

카본나노튜브가 분산된 수직 배향 네마틱 액정 셀에서의 4-lobe texture의 형성

조은미, 정석진, 신승환, 이승희, 정석호*, 이영희*
전북대학교, 성균관대학교*

Formation of 4-lobe texture patterns in a CNT doped vertically aligned nematic liquid crystal cell

Eun Mi Jo, Seok Jin Jeong, Seung Hwan Shin and Seung Hee Lee, Seok Ho Jeong* and Young Hee Lee*

Chonbuk National University, Sungkyunkwan University*

Abstract : We report the observed peculiar double four lobe textures in CNT dispersed nematic liquid crystal under vertical field. The electro optic studies in a wide range of applied field showed that the double four lobe texture was observed only in the field range of 120 to 160v. This observed peculiar phenomena is explained in terms field induced movement of CNTs and the subsequent reorientation of Liquid crystal molecules.

Key Words : 카본나노튜브, vertically aligned, liquid crystal, texture

1. 서 론

오늘날 액정 디스플레이는 평판 디스플레이중 하나로 가벼우면서도 낮은 소비 전력과 높은 해상도와 같은 이점을 가지고 있어 널리 사용되고 있다. 이런 액정 디스플레이의 성능은 액정 재료에 따라 영향을 받는다.

최근 많은 연구에서 나노 입자가 첨가된 액정의 전기 광학적 특성이 변하는 것을 보고해 왔다.^[1,2]

실제로 나노크기 입자는 액정의 전기 광학 특성을 향상하기 위한 대안으로 지난 수년간 많은 관심을 받았다. 직류 또는 교류 전압에서의 카본나노튜브(CNT)가 분산된 TN (Twisted nematic) 액정 셀에 전기 광학적 특성에 영향을 미친다고 보고되었다.^[3-6]

본 논문에서는 CNT가 분산된 수직 배향 액정 셀에서 CNT의 병진 운동에 의해 발생하는 독특한 이중 로브 구조 무늬에 대해 관찰하였다.

2. 실험

본 실험에서는 네마틱 액정 MJ951160 ($\Delta\epsilon=7.4$, $\Delta n=0.088$ at $\lambda=589$ nm, clearing temperature 87°C with a nematic phase down to -40°C) 을 사용하였다. ITO (indium thin oxide) 가 코팅된 유리 기판에 수직 배향막 AL-60101 (Japan Synthetic Rubber Co.)을 코팅한 후 합착하여 셀을 제작하였다. Multi walled

CNT (MWNT) $10^{-3}\text{wt}\%$ 를 dichloroethane에 CNT를 분산시킨 후 액정에 첨가하여 셀에 주입 전 solvent는 제거한다. 실온에서 모세관 현상을 이용하여 합착된 셀에 주입하면 액정은 $60\ \mu\text{m}$ 셀 갭 사이에서 수직 배향된다. 액정이 수직 배향된 셀에 수직 전기장을 인가한 후 액정에 분산된 CNT 변화를 광학 편광 현미경으로 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 교차된 편광자 사이의 CNT가 분산된 수직 배향 액정 셀에 전기장을 가했을 때 특정 전기장 이상에서 4개의 lobe 형태 texture를 보여주는 편광현미경 사진이다.

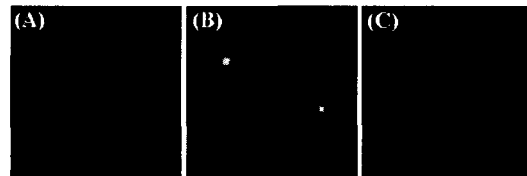


그림 1. 교차된 편광자 사이의 CNT가 분산된 수직 배향 액정 셀에 120V 전압을 인가한 현미경 사진. (a) 0 V (b) 120 V (c) 120 V인가 후 0 V

네마틱 액정 안에 분산된 CNT는 본래의 net charge에 의해 임계 전기장 이상에서 병진 운동을 하게

된다.^[6,7] 그 병진 운동을 하는 CNT는 결국 전기장 방향으로 배향되어 있는 액정분자의 방향자를 변형 시키게 되므로 이로 인한 빛샘이 발생한다. 그림 1(A)는 전압인가 전 상태로 CNT가 움직이지 않아 어둡게 보여주고, 그림 1(B)는 120V 전압을 인가하여 CNT의 병진운동으로 인해 만들어진 4개의 lobe 구조 형태 관찰하였고, 이런 texture는 60V 임계 전압 이상에서 전기장 세기가 증가할수록 더 뚜렷해짐을 보였다. 그림 1(C)는 120V 전압인가 후 전압을 off 시켰을 때의 사진으로 CNT가 더 이상 병진운동을 하지 않아 그림 1(A)와 같이 어둡게 보여준다.



