

비정질 실리콘 박막 트랜지스터의 광누설 전류와 다양한 광원의 광자 에너지스펙트럼과의 관계에 관한 연구

정경서, 권상직, 조의식
경원대학교 전자정보통신공학부 전자공학전공

A Study on the Relationship between Photo Leakage Current of a-Si:H Thin Film Transistor and the Photon Energy Spectrum of various Backlight Sources

K. S. Jeong, S. J. Kwon, and E. S. Cho
Department of Electronics Engineering, Kyungwon University

Abstract : Photoelectric characteristics of a hydrogenated amorphous silicon thin film transistor(a-Si:H TFT) were obtained for the illumination from various backlight sources and the results were compared and analyzed in terms of the photon energy spectral characteristics of the backlights obtained from the integration of the multiplication of the photon energy and the spectral intensity at each wavelength. It was possible to conclude that the absorption of illuminated backlight to a-Si:H layer and the generation of electrons and holes are mainly carried out at the wavelength less than 500nm.

Key Words : a-Si:H TFT, backlight, spectral characteristics, photon energy spectral characteristics

1. 서론

TFT-LCD의 제조 과정에서, 비정질 실리콘 TFT의 음의 바이어스 영역에서의 backlight에 의한 광누설 전류는 TFT-LCD 화면의 대비비를 떨어뜨리고, 또한 플리커 및 잔상 등의 불량요의 주요 원인으로 작용한다. 그러므로, 비정질 실리콘 TFT의 광전류값의 메커니즘에 대한 분석 및 궁극적으로는 backlight에 의한 광누설 전류의 최소화가 필요하다. 예전에는 TFT의 공정 변수를 조절하여 광전류를 줄이려는 시도가 많았지만[1-2] 최근에는 light emitting diode(LED)등의 광원이 backlight로 사용되는 등 광원 자체가 비정질 실리콘 TFT의 광전류에 미치는 영향에 대해서도 논의되고 있는 단계이다.

본 논문에서는 기존에 진행된 비정질 실리콘 TFT이 다양한 광원에 대하여 보여준 광전류 특성에 대하여[3], 후면광으로부터 발생한 전자와 정공에 의한 광자에너지의 관점에서 광원의 에너지 스펙트럼을 구하고, 그 값을 광누설 전류값과 비교, 검증하였다.

2. 실험

W와 L이 각각 20 μm 및 6 μm인 Inverted Staggered 비정질 실리콘 TFT이 제작되었다. 특히 비정질 실리콘 층이 일부 후면광에 직접 노출될 수 있도록 하여 광전류 특성을 잘 관찰할 수 있도록 하였다[3]. Cold Cathode Fluorescent Lamp(CCFL), White LED, 할로겐 Lamp의 휘도를 약 2700 cd/m²로 일정하게 고정시키고, 각각의 경우에 대하여 TFT의 광전류를 측정하였다. 그림 1은 위 세 광원에 대하여 측정된 결과를 보여주고 있다. 이후 각 광

원의 spectrum 특성을 측정하고, 이 값을 바탕으로 각 광원의 광자 에너지 스펙트럼 값을 계산하였다.

3. 결과 및 검토

그림 2은 각 광원의 광 스펙트럼 데이터로부터 계산한 광자 에너지 스펙트럼 값을 보여주고 있다. 에너지 스펙트럼 계산은 각 파장대별로 광자 에너지와 광 스펙트럼 intensity의 곱을 전체 파장에 대하여 적분해 준 방식을 사용하였다. CCFL, White LED, 할로겐 lamp 각각의 광원에 대한 적분값은 각각 7.27×10⁻²⁹, 4.68×10⁻²⁹, 3.42×10⁻²⁹로 계산되었으며 이는 광원에 의해 발생하는 전체 에너지 값으로 고려 가능하다.

$$Energy = \int_{380nm}^{770nm} \frac{hc}{\lambda} \cdot (Spectral\ intensity) d\lambda$$

기존 연구에서는, 휘도값이 같은 경우에도 다른 광원에 대하여 광전류값이 다르게 나온 이유에 대하여 광원의 스펙트럼에서의 peak intensity에서의 차이로 보았는데, 이를 정확히 검증하기 위하여 광전류와 파장에 대한 광원의 광자 에너지 스펙트럼 값을 비교하였다. 그림 3은 최대 파장값이 각각 770 nm, 600 nm, 500 nm 범위에서의 에너지 스펙트럼의 적분값을 광원별로 비교한 값이며, 380 nm에서 500 nm 사이 에너지 스펙트럼의 적분값을 정규화, 그림 4에서와 같이 통상적으로 TFT-LCD의 off 조건으로 고려하는 게이트 전압이 -7.5 V 일 때의 광원별 광누설 전류 성분, 즉 광전류와 광원이 없었을 경우의 off 전류와의 차이와 비교하였다. 이 경우, 그림에서와 같이 거의 일치한 결과를 얻을 수 있었고, 이로부터 비정질 실리콘 TFT

의 광누설전류는 광원의 500 nm 이하 파장대에서의 광자 에너지 성분에 의하여 주로 결정된다는 결론을 내릴 수 있었다.

