

플라스틱 기판 위에 구현된 화소 고립형 액정 표시 소자의 모드 안정화 효과

Mode Stability Effects in Pixel-Isolated Liquid Crystal Display on Plastic Substrates

정종욱, 김학린, 진민영, 이유진, 김재훈*

한양대학교 전기컴퓨터공학부

jhoon@hanyang.ac.kr

표시 소자의 분야가 스마트 카드 및 각종 모바일 소자로까지 확대됨에 따라 휨변형이 가능한 초경량형, 초박막형 플라스틱 기판 기반의 디스플레이 소자에 대한 관심이 증대되고 있다. 이에 다양한 형태의 소자들이 개발되고 있으나, 실내외에서의 충분한 시인성, 저전력 구동 가능성 등에서 우수한 특성을 보이는 플라스틱 액정 표시 소자가 그 중 기술적인 면에서 가장 상대적 우위를 보이고 있다. 하지만, 이를 상용화하기 위해서는 기존의 유리 기판을 플라스틱 기판으로 대체함으로써 유발되는 액정 모드의 불안정한 특성을 해결해야 할 필요가 있다. 플라스틱 기판 내부에 배향된 액정의 경우, 외부에서 물리적 변형이 가해졌을 때 시편의 간극이 일정하게 이뤄지지 않으며 표면 처리에 의해 초기 설정된 액정의 배향이 일정하게 유지될 수 없으므로, 광투과 특성이 임의로 변형되어 디스플레이 소자로서의 기능을 상실하게 된다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 플라스틱 기판 환경 하에서 시편의 간극을 일정히 유지하며 액체의 유체적 특성을 제한할 수 있는 다양한 구조들이 제안되어 왔다^(1,2).

본 연구에서는 플라스틱 기판 내부에 액정/고분자 복합체를 주입한 후, 비등방적 상분리를 유도하여 형성된 고분자 구조물로서 시편의 간극도 일정히 유지함과 동시에 액정을 각 화소 내에 완전히 고립화할 수 있는 방법을 제안하여 물리적 변형에 따른 모드 안정성을 검증하였다. 그림 1은 본 연구에서 제안된 화소 고립형 액정 표시 소자의 기본 구조를 나타내는 개념도이다. 기판 표면에 수직하게 형성된 고분자 격벽 구조는 주입된 액정/고분자 복합체에 패터닝된 UV를 조사함으로써 형성할 수 있으며, 기판 표면에 평행하게 형성된 고분자 박막층은 이후 경화되지 않은 잔여 고분자들을 배향막이 형성되지 않은 기판 표면 위로 전역에 걸쳐 고르게 UV를 조사하여 유도된 비등방적 상분리 현상으로써 제작되었다. 이때, 기판 상하 방향으로 액정/고분자복합체의 상분리가 잘 이루어질 수 있도록 액정 배향막은 하부 기판에만 형성되도록 하였다⁽³⁾. 제안된 구조 하에서, 상하 플라스틱 기판 간극은 형성된 고분자 격벽 구조물에 의하여 안정되게 유지되며, 액정은 고분자 격벽 구조물과 고분자 박막층에 의해 화소별로 완전히 고립되어 있으므로, 그림 2에서 볼 수 있듯이 화소 고립형 액정 시편의 경우 일반 액정 시편과는 달리 외부 물리적 변형에 무관하게 안정된 모드를 구현할 수 있다.

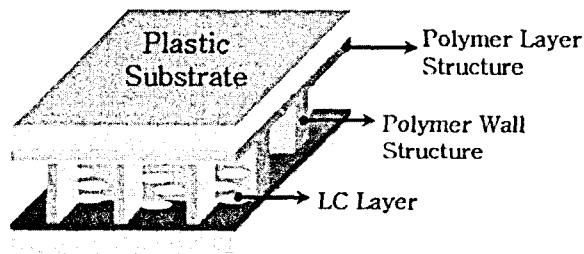


그림 1. 화소 고립형 액정 표시 소자의 기본 구조도.

