

# SiO<sub>x</sub>박막의 이온빔 조사에 의한 액정 선경사각 제어

## Pretilt control of liquid crystal by the ion beam exposure on a-SiO<sub>x</sub> film

손필국, 박정훈, 차성수, 김재창, 윤태훈  
부산대학교 전자공학과  
deviants@pusan.ac.kr

정보화 사회로의 진전이 가속되면서 평판 디스플레이에 대한 수요가 높아져 기존 CRT를 대체하는 다양한 평판 디스플레이가 개발, 실용화되고 있다. 평판 디스플레이 중에서 TFT-LCD는 현재 패널 사이즈에 관계없이 대량생산체제를 갖추고 있고, 초기에는 주로 노트북PC, Desktop 모니터를 중심으로 시장이 형성되었으나 최근에는 월드컵 등의 열기로 40인치 이상의 대형TV로 확대되어 그 수요가 폭증하고 있다. 현재 대다수의 LCD 제조공정에서 액정을 배향하기 위해서 러빙(Rubbing)방법으로 천을 PI배향막 표면에 직접 문질러 액정들을 배향시키는 접촉식 방법이 사용되고 있는 데, 배향 후 배향막 찌꺼기를 발생시키는 문제, 불균일 배향, 정전기 등 많은 문제점을 안고 있다. 이러한 문제는 향후 고해상도 디스플레이에서 치명적인 문제가 된다. 따라서 배향의 문제점들을 해결하기 위해 제안된 새로운 비접촉식 방법 중에서 이온빔 배향법이 있다. 이온빔 배향법은 러빙에서 요구되는 세척과정이 없고, 무기배향막을 사용할 경우 열경화 과정까지 생략할 수 있어 생산비용 측면에 있어 장점을 가지고 있다<sup>(1),(2)</sup>. 과거 논문에서는 이온빔을 이용한 수직무기배향에 대한 연구가 많이 진행되지 않았다<sup>(3-6)</sup>. 본 논문에서는 RF magnetron sputtering system으로 비정질 SiO<sub>x</sub> 무기막을 증착하고, 무기막 표면에 이온빔을 조사하여 액정분자들을 배향시켜 선경사각을 어느 정도 제어할 수 있는지 알아 보았다. 무기막의 증착조건을 보면 분위기는 아르곤 가스(99.99%)를 사용하여 두께는 50 nm, 증착온도는 150°C을 기준으로 증착을 했다. 이온빔 조사 조건은 CHC(cold hollow cathode)형의 이온빔 소스를 사용했고, 초기 진공은 10<sup>-6</sup> torr, 작업 진공은 10<sup>-4</sup> torr을 기준으로 아르곤 가스(99.99%)를 주입하여 실험을 하였다. 액정 셀은 이온빔 조사방향의 반평행하게 만들고 셀갭은 3.8 μm을 기준으로 액정은 “Merck사 negative MLC-6608”을 주입하였다. 액정의 선경사각은 crystal rotation method으로 측정하고, 배향에너지 측정은 전기용량-전압의 관계식으로 구했다. 무기막 표면의 형상 및 전기적 포텐셜 형상은 일본 SEICO사의 AFM(atomic force microscopy), KFM(Kelvin probe microscopy)을 사용했다.

그림 1은 비정질 SiO<sub>x</sub>표면에 이온빔 조사각도에 대한 선경사각의 결과이다. 이온빔 조사조건은 에너지 70 eV, 조사시간 1초, 전류밀도 3.12×10<sup>13</sup> Ar<sup>+</sup>/s.cm<sup>2</sup>로 하였다. 비정질 SiO<sub>x</sub> 무기막을 증착하면 액정분자들이 전계인가 후에 random하게 눕지만 이온빔 조사를 통해서 액정분자들의 이방성을 확보할 수 있다. 이온빔 조사각도에 따라 선경사각(수평을 기준으로)이 약 89°에서 약 8°까지 제어 가능하다는 것을 보여준다. 본 결과는 증착온도가 30°C에서 300°C까지 거의 같은 결과를 얻었다. 그림 2는 증착온도에 따른 배향에너지에 대한 결과이다. 선경사각을 약 89°를 기준으로 증착온도 150°C에서 배향에너지는 최고 5.7×10<sup>-4</sup> J/m<sup>2</sup>을 가진다. 이 정도의 배향에너지는 러빙 수준의 배향에너지보다(2.21×10<sup>-5</sup> J/m<sup>2</sup>) 높은 값이다. 그림 3은 증착온도에 대한 열적안정성 결과로 증착온도 150°C와 200°C에서는 최고 120°C까지(10시간 유지) 열적 안정성을 확보하였다. 그림 4는 이온빔 조사시간에 따른 표면의 형상 및 전기적인 형상을 보는 주는 결과이다. 수직배향이 되는 조사시간에 대한 표면거칠기와 배향이 안 되는

**한국광학회 하계학술발표회**

조사시간에 대한 표면거칠기는 차이가 없는 것을 보여준다. 그러나 KFM 결과를 보면 수직배향이 되는 조사시간에서는 약 3.5 mV(rms)이고, 배향이 안 되는 범위에서는 거칠기는 1.5 - 2 mV(rms)인 것을 확인할 수 있었다.

