

셀갭 변화에 따른 Flexible 기판 TN-LCD의 전기광학특성

강희진, 황정연, 이휘원, 김종환, 서대식
연세대학교

Electro-Optical Performances of Flexible Liquid Crystal Display on Twisted Nematic Mode according to Cell Gap

Hee-Jin Kang, Jeoung-Yeon Hwang, Whee-Won Lee, Jong-Hwan Kim and Dae-Shik Seo
Yonsei Univ.

Abstract : We have investigated the electro-optical (EO) performances of the flexible liquid crystal display (LCD) on twisted nematic (TN) mode according to variation of cell gap in comparison with glass LCD. There were four kinds of cells which were having cell gaps of 3 μ m, 4 μ m and 5 μ m, especially the lowest 2 μ m on flexible and glass substrates separately. The EO performances of the flexible cells on the rubbed polyimide (PI) were almost the same those of glass cells. The response time of flexible cells was shorter than that of glass cells but the alignment of liquid crystal (LC) of flexible cells was weaker than that of glass cells. The residual DC of flexible cells was on the increase like that of glass cells in compliance with lowering cell gap.

Key Words : flexible liquid crystal display, twisted nematic, polyimide, electro-optical performances, residual DC

1. 서론

최근에 플라스틱 기판을 사용하는 Flexible Liquid Crystal Display (LCD)는 무게의 경량화, 부피의 박형화, 낮은 제조비용과 유연성 때문에 응용에 있어서 많은 관심을 받고 있다. Flexible 디스플레이 개발 목적에 대해서는 이미 수차례 연구 보고된 바 있다[1]. 만약 Flexible 디스플레이가 우리의 생활에 적용된다면 사람들은 포켓 사이즈의 전자신문을 읽을 수 있고, 더 작아진 노트북 컴퓨터를 사용할 수 있을 것이다. 또한, 디자인의 제한이 감소되어 Flexible 디스플레이 응용에 있어서 매우 다양한 디자인을 응용할 수 있을 것이다[2].

새로운 Flexible 소자를 만드는 프로세스는 기존 Glass 기판의 소자를 만드는 프로세스와 거의 비슷하다. 기판의 선택이 다를 뿐이지 두 소자 모두 액정을 이용한다. 그러나 기판의 교체 시 그에 따른 소자의 특성 변동이 예상된다. 따라서, 기존 Glass를 Flexible로 대체하기 위해서 Flexible셀은 Glass셀이 가지고 있는 좋은 투명도와 안정성의 특성을 나타낼 수 있어야 한다.

결론적으로 본 연구에서는 Flexible LCD의 특성을 연구하였다. Glass셀과의 비교를 위하여 전기광학특성, 반응속도, 잔류 DC 등을 측정하였다. 특히, 선명한 동영상 구현을 위한 저 셀갭을 이용한 고속응답의 Flexible셀을 제작하여 그 특성을 측정하였다.

2. 실험

본 실험에서 사용한 플라스틱 기판은 polycarbonate (PC)이다. 또한 일본 Nissan Chemical Industrial Co.의 수평 폴리이미드를 사용하였다. 폴리이미드는 ITO

(indium-tin oxide) 기판 위에 스�핀 코팅법을 이용하여 코팅하였다. Flexible기판은 150 $^{\circ}$ C에서, Glass기판은 220 $^{\circ}$ C에서 각각 1시간 동안 소성하여 폴리이미드 막을 제작하였다. 폴리이미드 표면은 러빙법을 이용해 러빙처리 하였다.

전기광학 특성 측정을 위한 TN 모드의 Flexible셀과 Glass셀을 제작하기 위해, 셀 두께를 2.0~5.0 μ m로 조절하였으며, 네마틱 액정 (TC=72 $^{\circ}$ C, $\Delta\epsilon$ =8.2, MJ001929 from Merck Co.)을 사용하였다. 제작한 Flexible TN 셀의 전압-투과율 및 응답 시간, 잔류 DC 특성은 실온에서 측정하였다[3,4].

3. 결과 및 검토

그림 1과 그림 2는 셀갭 변화에 따른 Flexible TN셀과 Glass TN셀의 전압-투과율 특성 그래프이다. 양쪽 셀 모두 좋은 광학 투과율을 나타내었고, 셀 갭이 감소할수록 투과율이 감소하는 경향을 보여주었다. 특히 저 셀갭인 2 μ m셀에서는 5 μ m 셀갭의 셀에 비해서 Flexible TN셀은 투과율이 30% 정도 감소하였고, Glass TN 셀은 50% 정도 감소하였다. 투과율의 감소가 Flexible TN셀에서 더 큰 이유는 Flexibility에 의한 Uniformity의 감소로 부분적으로 액정 배향이 잘 이루어지지 않기 때문이다. 특히, 저 셀갭에서의 배향 상태는 그림 3에 나타난 바와 같이 Microphotograph 사진으로 알 수 있다. 전압을 인가하지 않은 상태인 Off 상태에서는 Flexible TN셀과 Glass TN셀 간에 배향 상태의 차이가 크다. Flexible TN셀에서는 작고 검은 점들이 많이 나타나 있다. 이 결정들은 투과율을 감소시키는 이유가 된다.

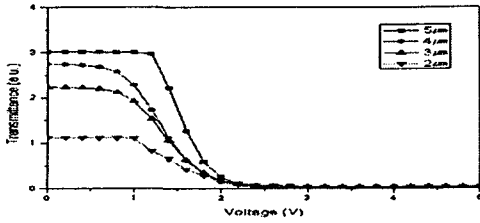


그림 1. Flexible TN셀의 전압-투과율 곡선.

