

## SiC 박막을 이용한 액정의 수직배향효과

박창준, 황정연, 강형구, 김영환, 서대식, 안한진\*, 김경찬\*, 김종복\*, 백홍구\*, 임성훈\*\*, 박규창\*\*, 장진\*\*  
연세대학교 전기전자공학과, 연세대학교 금속공학과, 경희대학교 물리학과\*\*

### Homeotropic Alignment Effect of Liquid Crystal on the SiC Thin Film Layer

Chang-Joon Park, Jeoung-Yeon Hwang, Hyung-Ku Kang, Young-Hwan Kim, Dae-Shik Seo, Han-Jin Ahn\*,  
Kyung-Chan Kim\*, Jong-Bok Kim\*, Hong-Koo Baik\*, Sung-Hoon Lim\*\*, Kyu-Chang Park\*\*, Jin-Jang\*\*  
Yonsei Univ., Yonsei Univ., Kyunghee Univ.\*\*

#### Abstract

We studied the nematic liquid crystal (NLC) aligning capabilities using the new alignment material of a SiC (Silicon Carbide) thin film. SiC thin film exhibits good chemical and thermal stability. The good thermal and chemical stability make SiC an attractive candidate for electronic applications. A homeotropic alignment of nematic liquid crystal by ion beam (IB) exposure on the SiC thin film surface was achieved. The about 87° of stable pretilt angle was achieved at the range from 30° to 45° of incident angle. The good LC alignment is maintained by the ion beam alignment method on the SiC thin film surface until annealing temperature of 300°C. Consequently, homeotropic alignment effect of liquid crystal and the good thermal stability by the ion beam alignment method on the SiC thin film layer can be achieved.

**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. 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근 비접촉식 배향법[3-6]으로 diamond-like carbon(DLC) 박막에

이온빔을 조사한 액정 배향법이 연구보고 되었다[7]. 기존의 DLC, NDLC(Nitrogen doped DLC) 박막과 같은 무기 박막인 SiC의 구조는 강도 면에서는 다이아몬드와 매우 유사하고, 주된 결합은 공유 결합이다. SiC가 지닌 많은 장점들 중에서 다른 무엇보다 가장 뛰어난 점은 높은 온도에서의 내구성인데, 이로 인해 전통적인 전자재료와 비교해서 향상된 특성과 새로운 분야로의 응용에 이르기까지 활용범위가 확대되었다. 또한 화학적 안정성도 뛰어나다. 그 중에서도 반도체 분야를 포함한 흥미로운 SiC의 electronic application은 컬러 전자 디스플레이이다[8].

SiC를 액정의 배향막으로 이용할 경우, 기존의 TFT 절연체로 이용되던 재료를 이용하기 때문에 별도의 공정설비가 필요가 없게 되어 비용면에서 많은 절감효과가 있게 될 것이다. 또한 고온 환경 하에서 내구성으로 기존의 배향막에 비해 열적으로 한층 안정된 특성을 보여줄 것이다[8]. 하지만 LCD에 사용되는 DLC, NDLC, 그리고 SiC 박막의 배향원리 등에 관한 자세한 보고는 아직 되지 않고 있다.

본 연구에서는 SiC 박막을 제조하고 제조된 SiC 박막에 이온빔 조사를 이용한 프리틸트 각의 발생과 네마틱 액정의 수직배향효과에 대하여 검토하였다. 이 결과를 바탕으로 SiC 박막에 이온빔 배향법을 적용하는 방법은 멀티도메인 VA용으로 매우 유효할 것으로 기대된다.

## 2. 실험

SiC 박막은 Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD) 방법을 이용하여 ITO (Indium-Tin-Oxide)가 코팅된 유리 기판 위에 증착하였다. ITO 기판 세척공정은 다음과 같다. ITO가 코팅된 유리 기판을 챔버에 장입하기 전에 TCE (trichloroethylene), 아세톤 및 알콜 용액에서 초음파 세척을 각각 10분간 행하였다. SiC 박막은  $C_2H_2/He/SiH_4$  가스를 이용하여  $300^\circ C$ 에서 20초간 증착하였다. 증착에 사용된  $C_2H_2$ , He와  $SiH_4$  가스는 각각 30 sccm, 600 sccm과 60 sccm을 흘려 주었으며, 제작한 SiC 박막의 두께는 15 nm이다. 그림 1에 실험에 사용한 이온빔(kaufman type) 조사 시스템을 나타내었으며, 사용한 이온빔의 에너지는 200 eV이다. 프리틸트 각을 측정하기 위하여 액정 셀은 샌드위치 형태로 제작하였으며 두께는  $60\mu m$ 로 조절하였다. 사용한 액정은 Merck사의 액정( $\Delta\epsilon = -4.1$ )이다. 액정 배향상태를 평가하기 위하여 편광 현미경을 이용하였으며, 프리틸트 각은 결정 회전법을 이용하여 실온에서 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