결론적으로, ITO/Glass위에 비정질 SiO<sub>x</sub>을 증착을 하고 이온빔에 조사각도에 따라 선경사각을 89°에서 8°까지 제어할 수 있었다. 또한 증착온도에 따라 배향에너지 및 열적 안정성의 결과에서 증착온도가 150°C에서 가장 적합하다는 것을 알 수 있었다. 과거논문에서 배향 메커니즘으로 무기막의 표면거칠기가 높을수록 배향이 잘 되는 것으로 알고 있었으나 본 실험결과는 무관하다는 것을 알 수 있었다. 그러나 KFM 결과를 보면 이온빔 조사에 의해서 표면의 전기적 포텐셜이 높을수록 수직배향이 되고, 전기적인 포텐셜이 낮을수록 배향이 안 되는 것을 확인했다. 결국 이온빔 조사에 의한 무기막 표면의 분자결합이 깨어지면서 분자들의 이온화 현상이 수직배향에 영향을 줄 것으로 예상된다.

**참고문헌**

1. J. L. Janning, Appl. Phys. Lett., 21, 173 (1972).
2. P. Chaudhari *et al.*, Nature, 411, 56 (2001).
3. P. K. Son, S. S. Cha, J. C. Kim, and T.-H. Yoon, Proc. IDW '05, 157 (2005).
4. P. K. Son, J. H. Park, S. S. Cha, J. C. Kim, and T.-H. Yoon, Appl. Phys. Lett. (2006, *in press*).
5. P. K. Son, J. H. Park, J. C. Kim, and T.-H. Yoon, *submitted to Thin Solid Films* (2006).
6. S. S. Cha, P. K. Son, J. H. Park, J. C. Kim, and T.-H. Yoon, Proc. COOC '06, 176 (2006).

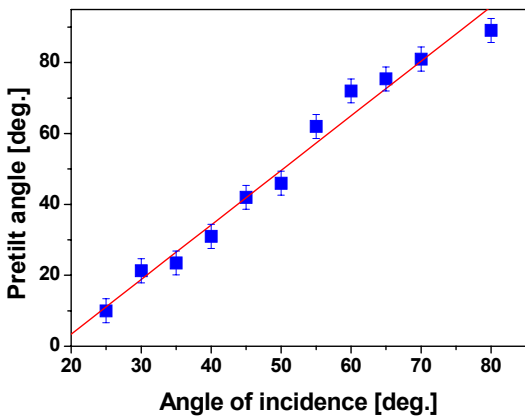


그림 1. a-SiO<sub>x</sub>표면에 이온빔 조사각도에 대한 선경사각

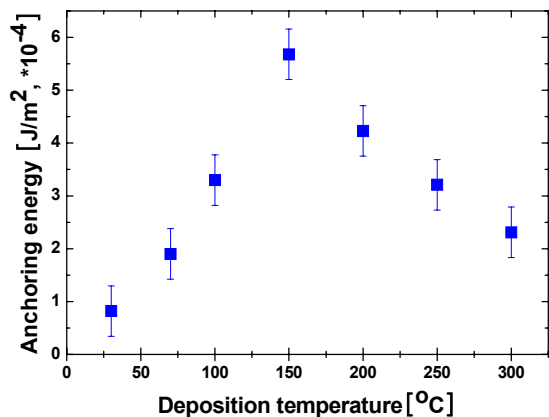


그림 2. a-SiO<sub>x</sub>의 증착온도에 대한 배향에너지

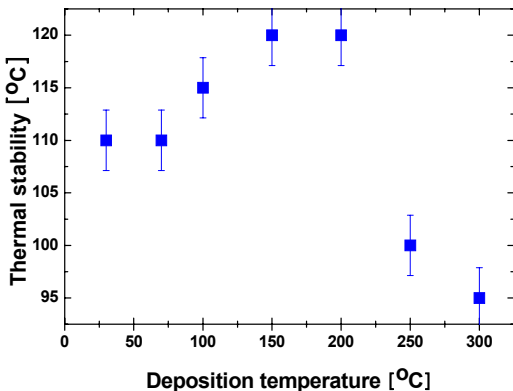


그림 3. a-SiO<sub>x</sub>의 증착온도에 대한 열적안정성

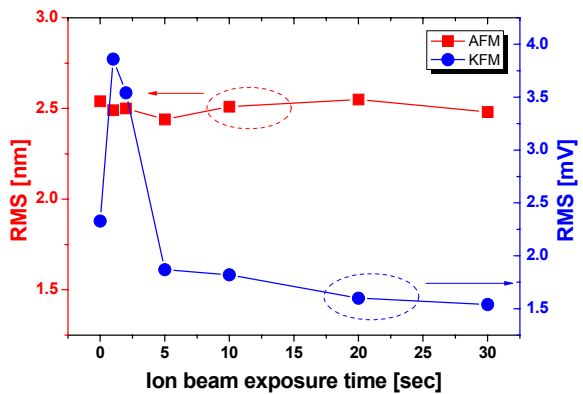


그림 4. 이온빔 조사시간에 대한 AFM, KFM의 거칠기 RMS값