

## a-C:H 박막을 이용한 이온빔 배향 TN 셀의 Electro-Optical 특성에 관한 연구

박창준\*, 조용민\*, 황정연\*, 서대식\*, 노순준\*\*, 백홍구\*\*, 정연학\*\*\*  
연세대학교 전기전자공학과\*, 연세대학교 금속시스템공학과\*\*, BOE-HYDIS\*\*\*

### A Study on Electro-Optical Characteristics of the Ion Beam Aligned TN Cell on the a-C:H Thin Film

Chang-Joon Park\*, Yong-Min Jo\*, Jeoung-Yeon Hwang\*, Dae-Shik Seo\*,  
Soon Joon Rho\*\*, Hong Koo Baik\*\*, Youn-Hak Jeong\*\*\*  
Department of Electrical & Electronic Engineering, Yonsei University\*, Department of Metallurgical  
Engineering, Yonsei University\*\*, BOE-HYDIS\*\*\*

#### Abstract

Electro-Optical (EO) performances for the ion beam (IB) aligned twisted-nematic (TN)-liquid crystal display (LCD) with ion beam exposure on the new of diamond like carbon (DLC) thin film surface were investigated. Voltage-transmittance (V-T) curve and response time without backflow bounce in the ion beam aligned TN-LCD with ion beam exposure for 0.5 and 1min on the DLC thin film was observed. Also, the fast response time of ion beam aligned TN-LCD with ion beam exposure for 1min on the DLC thin film surface can be achieved. The residual DC voltage of the ion beam aligned TN-LCD on the DLC thin film surface was almost the same as that of the rubbing aligned TN-LCD on the polyimide(PI) surface.

**Key words:** diamond-like carbon(DLC), ion beam (IB), V-T characteristics, response time, reduction DC voltage.

#### 1. 서 론

액정 분자를 균일하게 배향시키기 위해서 현재 폴리이미드 표면에 러빙천으로 문질러서 액정 분자를 배향시키는 러빙처리법이 사용되고 있다. 그러나 이러한 러빙법[1,2]은 공정이 단순하여 대량생산에 적합하나 러빙천에 의한 정전기 및 먼지 등의 문제점을 안고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근 rubbing-free 배향법[3,4]으로 diamond-like carbon(DLC) 박막에 ion beam(IB)

을 조사한 액정 배향법이 연구보고 되었다[5]. 일반적으로 DLC 박막은 디스크 표면의 보호층으로 쓰이고 있으며, 액정배향에 요구되는 투명성, 저항성, 고착성 등의 특성들이 액정표시소자에 적용되는데 적합하다고 보고되고 있다. 특히 DLC와 같은 무기물 박막에 낮은 이온화 에너지의 이온빔을 충돌시키는 너러빙배향법은 러빙법과 동등한 액정배향 특성을 나타낸다고 보고하고 있다[5]. 하지만 DLC 박막 표면에 ion beam을 조사한 액정의 셀의 전기광학특성에 관한 자세한 보고는 아직 보고되

고 있지 않다.

본 연구에서는 DLC 박막을 제작하고 제작된 DLC박막에 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD의 전기광학특성에 대하여 검토하였다.

## 2. 실험

DLC 박막은 remote plasma enhanced chemical vapor deposition (RPECVD) 방법을 이용하여 ITO(indium-tin-oxide)가 코팅된 유리 기판 위에 증착 하였다. ITO 기판 세척은 다음과 같이 하였다. ITO가 코팅된 유리 기판을 챔버에 장입하기 전에 TCE(trichloroethylene), 아세톤 및 알콜 용액에서 초음파 세척을 각각 5분간 행하였다. 챔버 장입 후에는 아르곤 플라즈마를 이용하여 기판 표면을 10분간 pre-sputtering 시켰다. DLC 박막은 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>/He 가스를 이용하여 상온에서 10분간 증착 하였다. 증착에 사용된 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 과 He 가스는 각각 3sccm과 30sccm을 흘려주었으며, 제작한 DLC 박막의 두께는 3~15nm이다. 그림 1에 실험에 사용한 ion beam(kaufman type Ar ion gun) 조사 시스템을 나타내었으며, 사용한 ion beam의 에너지는 200eV이다. 사용한 ion beam의 조사각도는 45 deg이다. 제작한 ion beam 배향 TN-LCD의 두께는 5μm으로 조절하였다. 사용한 네마틱 액정은 Merck사의 MJ97359 (Δε=8.4, fluorinated type mixture; T<sub>c</sub>=87°C) 이다. ion beam 배향 TN-LCD의 전기 광학 특성을 평가하기 위하여 전압-투과율 (V-T) 특성, 응답 특성 등을 DMS (Display Measurement System, Autronic Co., Ltd.)장비를 이용하여 실온에서 측정하였다.

