

투과율 측정을 통한 액정디바이스의 잔류 전하 측정

Optical transmission measurement for ionic effect in liquid crystal devices

오유미, 임지영, 김종현

충남대학교 물리학과

spacemom@cnu.ac.kr

세계 디스플레이 시장을 새로이 점유해가는 액정 디스플레이는 기본적으로 전기장을 이용하여 액정의 위상각을 변화시켜 줌으로써 빛의 양을 조절해 디스플레이 구현을 가능하게 해준다. 그 기술은 많은 발전은 넓은 시야각과 상업적으로 문제가 없는 빠른 반응 시간, 그리고 가장 큰 장점인 선명한 화질 구현으로 정점에 다다르고 있다. 하지만 아직까지도 해결되지 않고 있는 커다란 문제가 있다.

정확한 액정의 구동을 위해서는 외부에서 가하는 자극이 모두 액정에게 가해져야 한다. 하지만 액정 패널을 만드는 과정에서 생겨나는 불순물의 유입과 전기장에 의한 배향막의 해리 등에 의해 생겨나는 이온들은 외부의 자극을 정확하게 전달하는 것을 방해한다. 외부의 전기장과 반대방향으로 이온들이 진행하면서 내부 전기장을 형성하고, 강한 자극에 의해 배향막과 액정 사이에 흡착 하면서 스크린 효과를 주기도 한다⁽¹⁾. 이러한 이온의 움직임은 화질에 있어서의 잔상문제와 함께, Flicker, Voltage-Holding ratio, Anchoring energy의 변화 등과 같은 많은 문제들을 야기 시키고 있다. 이온의 양을 측정하고 그에 대한 보정을 하기 위한 정확한 방법은 알려지지 않고 있으며, 디스플레이 상에서의 화질 관련 부분들은 광학적인 측정을 통하여 이루어지고 있다.

우리는 이에 화질이상에서의 추측이 아닌 실질적인 이온의 양에 의한 그 효과가 어떻게 일어나고 있으며, 그 결과를 Simulation이 아닌 실험적인 결과로서 이온의 움직임에 대한 정의를 하고자 한다.

지금까지의 실험에서는 전기적으로 이온들의 운동을 끌어내고, 전기장의 변화에 따른 축전용량과 전류의 변화를 통해 이온들의 운동을 묘사하려 했다^(2,3) (그림1). 이 경우 측정 결과는 진정으로 디바이스에 영향을 주는 흡착된 이온에 대한 정보를 주는 것이 아니라, 이온의 relaxation 정도에 대한 것을 말해 줄 뿐이다. 실제 흡착한 이온들은 유도전하로 인해 전기적 측정이 불가능한 것으로 보인다. 따라서 정확한 이온의 양을 측정하기 위해서는 외부 전기장에 의해 흡착한 이온들의 움직임을 알아야 한다. 이에 우리는 광학적인 방법을 이용하려 한다. 광학적인 방법으로 실험한 결과들은 몇 가

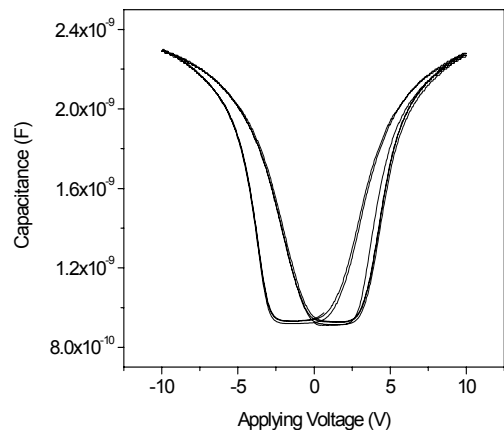


그림 1. 인가해주는 DC 전압을 바꾸면서 축전용량을 측정한 결과. DC 전압이 커질 때와 작아질 때, 축전용량에 차이 (hysteresis)가 생기고, 그 차이를 잔류DC로 정의 하곤 한다. 이 결과는 전압의 변화 속도에 따라 hysteresis가 달라지는 등, 실제 측정하는 것은 잔류 DC이기 보다는 전하의 relaxation에 의한 효과다.

지 있지만 실제 산업계에서는 그런 방법들을 채용하지 않고 있고, 좀 더 과학적인 정확한 방법들의 개발이 필요하다⁽⁴⁻⁷⁾.

네마틱 액정 셀에 DC 전압을 가해 주게 되면 이온은 전하의 극성에 따라 계면 근처로 이동을 하게 되고 기판에 흡착하게 되면 유도 전압을 형성한다. 대부분은 전압을 끊어주게 되면 relaxation되어 셀의 안쪽으로 이동하고, 특히 오랜 시간이 지나면 대부분이 사라질 것이다. 이 이온들 중에서 셀의 특성에 영향을 주는 가장 중요한 것은 relaxation 되지 않고 계속 계면에 흡착되어 영향을 주는 이온들이다.

이에 흡착된 이온의 양과 그 영향을 측정하기 위해 흡착된 이온들에 영향을 주지 않는 방법으로 액정에 외부장을 인가한다. 예를 들면 자기장 혹은 충분한 주파수를 갖는 AC 전압은 이온에 영향을 주지 않으므로 이것들을 이용하여 투과율의 변화를 측정하면 흡착된 이온에 의한 영향을 볼 수 있다. 또한 외부장의 성질을 바꾸면 이온의 움직임에 관찰 할 수 있다. 가해지는 외부의 Frequency에 따라 이온의 반응 정도가 달라질 것이며, 빠른 진동수와 느린 진동수에서의 투과율 차이는 이온의 흡착된 정도를 가늠할 수 있는 척도가 될 것이다. 또한 이온에 의한 효과 등 여러 가지 문제에 대한 보정은 전기적인 외부 자극으로 보정을 해주어야 하기 때문에 기존의 전기적인 실험을 함께 비교한다면 좀 더 자세하게 이온의 움직임을 유추 할 수 있으며 이후의 보정 방법 모색에 있어 실마리를 줄 것이라고 생각이 된다.

참고 문헌

1. H. Mada, S. Yoshino, "Absorption current and impurity ions in nematic liquid crystal cells", Jpn. J. Appl. Phys. **27**, L1361 (1988).
2. H. Mada, H. Suzuki, "Reverse hysteresis loop of nematic liquid crystals in C-V characteristic by static electric field", Jpn. J. Appl. Phys. **26**, L1092 (1987).
3. H. Y. Kim et. al. "Residual d.c. measurement in in-plane switching liquid crystal displays by the capacitance-voltage hysteresis method on a polyimide layer", Liq. Cryst. **29**, 1051 (2002).
4. L. O. Palomares, J.A.Reyes, G.Barbero, "Optical response of a nematic sample submitted to a periodic external electric field: role of the ionic impurities", Phys. Letts. A. **333**, 157 (2004).
5. S. Palmer, "The optical response of liquid crystal cells to a low frequency driving voltage", Liq. Cryst. **24**, 587 (1998).
6. N. Sasaki, "A new measurement method for ion density in TFT-LCD", Mol. Cryst. Liq. Cryst. **367**, 671 (2001).
7. H. Y. Kim et. al. "Residual d.c. measurement in in-plane switching liquid crystal displays by a new light minimum/maximum method on a polyimide layer" Liq. Cryst. **29**, 1055 (2002).