

비정질  $\text{SiO}_x$  박막을 이용한 nematic 액정의 선경사각 제어Pretilt control of nematic liquid crystal by deposition of  $\text{SiO}_x$  film

박정훈, 손필국, 차성수, 김재창, 윤태훈

부산대학교 전자공학과

[jeunghunpark@pnu.edu](mailto:jeunghunpark@pnu.edu)

## Abstract

Liquid crystal (LC) alignment on a- $\text{SiO}_x$  thin film was investigated by means of X-ray photoemission spectroscopy and optical transmittance as we varied the deposition temperature and the target-to-substrate distance. LC molecules can be aligned vertically on a- $\text{SiO}_x$  film when the stoichiometric parameter  $x$  of a- $\text{SiO}_x$  is smaller than 1.56, but they can be aligned homogeneously when  $x$  is larger than 1.56. We also found that whether liquid crystals can be aligned vertically or homogeneously on a- $\text{SiO}_x$  film can be predicted simply by measuring the change in optical transmittance by deposition of a- $\text{SiO}_x$  thin film layers.

첨단 기술의 급속한 발달과 함께 퍼스널 컴퓨터, 휴대전화, PDA 등에 사용되는 액정표시 소자의 수요가 급격하게 증가하고 있는 추세이다. 지금까지의 액정 배향법은 폴리이미드를 이용한 기계적인 러빙법이 일반적이거나 대면적, 고해상도 평판 디스플레이의 수요가 증가함에 따라 새로운 배향물질의 필요성이 제기되었다<sup>(1)</sup>. 비정질  $\text{SiO}_x$  박막은 열 보호층, 전기 절연막 등 현대 반도체 산업에서 다양한 분야에서 이용되고 있다<sup>(2)</sup>. 특히 ITO위에 증착된 비정질  $\text{SiO}_x$  박막은 LCD, PDP, 태양전지 등에 응용되고 있다. 지금까지 Si과  $\text{SiO}_2$ 의 계면에 관한 연구 결과는 많이 보고되었다<sup>(3),(4)</sup>. 그러나 증착 파워, 가스압력, 타겟-기판 거리, 증착온도 등 증착 조건들이 비정질  $\text{SiO}_x$  박막 표면 위에서 액정 배향에 대한 효과에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 RF magnetron sputtering 증착법을 이용하여 증착온도( $T_{sub}=30^\circ\text{C}\sim 300^\circ\text{C}$ )와 타겟-기판 거리( $d = 8 \text{ cm}, 10 \text{ cm}$ )가 비정질  $\text{SiO}_x(0 < x < 2)$ /ITO/Glass 박막 위에 nematic 액정의 배향에 어떤 영향을 주는지를 X선 광전자 분광법과 광학투과율 측정을 통하여 연구하였다.

그림 1은 전자현미경(cross-sectional SEM)을 이용하여 증착온도와 타겟-기판 거리에 따른 비정질  $\text{SiO}_x$  박막의 증착률을 측정한 결과이다.  $d = 10 \text{ cm}$ 인 경우는 증착온도가  $30^\circ\text{C}$ 부터  $300^\circ\text{C}$ 까지 변함에 따라서 증착률은  $1.4 \text{ nm/min}$ 에서  $0.7 \text{ nm/min}$ 로 감소한 반면,  $d = 8 \text{ cm}$ 인 경우는 증착률은  $2.1 \text{ nm/min}$ 에서  $1.0 \text{ nm/min}$ 로 변하였다.

증착온도와 타겟-기판 거리가 비정질 무기막 위에서 액정의 수직 배향에 어떤 영향을 주는지 확인하기 위하여, nematic 액정(Merck MLC-6088)을 이용하여 셀갭  $4 \mu\text{m}$ 의 액정셀을 제작하였다. 그림 2는 증착온도와 타겟-기판 거리에 따른 액정 셀의 선경사각을 rotation method법으로 측정한 결과이다.  $d = 8 \text{ cm}$ 인 경우에는 증착온도와 상관없이 선경사각이 약  $89^\circ$ 로 수직배향이 되었다.  $d = 10 \text{ cm}$ 인 경우에는 증착온도  $100^\circ\text{C}$ ,  $150^\circ\text{C}$ 를 제외한 나머지 온도에서 선경사각이  $2^\circ$ 이하로 수평배향이 되었다.

그림 3은 비정질  $\text{SiO}_x$  박막의  $x$ 의 변화를 X선 광전자 분광 스펙트럼으로 부터 계산한 결과이다. 조성비  $x$ 는 Si 2p와 O1s 준위의 X선 광전자 스펙트럼의 규격화된 면적비와 atomic sensitivity factor을 이용해서 구할 수 있다<sup>(5)</sup>.  $d = 8 \text{ cm}$ 인 경우  $T_{sub}$ 가  $30^\circ\text{C}$ 에서  $300^\circ\text{C}$ 로 증가함에 따라  $x$ 값이 1.52에서

**한국광학회 하계학술발표회**

1.34로 감소하였고, 이 범위에서 제작한 nematic 액정셀은 전부 수직배향이 되었다.  $d = 10$  cm인 경우는  $T_{sub}$ 가 100°C와 150°C에서 수직배향이 되었고 조성비는 각각 1.54, 1.53이었다.  $T_{sub}$ 가 30°C, 200°C, 300°C인 경우는 조성비가 1.62에서 1.64 사이의 값을 가졌으며, nematic 액정셀은 수평배향이 되었다.

