

# 액정 TEST CELL 및 TFT-LCD PANEL의 특성 평가

김남덕, 윤원봉, 이인성, 김상수

삼성 전자 MEMORY 본부 LCD 1팀

## 1. 서론

TFT LCD의 표시 특성에 관여하는 구성 요소에는 TFT 소자, 액정, C/F로 되어 있다. 일반적으로 특정한 TFT 구동 조건을 전제하였을 때 LCD 표시 소자 특성에 있어, 전기 광학적 특성은 액정 재료 및 배향 재료, 그리고 TFT-C/F간 CELL GAP에 의해 영향을 받고 있다. 따라서 이들 재료, 배향 및 구조 조합에 대한 평가 측정이 이루어지고 있다. 제품 설계에 의해 개발된 표시 소자의 초기 특성이 우수할지라도 장시간 특정 패턴에 의한 구동시에는 이미 알려져 있는 FLICKER 및 잔상이 보여질 수 있다.

본 논문에서는 액정 및 배향 재료를 DC STRESS에 대한 C-V곡선 Shift 특성을 통해 평가 하였으며, 이를 FLICKER 및 잔상 관점에서 조사될 수 있도록 만든 장치에 의해서 액정 TEST CELL에 대한 STATIC ELECTRIC FIELD 인가에 의한 평가를 보여 준다. 또한 액정의 신호 유지 (HOLDING RATIO) 특성, 3.1" TFT-LCD PANEL의 V-T CURVE, KICK BACK 전압, FLICKER 특성, GATE PULSE 폭에 따른 화소 충전 특성 등을 평가 시도하였다.

## 2. 본론

### 2-1. 장치 구성제작

CELL을 전기 신호에 따라 충전전시키는 SWITCHING 소자로 MOSFET을 사용하였다. 이는 액정 CELL의 SIZE(38mm x 28mm)가 커서 충분한 전류 공급을 a-Si TFT로 하지 못하기 때문이며, TEST CELL 구동의 목적으로 MOSFET을 사용하였다. 구동 파형에 있어서는 PULSE 발생을 위해 제작한 PROGRAMMABLE PULSE GENERATOR CARD가 장착된 PC로 GATE 및 DATA 인가 신호의 전압 크기, 시간 주기 및 폭을 임의의 조정이 가능하도록 SYSTEM을 구성하였다. 기본 구동 파형에 있어 GATE 인가 파형은 1 FRAME TIME ( $T_f$ )이 16.7 ms 이며 PULSE 폭 ( $T_g$ )은 60 $\mu$ s로 OFF시 -3V, ON 시 22V 를 기준으로 하였으며, DATA 인가 파형은 주기가 33.4ms로 폭과 간격이 동일하다.

### 2-2. 측정실험

#### (A) C-V 곡선 측정에 의한 TEST CELL 평가

평가를 위한 대상 SAMPLER로 3개의 TEST CELL을 제작하였다. 배향막에 따른 특성 조사를 위해 액정은 ZLI-4718로 동일한 재료를 사용하였고, 3종류 PI 막을 SPLIT하여 제작(CELL A: PI-A, CELL B: PI-B, CELL C: PI-C)한 LC CELL에 10V의 DC STRESS에 대한 C-V 곡선(주파수 100Hz)을 갖고 초기치에 대한 SHIFT 특성 ( $\Delta V_c$ )을 알아보았다. STRESS를 가한 시간을 증가시킴에 따른 이동량 ( $\Delta V_c$ ) 증가함을 보였는데, 결과에 따르면 CELL A와 C는 많은 이동을 가지며 CELL B는 이동이 매우 작아 특성이 우수함을 보였다.

#### (B) 신호 유지특성에 대한 CELL평가

실험 회로를 통해 Vdata가 TEST CELL에 신호가 전달된 파형 ( $V_p$ )을 CELL A, B, C에 대해 측정하였다. Vdata는 Vd1 2V, Vdh 8V, Vgate에 있어서는 Vgl은 -3V, Vgh는 22V로  $T_f$ 는 16.7ms, GATE writing time ( $T_g$ )은 60 $\mu$ s, 그리고 Vcom은 4.98 V (Vcom1, Vcom2 동일)로 하였다. CELL A, B, C에 있어 방전에 따른 전압 강하량은 각각 0.26V (유지율: 91.3%), 0.17V (94.3%), 0.34V (88.7%)를 나타내 CELL B가 가장 양호한 특성을 얻었다.

