

UV 조사법을 이용한 새로운 무기박막 표면에 액정 배향 효과

황정연*, 강형구*, 최성호*, 오병윤**, 함문호**, 명재민**, 서대식*
연세대학교 전기전자공학과*, 연세대학교 금속공학과**

Alignment Effect of Liquid Crystal on new organics thin film using Ultraviolet Exposure method

Jeoung-Yeon Hwang, Hyung-Ku Kang, Sung-Ho Choi, Byeong-Yun Oh, Moon-Ho Ham,
Jae-Min Myoung, and Dae-Shik Seo,
Yonsei Univ.

Abstract

We studied the nematic liquid crystal (NLC) alignment capability by the Ultraviolet (UV) alignment method on a-C:H thin-films, and investigated electro-optical performances of the UV aligned twisted nematic (TN)-liquid crystal display (LCD) with the UV exposure on a-C:H thin film surface. A good LC alignment by UV irradiation on a-C:H thin-film surfaces was achieved. Monodomain alignment of the UV aligned TN-LCD can be observed. The good electro-optical (EO) characteristics of the UV aligned TN-LCD was observed with oblique UV exposure on the a-C:H thin film surface for 1min.

Key Words : SiC (Silicon Carbide), Ion beam (IB), Homeotropic, Pretilt angle, Nematic liquid crystal (NLC), Annealing

1. 서론

노트북, 액정 모니터, 소형 액정 TV, 디지털 카메라, 의료기기 등의 여러 분야에 액정 표시소자(LCD)가 폭 넓게 응용되고 있다. 액정을 실제 표시소자로 사용하기 위해서는 액정분자의 균일 배향이 필수적이라 할 수 있으며, 현재 양산에 사용되고 있는 것은 폴리이미드 표면에 액정분자를 배향시키는 러빙(rubbing)법[1,2]이다. 이러한 러빙법은 공정이 단순하여 대량생산에 적합하나 러빙천에 의한 정전기 및 먼지 등의 문제점을 안고 있다. 또한, 현재 LCD에 사용되는 기판 크기는 계속 커지고 있으며, 차후 2m×2m에 육박할 것으로 예상된다. 이러한 대형 크기의 기판표면에 배향막을 균일하게 형성시키고, 형성된 배향막에 균일한 러빙공정을 형성에 큰 어려움을 가지고 있다. 이러한

문제점을 해결하기 위해 최근 rubbing-free 배향법[3-7]으로 diamond-like carbon (DLC) 박막에 ion beam (IB) 을 조사한 액정 배향법이 보고되었다 [8]. 하지만, 배향방법으로 이온빔 조사방법은 작은 크기의 디스플레이에는 적용이 용이하나, 대형 size에서는 아직 적용하는데 해결해야 할 많은 문제를 가지고 있다.

그러나, UV(Ultraviolet)광 조사방법은 현재 칼라필터 및 TFT 노광장비 등으로 사용되고 있기 때문에, 이온빔 조사방법에 비해서는 대형 크기의 디스플레이 제조에 적용하기가 용이하다. 또한 기존에 PECVD로 a-C:H 박막을 제작하였으나 [9-10], 본 연구에서는 sputtering로 제작하였다.

그러므로, 본 연구에서는 sputter로 a-C:H 박막을 제작하고 제작된 무기박막에 경사된 UV광

을 조사를 이용한 프리틸트 각의 발생 과 네마틱 액정의 배향효과에 대하여 검토하였다.

2. 실험

a-C:H 박막은 5N-purity C target를 이용하여 rf magnetron sputtering에 의해서 ITO (Indium -Tin-Oxide)가 코팅된 유리 기판 위에 증착 하였다. 기본 압력은 10^{-6} torr이하이며, 공정 압력은 Ar 분위기에서 5×10^{-3} Torr를 유지하였다. a-C:H 박막은 rf power을 150W에서 200W 까지 변화하면서 증착하였다. 제작한 박막의 두께는 20 nm이다. 그림 1에 실험에 사용한 UV 조사 시스템을 나타내었으며, 기판 표면에 조사된 UV 광은 1000 W의 Mercury 램프를 사용하였다. 프리틸트 각을 측정하기 위하여 액정 셀은 샌드위치 형태로 제작하였으며 두께는 60 μ m로 조절하였다. 전기광학 특성을 측정하기 위해서, TN 셀을 제작하였으며, 셀 겹은 5.0 μ m로 조절하였다. 사용한 액정은 Merck사의 액정($\Delta\epsilon=8.2$)이다. 액정 배향상태를 평가하기 위하여 편광 현미경을 이용하였으며, 프리틸트 각은 결정 회전법을 이용하여 실온에서 측정하였다. 액정 배향상태를 평가하기 위하여 편광 현미경을 이용하였으며, 프리틸트 각은 결정 회전법을 이용하여 실온에서 측정하였다. 또한, 액정의 전기광학 특성인 전압-투과율, 응답속도를 측정하였다.

