Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers, Vol. 16, No. 3, p. 214, March 2003.

논 문 16-3-8

Diamond-Like-Carbon 박막표면에 UV 배향법을 이용한 액정 배향 효과에 관한 연구

A Study on Liquid Crystal Alignment Effects by UV Alignment Method on a Diamond-Like-Carbon Thin Film Surface

황정연, 조용민, 서대식

(Jeoung-Yeon Hwang, Yong-Min Jo, and Dae-Shik Seo)

Abstract

We studied the nematic liquid crystal (NLC) aligning capabilities by the UV alignment method on a diamond like carbon (DLC) thin film surface. A good LC alignment by UV exposure on the DLC thin film surface at 200Å of layer thickness was achieved. Also, a good LC alignment by the UV alignment method on the DLC thin film surface was observed at annealing temperature of 180℃. However, the alignment defect of the NLC was observed above annealing temperature of 200℃. Consequently, the good thermal stability of LC alignment by the UV alignment method on the DLC thin film surface can be achieved.

Key Words : Diamond-like-carbon (DLC), UV alignment method, Pretilt angle, Nematic liquid crystal, Annealing effect

1. 서 론

평판패널디스플레이 (FPD) 를 대표하는 액정 표시 장치 (LCD) 는 휴대폰 단말기 등의 소형 디스플레이 장치부터 액정 TV 등의 대형 디스플레이 장치까지 폭 넓게 응용되고 있다. 액정을 실제 표시 장치로 사용하기 위해서는 액정분자의 균일 배향이 필수적이라 할 수 있으며, 현재 양산에 사용되고 있는 것은 폴리이미드(PI) 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[3-7]으로 diamond-like carbon (DLC) 박막에 이온빔을 조사한 액정 배향법이 연구보고 되었다[8]. 하지만 이온빔 조사장치는 고가이며 또한 에너지가 매우 크기 때문에 이온빔 조사시 기판에 틸트 및 배향 불균일성 등이 발생할 수 있다. 그러므로 이온빔 외에 다른 배향 방법에 대한 연구가 요구되고 있다. 특히 광배향에서 사용되고 있는 UV 배향법은 사용이 간편하고, 폴리이미드 막을 사용하여 균일한 배향을 얻을 수 있는 방법이다[9-11].

따라서 본 연구에서는 DLC 박막 표면에 UV 조사를 이용한 액정 배향 특성에 대하여 검토하였다.

연세대학교 전기전자공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134
Fax: 02-3147-1351
Corresponding Author : dsseo@yonsei.ac.kr)
2002년 7월 30일 접수, 2002년 10월 22일 1차 심사완료, 2002년 12월 27일 최종 심사완료.

2. 실 험

DLC 박막은 Inductively Coupled Plasma Chemical Vapor Deposition system (ICP-CVD) 방법을 이용하여 ITO (indium-tin oxide) 가 코팅된 유리 기판 위에 증착 하였다. 사용한 ICP-CVD 장치는 그림 1에 나타내었다. DLC 박막은 C_2H_2/He 가스를 이용하여 상온에서 1~3분간 증착 하였다. 제작된 DLC 박막의 증착 조건은 표 1에 나타내었다. DLC 박막은 C_2H_2과 He 가스를 각각 3 sccm과 30 sccm을 흘려주었다. 제작한 DLC 박막의 두께는 표 1에 나타낸 바와 같이 100~300Å이며, 박막의 두께는 Tencor Surface Profiler 500인 알파스텝장비로 측정하였다. 실험에 사용한 UV 조사 시스템을 그림 2에 나타내었으며, 기판 표면에 조사된 UV lamp는 1000 W의 Mecury 램프 (Oriel Instruments Co.) 를 사용하였으며, UV 에너지 밀도는 51.9 mW/cm^2 이다. 프리틸트각 (pretilt angle)를 측정하기 위하여 액정셀은 샌드위치 형태로 제작하였으며, 두께는 60 μm로 조절하였다. 배향의 신뢰성을 평가하기 위하여 러빙셀을 제작하였으며, 사용한 네마틱 액정은 Merck사의 MJ97359 ($\wedge\varepsilon$=8.4) 이다. 액정 배향 상태를 평가하기 위하여 편광 현미경을 이용하였으며, 프리틸트각은 결정 회전법을 이용하여 실온에서 측정하였다.

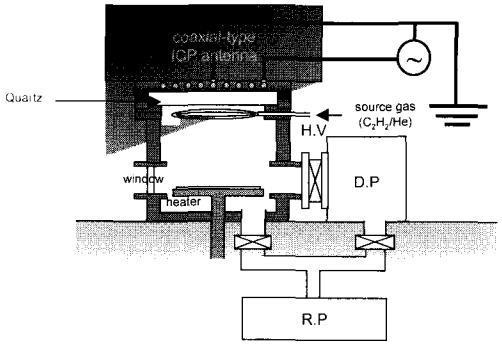


그림 1. DLC 박막 증착에 사용한 ICP-CVD 시스템.
Fig. 1. ICP-CVD system for DLC thin film deposition.

