

## Trends on LC Modes and Liquid Crystal Textures generated by Motion of Carbon Nanotubes

이승희, 백인수, 전상연, 최주환

전북대학교 신소재 공학부

lsh1@chonbuk.ac.kr

고화질 HDTV에 적합한 네마틱 액정 모드사이에서 경쟁이 가속되고 있다. 일년 전만 해도 IPS 모드와 VA모드가 양대 산맥을 이루고 있었지만 최근에 수평배열 모드에서는 IPS 그룹이 선구자인 히타치사가 FFS모드를 채용 중에 있고 OCB모드도 상품화 대열에 들어섰다. 본 발표에서는 액정모드들의 최근 동향에 대해 소개를 할 예정이다.

또한, 최근에 액정에 분산된 탄소 나노 튜브(CNT)의 영향에 관한 연구가 다양한 방법으로 이루어지고 있다. CNT의 장축이 액정 방향자와 평행하게 배열 하고 있다는 것이 연구되었고<sup>1</sup>, CNT가 분산된 액정이 수평 배향된 셀에 수직 전기장을 인가하였을 때 CNT는 액정 방향자를 따라 배열 하게 된다는 것이 증명되었다<sup>2,3</sup>. 본 연구에서는 CNT가 일정 함량으로 분산된 양의 액정을 사용하여 수평 그리고 수직 배향된 셀을 제작 하고 수직 전기장과 수평 전기장을 셀에 인가하였을 경우 나타나는 현상에 대해 연구해 보았다.

그림 1(a)는 CNT가 0.001 wt% 분산된 액정을 사용하여 제작한 수평 배향된 셀의 off 상태의 편광 현미경 사진이다. 이때의 셀갭은 60  $\mu\text{m}$ 이고 상판과 하판에 ITO 유리 기판을 사용하여 전압을 인가시 수직 전기장이 형성된다. off 상태에서 일정한 어둡 상태를 나타내고 액정 배향이 일정하게 되었음을 알 수 있고 이것으로 CNT가 액정과 같이 수평 배향되었음을 확인 할 수 있다. 그림 1(b)는 수평 배향셀에 120 V의 전압을 인가하였을 때의 편광 현미경 사진이다. 120 V를 인가 할 경우 액정은 수직 전기장 인가시 전기장에 수평한 방향으로 배열하기 때문에 액정은 기판에 수직하게 배열하고 액정에 의한 위상 지연이 발생하지 않아 어둡 상태를 나타내어야 하는데 다양한 크기의 흰색 spot들이 관찰되었다. 이러한 texture들은 CNT에 의한 것이라 사료된다. CNT가 일정 전압 이상에서 진동하기 시작하여 CNT 주위의 액정 배향을 깨트리고 이로 인해 부분적으로 액정에 의한 위상지연이 발생하여 빛이 새는 것으로 확인된다. 수직 배향된 액정 셀 에서도 비슷한 현상들이 관찰되었다 (그림 1(c) 및 (d) 참조). 그림 2(a)와 2(b)는 radial 패턴의 편광 현미경 사진과 이때의 액정 방향자를 보여주고 그림 2(c)와 2(d)는 bipolar 패턴의 편광 현미경 사진과 액정 방향자를 보여 준다.

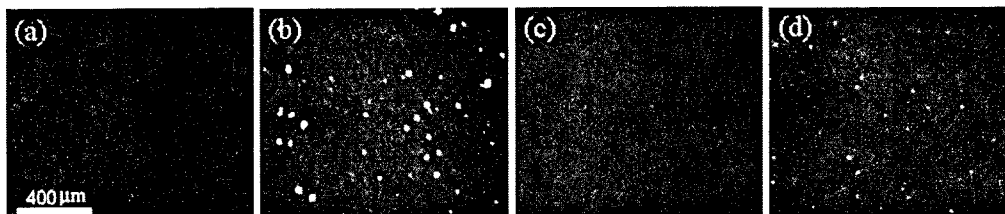


그림 1. CNT 0.001 wt%가 분산된 액정을 사용한 수평배향 된 셀의 (a) 0 V, (b) 120 V와 수직 배향된 셀의 (c) 0 V, (d) 120 V일 때의 편광 현미경 사진.

