

IPS 셀의 전압보유율 및 잔류 DC 특성에 관한 연구

전 용 제, ¹⁾김 향 울, 서 대 식, ²⁾김 재 형, ²⁾남 상 희
 연세대학교 전기전자공학과, ¹⁾Hydis LCD사업부, ²⁾인제대학교 물리학과

A Study on the Voltage Holding Ratio and Residual DC Property in the IPS Cell

Yong-Je Jeon, ¹⁾Hyang-Yul Kim, Dae-Shik Seo, ²⁾Jae-Hyung Kim, and ²⁾Sang-Hee Nam
 Dept. of Electrical & Electronic Eng., College of Eng., Yonsei University
¹⁾TFT Process Eng. Dept., LCD Division, Hydis Co., Ltd.
²⁾Dept. of Physics, College of Science, Inje University

Abstract - The voltage holding ratio (VHR) and Residual DC property in the in-plane switching (IPS) cell was studied. Several IPS cells which have different concentrations of cyano liquid crystals (LCs) and different resistivities of fluorine LCs were fabricated. VHR and residual DC voltage in the IPS cells using the capacitance-voltage (C-V) hysteresis method was measured. We found that the VHR of the IPS cell was decreasing with increasing concentration of cyano LC. The residual DC voltage of the IPS cell was decreasing with increasing concentration of cyano LCs. We suggest that the high polarity of cyano LC helps reducing the residual DC voltage.

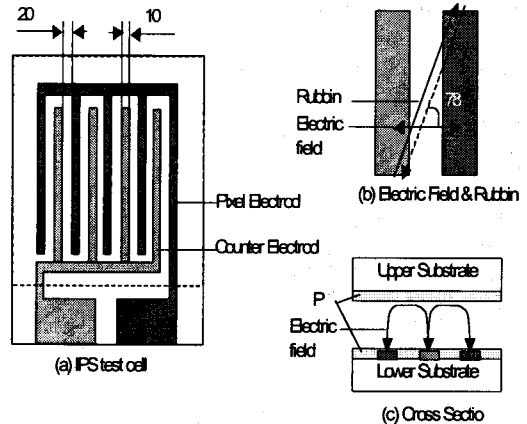


그림 1 IPS 셀의 구조.
 Fig. 1 Structure of IPS cell.

1. 서 론

오늘날 많이 사용되고 있는 AM(active matrix)-LCD는 고 해상도, 광 시야각 그리고 잔상 프리(no image sticking) 특성이 요구되고 있다. 잔상은 표시 소자의 표시 품질을 결정하는 중요한 특성이다. 잔상 현상은 전기-광학적인 현상으로 오랜 시간 어떤 정지 화상을 표시한 후 그 다음 화상을 디스플레이 시 그 전 화상이 남는 현상을 의미한다. 잔상 현상은 배향막 표면에 이온들의 흡착 혹은 층간 유전체 층들의 분극 및 모듈 구동에서 교류인가 시 홀수 프레임과 짝수 프레임간의 RMS(Root Mean Square) 전압의 불일치 등에 의해 생성된 잔류 DC 포텐셜에 의해 발생한다.

본 연구에서는 횡전계 액정 표시 모드에서 잔상 특성을 연구하기 위하여 IPS 셀에 시안계 액정의 농도를 달리한 액정 물질과, 불소계 액정에서 비저항을 달리한 액정 물질을 주입 후 C-V 히스테리시스법을 통하여 잔류 DC 전압을 측정하였다.

2. 본 론

2.1 실험

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

IPS 셀은 전극폭(W)이 10 μ m이고, 전극간의 간격(l)이 20 μ m인 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 상하 78 $^{\circ}$ 로 러빙처리 하였으며, anti-parallel 구조로 셀을 제작하였다. 셀 두께가 약 4.7 μ m가 되게 셀을 합착하여 양의 액정을 주입하였다. 셀에 액정을 주입 후 하부기판의 배면에는 편광판의 편광축이 액정의 러빙축과 일치하게 부착하고, 상부기판의 편광판은 하부 편광판의 편광축과 직각이 되게 부착하여 NB(normally black) 모드의 IPS 셀을 제작하였다.

표 1은 본 실험에 사용된 불소계 액정에 시안계(CN) 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.

