

전자빔증착법을 통한 SiO_x 박막의 액정 배향 효과

Liquid Crystal Alignment Effects on SiO_x Thin Film by Electron Beam Evaporation Method

강형구¹, 한진우¹, 강수희¹, 김종환¹, 김영환¹, 황정연¹, 서대식^{1,a}
(Hyung-ku Kang¹, Jin-Woo Han¹, Soo-Hee Kang¹, Jong-Hwan Kim¹, Young-Hwan Kim¹,
Jecung-Yeon Hwang¹, and Dae-Shik Seo^{1,a})

Abstract

By using 45° obliqued evaporation method with electron beam system, uniformly vertical liquid crystal (LC) alignment was achieved. And a high pretilt angles of about 2.5° were measured. Also, it was verified that there are no variations of pretilt angle as a function of SiO_x thin film thickness 20 nm and 50 nm. A good LC alignment states were observed at annealing temperature of 250 °C. Consequently, the high pretilt angle and the good thermal stability of LC alignment by 45° obliqued electron beam evaporation method on the SiO_x thin film can be achieved.

Key Words : SiO_x thin film, LC alignment, Pretilt angle, Annealing, Thermal stability

1. 서론

마이크로디스플레이 장치는 1인치 이하의 소형 평판 디스플레이의 영상을 광학계를 사용해 60인치 이상으로 확대함으로써 많은 정보량을 작은 영역에서 구현할 수 있는 특징이 있다. 이러한 마이크로디스플레이는 rear projection TV나 모바일 장치 등에서 응용이 가능하다[1]. 액정 표시소자에서 액정의 균일한 배향은 매우 중요하다. 현재 대면적 LCD 패널 제작 양산에 사용되고 있는 방법은 폴리이미드 (PI)표면에 러빙을 통해 액정을 배향시키는 러빙법이다[2,3]. 러빙법은 이미 많은 경험의 축적으로 안정적인 배향이 가능하나, 러빙천과 기판 사이에서 생겨나는 정전기와 먼지나 오물의 발생이 문제가 되고 있으며, 대형 유리기판에서의 균일한 배향의 한계가 지적되고 있다.

마이크로 디스플레이용 패널에서 PI 러빙법을 이용한 경우 강력한 UV 조사 등에 따른 배향 변

화가 생기기 때문에 무기배향을 통한 배향법이 요구되고 있다.

현재 알려진 무기배향법은 SiO_x 진공증착법[4]과 이온빔배향법 등이 있다[5,6]. 그러나, 지금까지의 SiO_x 경사증착법을 이용한 배향에 따르면 60°로 경사증착했을 경우 프리틸트각이 0° 발생하고, 85°로 경사증착했을 경우 25°가 발생하기 때문에 응용에 어려움이 있었다.

현재 많이 이용되고있는 TN 액정을 이용한 디스플레이의 경우 2° ~ 3°의 프리틸트 제어가 필요하나, 마이크로 디스플레이의 경우 특성 향상을 위하여 수직 배향이 필요하다. 아직까지 SiO_x 증착에 있어 전자빔을 적용한 박막의 수직배향의 프리틸트각의 제어와 열적 안정성에 관해서는 보고되지 않고 있다.

본 연구에서는 SiO_x의 45° 전자빔 경사증착을 통한 수직배향 효과와 프리틸트 각의 제어, 그리고 액정배향의 열적안정성에 대해 검토해 보았다.

1. 연세대학교 전기전자공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134)

a. Corresponding Author : dsseo@yonsei.ac.kr

접수일자 : 2005. 6. 15

1차 심사 : 2005. 7. 14

심사완료 : 2005. 10. 4

2. 실험

SiO_x 박막은 electron beam (e-beam) 경사증착 방법을 이용하여 ITO (indium-tin-oxide)가 코팅된

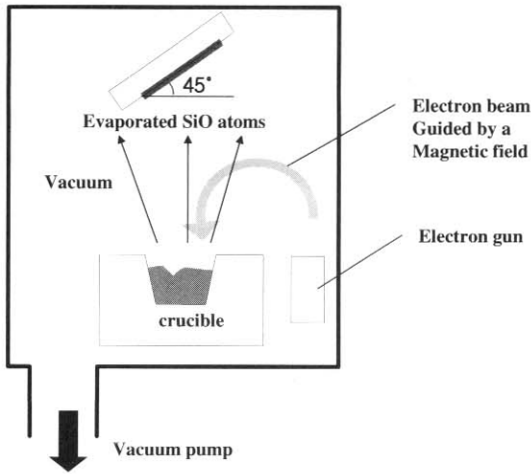


그림 1. 전자빔 증착 시스템.
Fig. 1. Electron beam evaporation system.

