

논문 16-11-10

바이어스 조건하에서 증착한 a-C:H 박막을 이용한 액정 배향 효과

LC Alignment Effects using a-C:H Thin Film as Working Gas at Bias Condition

황정연*, 조용민*, 서대식*, 노순준**, 백홍구**

(Jeoung-Yeon Hwang*, Yong-Min Jo*, Dae-Shik Seo*, Soon-Joon Rho**, and Hong-Koo Baik**)

Abstract

We studied the nematic liquid crystal (NLC) aligning capabilities using the new alignment material of a-C:H thin film as working gas at 30W rf bias condition. A high pretilt angle of about 5° by ion beam (IB) exposure on the a-C:H thin film surface was measured. A good LC alignment by the IB alignment method on the a-C:H thin film surface was observed at annealing temperature of 250°C, and the alignment defect of the NLC was observed above annealing temperature of 300°C. Consequently, the high LC pretilt angle and the good thermal stability of LC alignment by the IB alignment method on the a-C:H thin film surface as working gas at 30W rf bias condition can be achieved.

Key Words : A-C:H thin film, Ion beam (IB), Pretilt angle, Nematic liquid crystal, Thermal stability

1. 서 론

액정 디스플레이(LCD)는 전자시계, 전자계산기, 액정TV, 노트북 PC 등 전자제품에서 자동차, 항공기의 속도표시판 및 운행시스템 등에 폭넓게 사용되고 있다. 이러한 액정 디스플레이에서 액정분자의 균일 배향은 고품위 액정디스플레이를 생산하는데 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 등으로 인해 세정공정을 추가해야 한다는 문제점을 안고 있다. 이러한 문제점을

해결하기 위해 최근 비접촉식 배향법[3-7]으로 diamond-like carbon (DLC : a-C:H) 박막에 ion beam (IB)을 조사한 액정 배향법이 연구보고 되었다[8]. 이러한 무기박막 표면에 특히 DLC 박막의 투명도와 표면의 균일성은 폴리이미드 표면과 동등하다고 보고하고 있다[8]. 하지만 LCD에 사용되는 DLC 박막의 형성조건과 배향원리 등에 관한 자세한 보고는 아직 보고 되고 있지 않다.

본 연구에서는 a-C:H 박막의 성능을 개선하기 위해 바이어스 조건에서 증착한 새로운 a-C:H 박막을 성막하고 성막된 a-C:H 박막에 IB 조사를 이용한 프리틸트각 제어 및 액정배향에 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

* : 연세대학교 전기전자공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134)

Fax: 02-3147-1351

Corresponding Author : dsseo@yonsei.ac.kr

** : 연세대학교 재료공학부
2003년 1월 28일 접수, 2003년 3월 12일 1차 심사완료,
2003년 7월 16일 최종 심사완료

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.

기존 a-C:H 박막은 바이어스가 없는 환경에서 C₂H₂/He 가스를 이용하여 상온에서 10분간 증착하였다. 증착에 사용된 C₂H₂과 He 가스는 각각 3sccm과 30sccm을 흘려주었으며, 제작한 a-C:H 박막의 두께는 3~15 nm이다.

새로운 a-C:H 박막은 바이어스가 있는 환경에서 증착하였다. 즉, a-C:H 박막을 C₂H₂/He 가스를 이용하여 상온에서 30W rf 바이어스 조건에서 증착하였다. 증착에 사용된 C₂H₂과 He 가스는 각각 3 sccm과 30 sccm을 흘려주었으며, 제작한 DLC 박막의 두께는 100~120 nm이다.

그림 1에 실험에 사용한 IB(kaufman type Ar ion gun) 조사 시스템을 나타내었으며, 사용한 IB의 에너지는 200 eV이다. 프리틸트각을 측정하기 위하여 액정셀은 샌드위치 형태로 제작하였으며, 두께는 60 μm로 조절하였다. 배향의 신뢰성을 평가하기 위하여 러빙셀을 제작하였으며, 사용한 네마틱 액정은 Merck사의 MJ97359 (Δε=8.4) 이다. 액정 배향 상태를 평가하기 위하여 편광 현미경을 이용하였으며, 프리틸트각은 결정 회전법을 이용하여 실온에서 측정하였다.