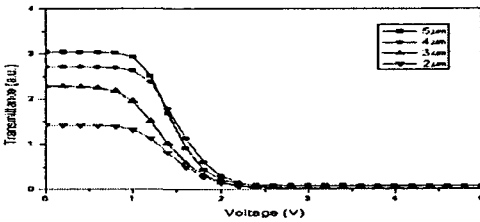


그림 2. Glass TN셀의 전압-투과율 곡선.

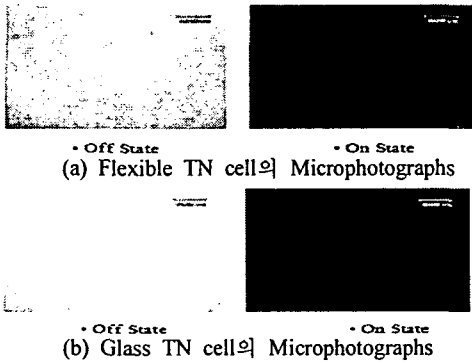


그림 3. 액정셀의 편광 현미경 사진.

Flexible TN셀과 Glass TN셀의 응답 시간을 표 1에 나타내었다. 두 셀의 경우 모두 셀갭이 작아질수록 응답시간이 감소하였고 특히 저 셀갭인 2µm셀에서는 약 5~6ms의 상당히 빠른 응답속도를 나타내었다. 전반적으로 Flexible TN셀의 응답속도가 약간 더 빨랐다. 이 특성은 선명한 동영상 구현해야 할 때 유리하게 작용한다.

표 1. Flexible TN셀과 Glass TN셀의 응답 시간.

Type \ Time	Time		
	Rising time (ms)	Decaying time (ms)	Response time (ms)
5µm(flexible, glass)	1.899, 1.644	13.950, 15.835	15.894, 17.479
4µm(flexible, glass)	1.102, 1.424	11.880, 12.168	12.982, 13.592
3µm(flexible, glass)	0.931, 0.922	9.495, 9.939	10.426, 10.861
2µm(flexible, glass)	0.525, 0.676	4.707, 6.204	5.232, 6.880

그림 4와 그림 5에서 Flexible TN셀과 Glass TN셀의 잔류 DC는 셀갭이 감소할수록 그래프의 폭이 넓어지는 것으로 보아 증가하는 경향을 나타내고 있다. 잔류 DC는 이미징 스틱킹에 중요한 요소이며, 두 셀의 잔류 DC의 크기는 거의 비슷하였다.

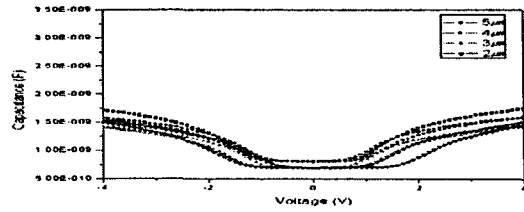


그림 4. Flexible TN셀의 잔류 DC 곡선

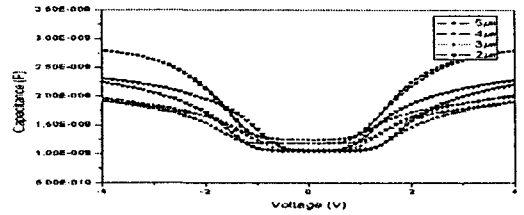


그림 5. Glass TN셀의 잔류 DC 곡선

4. 결론

위에서 논의 한 것과 같이 TN 모드의 Flexible LCD는 TN 모드의 Glass기판의 LCD와 전기광학특성이 거의 비슷하였다. 그러나 낮은 셀갭 2µm에서 Flexible 셀의 배향은 Glass 셀의 배향에 비해 안정성과 균일성 면에서 다소 미흡함을 나타내었다. 유연성은 응용범위를 넓혀 준다라는 장점과 배향이 좋지 않다는 단점의 양면성을 지니고 있다. 따라서 Glass셀을 Flexible셀로 대체하기 위해서는 Flexible 기판과 셀에 대한 면밀한 연구를 추가적으로 해야 할 필요가 있다. 이런 연구들은 차후 Flexible 전자 소자의 응용에 요구되는 성능을 확립하기 위해서 중요시 될 것이다.

감사의 글

본 논문은 National Research Laboratory program (M1-0412-00-0008)에 의해 지원되었습니다.

참고 문헌

- [1] 김향율, 서대식, 김재형, "IPS-LCD의 전압-투과율 히스테리시스법을 이용한 잔류 DC 전압 특성", 전기전자재료학회논문지, Vol. 14, No. 6, p. 487, 2001.
- [2] Y. Nakazono, T. Takagi, A. Sawada, and S. Naemura, "A novel model of residual DC in LC cells", IDW '98, p. 61, 1998.
- [3] H. C. Moon, J. Y. Hwang, W. W. Lee and D. S. Seo, "EO performances of flexible TN-LCD using in-situ ultraviolet exposure during imidization of polyimide on the polymer film", Trans. EEM, Vol. 6, No. 3, p106, 2005.
- [4] H. C. Moon, Y. H. Bac, J. Y. Hwang, and D. S. Seo, "A study on electro-optical characteristics in three kinds of liquid crystal display operating mode", Trans. EEM, Vol. 6, No. 2, p73, 2005.