

논문 15-8-12

DLC 박막을 이용한 Ion Beam 배향 TN 셀의 전기광학특성에 관한 연구

A Study on Electro-Optical Characteristics of the Ion Beam Aligned TN Cell on the DLC Thin Film

황정연*, 조용민*, 노순준**, 이대규**, 백홍구**, 서대식*
(Jeoung-Yeon Hwang*, Yong-Min Jo*, Soon Joon Rho**, Dae-kyu Lee**,
Hong-Koo Baik**, and Dae-Shik Seo*)

Abstract

Electro-optical (EO) performances of the ion beam (IB) aligned twisted-nematic (TN)-liquid crystal display (LCD) with ion beam exposure on the new diamond-like carbon (DLC) thin film surface were investigated. A good voltage-transmittance (V-T) curve of the ion beam aligned TN-LCD with oblique ion beam exposure on the DLC thin film surface for 1 min was observed. Also, the fast response time of the ion beam aligned TN-LCD with oblique ion beam exposure on the DLC thin film surface for 1 min can be achieved. Finally, the residual DC voltage of the ion beam aligned TN-LCD on the DLC thin film surface is almost the same as that of the rubbing aligned TN-LCD on a polyimide (PI) surface.

Key Words : Diamond-like carbon(DLC), Ion beam alignment, V-T curve, Response time,
Residual DC voltage.

1. 서론

액정 표시 소자에 있어서 액정 분자를 균일하게 배향시키기 위해서 현재 폴리이미드 (PI) 표면을 러빙천으로 문질러서 액정분자를 배향시키는 러빙처리법이 사용되고 있다. 그러나 이러한 러빙법[1,2]은 공정이 단순하여 대량생산에 적합하나 러빙천에 의한 정전기 및 먼지 등의 문제점을 안고 있다. 이러

한 문제점을 해결하기 위해 최근 rubbing-free 배향법[3-7]으로 diamond-like carbon (DLC) 박막에 ion beam (IB)을 조사한 액정 배향법이 보고되었다[8]. 일반적으로 DLC 박막은 디스크 표면의 보호층으로 쓰이고 있으며, 액정배향에 요구되는 투명성, 저항성, 고착성 등의 특성들이 PI와 유사하다는 장점을 가지고 있다. 특히 DLC와 같은 무기물 박막에 낮은 이온화 에너지의 이온빔을 충돌시키는 배향법은 러빙법과 동등한 액정배향 특성을 나타낸다고 보고하고 있다 [8]. 하지만 DLC 박막 표면에 이온빔을 조사한 액정 셀의 전기 광학 특성에 관한 자세한 연구 결과는 아직 보고되고 있지 않다.

본 연구에서는 DLC 박막을 제작하고 이 DLC박막에 경사된 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-

* : 연세대학교 전기전자공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134)
Fax : 02-362-6444
E-mail : dsseo@yonsei.ac.kr

** : 연세대학교 금속공학과
2002년 1월 17일 접수, 2002년 3월 11일 1차 심사완료,
2002년 4월 25일 최종 심사완료

LCD의 전기 광학 특성에 대하여 검토하였다.

Co. Ltd.)장비를 이용하여 실온에서 측정하였다.

2. 실험

DLC 박막은 remote plasma enhanced chemical vapor deposition (RPECVD) 방법을 이용하여 indium tin oxide (ITO)가 코팅된 유리 기판 위에 증착 하였다. ITO 기판 세척은 다음과 같이 하였다. ITO가 코팅된 유리 기판을 챔버에 장입하기 전에 trichloroethylene (TCE), 아세톤 및 알콜 용액에서 초음파 세척을 각각 5분간 행하였다. 챔버 장입 후에는 아르곤 플라즈마를 이용하여 기판 표면을 10분간 pre-sputtering 시켰다. DLC 박막은 C₂H₂/He 가스를 이용하여 상온에서 10분간 증착하였다. 증착에 사용된 C₂H₂ 과 He 가스는 각각 3 sccm과 30 sccm을 흘려주었으며, 제작한 DLC 박막의 두께는 3~15nm이었다. 그림 1에 실험에 사용한 ion beam (Kaufman type Ar ion gun) 조사 시스템을 나타내었으며, 사용한 ion beam의 에너지는 200 [eV]이며, 조사각도는 45 deg이고, 제작한 ion beam 배향 TN-LCD의 두께는 5μm으로 조절하였다. 사용한 네마틱 액정은 Merck사의 MJ97359 (Δε = 8.4, fluorinated type mixture; T_c = 72°C) 이었다. Ion beam 배향 TN-LCD의 전기 광학 특성을 평가하기 위하여 전압-투과율 (V-T) 특성, 응답 특성 등을 DMS (Display Measurement System)(Autronic