그림 2는 PECVD 환경에서  $C_2H_2/He/SiH_4$ 을 구성 비율에 따라 20초간 증착된 SiC 박막 표면에 이온빔을 1분간 조사한 액정 셀들의 편광 현미경 사진을 나타낸다. 그림 2(a)에  $C_2H_2/He/SiH_4$ 을

30/600/60의 비율로 PECVD 환경에서 20초간 증착된 SiC 박막 표면에 이온빔을 1분간 조사한 액정 셀의 편광 현미경사진을 나타내었다. 그림 2(d)는

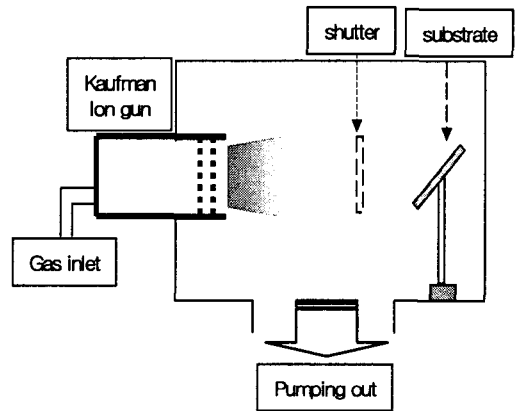
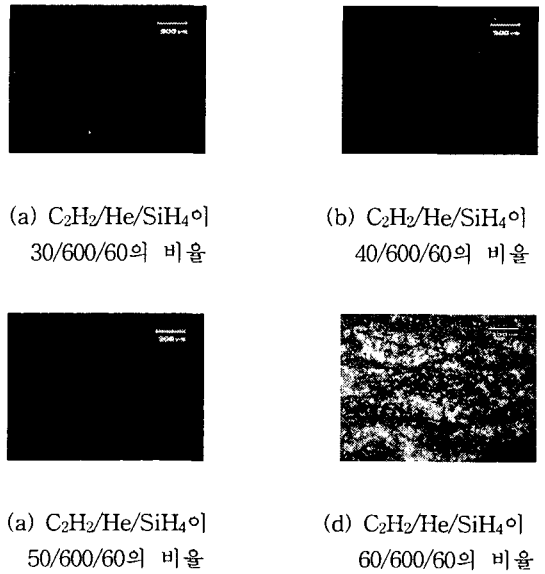


그림 1. Ion Beam 조사 시스템



(a)  $C_2H_2/He/SiH_4$ 이 30/600/60의 비율

(b)  $C_2H_2/He/SiH_4$ 이 40/600/60의 비율

(c)  $C_2H_2/He/SiH_4$ 이 50/600/60의 비율

(d)  $C_2H_2/He/SiH_4$ 이 60/600/60의 비율

그림 2. SiC 박막의 이온빔 배향 액정 셀의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교 상태)

$C_2H_2/He/SiH_4$ 을 60/600/60의 비율로 PECVD 환경에서 20초간 증착된 SiC 박막 표면에 이온빔을 1분간 조사한 액정 셀의 편광 현미경 사진을 나타내었다. 그림 2(d)에서 보는 바와 같이 탄소의 양이 일정량이상으로 증가하면 액정의 배향상태는

나빠졌다. 따라서 그림 2에서 나타낸 바와 같이, SiC 박막을 형성하기 위한 여러 가지  $C_2H_2$ , He와  $SiH_4$  가스 구성비율 중에서  $C_2H_2$ , He와  $SiH_4$  가스는 각각 30sccm, 600sccm 과 60sccm을 흘려준 상태에서 증착된 SiC 박막의 액정 배향성이 가장 우수하고 발생한 프리틸트 각도 가장 높았다.