표 1. DLC 박막 증착 조건.
Table 1. Deposited condition of DLC thin film.

No	증착시간 (~1.7Å/sec)	증착압력 (mTorr)	가스성분 (C_2H_2:He)	박막 두께
DLC_UV-1	1분	200	3:30	100Å
DLC_UV-2	2분	200	3:30	200Å
DLC_UV-3	3분	200	3:30	300Å

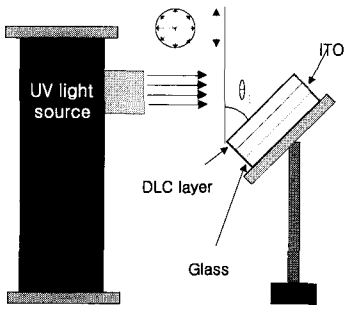
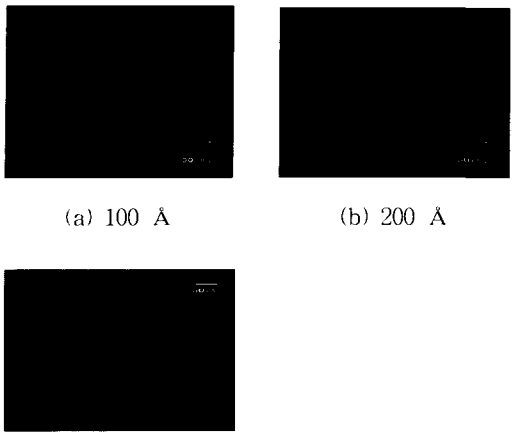


그림 2. UV 조사 시스템.
Fig. 2. UV exposure system.

3. 결과 및 고찰

DLC 박막 표면에 UV 조사한 액정셀의 편광 현미경 사진을 그림 3에 나타내었다. 그림 3(a)는 C_2H_2/He을 3/30의 비율로 ICP-CVD환경에서 1분간 증착된 DLC 박막 표면에 UV를 30분간 조사한 액정셀의 편광 현미경 사진을 나타내었다. 그림에 나타낸바와 같이, 양호한 배향상태를 나타내었다. 그림 3(b)는 C_2H_2/He을 3/30의 비율로 ICP-CVD 환경에서 2분간 증착된 DLC 박막 표면에 UV를 30분 동안 조사한 액정셀의 편광 현미경 사진을 나타내었다. 그림 3(b)와 같이 매우 우수한 배향 상태를 나타내었다. 반면에 그림 3(c)는 C_2H_2/He을 3/30의 비율로 ICP CVD 환경에서 3분간 증착된 DLC 박막 표면에 UV를 30분 조사한 액정셀의 편광 현미경 사진이다. 그림 3(c)와 같이 배향성이 현저하게 떨어짐을 알 수 있다. 그러므로 DLC 박막을 형성하기 위한 3가지 조건중에서 C_2H_2 과 He 가스는 각각 3 sccm과 30 sccm을 흘려준 상태에서 2분간 증착된 DLC 박막의 액정배향성이 가장 우수하였으나, 3분간 증착된 DLC 박막의 경우는 많은 디스크레이션 (disclination) 결함이 발생하였다. 즉 DLC 박막에 UV광을 조사한 액정 배향성은 DLC 박막의 두께에 크게 의존함을 알 수 있었다.



(a) 100 Å (b) 200 Å

(c) 300 Å

그림 3. 3종류의 DLC 박막을 이용한 UV 배향 액정셀의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

Fig. 3. Microphotographs of UV aligned LC cell on the three kinds of DLC thin film (in crossed Nicols).

그림 4는 DLC 박막에 polarizer 및 non-polarizer된 UV를 조사한 액정셀의 편광 현미경 사진을 나타낸다. 그림 4(a)에서와 같이 non-polarizer UV를 사용한 액정셀은 우수한 배향 특성을 나타내었으나, polarizer를 사용한 액정셀은 UV 조사시 많은 디스크레이션 결함이 발생하였다. 그러므로 DLC 박막 표면에 polarizer를 사용하지 않은 non-polarizer UV를 사용한 경우가 우수한 배향 특성을 나타내었다. 또한 장시간 UV를 조사하여도, 좋은 배향 특성을 유지함을 알 수 있다.

(a) Non-polarizer (b) Polarizer

그림 4. DLC 박막을 이용한 non-polarizer 및 polarizer를 이용한 UV 배향 액정셀의 편광 현미경 사진(편광자는 직교상태).

Fig. 4. Microphotographs of UV aligned LC cell with non-polarizer and polarizer on the DLC thin film. (in crossed Nicols).

