

# IPS-LCD의 전압-투과율 히스테리시스법을 이용한 잔류 DC 전압 특성

## Residual DC Voltage Property in the In-plane Switching Cell Using the Voltage-transmittance Hysteresis Method

김향율\*, 서대식\*\*, 김재형\*\*\*  
(Hyang-Yul Kim\*, Dae-Shik Seo\*\*, Jae-Hyung Kim\*\*\*)

### Abstract

Residual DC voltage of the in-plane switching (IPS)-liquid crystal display(LCD) by voltage-transmittance (V-T) hysteresis method was studied. Several IPS-LCD which have different concentrations of cyano LCs and different resistivities of fluorine LCs were fabricated. We found that the residual DC voltage of the IPS-LCD was decreasing with increasing concentration of cyano LCs and increasing with decreasing specific resistivity of fluorine LC materials. The residual DC voltage property can be improved by low molecular weight and high polarity of cyano LC.

**Key Words :** In-plane switching (IPS), polyimide, nematic liquid crystal, residual DC voltage, voltage-transmittance (V-T) hysteresis method

### 1. 서 론

고도 정보화 사회의 도래와 함께 인간-기계의 중계 장치(interface)로서의 정보 디스플레이소자의 중요성이 날로 높아져 가고 있다. 최근, LCD는 휴대전화기, 노트북 PC, 모니터, 벽걸이 TV 등을 중심으로 발전하고 있다. LCD는 응용 분야 면에서 서로 다른 표시 모드가 이용되고 있다. 시계 등에 이용되는 TN(twisted nematic) 모드와 휴대용 전화기 등에 이용되는 STN(super-twisted nematic) 모드, 노트북 PC, 모니터 그리고 TV 등에 이용되는 AM(active matrix)-LCD 기술이 있다. 많은 정보 표시 용량을

갖는 AM-LCD에서는 고 해상도, 고속 응답, 시야각, 잔상 프리(no image sticking) 특성이 요구된다. 최근에는 TN의 협소한 시야각 특성을 개선하기 위해서 많은 광시야각 기술들이 개발되고 있다[1-3]. 이와 같은 광시야각 디스플레이를 실현하는 가운데, TN 모드와는 달리 화소전극과 상대전극 사이에 유전체가 존재하는 IPS 모드에서는 잔상이 심각한 것으로 보고되고 있다[4-7]. 잔상은 디스플레이 소자의 표시 품질을 결정하는 중요한 특성이다. 잔상 현상은 배향막 표면에 이온들의 흡착 혹은 층 간 유전체 층들의 분극 및 모듈 구동에서 교류인가 시 홀수 프레임과 짝수 프레임간의 RMS(Root Mean Square) 전압의 불일치 등에 의해 생성된 잔류 DC에 의해 발생한다.

본 연구에서는 횡전계 액정모드에서 잔상 특성을 연구하기 위해서 IPS-LCD에 시안(cyano)계 액정의 농도를 달리한 액정 물질과, 불소(fluorine)계 액정에서 비저항을 달리한 액정 물질을 주입 후 V-T 히스

\* : 현대전자 LCD 사업부

\*\* : 연세대학교 전기전자공학과

(서울시 서대문구 신촌동 연세대학교

Fax : 02-362-6444

E-mail : dsseo@yonsei.ac.kr)

\*\*\* : 인제대학교 물리학과

2001년 3월 29일 접수, 2001년 5월 7일 1차심사완료

테리시스법을 통하여 잔류 DC 전압을 측정하였다.

## 2. 실험

### 2.1 테스트셀 및 액정 물성

본 실험에서는 low pretilt용 배향제(AL-1051, Nissan Chemical Industries Co., Ltd.)가 코팅된 IPS 셀이 사용되었다. IPS 셀의 구성은 그림 1 과 같다.

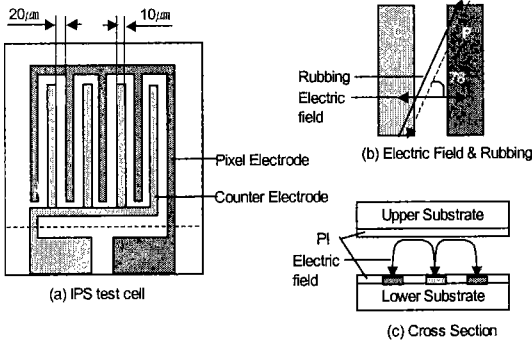


그림 1. IPS 셀의 구조.

Fig. 1. Structure of IPS cell.