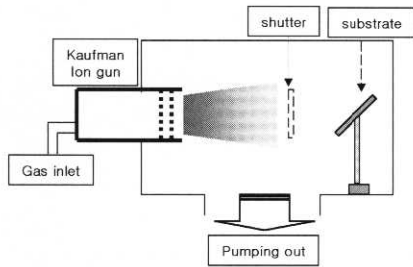


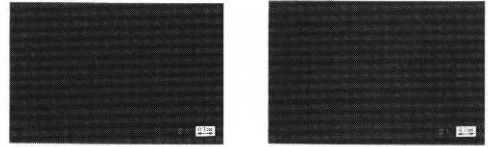
그림 1. IB 조사 시스템.

Fig. 1. IB exposure system.

3. 결과 및 고찰

그림 2에 rf 바이어스 없는 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면과 30 W rf 바이어스 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면에 IB를 1분 조사한 액정

셀의 편광 현미경 사진을 나타내었다. 그림 2에 나타낸바와 같이, rf 바이어스 없는 조건 및 rf 바이어스 있는 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면에 IB를 조사한 액정셀은 모두 우수한 배향상태를 나타내었다.



(a) Without rf bias

(b) 30W rf bias

그림 2. 2종류의 a-C:H 박막을 이용한 IB배향 액정 셀의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교 상태).

Fig. 2. Microphotographs of IB-aligned LC cell on the two kinds of a-C:H thin film (in crossed Nicols).

그림 3에 rf 바이어스 없는 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면과 30 W rf 바이어스 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면에 IB를 1분간 조사시의 입사각도에 따른 프리틸트각의 발생을 나타내었다.

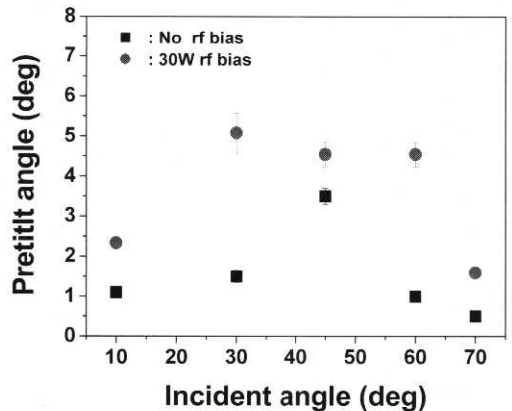


그림 3. 2종류의 a-C:H 박막 표면에 IB를 1분간 조사시의 입사각도에 따른 네마틱 액정의 프리틸트각의 발생.

Fig. 3. Generation of pretilt angles in NLC with IB exposure on the two kinds of a-C:H thin film surfaces for 1 min as a function of incident angle.

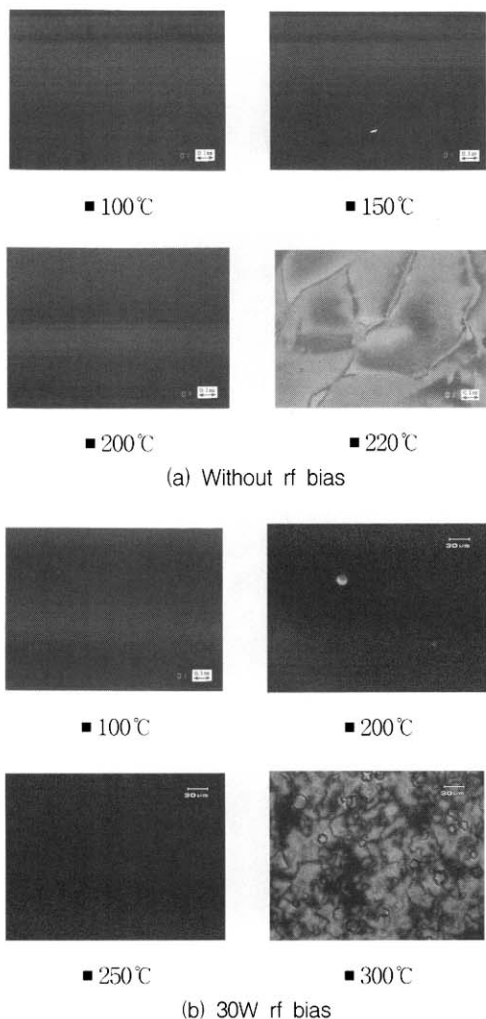


그림 4. 2종류의 a-C:H 박막 표면에 1분간 IB 조사시의 어닐링 온도에 따른 네마틱 액정의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