### (C) FLICKER 측정 방법에 의한 CELL 평가

DC STRESS에 따른 열화 특성을 전기적 특성이 아닌 액정 CELL 내의 ION IMPURITY 이동에 따른 광특성 측면 (TRANSIENT FLICKER 특성)에서도 평가를 해보았다. 액정 TEST CELL에 대해  $V_{com1}$  을 10V, 50분 (3000초) 인가한 후, 순간적으로  $V_{com2}$  (0V)로 전환시켰을 때 TRANSIENT FLICKER 성분을 통해 액정 CELL 내의 ION IMPURITY 거동 양을 비교할 수 있다. 측정 결과에 있어 CELL A 는 STRESS 인가 도중 특성이 변해 비교 대상에서 제외하였다. CELL B 와 C 에 있어서는 IMPURITY 이동이 많아 TRANSIENT FLICKER 특성을 보이고 있으나, B는 ION에 의한 거동 현상이 거의 보이지 않고 있다. 즉 광특성 열화 현상이 없이 매우 양호한 CELL임을 알 수 있었다. 따라서 이 CELL을 TFT-LCD 에 적용하면 ION IMPURITY에 의한 잔상 특성은 나타나지 않으리라 생각된다.

### (D) 3" TFT-LCD기판의 광특성 조사

3" LCD 기판의 DATA 전압에 대해 FLICKER 를 측정함으로써 KICK-BACK 차이를 조사하였다. KICK-BACK 전압은 DATA 신호의 중심 LEVEL( $V_{com0} = 5V$ ) 에서 FLICKER 가 최소가 되는  $V_{com}$  LEVEL ( $V_{com}'$ )과의 차가 된다. 측정결과에 따르면  $\Delta V_d$ 가 12V ( $V_{com0}$  기준시  $V_d=6V$ ) 일때  $\Delta V_s$ 는 1.45V 이며  $\Delta V_d$ 가 6V( $V_{com0}$  기준시 $V_d=3V$ ) 일때  $\Delta V_s$ 가 1.7V 였다. 즉 두 경우 KICK-BACK 전압의 차이는 0.25 V인데, 이 전압에 의해 첫째로 GRAY LEVEL의 회로적 설계치와 실질적 PIXEL내의 GRAY LEVEL간 차이가 생길수 있으며, 둘째 특정 패턴에 있어서의 DC 성분이 인가되어 잔상이 생기는 원인을 제공하게된다.

3" TFT-LCD의 GROSS TEST 상태의 기판에 GATE PULSE 폭( $T_g$ )을 바꿔 가면서 T50(50% 투과율) 을 위한 DATA SWING 크기 ( $V_{50}$ )를 PLOT한 결과에 의해 PIXEL의 GATE PULSE 폭에 대한 충전 특성을 알 수 있는데  $T_g$ 가 35 $\mu s$  보다 작아지면 PIXEL 충전 특성이 좋지 않음을 보였다. 따라서 이 PANEL의 현재 구동 조건( $T_g=32.5\mu s$ )에서는 양호한 충전 상태이나 XGA 구동시 ( $T_g=20\mu s$ )에는 충전 MARGIN 이 부족함을 나타내고 있다. 또한  $T_g$ 에 대한 CONTRAST RATIO를 보이는데 PULSE 폭이 감소함에 따라 줄어들고 있다.

## 3. 결 론

액정 및 배향 재료를 평가할 수 있는 장치를 구성 제작하여 TEST CELL을 평가하였다. 측정 결과에 있어 ZLI-4718 액정을 사용하고 3종류 PI막을 SPLIT 제작한 CELL (CELL A:PI-A, CELL B: PI-B, CELL C: PI-C) 중 C-V 곡선의 DC STRESS에 대한 SHIFT 특성, 신호 유지(HOLDING RATIO) 특성, ION IMPURITY 이동에 의한 FLICKER 특성에 있어 CELL B가 가장 우수한 결과를 얻었다. 또한 3" TFT LCD 기판의 FLICKER 광특성에 의한 KICK-BACK 전압을 통해 액정 비유전율의 이방성 및 TFT의 GATE TO PIXEL의 FEEDTHROUGH 전압의 DATA 전압 의존성을 평가하였는데  $\Delta V_d$  (DATA 신호 SWING 크기)가 12V 시 KICK-BACK 은 1.45V,  $\Delta V_d$  가 6V 때는 1.7V로 증가하였다. 이와같은 DATA 전압에 따른 KICK-BACK의 차이는 액정의 비유전율 이방성과 함께 특정 패턴을 장시간 구동시 잔상의 원인이 되므로 대책으로서 회로적 보정 또는 DC 성분에 안정된 액정 및 PI막 선정(상기 TEST CELL중 CELL B가 우수함)을 위한 노력이 필요하며, 간단한 실험 장치를 통해 평가를 시도하였다. 또한 3" TFT LCD PANEL 의 GATE PULSE 폭에 따른 최종 충전 특성을 조사하였다. 따라서 구동 PULSE 폭이 VGA 급에 비해 작은 XGA 및 EMS 급 PANEL 의 충전 특성 PARAMETER 평가에 차후 유용하게 이용될 수 있다.