

카본나노튜브가 프린즈 필드 스위칭 액정 셀의 전기 광학적 특성에 미치는 영향

최정훈, 조은미, 김미영, Anoop Kumar Srivastava, 이승희, 배정준*, 이 규*, 이영희*,
이희규**, 이승은**
전북대학교, 성균관대학교*, 머크어드밴스테크놀로지(주)**

Effects of carbon nanotubes on electro-optic characteristics of fringe-field switching liquid crystal cell

Jung Hun Choi, Eun Mi Jo, Miyoung Kim, Anoop Kumar Srivastava and Seung Hee Lee,
Jung jun Bae*, Kyu Lee*, Young Hee Lee*, Hee Kyu Lee**, Seung Eun Lee**
Chonbuk National University, Sungkyunkwan University* Merck Advanced Technology**

Abstract : In this paper, the electro-optical characteristics of carbon nano tubes (CNTs) doped liquid crystal (LC), in fringe-field switching cell have been investigated and compared with pure LC. The electro-optical characteristics of CNTs doped LC were found to be improved than that of pure LC. The CNTs doped LC exhibits faster response time and lower driving voltage than that of pure LC.

Key Words : carbon nanotube, fringe-field switching, liquid crystal

1. 서 론

액정이 가지는 고유의 물성은 이를 이용하는 액정 디스플레이의 전기광학 특성에 크게 영향을 미치며 현재까지 액정의 물성을 향상시키기 위한 연구가 여러 방면으로 진행되어 왔다.^[1] 최근에는 carbon nanosolid, MgO와 같은 나노파티클을 액정에 첨가하여 액정 디스플레이의 성능을 향상시키기 위한 연구가 이루어지고 있다.^[2-4]

카본나노튜브의 긴 축이 액정 방향자와 평행하게 배열되어 있고^[5] 전압을 인가하면 액정 방향자와 카본나노튜브가 전기장 방향에 따라 재배열된다.^[6-9] 본 논문에서는 카본나노튜브가 액정의 물성에 미치는 영향과 카본나노튜브가 분산된 액정을 이용한 FFS 셀의 전기광학 특성에 대해 연구하였다.

2. 실험 및 셀 구조

그림 1은 FFS 셀에서 액정에 카본나노튜브가 첨가된 모습을 나타낸 것이다. 그림 1(a)에서 초기에 액정과 카본나노튜브는 수평으로 배열되어 있다. FFS 셀은 pixel 전극과 common 전극 사이에 passivation 층으로 구성되어 있다. 여기서 전극 폭이(w)는 4 μ m, 전극 간의 거리(l)는 5 μ m이다.

셀 제작에 있어서, 먼저 수평 배향막을 전극이 패터닝된 하부 기판 위에 800Å 두께로 스프인코팅을 실시한 후 액정을 한 방향으로 정렬시키기 위해 러빙을 실시하였고, 전극이 없는 상부 기판에도 같은 과정으로 배향막의 스프인 코팅과 러빙을 실시하였다. 러빙 과정을 통해 액정 방향자가 수평 전기장에 83°를 이루도록 하였다. 셀 갭은 플라스틱 볼을 이용하여 3.8 μ m을 유지시킨다. 마지막으로 머크사 액정($\Delta\epsilon = 7.4, \Delta n = 0.088$ at $\lambda = 589$ nm, $\gamma = 147$ mPas)에 SWNTs 5 x 10⁻⁴ wt %를 도핑한다.^[2] 도핑한 액정을 셀에 주입한 후 CNT가 첨가된 셀과 순수 액정의 셀의 전기 광학적 특성을 비교하였다.

$\Delta\epsilon = 7.4, \Delta n = 0.088$ at $\lambda = 589$ nm, $\gamma = 147$ mPas)에 SWNTs 5 x 10⁻⁴ wt %를 도핑한다.^[2] 도핑한 액정을 셀에 주입한 후 CNT가 첨가된 셀과 순수 액정의 셀의 전기 광학적 특성을 비교하였다.

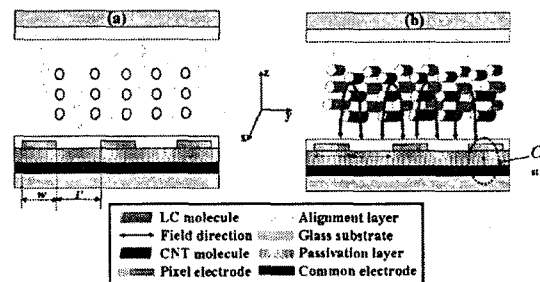


그림 1. 액정에 카본나노튜브가 첨가된 FFS 셀 구조 (a) OFF 상태 (b) ON 상태

3. 결과 및 토의

그림 2는 60Hz에서 0.1 V 단위로 측정된 FFS 셀의 전압에 따른 투과율(V-T curves) 그래프이다.