NLC	Δn	$\Delta \epsilon$	T_{th}	η	ρ	γ	CN
	(25°C, 589nm)	(1kHz, 25°C)	(°C)	(at 20°C)	(at 25°C)	(at 25°C)	(wt%)
C5023	0.075	7.2	72.0	18.9	$>1 \times 10^{13}$	90.1	0
C5048	0.075	7.3	71.6	17.9	5.4×10^{12}	88.8	5
C5049	0.075	7.3	71.5	18.3	2.9×10^{12}	84.3	10
C5050	0.075	7.2	71.1	18.1	3.8×10^{12}	82.4	15
C5051	0.075	7.3	70.9	18.2	9.2×10^{12}	80.2	20
C5037	0.070	6.1	70.6	18.8	9.0×10^9	-	0
C5038	0.070	6.1	70.5	18.8	1.0×10^{11}	-	0
C5039	0.070	6.1	70.5	18.8	8.0×10^{11}	-	0
C5040	0.070	6.1	70.5	18.8	3.0×10^{13}	-	0

또한, 실험에서는 전압 보유를 측정장치(VHRM103, Autronic Co., Ltd.)를 이용하여 시안계 액정의 성분 농도별, 불소계 액정의 비저항별 VHR(voltage holding ratio) 특성을 측정하였다. 간단한 측정 시스템은 그림 2와 같다. 펄스 폭 40 μ s, 프레임 주파수 60 Hz, 데이터 전압 1.0V로 1 사이클 당 20번씩 데이터를 측정하여 평균하였고, 각 시료 당 10 사이클씩 측정하였다. 온도는 25°C, 50°C, 70°C에서 각각 특성을 측정하였다.

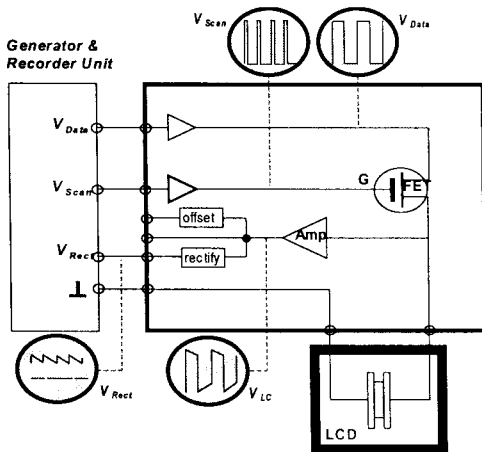


그림 2 VHR 측정 시스템.

Fig. 2 Measurement system of VHR.

그리고 LCR 메타(4284A, Hewlett packard Co., Ltd.)를 이용하여 시안계 액정의 성분 농도별, 불소계 액정의 비저항별 C-V 히스테리시스 특성을 측정하였다. 간단한 측정 시스템은 그림 3과 같다. 커패시턴스 측정 원리는 식 (1)과 같다.

$$Q = C^* V = C^* V_0 \exp(i\omega t)$$

$$I = dQ/dt = C^* dV/dt = i\omega C^* V_0 \quad (1)$$

여기서 $C^* = I/i\omega V_0 = C_0(1 - iD)$ 이고, Q는 전하량, V는 인가전압, I는 전류이다. I와 V_0 값을 알면 C_0 값을 구할 수 있다. 측정방법은 -10V에서 +10V까지 0.1V step으로 DC 전압을 인가한다. 이때 식(1)에서 전하 Q가 변하므로 C값이 변하는데, -전압인가 시 전하가 일정 방향으로 대전되고, 다시 +전압인가 시 히스테리시스가 발생한다. 이와 같이 그려진 C-V 커브에서 히스테리시스 곡선의 폭이 잔류 DC가 된다. 본 실험에서 잔류 DC량 평가 기준은 히스테리시스가 비교적 큰 영

역으로, 커패시턴스 변화율이 20%인 지점을 기준으로 하였고, 동일 커패시턴스에서 전압 차를 구하였다. 여기서는 a, b로 표시하였고, 잔류 DC = (a+b)/2로 표시하였다.

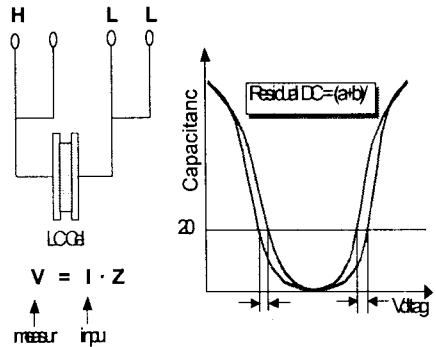


그림 3 C-V 히스테리시스 측정 시스템.

Fig. 3 Measurement system of C-V hysteresis.

