

## 무기 박막을 이용한 이온빔 배향 FFS 셀의 전기광학특성에 관한 연구

황정연<sup>1</sup>, 박창준<sup>1</sup>, 정연학<sup>2</sup>, 안한진<sup>3</sup>, 백홍구<sup>3</sup>, 서대식<sup>1</sup>  
연세대학교 전기전자공학과<sup>1</sup>, BOE 하이디스<sup>2</sup>, 연세대학교 금속공학과<sup>3</sup>

### A Study on Electro-Optical Characteristics of the Ion Beam Aligned FFS Cell on the Inorganic Thin Film

Jeoung-Yeon Hwang<sup>1</sup>, Chang-Joon Park<sup>1</sup>, Youn-Hak Jeong<sup>2</sup>, Han-Jin Ahn<sup>3</sup>, Hong Koo Baik<sup>3</sup>,  
and Dae-Shik Seo<sup>1</sup>

#### Abstract

In this paper, we investigate fringe-field switching (FFS) mode cell by the ion beam (IB) alignment method on the a-C:H thin film, to analyze electro-optical characteristics in this cell. We studied on the suitable inorganic thin film for fringe-field switching (FFS) cell and the aligning capabilities of nematic liquid crystal (NLC) using the new alignment material of a-C:H thin film. An excellent voltage-transmittance (V-T) and response time curve of the IB-aligned FFS-LCD was observed with oblique IB exposure on the DLC thin films. Also, AC V-T hysteresis characteristics of the IB-aligned FFS-LCD with IB exposure on the DLC thin films is almost the same as that of the rubbing-aligned FFS cell on a polyimide (PI) surface.

**Key words:** fringe-field switching, diamond-like carbon(DLC), ion beam alignment, V-T curve, response time, V-T hysteresis.

#### 1. 서 론

액정 표시 소자에 있어서 액정 분자를 균일하게 배향시키기 위해서 현재 폴리이미드 (PI) 표면을 러빙천으로 문질러서 액정분자를 배향시키는 러빙처리법이 사용되고 있다. 그러나 이러한 러빙법 [1]은 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[2,3]으로 diamond-like carbon (DLC) 박막에 ion beam (IB)

을 조사한 액정 배향법이 보고 되었다 [4]. 하지만 DLC 박막 표면에 이온빔을 조사한 액정 셀의 전기광학 특성에 관한 자세한 연구 결과는 아직 보고되고 있지 않다.

본 연구에서는 새로운 DLC 박막을 제작하고 이 DLC박막에 경사된 이온빔을 조사한 ion beam 배향 FFS-LCD의 전기 광학 특성에 대하여 검토하였다.

#### 2. 실험

a-C:H 박막은 remote plasma enhanced chemical vapor deposition (RPECVD) 방법을 이용하여 ITO(indium-tin-oxide)가 코팅된 유리 기판 위에 증착 하였다. 새로운 a-C:H 박막은 바이어스가 있는

환경에서 증착하였다. 즉, a-C:H 박막을 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>/He 가스를 이용하여 상온에서 30W rf 바이어스 조건에서 증착하였다. 증착에 사용된 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>과 He 가스는 각각 3sccm과 30sccm을 흘려주었으며, 제작한 DLC 박막의 두께는 100~120nm이다. 그림 1에 실험에 사용한 IB(kaufman type Ar ion gun) 조사 시스템을 나타내었으며, 사용한 IB의 에너지는 200eV이다. 전기광학 특성을 측정하기 위하여 제작한 ion beam 배향 FFS-LCD의 두께는 5 μm으로 조절하였다. 배향의 신뢰성을 평가하기 위하여 러빙셀을 제작하였으며, 셀갭은 4.0 μm로 조절하였다. Merck사의 네마틱 액정(Δε=8.1)을 사용하였다. 액정 배향 상태를 평가하기 위하여 편광 현미경을 이용하였으며, OTSUKA사의 LCD-7000장비를 이용하여 FFS-LCD의 전기광학 특성을 평가하기 위하여 전압-투과율(V-T) 특성, C-V 특성, 그리고 응답 특성 등을 측정하였다.

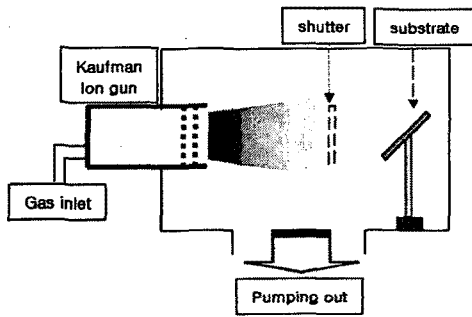
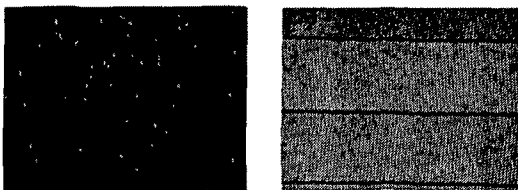


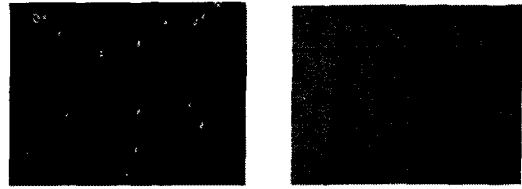
그림 1. Ion beam 조사 시스템.

### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 두가지 종류 배향방법을 이용한 FFS-LCD의 편광현미경 사진을 나타내었다. 그림에서와 같이 1분간 이온빔이 조사된 ion beam 배향 FFS-LCD는 인가 전압에 대한 on-off 특성이 매우 우수함을 알 수 있었다.



• dark state                      • white state  
(a) Rubbing-aligned FFS-LCD

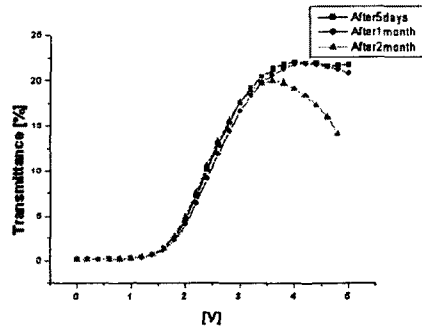


• dark state                      • white state

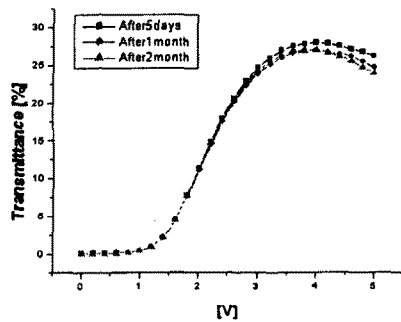
(b) IB-aligned FFS-LCD

그림 2. DLC 박막 표면에 1분간 조사된 이온빔을 조사한 ion beam 배향과 러빙 배향 FFS-LCD의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

그림 3은 DLC 박막 표면에 1분간 이온빔을 조사한 ion beam 배향 FFS-LCD와 러빙처리한 러빙 배향 FFS-LCD의 전압-투과율 곡선을 나타내었다. 이 그림에서와 보는 바와 같이 러빙 및 이온빔 배향 FFS-LCD는 모두 안정적인 V-T 특성을 나타내었다. 특히, 이온빔 배향 FFS-LCD는 2개월이 시간이 지나도 별다른 특이점 없이 안정적인 V-T 특성을 나타내었다. 그러므로 이온빔 배향이 안정적인 전기광학 특성을 나타냄을 알 수 있었다.



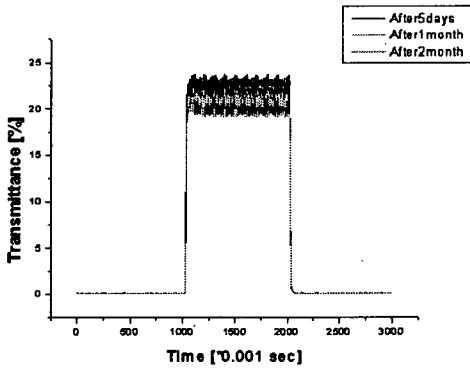
(a) Rubbing-aligned FFS-LCD



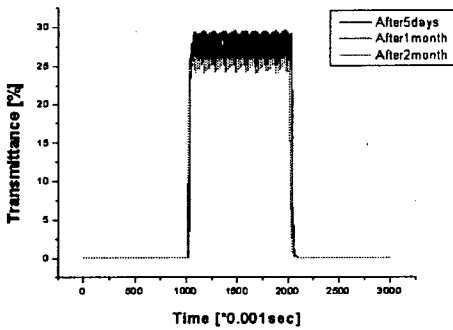
(b) IB-aligned FFS-LCD

그림 3. DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 FFS-LCD의 V-T 곡선.

그림4는 DLC 박막 표면에 이온빔을 조사한 ion beam 배향 FFS-LCD의 응답 특성을 나타낸다. 이온빔 배향 FFS-LCD는 제작된 시간의 경과와 상관없이 러빙 처리된 FFS-LCD와 마찬가지로 안정적인 특성을 나타내었다. 그러므로 이온빔 배향 FFS-LCD는 시간이 경과와 별개로 안정적인 셀 특성을 가짐을 알 수 있었다.



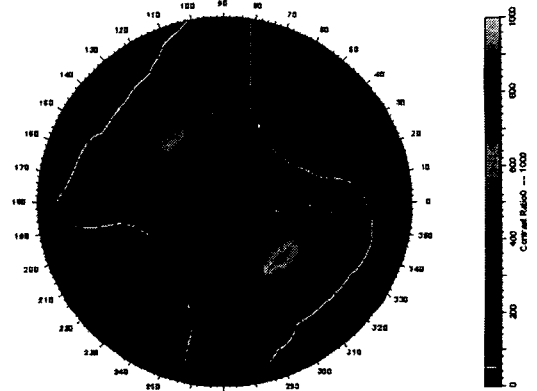
(a) Rubbing-aligned FFS-LCD



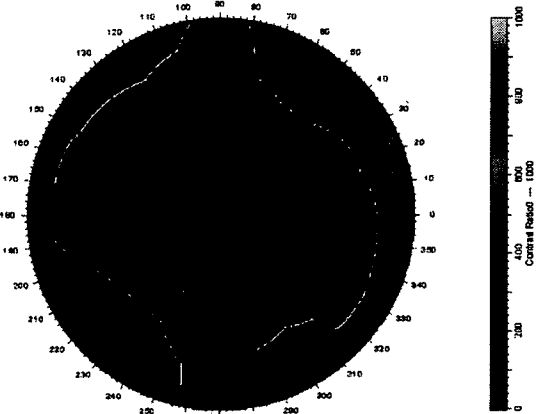
(b) IB-aligned FFS-LCD

그림 4. DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 FFS-LCD의 응답특성.