IPS 셀은 전극폭(w)이 10µm이고, 전극간의 간격(ℓ)이 20µm인 불투명 금속으로 형성된 화소전극과 상대전극이 하부기판에 형성되어 있다. 불투명 금속의 재질은 MoW으로 형성하였고, 화소전극과 상대전극을 서로 번갈아 형성하여 전장인가 시 수평 전계가 형성되게 하였다. 상부기판은 전극이 없는 유리기판을 대향기판으로 사용하였고, 상하 기판의 표면에는 low pretilt용 배향제(AL-1051, Nissan Chemical Industries Co., Ltd.)를 코팅하여 액정분자를 수평배향 시킬 수 있게 하였다. 전기장에 대해 78°로 러빙처리 하였으며[8-11], 상하 anti-parallel 구조로 제작하였다. 셀 갭이 4.7µm가 되도록 셀을 합착하여 양의 액정을 주입하였다. 제작된 셀에 양의 액정을 주입 후 하부기판의 배면에는 편광판의 편광축이 액정의 러빙축과 일치하게 부착하고, 상부기판의 편광판은 하부 편광판의 편광축과 직각이 되게 부착하여 NB모드의 IPS 셀을 제작하였다.

표 1은 본 실험에 사용된 불소계 액정에 시안계 액정이 첨가된 각각 액정에 대한 물성 특성과 불소계 액정의 정제과정을 달리하여 비저항을 조절한 각각의 액정에 대한 물성 특성을 나타낸다.

표 1. 액정의 물성 특성.

Table 1. Physical properties of LCs.

LC	$\Delta n$ (25°C, 589nm)	$\Delta \epsilon$ (1kHz, 25°C)	$T_{ni}$ (°C)	$\eta$ (mPa.s) (at 20°C)	$\rho$ (at 25°C)	$\gamma$ (mPa.s) (at 25°C)	CN (wt% )
C5023	0.075	7.2	72.0	18.9	$>1 \times 10^{15}$	90.1	0
C5048	0.075	7.3	71.6	17.9	$5.4 \times 10^{12}$	88.8	5
C5049	0.075	7.3	71.5	18.3	$2.9 \times 10^{12}$	84.3	10
C5050	0.075	7.2	71.1	18.1	$3.8 \times 10^{12}$	82.4	15
C5051	0.075	7.3	70.9	18.2	$9.2 \times 10^{12}$	80.2	20
C5037	0.070	6.1	70.6	18.8	$9.0 \times 10^{10}$	-	0
C5038	0.070	6.1	70.5	18.8	$1.0 \times 10^{11}$	-	0
C5039	0.070	6.1	70.5	18.8	$8.0 \times 10^{12}$	-	0
C5040	0.070	6.1	70.5	18.8	$3.0 \times 10^{13}$	-	0

### 2.2 V-T 히스테리시스법에 의한 잔류 DC 전압측정

본 실험에서는 LCD 평가 시스템(LCD7000, Otsuka Co., Ltd.)을 이용하여 시안계 액정의 성분 농도별, 불소계 액정의 비저항별 V-T 히스테리시스 특성을 측정하였다. 측정 시스템은 그림 2와 같다.

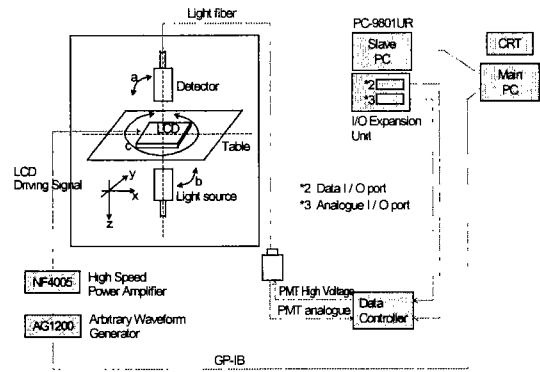


그림 2. V-T 히스테리시스 측정 시스템.

Fig. 2. Measurement system of V-T hysteresis.

측정 방법은 상온에서 DC로 0V에서 7V까지 V-T 특성을 측정하였다. 이후 시간지연 없이 마찬가지로 7V에서 0V까지 DC를 인가하여 투과율을 측정한다. V-T곡선에서 두 곡선의 시프트 정도를  $V_{10}$ ,  $V_{50}$ ,  $V_{90}$ 에서 각각 비교하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 3은 IPS 셀에서 시안계 액정의 농도를 0wt%, 5wt%, 10wt%, 15wt%, 20wt%로 변화시키면서 전압에 따른 투과율 특성을 나타낸다. 시안계 액정의 성분 농도를 증가시킬수록 전압 상승 및 하강에 따른 DC 흡착 및 배향막 분극에 의한 히스테리시스가 작아짐을 알 수 있다. 즉, 시안계 액정의 성분 농도가 증가할수록 잔류 DC량은 감소한다.

