

탄소 나노 튜브 함량에 따른 TN 액정 셀의 잔류 DC 연구

백인수, 박경아*, 전상연, 안계혁*, 이승희, 이영희*
 전북대학교 신소재공학부, 성균관대학교 물리학과*

Effect of Carbon Nanotube Concentrations on Residual DC of a Twisted Nematic Liquid Crystal Cell

In-Su Baik, Kyung Ah Park*, Sang Youn Jeon, Kay Hyeok An*, Seung Hee Lee, and Young Hee Lee*

School of Advanced Materials Engineering, Chonbuk National Univ.

Department of Physics, Sungkyunkwan Univ.*

Abstract

We have fabricated twisted nematic (TN) liquid crystal cells doped by carbon nanotubes (CNTs) with different CNT wt. %. With a minute amount doping, multi-walled CNTs did not perturb the liquid crystal orientations at the off- and on-state. The hysteresis studies of voltage-dependent capacitance (V-C) under the influence of electric field generated by ac and dc voltage show that the residual dc, which is tightly related to image sticking problem in liquid crystal displays, is greatly reduced due to ion trapping by CNTs. Also, the V-C hysteresis shows dependency of capacitance on concentration of multi-walled CNTs.

Key Words : twisted nematic, carbon nanotube, electro-optic characteristics, residual dc

1. 서론

최근 액정에 분산된 탄소 나노 튜브(CNT)의 영향에 관한 연구가 다양한 방법으로 이루어지고 있다. CNT의 장축이 액정 방향자와 평행하게 배열 하고 있다는 것이 알려졌다[1], 수평 배향된 셀에서 수직 전기장을 인가하였을 때 CNT가 분산된 액정의 경우 CNT가 액정 방향자를 따라 배열 하게 된다는 것이 증명되었다[2-4]. 또한 액정 방향자는 특정 전압 이상의 수직[3] 또는 수평 전기장[4,5]에 의해 발생하는 CNT의 진동과 병진 운동에 의해 변형됨이 관찰되었다. 그리고 C₆₀ 또는 multiwalled CNT (MWNT)와 같은 carbon nanosolid가 소량 첨가된 액정을 이용하여 제작된 twisted nematic(TN) 액정 셀의 경우 전압을 인가 할 시에 carbon nanosolid가 액정에 미치는 영향에 대해서도 연구 되었다[6]. 그리고 CNT와 비슷한 구조를 하고 있는 nanohorn을 액정에 분산시킬 경우 액정 디스플레이(LCD)의 decaying time이 빨라져 응답시간이 향상되는 것 또한 보고되었다[7].

본 연구에서는 MWNT가 함량별로 분산된 액정을 이용하여 TN 셀들을 제작 하였고 AC 또는 DC 전압을 인가하여 TN 셀에서의 함량별 잔류 DC에 대해 연구 하였다.

2. 본론

실험에 사용된 super-fluorinated LC에 각각 10⁻³wt%와 10⁻⁴wt%의 MWNT 분산 시켜 상온에서 각각의 셀에 주입하였다. 두 장의 교차된 편광판을 각각의 셀에 부착하

여 normally white 모드의 TN 셀을 제작하였다. 제작된 셀을 현미경을 이용하여 관찰 하였으며 이때 CNT가 분산된 셀과 그렇지 않은 셀의 액정 거동에는 큰 차이가 없었다. 이를 통해 액정에 분산된 CNT는 액정의 전기장에 따른 fredrick transition에 영향을 주지 않는다는 것을 확인할 수 있었다.

그림 1은 순수한 액정 셀과 MWNT가 10⁻³wt%로 분산된 셀의 전압에 따른 V-C 히스테리시스 곡선이다. DC 전압의 인가 방식은 0.1V 단위로 0V에서 +10V로 인가한 후

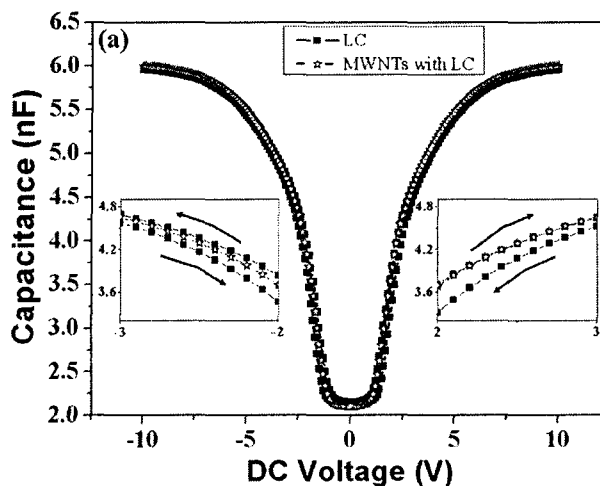


그림 1. 순수한 액정과 MWNT가 10⁻³wt%분산된 셀의 전압에 따른 전기용량 히스테리시스 곡선.

