

네마틱 액정내에서 카본나노튜브 운동에 의해 생성된 동적인 광학 무늬

Dynamic Optical Texture of Liquid Crystal induced by Motion of CNTs in Nematic Liquid Crystal Medium

이승희*, 이영희**

*전북대학교 신소재 공학부, **성균관대학교 물리학과

lsh1@chonbuk.ac.kr

카본 나노튜브(Carbon nanotubes: CNTs)는 최근 높은 잠재적 가치로 인해 산업적으로나 학문적으로 큰 관심을 불러일으키고 있다. 최근에는 액정과 카본 나노튜브를 혼합하여 액정 디바이스의 성능 개선에 응용을 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 그러나 아직 카본 나노튜브와 액정 분자간의 상호작용에 관한 연구와 실제 액정 분자들 속에서 카본 나노튜브의 거동에 관한 연구는 상대적으로 미진하다. 그러한 연구는 실제 카본 나노튜브가 액정 디바이스에 적용되어 양산되기 위해서는 반드시 수행되어야 한다.

실험을 위하여 액정속에 분산된 카본 나노튜브에 수평과 수직 방향 전기장을 인가하기 위해 IPS (In plane switching) 단위 cell과 VA(Vertical alignment) 단위 cell을 제작하였다. 액정 분자의 초기 배열 상태가 수평인 IPS(In plane switching) cell과 수직인 VA(Vertical alignment) cell에 전기장을 가해주면 카본 나노튜브는 인가된 전기장에 반응하게 된다. 네마틱 액정 cell 안에서 고르게 분산된 카본 나노튜브는 함량이 특정한 비율을 초과할 경우에는 카본 나노튜브의 뭉침 현상으로 인한 액정의 초기 배열 상태가 손상되거나 실험을 통해 찾은 액정과 카본 나노튜브의 적정 조성비 0.001 wt%로 섞인 액정을 제작된 cell에 주입하였다. 두 종류의 네마틱 액정 cell 모두가 액정의 배열 방향이 전기장의 방향과 평행하게 배열되도록 제작하여 액정 속에서의 순수한 카본 나노튜브의 거동만을 관찰토록 고안하였다.

IPS cell에 전기장을 인가하면 기판에 평행한 방향으로 전기장이 형성되고 임계 수평 전기장 이상의 전기장을 가해주면 30 μm 간격의 전극 사이에서 two stripe형태의 texture가 나타난다. 이때 발생한 texture는 전극 사이에서 카본 나노튜브의 motion에 의한 것이다. 임계 수평 전기장 이상에서는 카본 나노튜브 자신의 net charge에 기인하여 전극 사이에서 translational motion이 일어난다. 이때 수평 전기장 방향에 따른 카본 나노튜브의 translational motion에 의해 액정 분자들의 초기 배열이 손상되고 액정 분자들의 배열 방향의 틀어짐에 의해 빛의 투과가 일어나는 것이다. IPS cell의 전극 사이에서는 FIG. 1. 과 같이 stripe형태의 texture로 나타난다.¹⁾

VA cell에서는 전기장을 인가했을 때 60 μm 간격의 상하 기판사이에 수직인 방향으로 전기장이 형성 되는데 임계 수직 전기장 이상에 도달하면 상하 기판사이에서 카본 나노튜브의 translational motion이 일어난다. 이때 기판면에 수직으로 배열되어 있는 액정 분자들은 카본 나노튜브의 translational motion에 의해 배열방향이 틀어지고 4-lobe 형태의 texture가 관찰된다.^{2,3)} FIG. 2.는 CNT가 분산된 VA cell에 1 Hz의 교류 전압으로 80 V에서 200 V까지 가해주면서 나타나는 4-lobe 형태의 texture를 보여주는

편광 현미경 사진과 각 이미지에서의 액정 방향자를 그림으로 표현한 것이다.