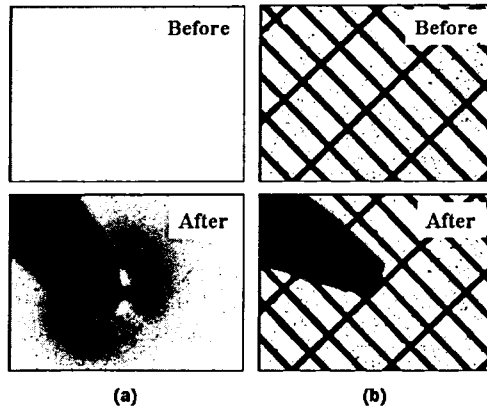


그림. 2. 플라스틱 기판 사이에서 구현된 (a) 일반 액정 시편과 (b) 화소 고립형 액정 시편의 외부 층격에 대한 모드 안정도 차이를 보여주는 편광 현미경 사진.

일반 시편 대비 화소 고립형 액정 소자의 휨변형에 따른 모드 안정성을 검증하기 위하여 플라스틱 기판 상에서 일반 액정 시편과 화소 고립형 액정 시편을 동일한 크기로 제작하여 휨변형의 정도 및 인가된 전압에 따른 광투과도 변화를 측정하여 비교하였다(그림 3). 일반 액정 시편의 경우 휨변형이 증가할 경우 시편 간극감소에 따른 유효 복굴절 감소로 인해 투과도의 현저한 감소를 관찰할 수 있었으나, 화소 고립형 액정 시편의 경우 전 전압 영역에 걸쳐 안정된 광투과 특성을 보임을 알 수 있었다. 특히, 기존에 제안된 고분자망 구조 방식의 모드 안정화 방식에 비해 낮은 구동 전압 특성을 보임을 알 수 있는데, 이는 기존의 방식의 경우⁽⁴⁾ 고분자망이 액정 내부 영역에 분산되어 있음에 반해 본 방식의 경우 고분자층이 액정층과 완전히 상분리되어 형성되었으므로 액정의 전기 광학 특성에 영향을 미치지 않기 때문이다.

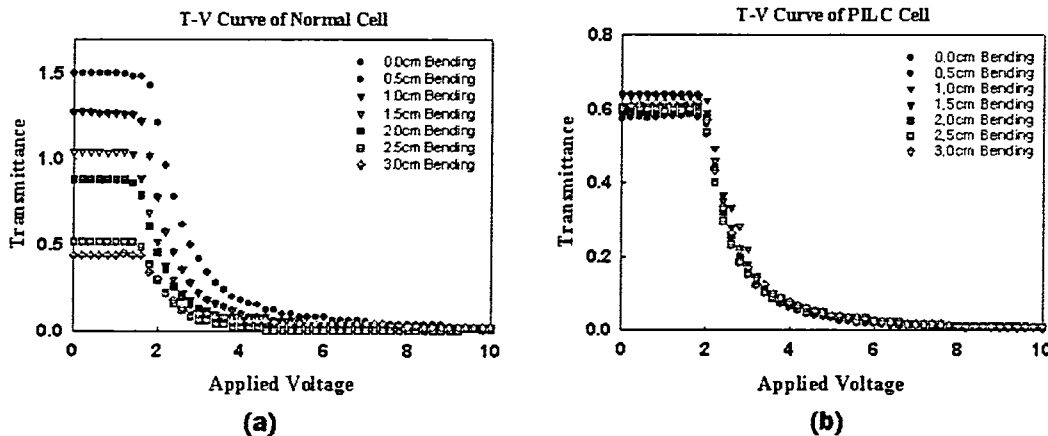


그림. 3. 휨변형시, (a) 일반 액정 시편과 (b) 화소 고립형 액정 시편에서의 전압에 따른 투과도 변화.

참고문헌

1. Y. Kim, J. Francl, B. Taheri, and J. L. West, "A method for the formation of polymer walls in liquid crystal/polymer mixtures", Appl. Phys. Lett. 72, 2253-2255 (1998).
2. H. Sato, H. Fujikake, Y. Iino, M. Kawakita, and H. Kikuchi, "Flexible Grayscale Ferroelectric Liquid Crystal Device containing Polymer Walls and Networks", Jpn. J. Appl. Phys. 41, 5302-5306 (2002).
3. T. Quin, J.-H. Kim, S. Kumar, and P. L. Taylor, "Phase-separated composite films: Experiment and theory", Phy. Rev. E. 61, 4007-4010 (2000).
4. H. S. Kitzerow, H. Molsen, and G. Heppke, "Linear electro-optic effects in polymer-dispersed ferroelectric liquid crystals", Appl. Phys. Lett. 60, 3093-3095 (1992).

T
D