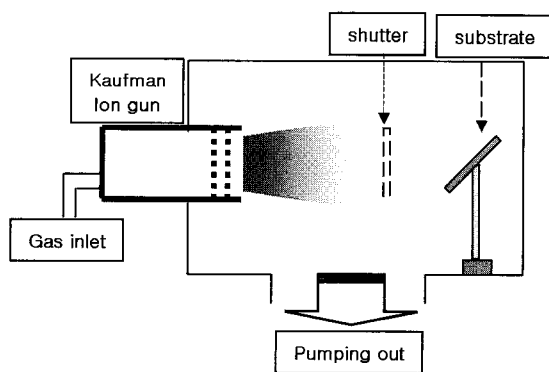
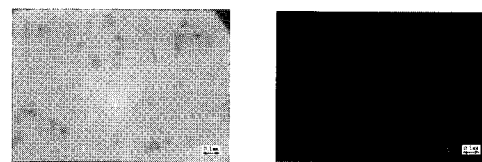


그림 1. Ion beam 조사 시스템.
Fig. 1. Ion beam exposure system.

3. 결과 및 고찰

그림 2에 DLC 박막 표면에 1분간 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD의 편광현미경 사진을 나타내었다. 여기서 보면, 1분간 이온빔이 조사된 ion beam 배향 TN-LCD는 인가 전압에 대한 on-off 특성이 매우 우수함을 알 수 있었다.

그림 3은 DLC 박막 표면에 1분간 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD의 전압-투과율 곡선을



(a) off-state (b) on-state

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

Fig. 2. Microphotographs of the ion beam aligned TN-LCDs with oblique ion beam exposure for 1 min on the DLC thin film surface (in crossed Nicols).

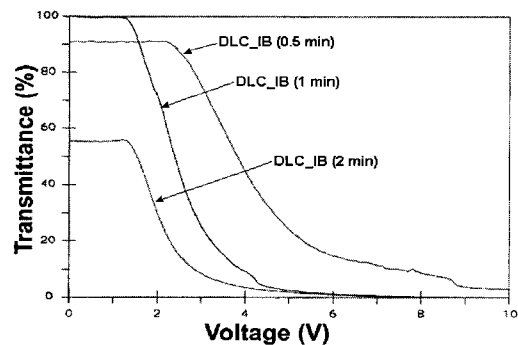


그림 3. DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD의 V-T 곡선.

Fig. 3. V-T curves of the ion beam aligned TN-LCDs on the DLC thin film surface.

나타내었다. 이 그림에서와 보는 바와 같이 모든 이온빔 조사시간에 있어서 backflow bounce가 없는 안정한 V-T 특성을 나타내었다. 특히, 1분간 이온빔을 조사하여 배향 시킨 TN-LCD가 가장 우수한 V-T 특성을 나타내었다. 그러나 이온빔 조사시간이 증가할수록 투과율이 감소하는 경향을 나타내었다.

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

Table 1. Threshold voltage of the ion beam aligned TN-LCD on the DLC thin film surface and rubbing aligned TN-LCD on a PI surface.

Alignment Layer \ Voltage	V_{90}	V_{10}
DLC_IB (0.5min)	2.75	6.98
DLC_IB (1 min)	1.52	3.45
DLC_IB (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

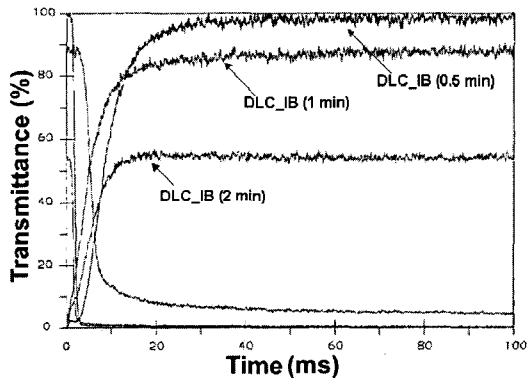


그림 4. DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD의 응답특성.

Fig. 4. Response time characteristics of the ion beam aligned TN-LCDs on the DLC thin film surface.

표 1에 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 2.75 (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.

