

전면 발광 OLED용 투명 금속 전극의 전기 광학적 특성

신 은철*, 안 준호, 오 용철*, 송 민종**, 이 원재***, 김 태완
홍익대학교*, 광운대학교*, 광주보건대학**, 경원전문대학***

Electrical and Optical Characteristics of Transparent Metal Electrodes For Top-emission OLED

Eun Chul Shin, Joon Ho Ahn*, Yong Cheul Oh*, Min Jong Song**, Won Jae Lee*** and Tae Wan Kim
Hongik Univ, Kwangwoon Univ*, Kyungwon Col**, Kwangju Health Col***

Abstract : 본 연구에서는 전면 발광 OLED용 투명 금속 전극 소자의 제조를 위해 Al과 Ag 재료를 가지고 박막의 두께에 따른 투과도와 면저항을 조사하였다. Al 금속 재료의 박막 두께가 30nm에 따른 면저항값은 8Ω/□로 조사되었고, 70% 이상의 투과도를 가진 금속의 두께는 10nm 이상으로 조사되었다. Ag 금속 재료의 최적의 두께 25nm에 따른 면저항값은 4.5Ω/□로 조사되었고, 70% 이상의 투과도를 가진 Ag 금속의 두께는 5nm 이하로 조사되었다.

KeyWords : Transmittance, Sheet Resistance, OLED

1. 서 론

OLED 소자의 발광 방식에 있어서 2가지 방식이 있는데, 배면 발광 방식(Bottom Emission)과 전면 발광 방식(Top emission)이 있다. 현재 많이 쓰이고 있는 배면 발광 방식은 TFT 회로가 있는 기판 방향으로 빛을 내보내는 방식이다. 여기서 TFT 회로의 역할은 각각의 픽셀을 조절해서 우수한 화질을 얻을 수 있으며, 또한 소비 전력까지 낮출 수 있다. 그러나 TFT의 수가 증가함에 따라 발광 부분의 면적이 작아져 개구율 감소에 따른 일정 부분의 휘도가 더 필요하게 되어 소비 전력 증가, 소자의 수명 감소 등의 문제점이 생긴다. 그와 반대로 전면 발광 방식은 기판의 반대 방향으로 빛을 위로 내보내는 방식이다. 이 방식은 TFT 회로의 증가에 따른 개구율에 방해를 받지 않고 발광 부분의 면적을 넓힐 수 있다. 이에 따른 고해상도, 높은 개구율 및 마이크로 디스플레이 구현 등이 가능하다.

전면 발광 방식은 기판에 반사형 양극(anode)를 형성하고 음극(Cathode)쪽으로 빛을 내보내기 때문에 음극쪽에 투명한 전극이 필요하다. 투명 전극은 투명하면서 전도성이 있는 재료이어야 하는데, 금속에서 부도체로 갈수록 전도성이 낮아지지만, 빛의 투과는 높아지는 경향이 있다.

현재 투명 전극으로 많이 쓰이고 있는 ITO 등의 재료가 있는데, 이러한 재료들은 유기물 위에 적층시 유기물의 특성저하가 생겨 투명 전극으로서 사용될 수 없다. 투명 전극으로 주로 사용되는 재료는 Mg:Ag, Ca-Ag, LiF-Al 등이 있으며, 본 연구에서는 투명 전극의 기초가 되는 금속 재료 Al, Ag의 두께에 따른 투과도와 면저항에 관하여 연구를 진행하였고, 투명하면서 전극으로서의 역할을 할 수 있는 투명전극에 관한 연구가 필요하다.

2. 실험

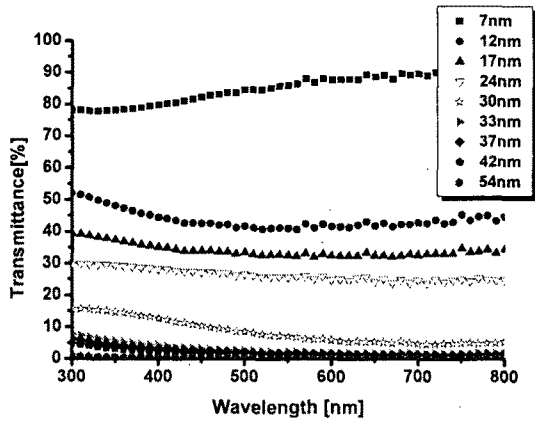
유리 기판에 Al과 Ag의 금속 물질을 올리기 위해 유리 기판 크기를 20mm×20mm, 두께는 1mm로 제작한 후 세정하였다. Al, Ag의 금속 박막을 13mm×13mm의 넓이로 유리 기판에 증착시키고, 각각 두께의 변화에 따라 증착시켰다. Al과 Ag 박막의 두께는 Al는 5nm~50nm까지, 그리고 Ag는 5nm~40nm까지 두께를 변화시켜 소자를 제작하였다. Al과 Ag의 금속 박막의 증착시 압력은 5×10^{-6} torr였으며, 증착 속도는 1 Å/s로 유지시켰다. 알파 스텝을 이용하여 박막의 두께를 보정하고, 증착된 박막의 투과도를 보기 위해서 Agilent 8453 UV-Visible Spectrophotometer를 이용하였고, 면저항은 CMT-SR1000를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