표 1. SiO_x 박막의 증착조건.
Table 1. Evaporated conditions of SiO_x thin film.

Parameter	Condition
Evaporation rate	1-2 nm/sec
temperature	30 °C

유리 기판 위에 증착 하였다. 증착하기 전에 ITO가 코팅된 유리 기판을 TCE (trichloroethylene), 아세톤 및 알콜 용액에서 초음파 세척을 각각 10분간 행한 후 N₂ 가스로 blowing한 뒤 electron beam 장비에서 30 °C 조건으로 증착하였다.

SiO_x 박막의 두께는 1-2 nm/sec 속도로 증착하여 각각 20 nm와 50 nm로 하였다. 그림 1은 실험에 사용한 electron beam 시스템구조이다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 45° 전자빔 경사증착을 이용한 SiO_x 박막에서의 수직배향된 액정셀들의 편광현미경 사진을 나타낸다. 그림 2(a)는 20 nm 두께의 박막이고, 그림 2(b)는 50 nm이며, 두 조건에서 모두 결함 없는 매우 우수한 배향 상태를 나타내었다.

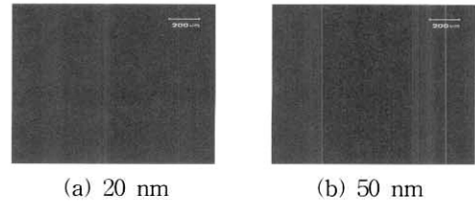


그림 2. 45° 전자빔 증착을 이용한 SiO_x 박막을 이용한 액정셀의 편광현미경 사진(편광자는 직교상태).

Fig. 2. Microphotographs of the aligned LC cells on the SiO_x thin film by 45° electron beam evaporation(in crossed Nicols).

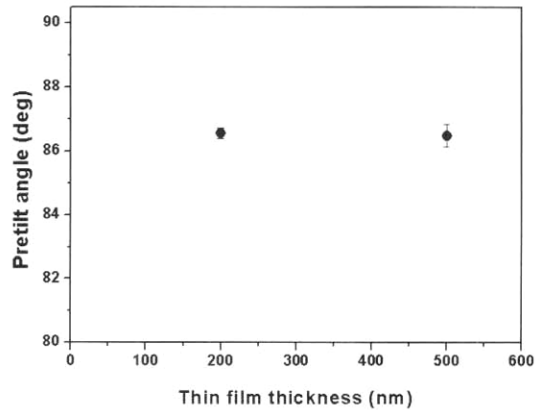


그림 3. 45° 전자빔 증착을 이용한 SiO_x 박막 두께에 따른 액정의 프리틸트 각의 발생.

Fig. 3. Generation of pretilt angles in NLC on a SiO_x thin film surface as a function of thin film thickness by 45° electron beam evaporation.

그림 3에서 볼 수 있듯, 각각의 액정 셀들로 프리틸트 각을 측정해본 결과 86.5°에 근접한 결과를 얻을 수 있었다. 프리틸트 각의 측정은 같은 조건의 셀을 여러개 만들어서, 하나의 샘플당 3포인트 이상씩 측정하여 각각의 값을 평균한 값이며, 그림 3은 그 평균값에 가장 가까운 수치를 보이는 그래프이다. 20 nm의 박막의 경우 0.2149의 표준편차를, 50 nm의 경우에는 0.0094의 표준편차를 나타냈는데, 이를 통해 액정셀 전체적으로 균일한 프리틸트 각을 형성하고 있음을 알 수 있다.

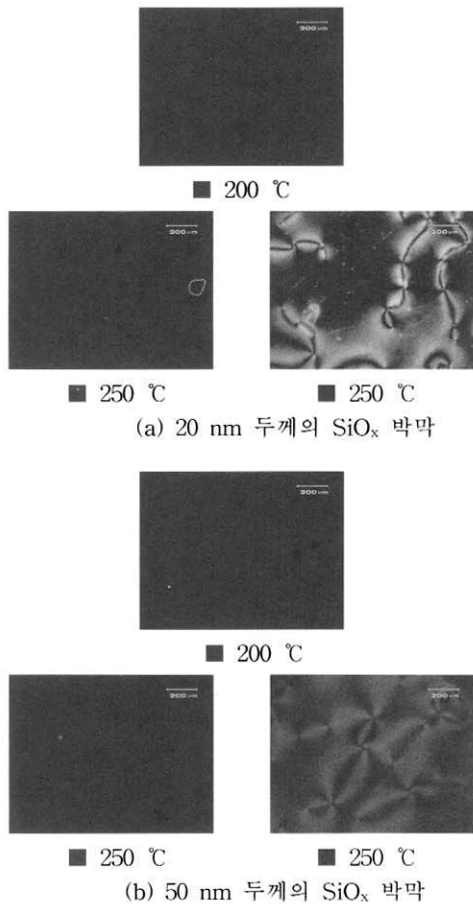


그림 4. 45° 전자빔 증착을 이용한 20 nm와 50 nm의 SiO_x 박막의 어닐링 온도에 따른 액정의 편광현미경 사진(편광자는 직교 상태).