2.2 결과 및 고찰

2.2.1 온도에 따른 VHR 특성

그림 4는 시안계 액정의 농도를 0wt%, 5wt%, 10wt%, 15wt% 20wt%로 변화시킨 IPS 액정셀의 온도에 따른 VHR 특성을 나타낸다. 그림 4에 나타난 바와 같이, 온도가 증가할수록 VHR 특성은 감소하는 경향을 나타내고 있다. 또한 일반적으로 보고된 것과 마찬가지로 시안계 액정의 농도 비율이 증가할수록 VHR 특성은 감소한다.¹⁾ 물론 상온에서는 시안계 액정의 농도를 20wt% 까지 증가시켜도 VHR 특성을 95% 이상 유지할 수 있었다.

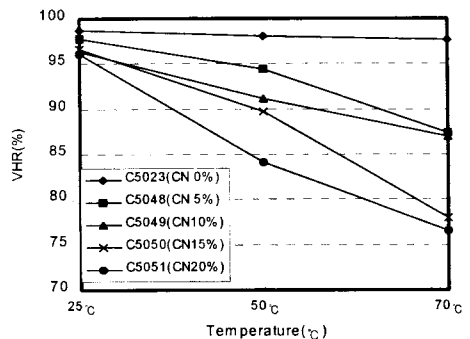


그림 4 시안계 액정의 농도별 VHR 특성.

Fig. 4 VHR properties of cyano LCs with different concentrations.

그림 5에 불소계 액정에서 정제 과정을 달리하여 액정의 비저항(specific resistivity)을 $10^{10}\Omega\text{cm}$, $10^{11}\Omega\text{cm}$, $10^{12}\Omega\text{cm}$, $10^{13}\Omega\text{cm}$ 로 변화시킨 IPS 액정셀의 온도에 따른 VHR 특성을 나타내었다. 실험 결과에서 알 수 있듯이 온도가 증가할수록 VHR 특성은 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 비저항이 낮을수록 VHR 특성은 감소하는 경향을 나타내고 있다. 상온에서 VHR 특성을 비교해 볼 때 비저항이 $10^{11}\Omega\text{cm}$ 이상에서는 VHR은 95% 이상 유지한다. 그러나 대략 $10^{10}\Omega\text{cm}$ 정도에서는 83% 정도로 감소함을 알 수 있었다.

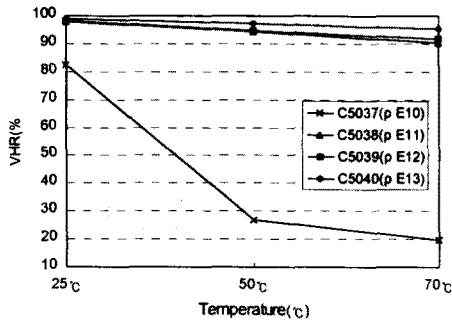


그림 5 불소계 액정의 비저항별 VHR 특성.
Fig. 5 VHR properties of fluorine LCs with different specific resistivities.

2.2.2 C-V 히스테리시스법에 의한 잔류 DC 측정

그림 6과 7은 IPS 셀에서 시안계 액정의 농도를 0wt%, 5wt%, 10wt%, 15wt%, 20wt%로 변화시의 인가 전압에 따른 커패시턴스 특성을 나타낸다. 그림 7에 나타난 바와 같이, 시안계 액정의 성분 농도를 증가시킬수록 히스테리시스가 감소하는 경향을 나타내었다. 즉 시안계 액정의 성분 농도가 증가할수록 잔류 DC량은 감소하는 것을 알 수 있다.

그림 8에 IPS 액정셀에서 불소계 액정의 비저항 특성을 $10^{10} \Omega \text{cm}$ 부터 $10^{13} \Omega \text{cm}$ 로 변화시키면서 IPS 셀의 인가 전압에 따른 커패시턴스 특성을 나타내었다. 불소계 액정의 비저항이 높을수록 히스테리시스가 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 즉, 불소계 액정의 비저항이 높을수록 잔류 DC량이 다소 감소함을 의미한다.