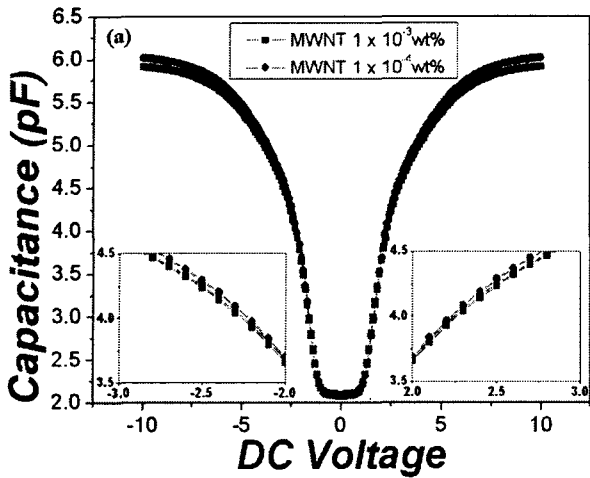


그림 2. MWNT가 10^{-3} wt%와 10^{-4} wt%가 분산된 셀의 전압에 따른 전기용량 히스테리시스 곡선.

+10V에서 -10V로 인가하고 다시 -10V에서 0V로 인가하여 히스테리시스 곡선을 얻었다. 순수 액정을 사용한 TN 셀의 잔류 DC의 크기는 +DC 전압을 인가하였을 경우 0.248V이고 -DC 전압을 인가하였을 경우 0.252V로 나타났고 MWNT가 분산된 액정을 사용한 TN셀의 잔류 DC의 크기는 +, -DC전압에서 각각 0.005V와 0.004V를 나타냈다. MWNT가 분산된 액정을 이용한 TN셀의 잔류 DC는 순수한 액정을 사용한 TN셀의 잔류 DC 보다 매우 적게 나타났다. 그림 2는 MWNT가 10^{-3} wt%로 분산된 셀과 10^{-4} wt%로 분산된 셀의 V-C 히스테리시스 곡선이다. 그림에서 나타내는 바와 같이 MWNT의 함량이 변하는 것에 의해 V-C 히스테리시스 곡선의 구동 전압과 잔류 DC가 변하는 것을 보여준다. 두 셀의 잔류 DC는 큰 차이는 보이지 않았지만 10^{-4} wt% 함량의 셀이 약간 작게 나타났고 같은 전압에서 전기용량 값은 더 크게 측정되었다.

이전의 연구에서 우리는 일정한 진동수를 갖는 AC 전압을 인가할 경우 특정 전압 이상에서 CNT는 진동을 하게 되고 이러한 현상에 통해 CNT가 영구 쌍극자를 갖는다고 보고하였다[3,4]. 원자 크기의 불순물 이온들이 순수 액정을 사용한 TN 셀에서는 DC 전압을 인가 할 경우 액정과 배향막 사이의 계면에 흡착 되어 잔류 DC를 유발하지만 MWNT가 분산된 TN셀의 경우에는 불순물 이온들이 MWNT의 쌍극자에 붙게 되고 그 결과 배향막 표면에 흡착되는 불순물 이온의 양이 적어져 잔류 DC를 줄이게 된다고 추정 할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 MWNT가 함량별로 분산된 액정을 이용하여 TN 셀을 제작 하였고 이에 AC 또는 DC 전압을 인가하여 MWNT가 TN셀의 잔류 DC에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 본 연구에서 V-C 히스테리시스 곡선을 통해 MWNT의 이온 흡착에 의해 잔류 DC가 매우 줄어드는 결과를 얻을 수 있었다. 본 연구를 통해 현재

TFT-LCDs의 큰 문제점 하나인 잔류 DC를 감소시킬 수 있는 방안을 제안한다.

감사의 글

본 연구는 한국 과학재단 목적기초연구 (R01-2004-000-10014-0) 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] M. D. Lynch and D. L. Patrick, "Organizing Carbon Nanotubes with Liquid Crystals", *Nano Lett.* Vol. 2, No. 11, p. 1197, 2002.
- [2] I. Dierking, G. Scalia and P. Morales, "Liquid crystal - carbon nanotube dispersions", *J. Appl. Phys.* Vol. 97, 044309, 2005.
- [3] S. Y. Jeon, I-S. Baik, J. Y. Lee, K. H. An, J. W. Choi, S. H. Lee and Y. H. Lee, "Control of Carbon Nanotube's Orientation in Nematic Liquid Crystals and its Effect on Electro-optic Characteristics of Liquid Crystal Cell", *ECLC'05*, p. 65, 2005.
- [4] I-S. Baik, J. Y. Lee, S. Y. Jeon, K. H. An, J. W. Choi, S. H. Lee, and Y. H. Lee, " Effects of Dispersed Carbon nanotubes on Electro-Optic Characteristics and Orientation of Liquid Crystal in the In-Plane Switching Cell", *IMID'05*, p. 415, 2005.
- [5] S. Y. Jeon, I-S. Baik, and S. H. Lee, "Orientation of Liquid Crystal and Electro-Optic Characteristic Effect of dispersed Carbon nanotubes in In Plane Switching cell", *Proc. 2005 Summer Conf. KIEEME*, p. 520, 2005.
- [6] W. Lee, C-Y. Wang and Y-C. Shih, "Effects of carbon nanosolids on the electro-optical properties of a twisted nematic liquid-crystal host", *Appl. Phys. Lett.* Vol. 85, p. 513, 2004.
- [7] S. J. Woltman and G. P. Crawford, "2H-NMR Study of Nanohorn Doped Liquid Crystals for Improved Dynamic Response in Liquid Crystal Displays", *SID'05 Dig. Tech. Pap.*, p. 752, 2005.