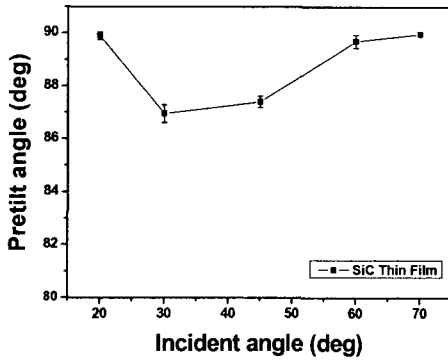


그림 3. SiC 박막 표면에 편광된 이온빔을 1분간 조사시의 입사각도에 따른 네마틱 액정의 프리틸트 각의 발생.

그림 3은  $C_2H_2/He/SiH_4$ 을 30/600/60의 비율로 PECVD 환경에서 20초간 증착된 SiC 박막 표면에 이온빔을 1분간 조사시의 입사각도에 따른 프리틸트 각의 발생을 나타내었다. 이온빔 조사시 30°~45°의 입사각도에서 약 87°의 안정된 프리틸트 각을 나타내었으며, 입사각도가 더욱 증가할수록 프리틸트가 감소하는 경향성을 나타내었다.

따라서, SiC 박막에 이온빔 배향법을 이용하면 액정을 수직배향시킬 수도 있고, 프리틸트 제어 할 수 있다는 것을 알 수 있다.

그림 4에  $C_2H_2/He/SiH_4$ 을 30/600/60의 비율로 PECVD 환경에서 20초간 증착된 SiC 박막 표면에 이온빔을 1분간 조사한 후 100℃, 150℃, 200℃, 250℃, 300℃에서 10분간 어닐링(annealing)한 후, 서냉한 액정 셀의 배향 사진을 나타내었다. 그림 5에서 나타낸 바와 같이, 300℃까지 배향상태가 안정하다. 결국 SiC 박막 표면에 이온빔 배향법은 300℃까지 열적 안정성이 있다는 것을 확인할 수 있었다.

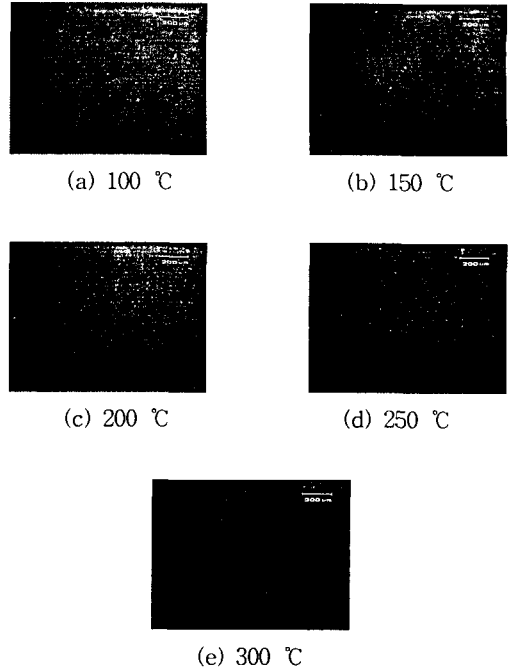


그림 4. SiC 박막 표면에 1분간 이온빔 조사시의 어닐링 온도에 따른 네마틱 액정의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교 상태).

#### 4. 결론

본 연구에서는 새로운 배향 물질인 SiC 박막에 이온빔 배향법을 이용한 액정 배향 효과와 프리틸트 제어에 대하여 검토하였다.  $C_2H_2/He/SiH_4$ 을 30/600/60의 비율로 PECVD 환경에서 20초간 증착된 SiC 박막 표면에 이온빔 배향법을 이용하여 우수한 배향특성을 얻을 수 있었으며, 특히 이온빔이 30°~45°의 입사각도에서 1분간 조사시 약 87°의 안정된 프리틸트 각을 얻을 수 있었다. 또한 SiC 박막 표면을 이용한 이온빔 배향법은 어닐링 온도가 300℃까지 열적으로 안정한 배향성을 나타내었다. 따라서 SiC 박막을 이용한 이온빔 배향법은 액정을 수직배향시킬 수 있고, 이를 이용해 제작한 액정 셀 또한 열적 배향 안정성이 우수함을 알 수 있었다. 그 결과 본 연구에서 제안한 SiC 박막에 이온빔 배향법을 적용하는 방법은 멀티도메인 VA 용으로 매우 유효할 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업 (M1-0203-00-0008)과 정보통신부 대학 IT 연구센터 육성 지원 사업의 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] 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*, 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. 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.
- [8] A. J. Babula, "Silicon Carbide- its nonabrasive electrical properties and applications", *IEEE Potential*, February/March, 1997.