

## 비정질 실리콘 TFT의 광누설 전류에 Backlight 광원의 광학적 특성이 미치는 영향에 대한 연구

임승혁, 권상직, 조의식\*

경원대학교 전자정보통신공학부 전자공학과

### A Study on the Effects of the Optical Characteristics of backlight Sources on the Photo Leakage Currents of a-Si:H Thin Film Transistor

S. H. Im, S. J. Kwon and E. S. Cho\*

Department of Electronics Engineering, Kyungwon University

**Abstract :** The photo leakage currents of a conventional hydrogenated amorphous silicon(a-Si:H) thin film transistor(TFT) were investigated and analyzed in the case of illumination from various lightsources such as halogen lamp, cold cathode fluorescent lamp(CCFL) backlight, and white light emitting diode(LED) backlight. The photo leakage characteristics showed the apparent differences in the leakage level and in the  $I_{on}/I_{off}$  ratio in spite of the similar luminances of light sources. This leakage level is expected to be related to the wavelength of the lowest intensity peak from spectral analysis of light sources.

**Key Words :** backlight system, photo leakage current, spectral characteristics

#### 1. 서 론

수소가 주입된 비정질 실리콘 (a-Si:H)의 TFT는 active matrix 방식으로 구동하는 TFT-LCD의 TFT 패널에 넓게 사용되고 있다. 최근 많은 수요가 있는 LCD-TV에 사용되고 있는 LCD 패널은 높은 명암비와 밝기가 요구됨에 따라 높은 휘도 값을 갖는 Backlight 광원의 필요성이 대두되고 있다. 그러나 비정질 실리콘 TFT의 경우는 광흡수 계수가 높은 a-Si:H의 특성에 의해 그림 1(a)와 같이 backlight에 노출된 부분을 중심으로 높은 off-state 광누설 전류 특성을 갖고 있다[1]. TV용 LCD 패널에서 광누설 전류는 명암비와 다른 여러 화질 관련 변수에 영향을 미친다. 그러므로 비정질 실리콘 TFT의 광누설 전류를 줄이기 위해 많은 연구가 진행되어 왔으며[2~4] 이와 병행하여 추가적으로 비정질 실리콘 층 및 TFT특성에 대한 Backlight의 광원의 영향에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 Halogen lamp, CCFL, white LED등을 광원으로 사용한 동일한 휘도를 가지는 backlight 시스템에 대하여 광원의 스펙트럼 특성이 TFT 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

#### 2. 실험

유리 기판 상에 수소화된 비정질 실리콘 TFT를 일반적인 BCE(back channel etched) 방식을 사용하여 Inverted staggered 구조로 제작하였다. 게이트 전극과 소스/드레인 전극은 Cr으로 2000 Å의 두께로 증착하였으며, SiN<sub>x</sub>, a-Si:H 와 n<sup>+</sup> a-Si:H 층은 3500 Å, 2000 Å, 200 Å의 두

께로 PECVD 방식을 이용, 증착 하였다. 또한, SF<sub>6</sub> plasma를 이용한 RIE(reactive ion etch)를 사용하여 a-Si:H과 n<sup>+</sup> a-Si:H 층을 식각, 그림 1(b)와 같이 2 × 30 μm × 10 μm 넓이의 active영역 및 TFT의 W가 20 μm, L이 6 μm인 채널을 형성하였다. active 영역 중 게이트 전극에 의해 backlight로부터 차단되지 못하는 영역의 넓이는 2 × 30 μm × 5 μm이며, 그림 1(b)의 빛금친 영역으로 표시된 부분이 유리기판을 통하여 backlight에 그대로 노출되게 된다. 이후 다시 RIE 공정을 사용하여 contact 부분에 잔류하는 게이트, 소스/드레인 전극 위 SiN<sub>x</sub>를 건식식각 하였다. 측정 시 제작된 TFT의 문턱 전압은 0.6V이었다.

#### 3. 결과 및 고찰

표 1에서 CCFL, white LED, halogen Lamp를 광원으로 사용한 Backlight에서 방출되는 색의 특성을 비교하였으며, 각 광원에 대한 휘도 값을 Chroma Meter (CS-100A) 장비를 사용하여 측정하였다. halogen lamp, CCFL, white LED를 광원으로 사용한 Backlight에서의 휘도 값은 각각 2300, 2280, 2320 cd/m<sup>2</sup> 측정되었다. halogen lamp의 경우 점광원의 구조이기 때문에 확산 시트를 중간에 삽입하여 측정하였고, CCFL의 경우 inverter system을 사용, 저항 값을 변화시켜 구동하였다. 그리고 white LED의 경우에는 DC 전압 구동을 하였다.

제작된 TFT 유리기판의 하부에 위에서 언급한 Backlight 시스템들을 위치시키고 TFT 특성 변화를 측정하였다. 그림 2에서는 비슷한 휘도 값을 갖는 다양한

Backlight에 대한 전류 값을 비교 확인할 수 있다. Halogen lamp와 white LED에서 발생되는 TFT의 광누설 전류는 전반적으로 광원에 따른 Dark current의 경우보다 Halogen Lamp에서 Halogen Lamp 보다 White LED에서, White LED 보다 CCFL에서 보다 높은 값을 가진다. 이러한 특성은 다른 TFT에서도 같은 경향을 보인다.