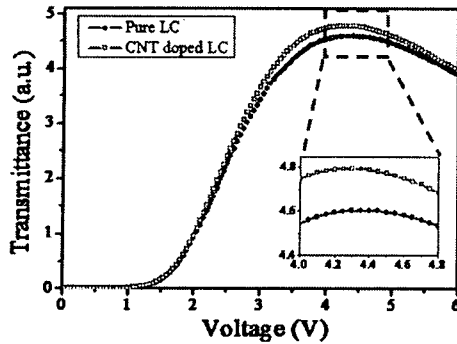


그림 2. FFS 셀에서 전압에 따른 투과율 측정 그래프

순수 액정 셀과 CNT가 도핑된 액정 셀의 셀 갭이 3.8 μ m로 같음에도 불구하고 그림 2에서 CNT가 첨가되지 않은 순수 액정의 투과율이(4.604%) CNT를 첨가한 액정의 투과율(4.795%)보다 낮은 결과를 보였다. 그리고 구동 전압은 순수 액정이 4.4V, CNT가 첨가된 액정이 4.3V로 순수 액정이 약간 높았다. CNT가 첨가된 액정에서 구동 전압이 낮아졌지만 투과율은 증가하는 결과를 보였다.

	Pure LC	CNT doped LC
$\Delta \epsilon$	7.4	7.41
γ (mPas)	147	136
Δn	0.088	0.0881

표 1. CNT 첨가된 액정의 물성 변화

표 1은 CNT가 액정 물성에 미치는 영향에 대해 조사한 데이터이다. CNT가 첨가된 액정에서 $\Delta \epsilon$ 과 Δn 의 값은 변화가 없었지만 transient current method^[10]를 이용해 측정된 회전 점도(γ)는 약 9.4 % 감소하는 결과를 보였다.

마지막으로 순수 액정과 CNT가 첨가된 액정의 응답 속도를 측정하였다. CNT가 첨가된 액정에서의 회전 점도 감소가 응답 속도에 미치는 영향을 확인하였다.

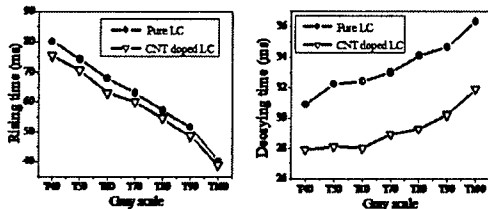


그림 3. 순수 액정과 CNT가 첨가된 액정에서의 응답 속도

그림 3은 60Hz를 가지는 전압에서 액정의 계조에 따른 rising time과 decaying time을 측정된 결과이다. 순수 액정에서 보다 CNT를 첨가한 액정의 rising time과 decaying time이 빨라졌다. CNT에 의한 액정 물성의 변화로 decaying time이 평균 12.6% 감소하는 결과를 나타내었다.

4. 결론

본 논문에서는 네마틱 액정에서의 CNT 효과와 FFS 셀에서 전기 광학적 특징에 대해 연구하였다. CNT가 첨가된 FFS 셀에서 응답 속도가 빨라지고 구동 전압도 낮아지는 결과를 확인하였다. CNT에 의한 액정 물성의 변화는 소비 전력을 줄이고 응답 속도 등 현재 FFS LCD에서의 전기 광학적 특성을 향상시킬 수 있을 것이라 기대한다.

감사의 글

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

참고 문헌

- [1] 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 Information display, 159, 2006.
- [2] 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. 87, 263110, 2005.
- [3] W. Lee, C.-Y. Wang, and Y.-C. Shin, Appl. Phys. Lett. 85, 513(2004)
- [4] S. Y. Jeon, S. H. Shin, S. J. Jeong, S. H. Jeong, H. C. Choi, K. J. Kim, S. H. Lee and Y. H. Lee, Appl. Phys. Lett. 90, 121901, 2007
- [5] I. Dierking, G. Scalia and P. Morales, J. Appl. Phys., 97, 044309, 2005.
- [6] I.-S. Baik, S. Y. Jeon, S. J. Jeong, K. H. An, S. H. Jeong, S. H. Lee and Y. H. Lee, J. Appl. Phys., 100, 074306, 2006.
- [7] S. Y. Jeon, K. A. Park, I.-S. Baik, S. J. Jeong, S. H. Jeong, K. H. An, S. H. Lee and Y. H. Lee, NANO., 2, 41 2007.
- [8] A. K. Srivastava, S. J. Jeong, M.-H. Lee, S. H. Jeong and S. H. Lee and Y. H. Lee, J. Appl. Phys., 102, 043503, 2007.
- [9] M. D. Lynch and D. L. Patrick, Nano Lett. 2, 1197(2002)
- [10] M. Imai, H. Naito, M. Okuda, and A. Sugimura, Jpn. J. Appl. Phys., Part 1 33, 3482, 1994.