그림 2. 1Hz에서 전압을 증가시키면서 관찰한 수직 배향 액정 셀에서의 four-lobe texture patterns 현미경 사진 (a) 60 V (b) 100 V (c) 200 V

그림 2는 CNT의 병진 운동에 의한 texture의 패턴을 관찰하기 위하여 1Hz로 셀에 전압을 인가하여 얻은 편광 현미경 사진이다. 임계 전압 60V이하에서는 CNT가 낮은 속도로 병진 운동을 시작하기 때문에 texture가 명확하게 나타나지 않았으나 높은 전압일수록 셀의 상하판 전극사이에서의 CNT의 이동 속도가 빨라지고 한쪽 전극에서 반대 전극방향으로의 이동 거리도 늘어났기 때문에 임계 전압 60V이상의 전압이 인가되면서 네 개의 lobe 모양의 texture는 더욱 선명해졌다. 한 주기에서 관찰된 texture pattern이 전압별로 조금씩 다른 것은 CNT의 운동 속도와 그 이동 거리에 따른 액정분자의 변형의 정도가 다르기 때문이다.

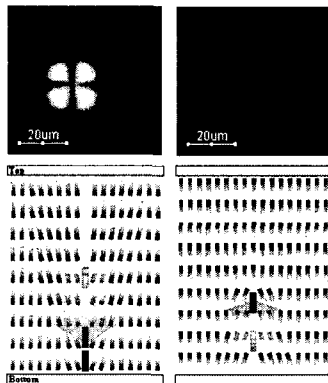


그림 3. 1 Hz 140 V에서 lobe형태의 texture와 그에 따른 액정 방향자의 변형

그림 3은 그림 2의 한 주기 동안 CNT의 병진 운

동에 의한 액정 방향자의 변형에 따라 발생하는 texture에 따른 액정 방향자를 표현한 것이다. 셀의 한쪽 전극에서 반대편 전극방향으로 CNT가 병진운동을 하는 거리가 길어질수록 첫 번째 그림처럼 액정분자 배열상태의 변형이 심해진다. 따라서 높은 전기장에서의 4개의 lobe 형태 texture가 더욱 뚜렷하게 보이므로 CNT의 병진 운동은 높은 전기장일수록 크게 일어남을 나타내는 것이다. 그림 2에서처럼 CNT는 다시 반대 방향으로 이동하면서 액정분자 배열상태를 변형시키기 시작하면서 4개의 lobe 형태 texture가 다시 나타난다.

4. 결론

본 논문에서는 CNT가 분산된 수직 배향 네마틱 액정 셀에서 CNT의 병진 운동에 의해 발생하는 texture에 주목하였다. 임계전압 이상에서 액정 셀의 상하판 전극 사이를 수직 병진 운동하는 CNT에 의해 나타나는 네 개의 lobe형태의 texture 발생 패턴을 관찰함으로써 액정 분자의 물리적 현상을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 (주) 머크 어드밴스드 테크놀러지스 지원에 의해 수행되었음.

참고 문헌

- [1] O. Buchnev, C. I. Cheon, A. Glushchenko, Yu. Reznikov, and J. L. West, *J. SID* 13, 749, 2005
- [2] F. Li, J. West, A. Glushchenko, C. I. Cheon, and Y. Reznikov, *J. SID* 14, 523, 2006
- [3] S. Y. Jeon, K. A. Park, I.-S. Baik, K. H. An, J. Choi, S. H. Lee, and Y. H. Lee, *Proceedings of the 12th International Display Workshops (The Institute of Television Engineers of Japan and Society for Information Display, Takamatsu, Japan, p. 167, 2005.*
- [4] W. Lee, J.-S. Gau, and H.-Y. Chen, *Appl. Phys. B: Lasers Opt.* 81, 171, 2005.
- [5] C.-Y. Huang, C.-Y. Hu, H.-C. Pan, and K.-Y. Lo, *Jpn. J. Appl. Phys., Part1* 44, 8077, 2005.
- [6] I.-S. Baik, S. Y. Jeon, S. H. Lee, K. A. Park, S. H. Jeong, K. H. An and Y. H. Lee, *Appl. Phys. Lett.* 87, 263110, 2005.
- [7] I.-S. Baik, S. Y. Jeon, S. J. Jeong, S. H. Lee, K. H. An, S. H. Jeong and Y. H. Lee, *J. Appl. Phys.* 100, 074306, 2006.