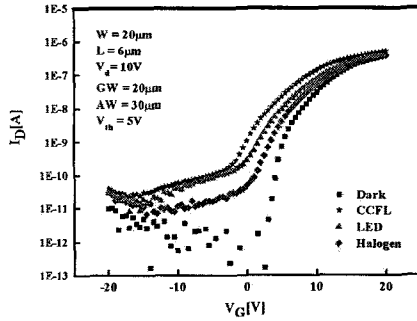


그림 1. 다양한 광원에 대한 비정질 실리콘 TFT의 광전류 특성[3]

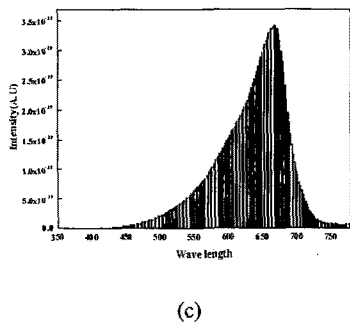
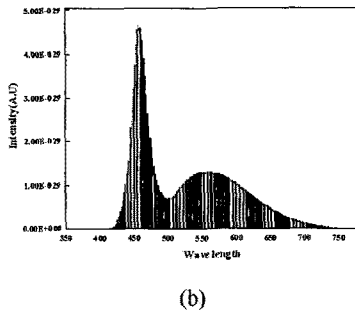
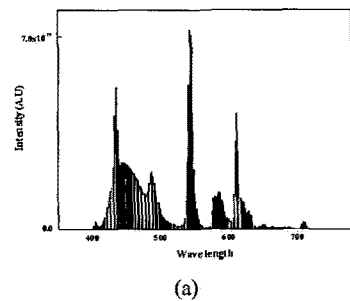


그림 2. 광원의 스펙트럼으로부터 계산된 (a) CCFL 광원 (b) White LED 광원 (c) 할로겐 램프로부터의 광자 에너지 스펙트럼 특성

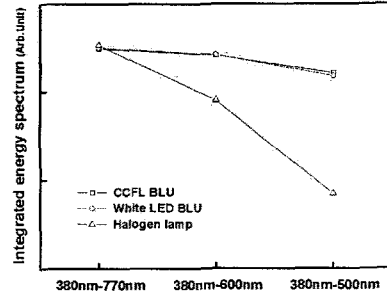


그림 3. 주파수 파장대별로 계산된 각 광원의 에너지 스펙트럼의 적분값

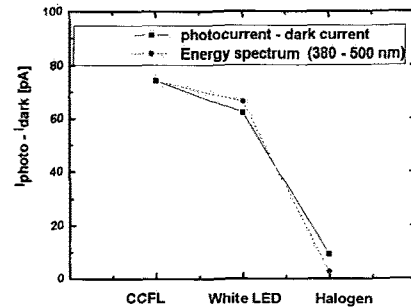


그림 4. 그림 1에서 게이트 전압이 -7.5 V 일때 광전류 성분과 그림 3에서 380~500 nm 에서의 광원의 광자 에너지 스펙트럼이 정규화된 값 사이의 fitting 결과

4. 결론

본 연구에서는 다양한 광원으로부터의 후면광의 영향에 대하여 얻어진 비정질 실리콘 TFT의 광전류 특성에 대하여, 각 광원의 스펙트럼 특성 및 여기서 계산된 광자 에너지 스펙트럼 값을 이용하여 추가 분석을 진행하였다. 분석 결과로부터, 광원의 에너지 스펙트럼 값이 비정질 실리콘 TFT의 광전류 특성과 매우 밀접한 관련이 있고, 계산된 에너지 스펙트럼 값과 광전류 값이 잘 fitting 됨을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 경원대학교의 연구 지원에 의한 결과입니다.

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, 1993
 [2] Y. J. Choi, B. C. Lim, I. K. Woo, J. I. Ryu, and J. Jang, J. Non-Cryst. Solids., 266-269, 1299, 2000
 [3] S. J. Hong, S. J. Kwon, and E. S. Cho, J. KIBEME., 21, 844, 2008