

LCD 패널의 전기.광학적 특성 모델링 및 시뮬레이션

Modeling and simulation of eletro-optical characteristics of LCD panel

윤상호, 이철수, 유형진, 윤석인

(주)사나이시스템

shyoon@sanayisystem.com

1. 서론

LCD는 저소비전력, 경량, 박형, 고해상도 등의 장점으로 휴대폰, PDA, 노트북 등과 같은 휴대용 단말기의 디스플레이와 모니터 및 TV와 같은 중대형 디스플레이 영역의 시장을 확고하게 점유해가고 있다⁽¹⁾. 최근 대형 LCD TV 기술과 관련하여 소비전력, 휘도, 색재현성, 동영상 화질 개선 등에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다⁽²⁾. 본 논문에서는 고품위 LCD TV 제품의 경쟁력을 유지하기 위한 패널 제조사의 요구에 부응하는 LCD 설계용 시뮬레이터의 역할과 적용 방안에 대해 살펴본다.

2. 시뮬레이터를 사용한 LCD 설계

LCD의 특성을 분석하는 시뮬레이터에서 액정 분자 거동 해석은 에릭스-레슬리(Erickson-Leslie) 방정식에 대하여 벡터 모델 또는 텐서 모델을 사용한 수치해석 계산을 수행하고, 광 해석 방법에 있어서는 확장된 존스(extended Jones) 방법 또는 베레만(Berremann) 방법을 사용한 해석을 수행하고 있다⁽³⁾. 특히, 최근 고속 응답특성을 가지는 OCB 모드 LCD에 대한 연구개발이 활발하게 진행되고 있는데, OCB 모드에서 액정 분자 거동을 해석하기 위해서는 텐서 모델을 사용한 수치해석이 중요해지고 있다.

LCD 시뮬레이터에서는 전압 조건에 따른 액정 분자 거동 예측과 광투과 특성 예측을 기본 기능으로 하여 시야각 특성, 편광 특성, 색구현 특성 등에 대한 계산 기능을 제공하고 있으며, 부가적으로 LCD 패널의 전기적인 특성에 따른 광특성 예측이 중요하므로, 전기적 회로 특성 및 구동 방법에 따른 LCD 패널의 화상 구현 특성까지 예측할 수 있으므로, 단위 액정 셀의 설계로부터 LCD 패널의 구동 특성에 이르기까지 모든 전기적, 광학적 특성을 예측할 수 있는 기능을 제공하고 있다. 따라서, LCD 시뮬레이터를 사용한 LCD 패널 설계는 LCD 패널 제조사들에서 기본적인 설계 업무로 자리를 잡아가고 있다.

PVA, MVA, IPS, FFS, ASV, OCB 등 LCD에 적용되고 있는 다양한 모드들에 대하여 액정 셀의 구조가 복잡해짐에 따라서 전계 분포에 의한 다크 패턴과 멀티 도메인을 사용함에 의한 도메인 월(domain wall)에서 도메인의 불연속에 따른 다크 패턴이 발생하게 된다. LCD의 고휘도를 구현하기 위하여, 반드시 다크 패턴을 최소화 할 수 있는 최적의 액정 셀 설계 방안이 요구되고 있으며, 다크 패턴에 대한 정확한 해석을 필요로 하고 있는데, 그림 1(a)에서 각종 LCD 모드 액정 셀에서 나타나는 광투과도 분포에서 형성되는 다양한 다크 패턴들을 관찰할 수 있다.