Fig. 4. Microphotographs of the aligned LC cells on the SiO_x thin film for 60 min as a function of annealing temperature by 45° electron beam evaporation(in crossed Nicols).

그림 4는 45° 전자빔 증착을 이용한 20 nm와 50 nm SiO_x 박막의 어닐링 온도에 따른 편광현미경 사진을 나타낸다. 각각의 샘플을 hot plate 위에서 각각 200 °C, 250 °C로 1시간동안 어닐링(annealing) 했으며, 상온에서 서냉한 후의 액정셀의 배향 사진을 확인하였다. 사진에서 알 수 있듯이, 200 °C에서 20 nm두께의 박막과 50 nm의 박막 모두에서 배향 상태가 그대로 유지되었다. 그러

나 250 °C에서는 완벽하게 배향 상태를 유지하는 가운데 부분적으로 배향상태가 깨지는 것을 확인할 수 있었다. 결국, SiO_x 박막을 이용한 액정셀은 기존의 러빙 방식이나, DLC 박막을 이용한 방식과 비교하여 동등한 열적 안정성을 가지고 있음을 알 수 있었다[7].

4. 결론

본 연구에서는 전자빔 경사증착을 이용한 SiO_x 박막의 액정배향 효과와 프리틸트 제어에 대해서 검토하였다. 기존의 SiO_x 경사증착에서는 프리틸트 각이 0° (60° 경사증착의 경우)와 25° (85° 경사증착의 경우)가 발생하여 실용화에 어려움이 있었다. 본 실험은 45° 전자빔 경사증착을 이용한 수직배향으로 우수한 수직배향특성을 얻을 수 있었다. 특히, 20 nm의 두께의 SiO_x 박막으로 86.5°의 프리틸트 각을 얻을 수 있었다. 또한, 열적 안정성 실험에서도 250 °C에서도 안정한 배향상태를 나타내었다. 따라서, 45° 전자빔 경사증착을 통한 SiO_x 박막의 수직 배향법은 프리틸트 제어와 열적 안정성에서 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 차세대성장동력사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] J. E. Anderson, J. Gandhi, and J. Erdmann, "Vertically aligned field-sequential microdisplay", SID' 02, p. 958, 2002.
- [2] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, "Generation of pretilt angle in nematic liquid crystal, 5CB, media aligned polyimide films prepared by spin-coating and LB techniques : effect of rubbing", Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 213, p. 223, 1992.
- [3] D.-S. Seo, N. Yoshida, S. Kobayashi, M. Nishikawa, and Y. Yabe, "Effects of conjugation of mesogenic core of nematic liquid crystals for polar anchoring energy and surface order parameter on rubbed polyimide films", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 33, p. L1174, 1994.

- [4] P. Chaudharl, J. Lacey, J. Doyle, E. Galligan, S. C. Alan, A. Callegarl, G. Hougham, N. D. Lang, P. S. Andry, R. John, K. H. Yang, M. Lu, C. Cal, J. Speidell, S. Purushothaman, J. Ritsko, M. Samnt, J. Stohrt, Y. Nakagawa, Y. Katoh, Y. Saitoh, K. Saka, H. Satoh, S. Odahara, H. Nakano, J. Nskshski, and Y. Shiota, "Atomic-beam alignment of material for liquid-crystal displays", *Nature*, Vol. 411, p. 56, 2001.
- [5] Y.-M. Jo, J.-Y. Hwang, D.-S. Seo, S.-J. Rho, and H.-K. Baik, "Liquid crystal aligning capabilities and EO characteristics of the TN-LCD with ion-beam exposure on a new diamond-like carbon thin film layer", *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 410, p. 319, 2004.
- [6] H. Yokoyama and H. A. van Sprang, "A novel method for determining the anchoring energy function at a nematic liquid crystal-wall interface from director distortions at high fields", *J. Appl. Phys.*, Vol. 57, p. 4520, 1985.
- [7] J.-Y. Hwang, Y.-M. Jo, D.-S. Seo, S.-J. Rho, D.-K. Lee, and H.-K. Baik, "Liquid crystal alignment capabilities on a new diamond-like carbon thin film layer", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 41, p. L654, 2002.