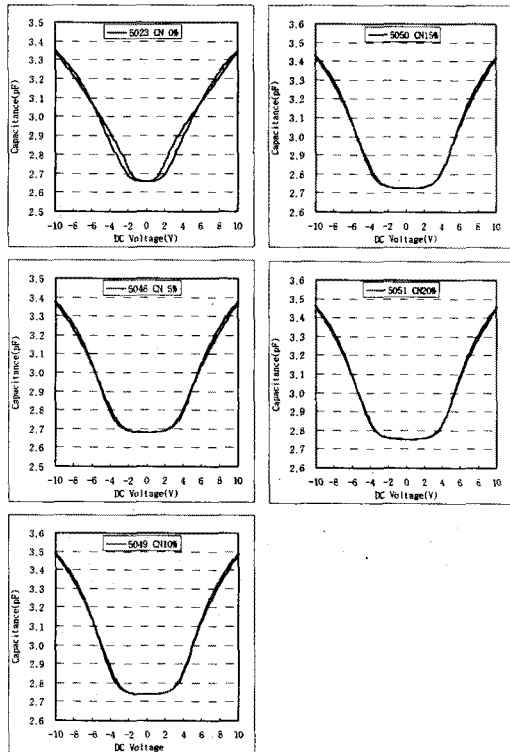


그림 6 시안계 액정의 농도별 C-V 히스테리시스 특성.
Fig. 6 C-V hysteresis properties of cyano LCs with different concentrations.

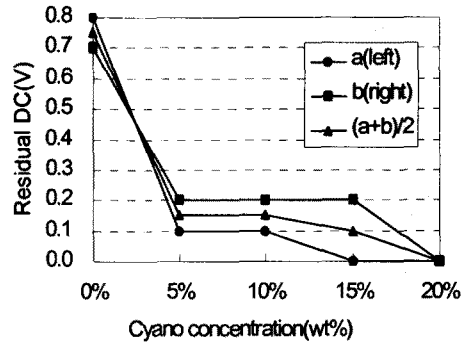


그림 7 시안계 농도별 잔류 DC 특성.
Fig. 7 Residual DC properties of cyano LCs with different concentrations.

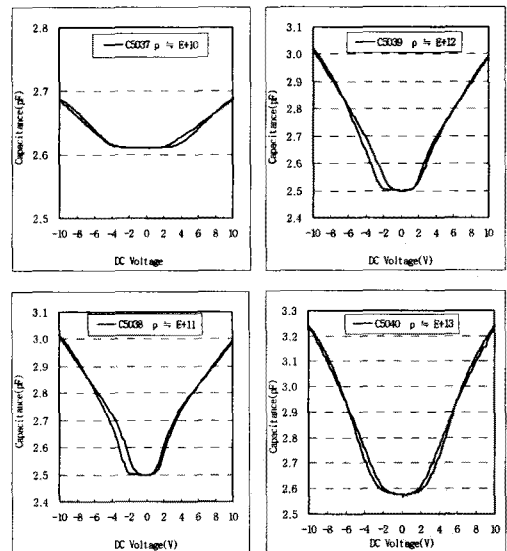


그림 8 불소계 액정의 비저항별 C-V 히스테리시스 특성.
Fig. 8 C-V hysteresis properties of fluorine LCs with different specific resistivities.

3. 결 론

본 연구에서는 IPS 셀에서 고 유전을 이방성을 갖는 시안계 액정의 농도를 달리한 액정물질과, 불소계 액정에서 비저항을 달리한 액정물질을 주입 후 C-V 히스테리시스법을 통하여 잔류 DC 전압 특성에 대하여 검토하였다. IPS 셀의 VHR은 시안계 액정의 농도 비율이 증가할수록 감소하였다. 또한, IPS 셀에서의 잔류 DC 특성은 고 극성을 나타내는 시안계 액정의 농도가 증가할수록 잔류 DC량은 감소하였다. 불소계 액정 물질의 비저항에 따른 잔류 DC 특성은 비저항이 낮을수록 잔류 DC량은 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 결론적으로 시안계 액정의 농도를 증가시킬 경우 VHR 특성은 떨어지지만 구동 전압 감소 및 잔류 DC 전압 감소 측면에서 매우 효과적인 것을 알 수 있다.

(참 고 문 헌)

- [1] 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, pp. 702 (1998).
- [2] 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).
- [3] Y. Nakazono, T. Takagi, A. Sawada, and S. Naemura, "A novel model of residual DC in LC cells", *IDW '98*, pp. 61 (1998).
- [4] 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).
- [5] D.-S. Seo, K. Araya, N. Yoshida, M. Nishikawa, Y. Yabe, and S. Kobayashi, "Effect of the polymer tilt angle for generation of pretilt angle in nematic liquid crystal on rubbed polyimide surfaces", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 34, pp. L503 (1995).