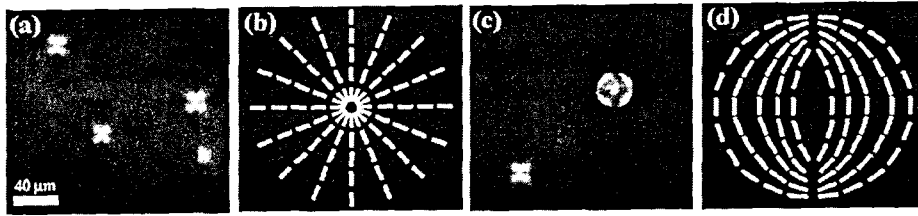


그림 2. CNT에 의한 액정의 (a) radial 패턴과 이때의 (b) 액정 방향자와 (c) bipolar 패턴과 이때의 (d) 액정 방향자 사진.

그림 3은 CNT가 분산된 액정을 사용한 수평 배향된 셀에 수평 전기장을 인가하였을 경우의 편광 현미경 사진이다. 제작된 셀의 셀갭은 10  $\mu\text{m}$ 이고 상판 전극이 없는 유리 기판을 사용하였고 하판에 10  $\mu\text{m}$ 의 폭을 가진 전극이 30  $\mu\text{m}$ 의 간격으로 교대로 배치되어 있어 common 전극과 pixel 전극의 역할을 하고 전압이 인가 시 하부 기판에 평행한 방향으로 수평 전기장이 형성된다. 액정의 러빙 방향은 전극에 90°로 하여 전압인가 시 액정은 움직이지 않고 초기 상태 그대로 배열해 있게 된다. 그림 3 (a)는 60 V의 전압을 인가했을 때의 편광 현미경 사진으로 두 전극 사이에서 줄무늬의 패턴이 형성된다. 이 패턴의 증상은 주위의 어둠 상태와 같고 양 측면에서 흰 줄무늬가 형성된다. 그림 3 (b)는 120 V를 인가했을 때의 편광 현미경 사진이다. 패턴의 두께는 인가되는 전압에 의존해 더 두꺼워지는 것이 확인된다. 이때 형성되는 패턴 역시 CNT의 진동에 의해 주위 액정의 배열이 흐트러져 부분적으로 액정에 의한 위상차가 발생하여 형성되는 것으로 확인된다. 또한 그림 3 (c)와 (d)에서 보여지는 것과 같이 CNT의 함량에 의존해 패턴의 수가 변하는 것을 알 수 있다.

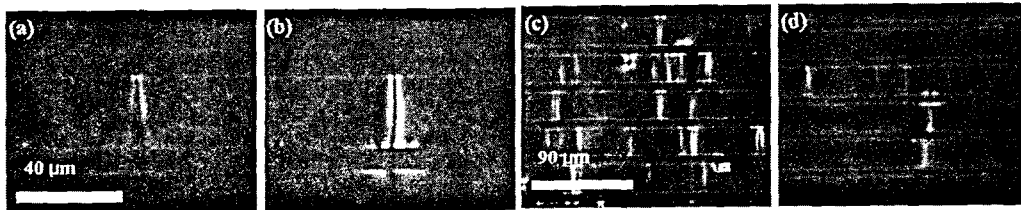


그림 3. 수평 전기장 (a) 60 V 인가 시 액정의 패턴과 (b) 120 V 인가 시 액정의 패턴과 CNT 함량에 따른((c) 0.0005 wt%, (d) 0.00005 wt%) 편광 현미경 사진.

본 연구에서는 네마틱 액정에 일정 함량의 CNT를 분산 할 경우 CNT는 액정의 배향에 영향을 주지 않고 CNT가 분산된 액정을 사용한 수평 또는 수직 배향한 셀에 전기장을 인가하였을 경우 CNT의 진동에 의해 액정의 배열이 흐트러지는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 현상으로 CNT는 영구 쌍극자를 가지고 있는 것으로 사료되고 또한 CNT가 가지는 물리적 특성에 의해 네마틱 액정을 사용하는 TFT-LCD의 전기광학 특성에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구가 진행중이다.

참고문헌

[1] M. D. Lynch and D. L. Patrick, Nano. Lett. Vol. 2, No. 11, p. 1197 (2002).  
 [2] Dierking, G. Scalia and P. Morales, 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, ECLC'05, p. 65 (2005)

T  
D