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

표 2에서 DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD와 PI 표면을 이용한 러빙 TN-LCD의 응답시간을 나타내었다. 1분간 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD의 응답시간은 18.3 ms로 PI 표면을 이용한 러빙 TN-LCD보다 우수한 특성을 나타내었다.

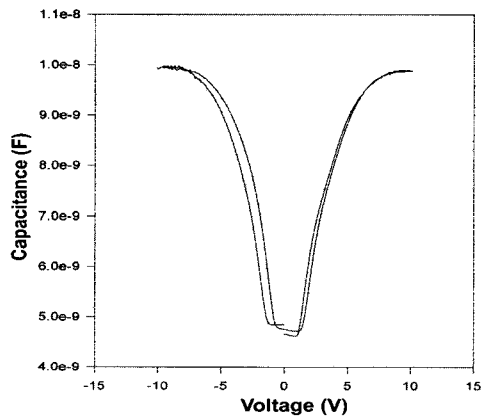
그림 5는 DLC 박막 표면에 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD와 PI 표면을 이용한 러빙 TN-LCD의 전압-용량특성을 나타내었다. 그림 5(a)에서와 같이, 1분간 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD는 작은 잔류 DC 전압을 나타내었다. 그러

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

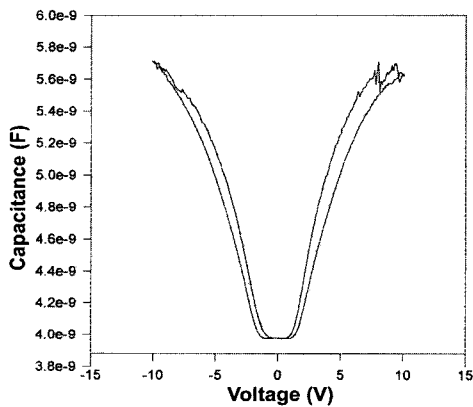
Table 2. Response time for the ion beam aligned TN-LCD on the DLC thin film surface and rubbing aligned TN-LCD on a PI surface.

Alignment Layer \ Time	Rising time τ_r (ms)	Decay time τ_d (ms)	Response time τ (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

나 PI 표면을 이용한 러빙 TN-LCD의 전압-용량 특성 (그림 5 (b))과 비교하여 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. 따라서 DLC 박막 표면에 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD는 PI 표면을 이용한 러빙 TN-LCD와 비교하여 동등한 전기 광학 특성을 얻을 수 있었다.



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



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

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

Fig. 5. Capacitance-voltage characteristics of the ion beam aligned TN-LCD on the DLC thin film surface and rubbing aligned TN-LCD on a PI surface.

은 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. 따라서 DLC 박막 표면에 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD는 PI 표면을 이용한 러빙 TN-LCD와 비교하여 동등한 전기 광학 특성을 얻을 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 새로운 배향 물질인 DLC 박막 표면에 이온빔 배향법을 이용한 TN-LCD의 전기 광학 특성에 대하여 검토하였다. DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD는 1분간 이온빔을 조사한 경우, backflow bounce가 없는 안정한 V-T 특성을 나타내었다. 또한, DLC 박막 표면에 1분간 이온빔을 조사한 ion beam 배향 TN-LCD의 응답시간은 18.3 ms로 우수한 응답 특성을 나타내었다. 한편, C-V 히스테리시스법을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD의 잔류 DC 특성은 PI 표면을 이용한 러빙 TN-LCD와 거의 동등하였다. 따라서 DLC 박막 표면을 이용한 ion beam 배향 TN-LCD는 액정 배향 특성이 우수하며 배향막으로써 그 기대가 크다고 할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 한국산업기술평가원 스피노프(A00-A1A-3304-03)지원으로 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] 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, No. 8B, p. L1174, 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, p. 903, 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*, p. 131, 1998.
- [5] 황정연, 서대식, 서동학, 김향울, "광중합 PM4Ch 표면을 이용한 액정 배향 효과", *전기전자재료학회논문지*, 12권, 10호, p. 926, 1999.
- [6] 황정연, 서대식, 김재형, 한은주, "광중합법을 이용한 네마틱액정의 배향안정성 및 프리틸트각의 발생", *전기전자재료학회논문지*, 14권, 4호, p. 336, 2001.
- [7] 황정연, 이윤건, 서대식, 김준영, 김태호, "3가지 종류의 치환기를 함유한 N-(phenyl)maleimide 계 광폴리머 표면을 이용한 액정 배향 효과에 관한 연구", *전기전자재료학회논문지*, 15권, 3호, p.264, 2002.
- [8] 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.