그림 4는 비정질  $SiO_x$  박막의 광학적 투과도를 측정한 결과이다. 일반적으로  $SiO_x$  박막은  $x$ 값이 2에 가까워질수록 가시광선 영역에서 투명해지는 성질을 가진다<sup>(6)</sup>.  $d = 10$  cm일 때는  $T_{sub} = 300^\circ C$ 와 비교하여  $T_{sub} = 150^\circ C$ 인 경우에는 가시광선 영역에서 투과도가 평균 8% 정도 낮은 값을 가진다.  $d = 8$  cm인 경우는 거의 변화없이  $76 \pm 2.5\%$  정도에서 일정한 값을 보였다. 간단한 광학전 투과율 측정만으로 비정질 박막위에 액정이 수직 혹은 수평 배향의 여부를 예측할 수 있다.

지금까지 RF magnetron sputtering 증착법을 이용한 비정질  $SiO_x$  박막 위에서 nematic 액정의 수직배향 조건에 관해서 증착온도와 타겟-기판 거리를 변수로 연구하였다. X선 분광법으로부터 구한 비정질  $SiO_x$ 의 조성비  $x$ 가 1.56이하에서 수직배향이 되었다. X선 회절, 원자현미경 등의 복잡한 측정을 이용하지 않고 가시광선 영역에서 투과율 값의 변화를 통하여 액정의 수직 혹은 수평 배향 여부를 예측할 수 있음을 확인하였다.

**참고 문헌**

1. P. K. Son, J. H. Park, S. S. Cha, J. C. Kim, T. -H. Yoon, S. J. Rho, B. K. Jeon, J. S. Kim, S. K. Lim, and K. H. Kim, Appl. Phys. Lett (2006, in press); P. K. Son, J. H. Park, J. C. Kim, and T.-H. Yoon, Submitted to Thin Solid Films (2006)
2. K. D. Hirschman, L. Tsybeskov, S. P. Duttagupta, and P. M. Fauchet, Nature 384, 338 (1996).
3. A. Pasquarello, M. S. Hybertsen, and R. Car, Phys. Rev. Lett. 74, 1024 (1995).
4. F. J. Himpsel, F. R. McFeely, A. Taleb-Ibrahimi, J. A. Yarmoff, and G. Hollinger, Phys. Rev. B 38, 6084 (1988).
5. A. B. Christie, Methods of surface analysis, edited by J. M. Walls (Cambridge University Press, NY, 1987), p. 157.
6. S. M. A. Durrani, M. F. Al-Kuhaili, and E. E. Khawaja, J. Phys.: Condens. Matter 15, 8123 (2003)

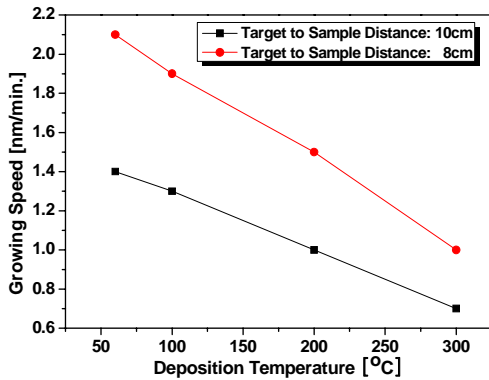


그림 1. a-SiO<sub>x</sub> 박막의 증착률

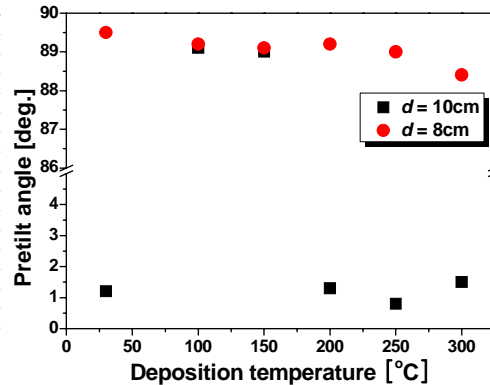


그림 2. Nematic액정 셀의 선경사각 변화

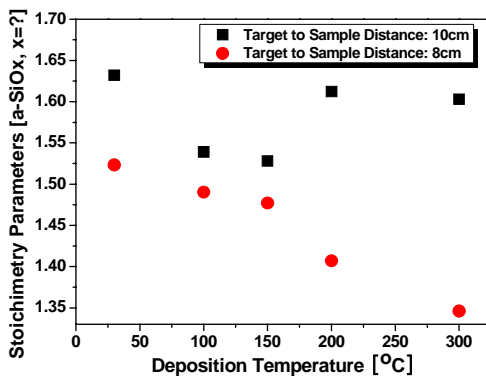


그림 3. 증착온도에 따른 x값 변화

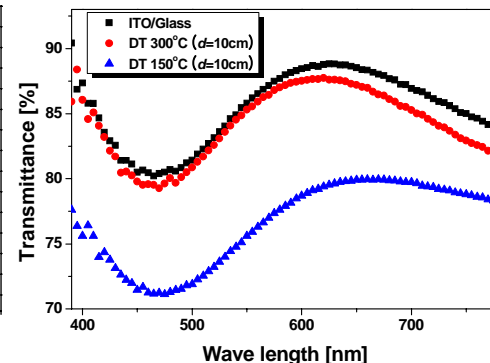


그림 4. 증착 온도별 투과율 변화(d=10cm)