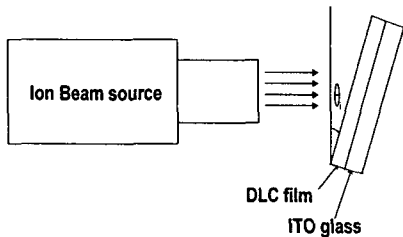


그림 1. Ion beam 조사 시스템.

## 3. 결과 및 고찰

그림 2에 DLC 박막 표면에 1분간 이온빔을 조사한 IB배향 TN-LCD의 편광현미경 사진을 나타내었다. 그림 2에 나타낸 바와 같이, 1분간 이온빔을 조사된 IB배향 TN-LCD는 인가 전압에 대한 on-off 특성이 매우 우수하였다.

그림 3은 DLC 박막 표면에 1분간 이온빔을 조사한 IB배향 TN-LCD의 전압-투과율 곡선을 나타내었다. 그림 3에서와 같이 모든 이온빔 조사시간에 있어서 backflow bounce가 없는 안정적인 V-T 특성을 나타내었다. 특히, 1분간 이온빔을 조사한 IB배향 TN-LCD가 가장 우수한 V-T 특성을 나타내었다. 그러나 이온빔 조사시간이 증가할수록 투과율이 감소하는 경향을 나타내었다.

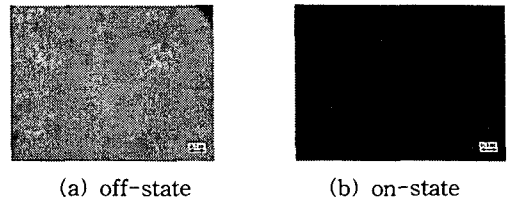


그림 2 DLC 박막 표면에 1분간 이온빔을 조사한 ion beam배향 TN-LCD의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

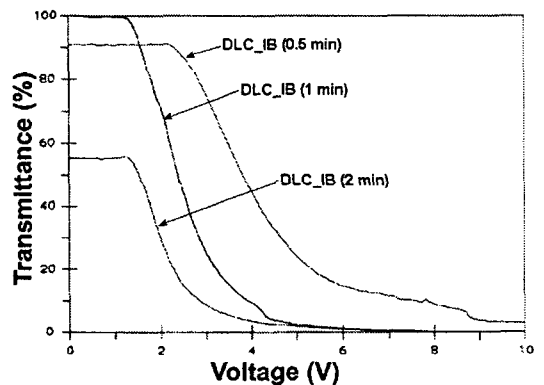


그림 3. DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD의 V-T 곡선.

표 1 에 DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD와 폴리이미드 표면을 이용한 러빙

TN-LCD의 임계치 전압을 나타내었다. 임계치 전압( $V_{90}$ )은 0.5분간 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD가 2.47(V)로 가장 높은 임계치 전압을 나타내었으며, 1분간 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD는 1.52(V)로 러빙처리된 PI와 거의 동일하며, 매우 우수한 임계치 전압을 나타내었다.

표 1. DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD와 PI 표면을 이용한 러빙처리된 TN-LCD의 임계치 전압.

Voltage Alignment Film	$V_{90}$	$V_{10}$
	DLC (0.5min)	2.75
DLC (1 min)	1.52	3.45
DLC (2 min)	1.58	3.90
Rubbed PI	1.99	3.39

※  $V_{90}$ 은 투과율이 90%일 때의 전압,  $V_{10}$ 은 투과율이 10%일 때의 전압

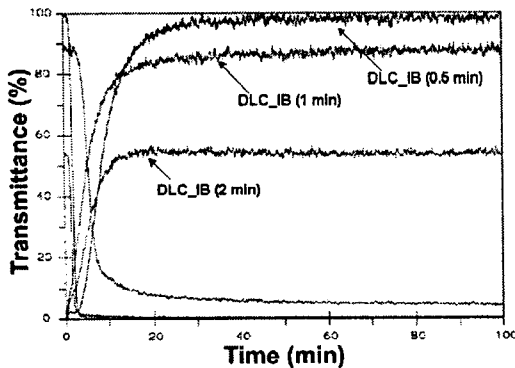


그림 4. DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD의 응답특성.

그림 4는 DLC 박막 표면에 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD의 응답 특성을 나타낸다. 이온빔 조사시간이 증가할수록 응답특성이 개선됨을 알 수 있다. 그러나 2분간 이온빔을 조사할 경우 투과율이 감소함을 알 수 있다. 결국 1분간 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD가 시간이 경과됨에 따라 안정적인 응답특성을 얻을 수 있었다.