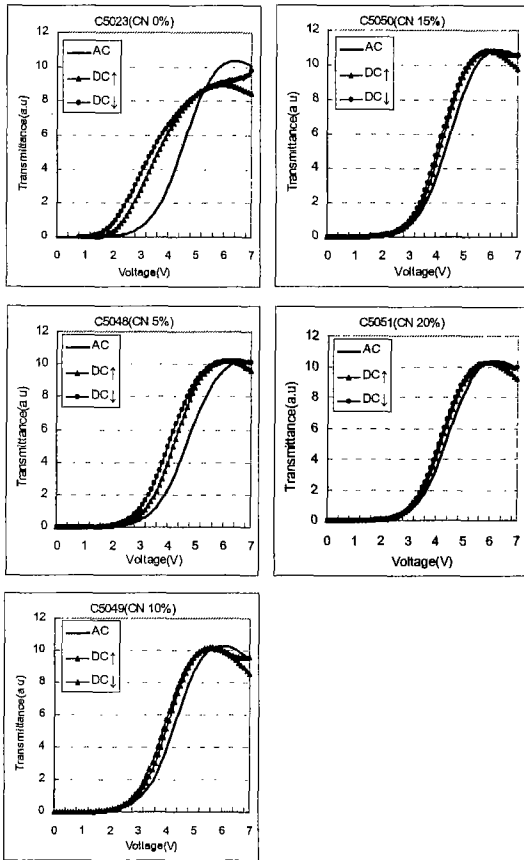


그림 3. 시안계 액정의 농도별 V-T 히스테리시스 특성.  
Fig. 3. V-T hysteresis properties of cyano LCs with different concentrations.

표 2는 스테틱 구동 시 투과율이 50%인 지점을 기준으로 DC 증가시의 전압 및 DC 감소시의 전압을 측정된 결과이다. 여기에서 AC-DC↑ 특성은 교류 구동을 기준으로 했을 때 DC 효과를 살펴 본 결과로 시안계 액정 물질의 농도를 증가시킬수록 DC 성분에 둔감함을 알 수 있다. DC↑-DC↓ 특성은

DC 히스테리시스 특성을 평가한 것으로 마찬가지로 시안계 액정 물질의 농도를 증가시킬수록 잔류 DC 전압 성분이 작음을 알 수 있다.

표 2. V-T 히스테리시스법에 의한 시안계 액정의 농도별 잔류 DC 전압.

Table 2. Residual DC voltage of cyano LCs with different concentrations using the V-T hysteresis method.

LC Materials	AC	DC↑	DC↓	AC-DC↑	DC↑-DC↓
C5023(CN 0%)	4.50	3.69	3.46	0.81	0.23
C5048(CN 5%)	4.68	4.23	4.03	0.45	0.20
C5049(CN 10%)	4.25	4.00	3.90	0.25	0.10
C5050(CN 15%)	4.42	4.22	4.13	0.20	0.09
C5051(CN 20%)	4.38	4.21	4.14	0.17	0.07

그림 4는 IPS 셀에서 불소계 액정의 비저항 특성을  $10^{10} \Omega \text{cm}$ 부터  $10^{13} \Omega \text{cm}$ 로 변화시키면서 IPS 셀의 인가 전압에 따른 투과율 특성을 나타낸다. 시안계 액정과는 달리 표 3에서 알 수 있듯이 static 구동의 투과율 50% 기준으로 V-T 히스테리시스 특성에 의해 잔류 DC 전압 특성을 평가했을 때는 뚜렷한 경향성을 나타내지 않았다. 그러나, 비저항이 낮을수록 DC 구동에서 상승 / 하강시 특정 전압에서 교차되는 현상이 나타나는데 이는 DC 전압에 비저항이 낮은 액정의 불순물 성분들이 더 쉽게 작용하는 것으로 해석할 수 있고, 이는 잔류 DC 측면에서 좋지 않은 특성을 보임을 예측 할 수 있다.

### 4. 결론

본 연구에서는 IPS 셀의 V-T 히스테리시스법을 이용한 잔류 DC 전압 특성에 대하여 검토하였다. IPS 셀에서 시안계 액정 농도에 따른 잔류 DC 특성은 저 분자량과 고 극성을 나타내는 시안계 액정의 농도가 증가 할 수록 잔류 DC량은 감소하였다. 불소계 액정 물질의 비저항에 따른 잔류 DC 특성은 비저항이 낮을수록 잔류 DC량은 증가하는 경향을 나타내었다. 결과적으로 시안계 액정의 농도를 증가시킬 경우 잔류 DC 전압을 감소시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다.