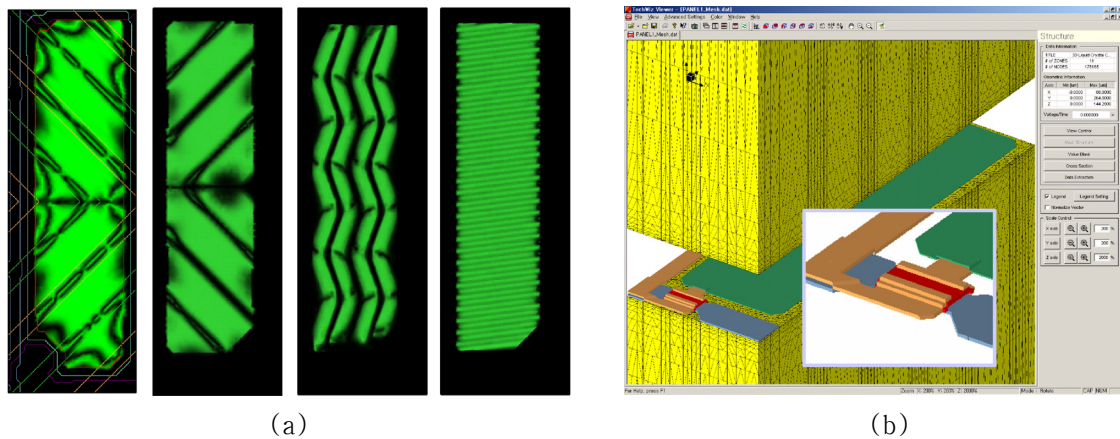


그림 1. (a) MVA, PVA, IPS, FFS 모드 액정 셀의 광투과 분포, (b) 액정 셀의 3차원 구조.

LCD의 대비비를 향상하기 위해서는 온 상태(on state)의 휘도를 증가시키거나 오프 상태(off state)의 빛샘을 완벽 차단시켜야 한다. 일반적으로 오프상태의 휘도를 완벽히 차단시키는 것이 보다 중요하게 여겨지고 있다. 게이트 라인의 오프 전압에 의해 발생하는 전계 성분에 의한 주변 액정 배향 분포의 변화 및 MVA 모드 돌기(protrusion) 주변의 액정 배향 분포 변화는 오프 상태에서의 빛샘 현상을 유발하게 되는 주요 원인이다. 따라서, 전술한 빛샘 현상에 대한 정확한 해석을 수행하기 위해서는 게이트 라인 주변에 발생하는 전계 성분에 의한 액정 배향 분포 및 돌기 주변에서의 액정 배향 분포에 정확한 해석이 필요하다.

액정 셀 내의 텍스처 패턴 분석 및 빛샘 분석 등 대부분의 액정 단위 셀에 대한 특성 분석 분야는 액정 셀 내에서의 전계 성분에 대한 계산의 정확성이 중요한 요소로 작용하게 된다. 즉, 전극의 모서리에서 발생하는 텍스처 패턴이나, 게이트 주변부에서 발생하는 빛샘 현상은 전극 모서리와 주변부에서 발생하는 전계 또는 게이트 전극에 인가된 오프 전압에 의한 게이트 주변의 전계 성분에 영향을 받게 된다.

따라서, 액정 셀 내의 배선 라인에 대한 형상의 정확한 묘사가 시뮬레이션의 정확성에 중요한 인자로 작용하게 된다. 특히, 공정상의 단차에 의한 배선 라인의 형상 변화 및 돌기 구조의 경사각에 대한 정확한 묘사가 반드시 가능해야 한다.

3. 결론

본 논문에서는 향후 고품위 LCD 제품의 경쟁력을 유지하기 위한 연구개발 요구에 부응하는 시뮬레이터 역할과 적용 방안에 대해 살펴보았다. 향후 LCD 제품을 위한 시뮬레이터의 역할은 크게 최적의 액정 셀 설계와 동화상을 포함하는 패널 이미지 구현 특성에 대한 해석이 될 것이며, 시뮬레이터의 활용도가 높아질수록 최적화 및 calibration의 중요성이 강조되고 있다.

4. 참고문헌

1. Y. Yoshida et al, Proceedings of IDRC, p.30 (2004).
2. H. Kitahara et al, SID Digest, p.1108 (2000).
3. H.J. Youn et al, IMID '05 Digest, p.515-518 (2005)