표 2에서 DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD와 폴리이미드 표면을 이용한 러빙

TN-LCD의 응답시간을 나타내었다. 1분간 이온빔 조사한 ion beam 배향 TN-LCD는 18.3 ms로 폴리이미드 표면을 이용한 러빙 TN-LCD와 동등한 특성을 나타내었다.

표 2. DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD와 PI 표면을 이용한 러빙 TN-LCD의 응답속도.

Time Alignment Film	Rising time $\tau_r$ (ms)	Decay time $\tau_d$ (ms)	Response time $\tau$ (ms)
DLC_IB (0.5min)	11.7	11.9	23.6
DLC_IB (1 min)	2.3	16.0	18.3
DLC_IB (2 min)	1.9	9.5	11.4
Rubbed PI	8.4	26.0	34.4

그림 5는 DLC 박막 표면에 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD와 폴리이미드 표면을 이용한 러빙 TN-LCD의 전압-용량특성을 나타내었다. 그림 5(a)에서와 같이 1분간 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD는 작은 잔류 DC 전압을 나타내었다. 그러나 폴리이미드 표면을 이용한 러빙 TN-LCD의 전압-용량 특성(그림 5(b))과 달리 약간 비대칭적인 특성을 나타내었다. 이러한 비대칭적인 전압-용량 특성은 액정셀의 내부 이온이 영향을 미치는 것으로 생각할 수 있다. 액정셀 내의 잔류 DC 전압은 배향막 및 액정셀의 조건 등에 크게 의존한다. 그러므로 DLC의 조성 및 이온빔 조사조건을 최적화함으로써 비대칭적인 전압-용량 특성을 개선할 수 있다.

결국 DLC 박막 표면에 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD는 폴리이미드 표면을 이용한 러빙 TN-LCD와 동등한 전기광학특성을 나타내었다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 새로운 배향 물질인 DLC 박막에 이온빔 배향법을 이용한 액정 배향 효과와 전기광학 특성에 대하여 검토하였다. DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD는 backflow bounce가 없는 안정한 V-T 및 응답특성을 나타내었다. 또한, DLC 박막 표면에 1분간 이온빔을 조

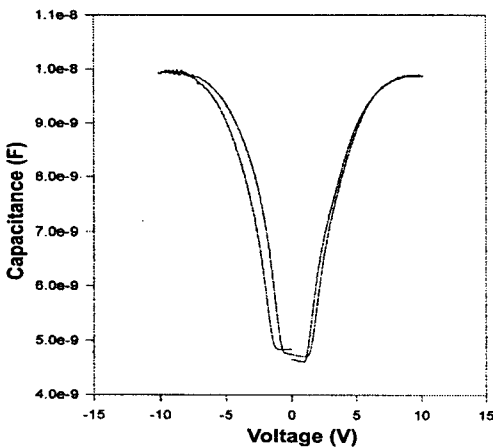
사한 ion beam 배향 TN-LCD는 18.3ms의 빠른 응답시간을 나타냈었다. PI 표면을 이용한 러빙 TN-LCD와 거의 동등한 잔류 DC 전압 특성을 나타내었다. 즉 DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD는 액정 배향 특성이 우수하며 배향 막으로써 기대가 크다고 할 수 있다.

### 감사의 글

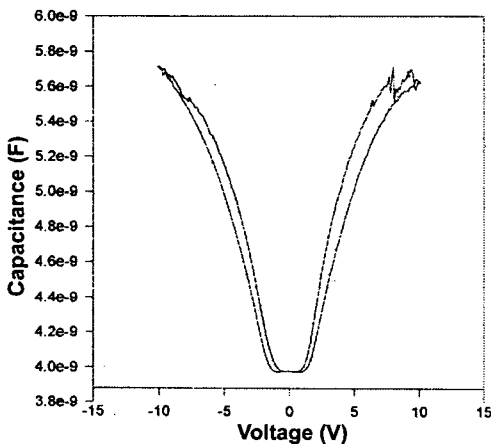
본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업 (M1-0203-00-0008)의 일환으로 수행되었습니다.

### 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, 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] K. Ichimura, Y. Akita, H. Akiyama, K. Kudo and Y. Hayashi "Photoreactivity of polymers with regioisomeric cinnamate side chains and their ability to regulate liquid crystal alignment" *Macromolecules*, Vol. 30, pp. 903-911, 1997.
- [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] P. Chaudhari, 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, pp. 56-59, 2001.



(a) Ion beam aligned TN-LCD on the DLC thin film surface



(b) Rubbing-aligned TN-LCD on the PI surface

그림 5. DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD와 PI 표면을 이용한 러빙 TN-LCD의 잔류 DC 특성.