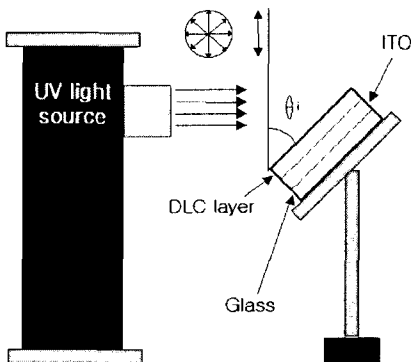


그림 1. Ion Beam 조사 시스템

3. 결과 및 고찰

그림 2는 sputtering 환경에서 rf power가 150W~200W로 증착된 a-C:H 박막 표면에 UV 광을 1분간 조사한 액정 셀들의 편광 현미경 사진을 나타낸다. 그림 2(a)에 rf power가 150W로 증착된 a-C:H 박막표면에 1분간 조사한 액정 셀의 편광 현미경사진을 나타내었다. 그림 2(d)는 rf power가 200W로 a-C:H 박막표면에 UV광을 1분간 조사한 액정 셀의 편광 현미경 사진을 나타내었다. 그림 2에서 보는 바와 같이 rf power가 증가할수록 액정의 배향성이 증가하였다.

결국, rf power가 175W와 200W인 a-C:H 박막을 이용한 경우가 좋은 액정배향성을 나타내었으나, rf power가 증가할수록 박막의 두께가 증가하여 기판의 투과율이 감소하므로, rf power가 175W인 경우에 증착된 a-C:H 박막을 이용한 경우가 가장 좋은 액정 배향성을 구현하는 조건임을 알 수 있었다.

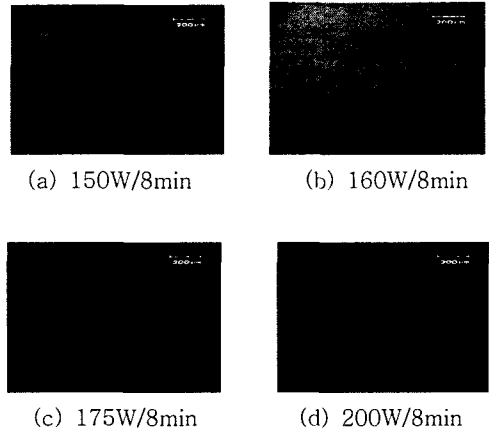


그림 2. a-C:H 박막의 UV 배향 액정 셀의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교 상태)

그림 3은 sputtering 환경에서 rf power가 150W~200W로 증착된 a-C:H 박막 표면에 UV 광을 1분간 조사시의 rf power에 따른 프리틸트 각의 발생을 나타내었다. 모든 rf power에서 낮은 틸트각을 나타내었다. 또한, rf power가 160W인 경우에 제일 높은 프리틸트각이 나타났으며, rf power가 더욱 증가할수록 프리틸트가 감소하는 경향성을 나타내었다.

따라서, sputtering법을 이용한 a-C:H 박막에 UV 배향법을 이용하면 액정을 수평 배향됨을

알 수 있었다.

그림 3은 a-C:H 박막 표면에 1분간 UV 광을 조사한 UV 배향 TN 셀의 전기광학 특성을 나타내었다. 그림 3(a)는 전압-투과율 특성을 나타내며, 그림 3(b)는 응답특성을 나타낸다. 이 그림에서와 무기박막 표면에 UV 배향 TN 셀은 backflow bounce 현상을 나타내었다.

이러한 현상은 박막의 조성, UV 광의 조사 조건, 및 액정등을 최적화하면 광학적인 뒹 현상을 해결할 수 있다고 사료된다.

그러므로, sputtering을 이용한 새로운 무기 박막 표면에 UV 광을 조사하여 좋은 배향 특성 및 전기광학 특성을 얻을 수 있었다.