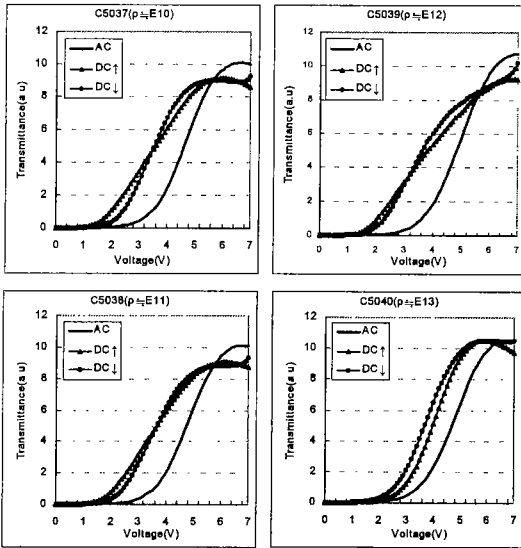


그림 4. 불소계 액정의 비저항 별 V-T 히스테리시스 특성.

Fig. 4. V-T hysteresis properties of fluorine LCs with different resistivities.

표 3. V-T 히스테리시스법에 의한 불소계 액정의 비저항별 잔류 DC 전압.

Table 3. Residual DC voltages of fluorine LCs with different resistivities using the V-T hysteresis method.

LC Materials	AC	DC↑	DC↓	AC-DC↑	DC↑-DC↓
C5037( $\rho E^{10}$ )	4.64	3.62	3.56	1.02	0.06
C5038( $\rho E^{11}$ )	4.77	3.69	3.68	1.08	0.01
C5039( $\rho E^{12}$ )	4.92	4.02	3.76	0.90	0.26
C5040( $\rho E^{13}$ )	4.75	4.04	3.74	0.71	0.30

참고 문헌

[1] K. H. Yang, "Two-domain twisted nematic and tilted homeotropic liquid crystal display for active matrix application", IDRC '91 Digest paper, pp. 68, 1991.

[2] Y. Tanaka, Y. Taniguchi, T. Sasaki, A. Takeda, Y. Koibe, and K. Okamoto, "A new design to improve performance and simplify the manufacturing process of high-quality MVA TFT-LCD panels", SID '99 Digest paper, pp. 206, 1999.

[3] M. Oh-e, M. Ohta, S. Aratani, and K.Kondo, "Principles and characteristics of

electro-optical behaviour with in-plane switching mode", Asia Display '95, pp. 577, 1995.

[4] M. Oh-e and K. Kondo, " Advantageous voltage-holding ratio characteristics induced by in-plane electric fields and the optimization concept of liquid crystals for an in-plane switching electro-optical effect", Liquid Crystals, Vol. 25, No. 6, pp. 702, 1998.

[5] Y. Tanaka, Y. Goto, and Y. Iimura, " Mechanism of DC offset voltage generation in hybrid-aligned nematic liquid crystal displays", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 38, pp. L1115, 1999.

[6] Y. Nakazono, T. Takagi, A. Sawada, and S. Naemura, " A novel model of residual DC in LC cells", IDW '98, pp. 61, 1998.

[7] N. Fukuoka, M. Okamoto, Y. Yamamoto, M. Hasegawa, Y. Tanaka, H. Hatoh, and K. Mukai, " DC offset voltage in liquid crystal cells", AM-LCD '94, pp. 216, 1994.

[8] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, "Generation of pretilt angles in nematic liquid crystal, 5CB, media aligned on polyimide films prepared by spin-coating and LB techniques :effect of rubbing", Mol. Cryst. Liq. Cryst, Vol. 213, pp. 223, 1992.

[9] M. Barmentlo, R. W. J. Hollering and N. A. J. M. Van aerle, "Correlations between surface and bulk liquid crystal alignment observed with optical second-harmonic generation", Liquid Crystals, Vol. 14, pp. 475-481, 1993.

[10] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, "Generation of pretilt angle in nematic liquid crystal, 5CB, media aligned polyimide films prepared by spin-coating and LB techniques : effect of rubbing", Mol. Cryst. Liq. Cryst, Vol. 213, pp. 223-228, 1992.

[11] D.-S. Seo, N. Yoshida, S. Kobayashi, M. Nishikawa, and Y. Yabe, "Effects of conjugation of mesogenic core of nematic liquid crystals for polar anchoring energy and surface order parameter on rubbed polyimide films", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 33, pp. L1174-L1177, 1994.