Fig. 4. Microphotographs of aligned NLC with IB exposure on the two kinds of a-C:H thin film surfaces for 1 min as a function of annealing temperature (in crossed Nicols)

그림 3에서와 같이 30W rf 바이어스 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면에 IB을 1분간 조사시의 IB 조사시 30° ~60° 의 입사각도에서 약 5° 의 높은 프리틸트각을 나타내었다, 그러나 입사각도 70° 에

서는 프리틸트가 감소하였다. 그러나 rf 바이어스가 없는 환경에서 증착된 a-C:H 박막 표면을 이용한 경우에는 입사각도가 45° 일 때 최대 프리틸트각을 나타내었다. 이것은 이온빔 배향이 무기박막 표면을 이온빔으로 분해하여 배향하기 때문에 45° 일 때 가장 높은 프리틸트각이 발생하였다고 생각할 수 있다[9]. 결국, rf 바이어스 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면을 이용한 경우가 바이어스 없는 조건에서 증착된 박막 표면을 이용한 경우보다 높은 프리틸트각을 나타내었다.

그림 4에 rf 바이어스 없는 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면과 30W rf 바이어스 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면에 IB을 1분 조사한 후 100°C ~300°C에서 10분간 어닐링(annealing) 한 후 서냉한 액정셀의 배향 사진을 나타내었다. 그림 4(a)는 rf 바이어스 없는 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면에 IB을 조사한 후 100°C ~220°C에 10분간 어닐링 한후 서냉한 액정셀의 배향 사진을 나타낸다. 그림 4(a)에서 나타낸 바와 같이, 100°C ~200°C까지 배향상태가 안정하나 220°C에서는 배향성이 파괴되는 것을 알 수 있다.

그림 4(b)는 30 W rf 바이어스 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면에서 IB을 조사한 후 100°C ~300°C에 10분간 어닐링 한 후 서냉한 액정셀의 배향 사진을 나타낸다. 그림에서와 같이 250°C까지 배향 상태가 안정하나 300°C에서는 배향성이 파괴되는 것을 알 수 있다. 그러므로, 바이어스 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면을 이용한 경우가 바이어스 없는 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면을 이용한 경우보다 우수한 열적 안정성을 나타내었다. 결국, 새로운 a-C:H 박막은 바이어스 조건에서 증착함으로써 열적 안정성이 매우 향상 되었음을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 rf 바이어스 없는 조건에서 증착된 a-C:H 박막과 30 W rf 바이어스 조건에서 증착된 a-C:H 박막 표면에 IB을 조사한 액정 셀의 배향 효과의 프리틸트 제어에 대하여 비교 검토하였다. 30W rf 바이어스 조건에서 증착한 a-C:H 박막 표면에 IB을 조사한 액정셀은 바이어스 없는 조건에서 증착한 a-C:H 박막 표면을 이용한 액정셀보다 프리틸트 각이 높았으며, 열적 안전성 또한 매우 우수함을 알 수 있었다. 따라서 바이어스 조

건에서 증착된 a-C:H 박막을 이용한 IB 배향법은 프리틸트 제어와 열적 배향 안전성이 매우 우수함을 알 수 있었다.

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] 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] Y. Imura, 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*, p. 131, 1998.
- [5] 황정연, 서대식, 이상렬, 김재형, "광중합가능한 폴리이미드계 폴리머의 광중합법을 이용한 고프리틸트각의 제어", *전기전자재료학회논문지*, 14권, 4호, p. 341, 2001.
- [6] 황정연, 박경순, 서대식, 남상희, 서동학, "Polynobornene 유도체 표면을 이용한 광배향 VA-LCD의 전기 광학 특성에 관한연구", *전기전자재료학회논문지*, 15권, 3호, p. 253, 2002.
- [7] 황정연, 이윤건, 서대식, 김준영, 김태호, "3가

지 종류의 치환기를 함유한 N-(phenyl) maleimide 계 광폴리머 표면을 이용한 액정 배향 효과에 관한 연구", *전기전자재료학회논문지*, 15권, 3호, p. 264, 2002.

- [8] P. Chaudhari, 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.
- [9] H. Yoshida, T. Seino, and Y. Koike, "Four-Domain Divided Inclined Vertical Alignment by Irradiation of Unpolarized Ultra Violet Light", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 36, p. L1447, 1997.