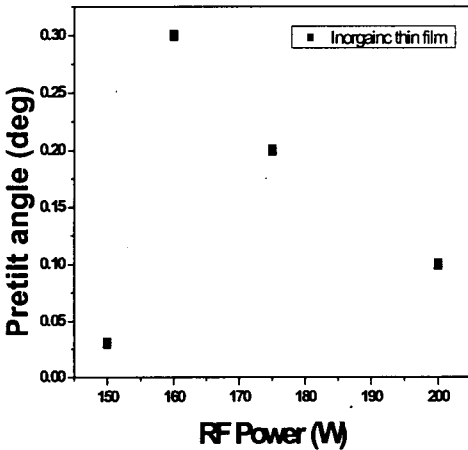
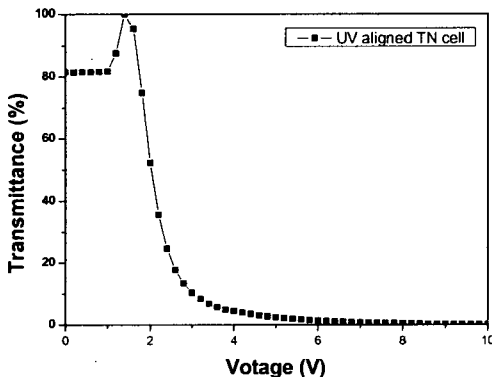
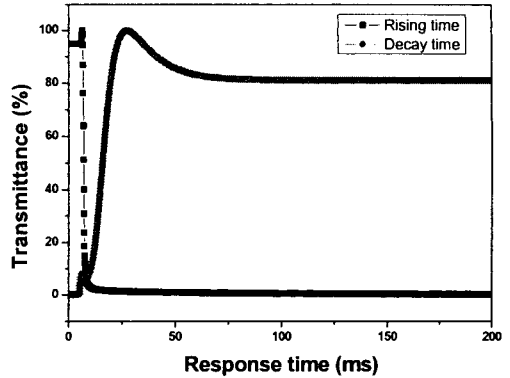


그림 3. a-C:H 박막 표면에 UV 광을 1분간 조사 사시의 rf power 따른 네마틱 액정의 프리틸트 각의 발생.



(a) 전압-투과율



(b) 응답 특성

그림 3. a-C:H 박막 표면을 이용한 UV 배향 TN-LCD의 전기광학 특성: (a) 전압-투과율 곡선 (b) 응답특성.

4. 결론

본 연구에서는 sputtering 방법을 이용하여 증착된 a-C:H 박막 표면에 UV 배향법을 이용하여 액정 배향 효과와 전기광학 특성에 대하여 검토하였다. Sputtering의 rf power가 175W인 경우에 증착된 a-C:H 박막 표면에 UV 배향법을 이용하여 가장 우수한 배향특성을 얻을 수 있었으며, 또한 안정된 프리틸트 각을 얻을 수 있었다. 또한 이러한 조건에서 제작된 UV 배향된 TN 셀은 좋은 전기광학 특성을 나타내었다. 따라서 새로운 무기 박막표면을 이용한 UV 배향법은 안정된 액정배향 특성을 얻을 수 있었다. 그 결과 본 연구에서 제안한 무기박막 UV 배향법을 적용하는 방법은 추후 대형 TV용으로 매우 유효할 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 차세대 성장 동력 디스플레이 사업에 의해 지원되었습니다.

참고 문헌

- [1] 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, pp. 223-228, 1992.
- [2] 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, pp. L1174-L1177, 1994.
- [3] Y. Iimura, S. Kobayashi, T. Hashimoto, T. Sugiyama, and K. Katoh, "Alignment control of liquid crystal molecules using photo-dimerization reaction of poly(vinyl cinnamate)", *IEICE Trans. Electron*, Vol. E79-C, No. 8, p.1040, 1996.
- [4] M. Nishikawa, B. Taheri, and J. L. West, "Polyimide films designed to produce high pretilt angles with a single linearly polarized UV exposure", *SID' 98*, pp. 131-134, 1998.
- [5] 황정연, 서대식, 이상렬, 김재형, "광중합가능한 폴리이미드계 폴리머의 광중합법을 이용한 고프리틸트각의 제어", *전기전자재료학회논문지*, Vol.14, No. 4, p. 341, 2001.
- [6] 황정연, 박경순, 서대식, 남상희, 서동학, "Poly-nobornene 유도체 표면을 이용한 광배향 VA-LCD의 전기 광학 특성에 관한 연구", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 15, No. 3, p. 253, 2002.
- [7] 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.
- [8] A. J. Babula, "Silicon Carbide- its nonabrasive electrical properties and applications", *IEEE Potential*, February/March, 1997.
- [9] J.-Y. Hwang, Y.-M. Jo, D.-S. Seo, S. J. Rho, D. K. Lee, and H. K. Baik, "A study on liquid crystal alignment capabilities on a new diamond-like carbon thin film layer", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 41, L654.
- [10] J.-Y. Hwang, Y.-M. Jo, S. J. Rho, H. K. Baik, and D.-S. Seo, "Electro-optical characteristics of the ion-beam-aligned twisted nematic liquid crystal display on a diamond-like-carbon thin film surface", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 41, L992.