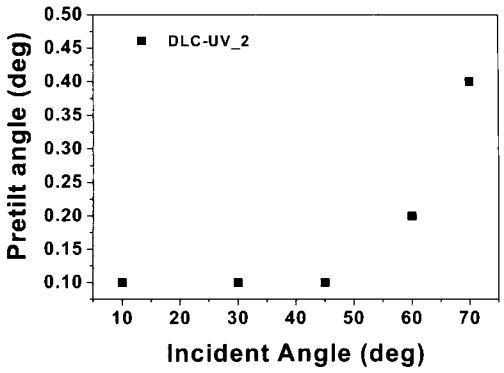
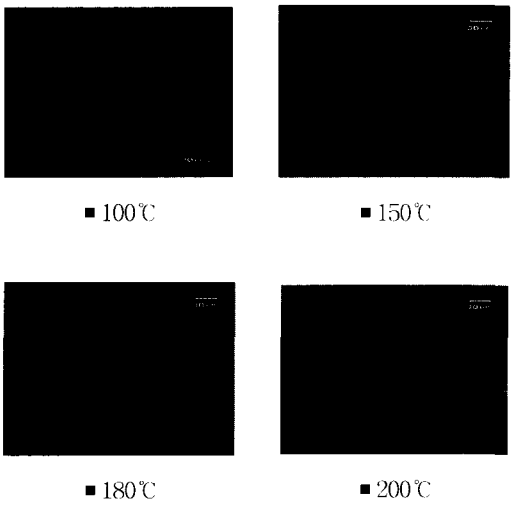


그림 5. DLC 박막 표면에 편광된 UV를 30분간 조사시의 입사각도에 따른 네마틱액정의 프리틸트각의 발생.

Fig. 5. Generation of pretilt angles in NLC with UV exposure on the DLC thin film surfaces for 30 min as a function of incident angle.



■ 100℃ ■ 150℃

■ 180℃ ■ 200℃

그림 6. DLC 박막 표면에 30분간 UV 조사시의 어닐링 온도에 따른 네마틱 액정의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

Fig. 6. Microphotographs of aligned NLC with UV exposure on the DLC thin film surfaces for 30 min as a function of annealing temperature (in crossed Nicols).

그림 5에 C_2H_2/He을 3/30의 비율로 ICP-CVD 환경에서 2분간 증착된 DLC 박막 표면에 UV를 30분간 조사시의 입사각도에 따른 프리틸트각의 발생을 나타내었다. 그림 5와 같이 UV 입사각도에 따른 프리틸트각은 모든 입사각도에서 1도 이하의 낮은 프리틸트각을 나타내었으며, 입사각도가 증가할수록 프리틸트각이 증가하는 경향을 나타내었다.

또한, UV 조사시간에 따른 프리틸트각도 역시 1도 이하의 낮은 프리틸트각을 나타내었다.

그림 6에 C_2H_2/He을 3/30의 비율로 ICP-CVD환경에서 2분간 증착된 DLC 박막 표면에 UV를 30분 조사한 후 100 ℃, 150 ℃, 180 ℃ 그리고 200 ℃에서 10분간 어닐링 (annealing) 한 후 서냉한 액정셀의 배향 사진을 나타내었다. 그림 6에 나타낸 바와 같이, 100 ℃~180 ℃까지 배향 상태가 안정하나 200 ℃ 에서는 배향성이 파괴되는 것을 알 수 있다. 따라서 DLC 박막 표면에서의 UV 배향법은 러빙셀과 거의 동등한 열적 안정성을 나타내었다.

4. 결 론

본 연구에서는 무기박막인 DLC 박막에 UV 배향법을 이용한 액정 배향 특성과 프리틸트 제어에 대하여 검토하였다. C_2H_2/He을 3/30의 비율로 ICP-CVD 환경에서 2분간 증착된 200Å 두께를 가지는 DLC 박막 표면에 UV 조사한 경우에 우수한 배향 특성을 얻을 수 있었으며, 또한 UV광의 입사각도가 증가할수록 프리틸트각이 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 300Å의 두께를 갖는 DLC 박막 표면에 UV 조사한 경우는 배향 결함이 관측되었다. 또한 DLC 박막 표면을 이용한 UV 배향법은 어닐링 온도가 180 ℃까지 열적으로 안정한 배향성을 나타내었다. 따라서 DLC 박막을 이용한 UV 배향법은 열적 배향 안전성이 우수함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업 (M10203-00-0008)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. Iimura, 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 Digest paper, p. 131, 1998.

[5] 황정연, 서대식, 서동학, 김향율, "광중합된 PM4Ch 표면을 이용한 액정 배향 효과", 전기전자재료학회논문지, 12권, 10호, p. 926, 1999.

[6] 황정연, 박경순, 서대식, 남상희, 서동학, "Polynobornene 유도체 표면을 이용한 광배향 VA-LCD의 전기 광학 특성에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, 15권, 3호, p. 253, 2002.

[7] 황정연, 이윤건, 서대식, 김준영, 김태호, "3가지 종류의 치환기를 함유한 N-(phenyl)maleimide계 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. 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.

[9] X. Wang and J. L. West, "The mechanism of pretilt generation on polarized ultraviolet light aligned polyimide film", SID '97 Digest paper, p. 5, 1997.

[10] 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 Digest paper, p. 131, 1998.

[11] T. Yamamoto, M. Hasegawa, and H. Hatoh, "Liquid-crystal alignment by slantwise irradiation of non-polarized UV light on a polyimide layer", SID '96 Digest paper, p. 642, 1996.