

카본나노튜브가 액정의 물성과 in-plane switching 셀의 전기광학 특성에 미치는 영향

전상연, 정석진, 정석호*, 신승환, 안계혁*, 강훈**, 김경진**, 이승희, 이영희*
전북대학교, 성균관대학교*, 엘지필립스 엘씨디(주)**

Carbon nanotube effects on physical properties of liquid crystal and electro-optic characteristics of in-plane switching liquid crystal cell

Sang Youn Jeon, Seok Jin Jeong, Seok Ho Jeong*, Seung Hwan Shin, Kay Hyok An*, Hoon Kang**, Kyoung-Jin Kim**,
Seung Hee Lee, and Young Hee Lee*
Chonbuk National University, Sungkyunkwan University*, LG.Philips LCD co., Ltd.**

Carbon nanotubes (CNTs)-doped homogeneously aligned nematic liquid crystal (LC) cells driven by in-plane field were fabricated and their electro-optic characteristics were investigated. Effective cell retardation values in an absence of an electric field between doped and undoped LC were the same each other. In the presence of an electric field, however, measured effective cell retardation value was smaller in the CNT-doped cell than in the undoped cell so that the transmittance was slightly smaller in the CNT-doped cell than in the undoped cell. In addition, the CNT-doped cell exhibited slight increase in driving voltage and decrease in response time compared to the undoped cell. The CNT effects on electro-optic characteristics of the cell were discussed.

Key Words : 카본나노튜브, in-plane switching, 회전정도, 응답시간

1. 서 론

최근 Thin-film transistor(TFT) 액정 디스플레이의 제조 기술이 발전함에 따라 그 적용 영역이 TV나 옥외 광고용 디스플레이와 같은 대형 디스플레이 영역으로 확대되고 있으며 그 크기가 점점 대형화되는 추세를 보이고 있다. 액정 디스플레이의 TV로의 적용에 있어서 요구되는 중요한 특성 중의 하나로 넓은 시야각을 들 수 있으며 광시야각 특성을 가지는 in-plane switching(IPS) 모드의 연구가 활발히 진행되고 있다.^[1] 광시야각 특성을 가지는 IPS 모드의 경우 액정이 주로 수평 전기장에 의한 트위스트 변형을 하게 되고 상대적으로 작은 값을 가지는 트위스트 탄성 상수(k_{22})로 인해 off시의 응답시간이 느린 단점을 가지고 있다.

액정이 가지는 고유의 물성은 이를 이용하는 액정 디스플레이의 전기광학 특성에 크게 영향을 미치며 현재까지 액정의 물성을 향상시키기 위한 연구가 여러 방면으로 진행되어 왔다.^[2] 그러나 액정이 가지는 여러 물성들을 향상시키는 것에는 제약을 가지고 있다. 예를 들어, 액정 디스플레이의 동영상을 표현하는데 중요한 인자인 응답속도를 향상시키기 위해서는 액정의 회전 정도를 낮추어야 하는데 이는 유전율 이방성의 감소를 가져오고 그로 인해 액정 디스플레이의 구동전압이 상승되는 단점을 불러올 수 있다. 이러한 이유로 최근에는 carbon nanosolid, MgO와 같은 나노 파티클을 액정에 도핑하여 액정 디스플레이의 성능을 향상시키기 위한 연구가 이루어지고 있다.^[3,4,5] 본 논

문에서는 카본 나노 튜브가 액정의 물성에 미치는 영향과 카본 나노 튜브가 분산된 액정을 이용한 IPS 셀의 전기광학 특성에 대해 연구하였다.

2. 실험

셀 제작에 있어서, 먼저 수평 배향막(JALS-204, Japan Synthetic Rubber Co.)을 전극이 패터닝 하부 기판 위에 800Å 두께로 스펀코팅을 실시한 후 액정을 한 방향으로 전렬시키기 위해 러빙을 실시하였고, 전극이 없는 상부 기판에도 같은 과정으로 배향막의 스펀 코팅과 러빙을 실시하였다. 러빙 과정을 통해 액정 방향자가 수평 전기장에 70°를 이루도록 하였다. 액정에 분산된 카본 나노 튜브의 농도가 5×10^{-4} wt%가 되도록 액정에 도핑하고 용매를 증발시킨 후 상온에서 모세관 현상을 이용하여 셀에 주입하였다. 순수 액정 셀과 CNT가 분산된 액정 셀의 셀 갭은 모두 3.5μm이다.

표 1. 측정된 순수 액정과 CNT가 도핑된 액정의 물성

	Pure LC	SWNTs-Doped LC
$\Delta\epsilon$	7.4	7.41
τ_1 (mpas·s)	147	136
Δn	0.088	0.0881

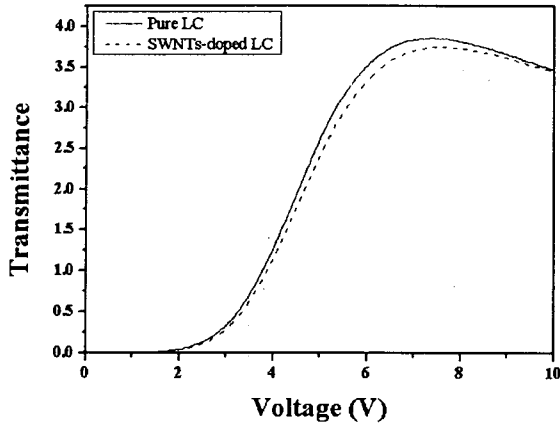


그림 1. 순수 액정과 CNT가 분산된 액정을 주입한 IPS 셀의 전압별 투과율 그래프.