그림 3의 CCFL, white LED, halogen lamp의 광스펙트럼 특성은 Photo Research 670 Spectrascan Colorimeter를 사용하여 측정하였다. CCFL에서는 436 nm(blue), 544 nm(green), 612 nm(red)의 파장에서 sharp 한 intensity peak 값이 측정되었다. 이에 반해서 white LED에서는 458 nm (blue)에서 sharp 한 peak 값이, 560~570 nm에서 다소 완만하면서 약한 peak 값이 측정되었다. Halogen lamp의 경우 690~710 nm에서 완만하게 넓게 분포된 peak 값이 측정되었다. 그림 2와 그림 3의 결과로부터, TFT 광 누설전류는 backlight 광원의 intensity peak 값이 위치한 파장과 관계되어 있다고 예상된다. 수소화된 비정질 실리콘의 광 흡수 계수는 600nm 미만의 파장대에서  $10^4 \text{ cm}^{-1}$  이상의 높은 값을 가지고 있으며, 낮은 파장대의 intensity peak 값에서 전자-전공 쌍 생성이 많이 일어난다.

그림 4에서는 그림 2의 TFT 특성으로부터 얻은  $I_{on}/I_{off}$  비를 보여주고 있다.  $I_{on}$  와  $I_{off}$ 는 게이트 전극에 20V와 -8V를 인가하였을 때의 drain 전류로 각각 정의 되며. LCD의 명암비와 관련 있으므로 높은  $I_{on}/I_{off}$  비율을 얻는 것이 매우 중요하다. Halogen 과 LED 에서의  $I_{on}/I_{off}$  비율은 CCFL에서 보다 약 3배에서 약 10배 더 높은 값을 보여주고 있다.

#### 4. 결 론

다양한 Backlight의 광원에 대한 수소화된 비정질 실리콘 TFT의 광누설 전류를 비교하였을 때 비슷한 휘도 값을 갖는 광원에 대한 누설 전류의 크기 및  $I_{on}/I_{off}$  비는 확실하게 다른 특성을 나타난다. 이 결과는 광원의 스펙트럼 특성에서 intensity peak가 위치한 가장 낮은 파장대 크기 및 비정질 실리콘의 광흡수 계수에 반응하는 파장영역과의 관계에 의해 나타난 결과라고 여겨진다.

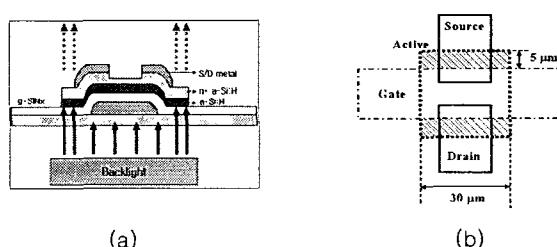


그림 1.. (a) TFT 구동에서 광 누설 전류의 발생 (b) 실험에 사용한 TFT의 mask 패턴 configuration

| Light sources | Luminance<br>(cd/m <sup>2</sup> ) | Chromaticity<br>(x,y) |
|---------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Halogen Lamp  | 2300                              | ( 0.37, 0.43 )        |
| CCFL          | 2280                              | ( 0.29, 0.29 )        |
| White LED     | 2320                              | ( 0.29, 0.28 )        |

표 1. 광원에 대한 색 특성

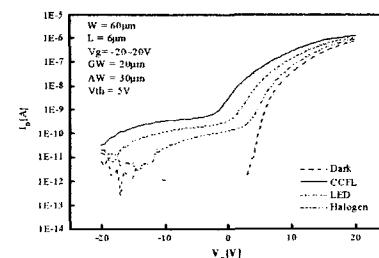


그림 2. 다양한 광원에 대한 TFT의 광누설 전류 특성 비교

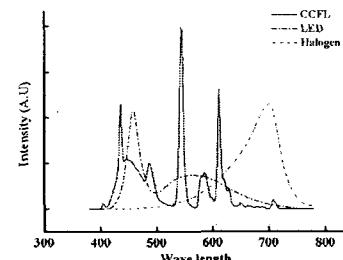


그림 3. CCFL, white LED, Halogen Lamp의 backlight에 대한 스펙트럼 분석

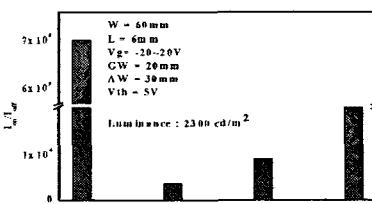


그림 4. Gate 전압이 20V과 -10V 일때 각각의 광원에 대한  $I_{on}/I_{off}$

#### 참고 문헌

- [1] J. K. Yoon, Y. H. Jang, B. K. Kim, H. S. Hong, B. C. Ahn, and C. Lee, *J. Non-Cryst. Solids.*, 164–166, 747–750 (1993).
- [2] J. H. Choi, C. S. Kim, B. C. Lim, and J. Jang, *IEEE ED.*, 45, 9 2074–2075 (1998)
- [3] K. W. Kim, K. S. Cho, and J. Jang, *J. Non-Cryst. Solids.*, 266–269, 1265–1269 (2000)
- [4] Y. J. Choi, B. C. Lim, I. K. Woo, J. I. Ryu, and J. Jang, *J. Non-Cryst. Solids.*, 266–269, 1299–1303 (2000)