그림 5은 이온빔 배향된 FFS-LCD셀과 러빙배향된 FFS-LCD셀의 시야각 특성을 나타낸다. 그림에 나타낸 바와 같이, 무기박막을 이용한 이온빔 배향된 FFS-LCD셀과 폴리이미드 표면을 이용한 러빙 배향된 FFS-LCD셀은 거의 유사한 시야각 특성을 나타내었다. 따라서 무기배향막을 이용한 이온빔 배향된 FFS-LCD는 multi-domain을 이용하면, 광시야각 그리고 고콘트라스트 등을 쉽게 구현할 수 있다.



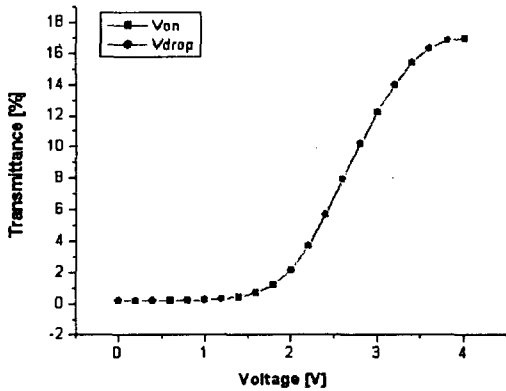
(a) rubbing-aligned FFS-LCD



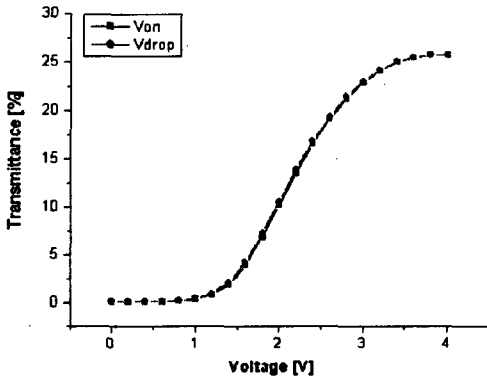
(b) IB-aligned FFS-LCD

그림 5. 러빙배향된 FFS-LCD 및 이온빔 배향된 FFS-LCD의 시야각 특성

그림 6는 러빙배향된 FFS-LCD와 이온빔 배향된 FFS-LCD의 AC V-T 히스테리시스 특성을 나타낸다. 그림 9(a)는 러빙배향된 FFS-LCD는 히스테리시스가 거의 발생하지 않았다. 마찬가지로, 그림 9(b)에 나타낸 이온 배향된 FFS-LCD는 러빙 배향된 FFS-LCD와 마찬가지로 히스테리시스가 거의 발생하지 않았다. 이것은 무기박막에 이온빔 배향된 FFS-LCD는 AC 동작시 이온 흡착등이 거의 발생하지 않음을 간접적으로 알 수 있다.



(a) Rubbing aligned FFS-LCD on a PI surface



(b) Ion beam aligned FFS-LCD on the DLC thin film surface

그림 6. 러빙배향된 FFS-LCD 및 이온빔 배향된 FFS-LCD의 AC V-T 히스테리시스 특성.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 새로운 배향 물질인 DLC 박막 표면에 이온빔 배향법을 이용한 FFS-LCD의 전기 광학 특성에 대하여 검토하였다. DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 FFS-LCD는 backflow bounce가 없는 안정적인 V-T 특성을 나타내었으며, 응답시간 또한 안정적인 특성을 나타내었다. 또한 시간의 경과에 관계없이 안정된 전기광학 특성을 나타내었다. 한편, 이온빔 배향 FFS-LCD는 AC V-C 히스테리시스가 거의 발생하지 않았다. 따라서 새로운 DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 FFS-LCD는 액정 배향 특성 및 전기광학 특성이 우수하며 배향막으로써 그 기대가 크다고 할 수 있다.

#### 감사의 글

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업(M1-0203-00-0008)의 일환으로 수행되었습니다.

#### 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, p. 223, 1992.
- [2] 황정연, 서대식, 서동학, 김향울, "광중합된 PM4Ch 표면을 이용한 액정 배향 효과", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 12, No. 10, p. 926, 1999.
- [6] 황정연, 서대식, 김재형, 한은주, "광중합법을 이용한 네마틱액정의 배향안정성 및 프리틸트각의 발생", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 14, No. 4, p. 336, 2001.
- [8] P. Chaudharl, J. Lacey, J. Doyle, E. Galligan, S. C. Alan, A. Callegari, 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.