표 1은 순수 액정과 CNT가 도핑된 액정의 유전율 이방성, 복굴절률, 회전점도를 측정된 데이터이다. 순수 액정과 CNT가 도핑된 액정의 물성은 유전율 이방성과 복굴절률에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 회전점도는 다른 물성에 비해 순수 액정과 CNT가 도핑된 액정이 큰 차이를 보였으며 순수 액정에 비해 CNT가 도핑된 액정에서 약 7%가량 감소된 결과를 보였다.

그림 1은 순수 액정과 CNT가 도핑된 액정의 전압별 투과율 그래프이다. 순수 액정 셀과 CNT가 도핑된 액정 셀의 셀 갭이 3.5 μm 로 같음에도 불구하고 CNT가 도핑된 셀에서 순수 액정 셀 대비 투과율이 약 3%감소하였고, 구동 전압은 약 3%가량 상승하는 결과를 나타내었다. 유효 굴절률 측정 결과 전기장이 인가되지 않은 경우 순수 액정 셀과 CNT가 도핑된 액정 셀이 같은 값을 가졌으나, 구동 전압 영역에서 측정된 경우 CNT가 도핑된 액정 셀의 유효 굴절률이 순수 액정 셀에 비해 약 6%가량 감소하는 결과를 보였다. 이와 같은 현상은 CNT에 강하게 앵커링되어있는 액정이 CNT에 의해 수평 전기장에 의한 회전을 방해받기 때문에 나타나는 결과로 해석된다.

다음으로 CNT에 의한 액정의 회전점도 감소에 따른 영향을 알아보기 위해 순수 액정과 CNT가 도핑된 액정의 계조별 응답시간을 60Hz의 주파수를 가지는 전압을 인가하여 측정하였다. 그림 2의 (a)와 (b)는 각각 순수 액정과 CNT가 도핑된 액정의 전압별 rising 응답시간과 decaying 응답시간을 나타낸 그래프이다. 측정 결과 순수 액정 셀에 비해 CNT가 도핑된 셀에서 CNT에 의한 회전 점도의 감소에 의한 영향으로 rising 응답시간이 약 11% decaying 응답시간이 약 19%가량 감소하는 결과를 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

본 논문에서는 CNT가 액정의 물성과 IPS 셀의 전기광학 특성에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 전압별 투과율 측정 결과 순수 액정 셀에 비해 CNT가 도핑된 액정 셀이 낮은 투과율과 높은 구동전압을 가지는 것으로 나타났고

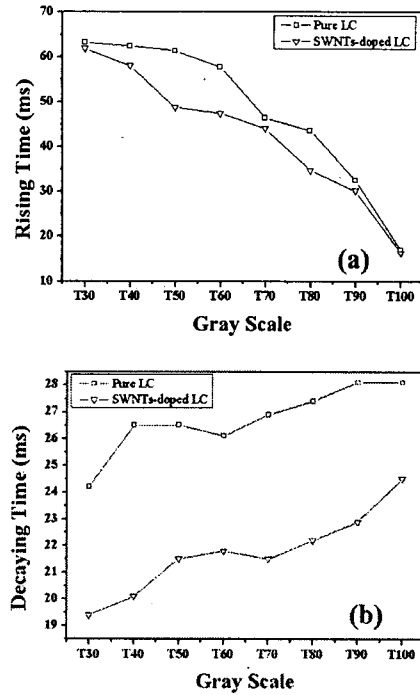


그림 2. 순수 액정과 CNT가 분산된 액정을 주입한 IPS 셀의 계조별 (a)rising과 (b)decaying 응답시간 그래프.

낮은 유효 굴절률 값을 가지는 것으로 측정되었다. 이런 현상은 CNT에 의해 액정의 회전이 방해받기 때문에 나타나는 것으로 해석된다. 계조별 응답시간에서는 CNT에 의한 액정의 회전점도의 감소로 인해 CNT가 도핑된 액정 셀에서 순수 액정 셀에 비해 rising과 decaying 응답시간이 모두 감소되는 효과를 보였다.

감사의 글

본 연구는 (주)LG.Philips LCD의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] I. B. Kang, H. C. Jin, S. H. Lee, E. S. jang, H. M. Moon, C. H. Oh, and S. D. Y, The sixth International Meeting on Information Display, p. 281, 2006.
- [2] S.-E. Lee, D.-M. Song, E.-Y. Kim, T. Jacob, M. Czanta, A. Manabe, K. Tarumi, M. Wittek, H. Hirschmann, and B. Rieger, The sixth International Meeting on Imformation display, p. 159, 2006.
- [3] I.-S. Baik, J. Y. Lee, S. Y. Jeon, K. H. An, J. W. Choi, S. H. Lee and Y. H. Lee, Appl. Phys. Lett. Vol. 87, p. 263110, 2005.
- [4] S. Sano, K. Takatoh, T. Miyama and S. Kobayashi, Dig. Tech. Pap. Society for Information Display Int. Symp., p. 694, 2006.
- [5] S. Y. Jeon, I.-S. Baik, J. Y. Lee, K. H. An, J. W. Choi, S. H. Lee and Y. H. Lee, The Eighth European Conference on Liquid Crystal, p. 65, 2005