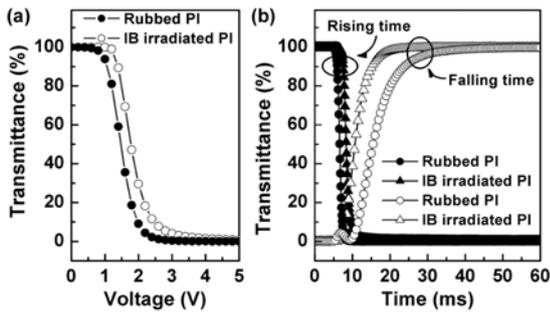


그림 2. 이온빔 조사와 러빙처리에 따른 액정셀의 전기광학적 특성.

그림 2는 이온빔 조사와 러빙처리에 의해 제작된 액정셀의 광학적 특성인 전압-투과율과 응답속도를 나타내고 있다. 그림 2(a)에서 볼 수 있듯이, 투과도가 90% 일 때, 이온빔이 조사된 액정셀의 문턱전압은 1.37 V 이었고, 러빙처리된 액정셀은 1.22 V로 측정되었다. 그림 2(b)에서 볼 수 있듯이, 이온빔이 조사된 액정셀의 경우 상승시간(rising time)이 1.85 ms와 하강시간(falling time)이 6.91 ms이었고, 러빙처리된 액정셀은 상승시간이 1.43 ms와 하강시간 12.36 ms로 측정되었다. 광학적 측정 결과로써, 이온빔 조사된 액정셀이 상대적으로 하강시간이 빠르다는 것을 알 수 있는데, 이것은 극성 결합에너지와 연관이 있다. 실제로 측정된 이온빔 조사된 배향막의 경우 극성 결합에너지가  $4.87 \times 10^{-3} \text{ J/m}^2$  이었고, 러빙처리된 배향막의 경우  $1.59 \times 10^{-3} \text{ J/m}^2$  이었다. 결과적으로 강한 극성 결합에너지를 갖는 이온빔 조사된 배향막은 러빙처리된 배향

막과 비교하여 낮은 프리틸트 각을 가지며, 우수한 광학적 특성을 보임을 알 수 있었다.

### III. 실험방법

액정배향막인 폴리머를 도전성박막이 증착되어 있는 유리기관위에 스핀코팅방법을 이용하여 균일하게 코팅하였다. 폴리머가 코팅된 기관을 80°C, 10분간 소프트 베이킹(soft baking) 과정과 230°C의 1시간동안 이미드화를 진행하였다. 이미드화된 폴리머(폴리이미드)의 두께는 ~50 nm로 관찰되었으며, 액정배향을 위한 목적으로 이온빔장비를 이용하여 폴리이미드 표면위에 1.8 keV의 이온빔에너지와 입사각이 45°하에서 아르곤(Ar) 이온빔을 1분간 조사하였다. 이온빔 조사후 액정의 전기광학적 특성을 평가하기 위해서 antiparallel 셀과 90° twisted nematic 액정셀을 제작하였고, 비교군으로 폴리이미드 표면위에 러빙처리된 기관에 대해서도 위와 동일조건으로 셀을 제작하였다. 배향능력을 측정하기 위해 crystal rotation method 기법을 이용하여 프리틸트 각을 측정하였으며, 전기광학적 특성을 평가하기 위해 analyzer parameter 장비를 이용하여 전압-투과율(voltage-transmittance) 측정과 응답속도(response time)를 러빙셀과 비교측정하였다.

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

비접촉식 방법인 이온빔 조사에 의한 액정배향연구를 진행하였으며, 러빙셀과 전기광학적 특성을 비교분석함으로써 러빙공정의 대체가능성을 평가하였다. 낮은 프리틸트 각을 갖는 이온빔의 조사된 배향막은 강한 결합에너지를 가지고 있었으며, 이로 인해 러빙처리된 배향막보다 우수한 광학적 특성을 나타내었다. 향후 이온빔 조사에 따른 배향막의 배향메카니즘에 대한 연구를 진행할 예정이다.

### 참고문헌

[1] Jong-Yeon, Kim *et al.*, "Compositional investigation of liquid crystal alignment on tantalum oxide via ion beam irradiation" *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 92, No. 4, pp. 043505, 2008.  
 [2] Jacob Y. L. Ho *et al.*, "Variable liquid crystal pretilt angles generated by photoalignment of a mixed polyimide alignment layer" *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 90, No. 24, pp. 243506, 2007.