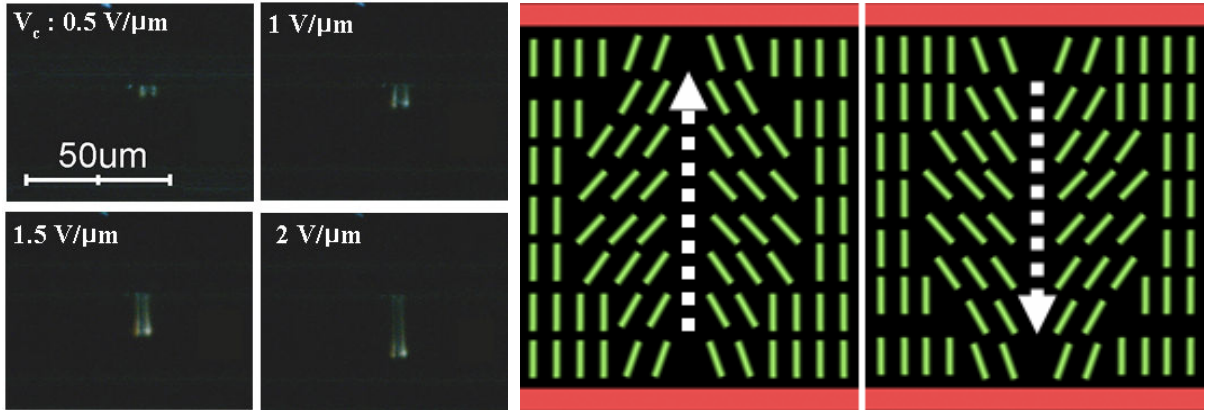


FIG. 1. CNT가 분산된 IPS cell의 texture 편광 현미경 사진과 액정 방향자 그림

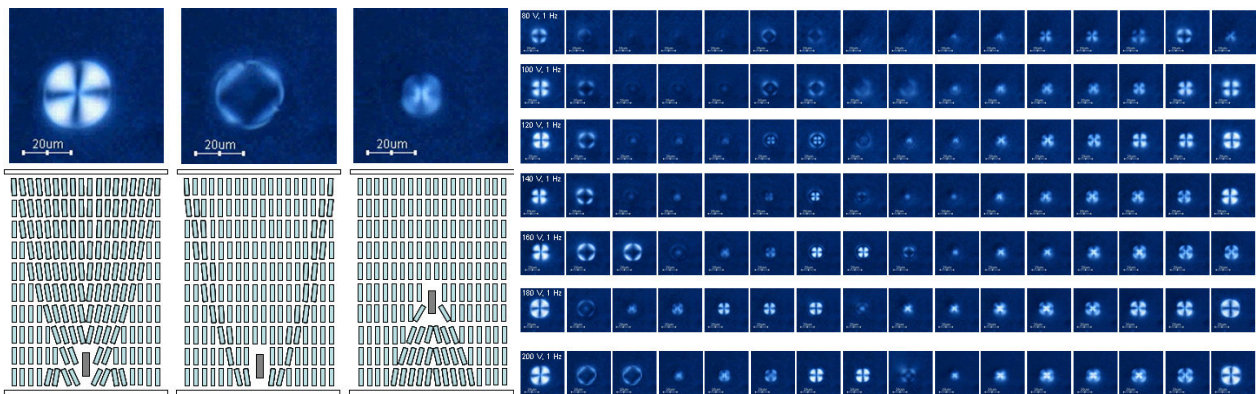


FIG. 2. CNT가 분산된 VA cell의 texture 편광 현미경 사진과 액정 방향자 그림

임계 수평 또는 수직 전기장 이상의 전기장에 도달했을 때 액정 cell 안에 고르게 분산된 카본 나노튜브는 전기장의 방향에 따라 translational motion이 일어나게 된다. 이때 카본 나노튜브의 translational motion에 의해 액정 분자들의 초기 배열이 손상되어 액정 분자들의 배열방향의 틀어짐에 의해 빛의 투과가 일어난다. 빛의 투과 형태가 각각 수평과 수직 전기장 방향의 단위 cell 형태에 따른 특정한 모양의 texture가 다양하게 나타난다.

참고문헌

1. Baik *et al.*, Appl. Phys. Lett. **87**, 263110 (2005).
2. Baik *et al.*, J. Appl. Phys. **100**, 074306 (2006).
3. Baik *et al.*, NANO, to be published in 2007.