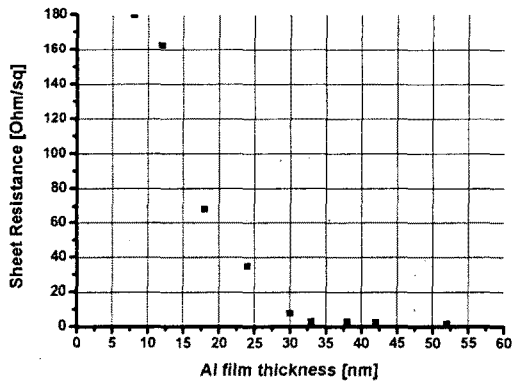
그림 1(a)는 가시광선 영역(300nm~800nm)에서 Al의 박막 두께에 따른 광 투과도이다. Al의 박막 두께는 알파스텝으로 측정된 값을 보정하여 나타내었다. 박막 두께가 높아짐에 따라 투과도는 낮아지는 것을 보였고 그림 1의 (b)에 나타난 결과와 같이 두께가 높아짐에 따라 면저항값은 낮아지는 것을 알 수 있었다. Al의 두께가 약 10nm 이하가 되어야 50% 이상의 투과율을 보였고, Al 두께가 약 30nm 이상부터 투과도가 20% 이하로 낮게 나타났다.

그림 2(a)는 가시광선 영역(300nm~800nm)에서 Ag의 박막 두께에 따른 광 투과도이다. Ag의 박막 두께는 5nm~40nm로 열 증착을 이용하여 소자를 제작하였다. Al과 마찬가지로 박막 두께가 높아짐에 따라 투과도는 낮아지며, 그림 2(b)에 나타난 결과와 같이 면저항값도 낮아지는 것을 볼 수 있다. Ag의 투과도는 Al의 투과도와 다른 모습을 보였는데, Ag의 박막 두께 5nm일 때 550nm 파장에서 투과율이 52%로 낮아지는 것을 볼 수 있었고, 다시 파장이

파장에 따라 투과율이 높아졌다. Ag의 두께가 10nm 이상의 경우에는 낮은 파장(400nm) 부근에서는 높은 투과율을 보이나, 높은 파장(700nm) 부근에서는 투과율이 현저히 떨어지는 것을 볼 수 있었다.

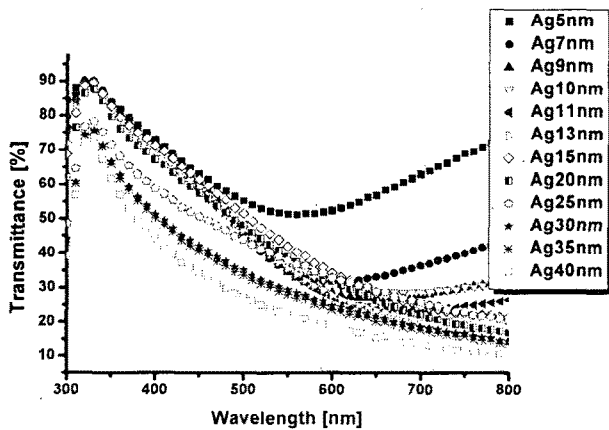


(a) 파장에 따른 투과도

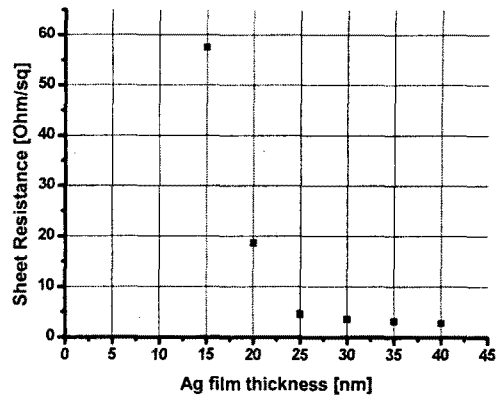


(b) Al 박막 두께에 따른 면저항

그림 1. Al의 박막 두께에 따른 투과도와 면저항.



(a) 파장에 따른 투과도



(b) Ag 두께에 따른 면저항

그림 2. Ag의 박막 두께에 따른 투과도와 면저항.

4. 결론

Al의 두께가 7nm일 때 600nm의 파장을 기준으로 투과도는 약 80%였으며, 두께가 12nm의 경우 투과도는 약 40%로 감소하는 것을 볼 수 있다. Ag의 두께가 5nm일 때 600nm의 파장을 기준으로 투과도는 약 52%였으며 Ag의 두께 따른 광 투과도는 Al보다 낮은 특성을 나타내었다. Ag의 두께가 10nm 이상부터는 투과도가 32%로서 두께 증가에 따른 비슷한 특성을 보였다. Al의 두께가 7nm의 경우 $180\Omega/\square$ 으로 높게 나타났고, 두께가 30nm일 때가 $8\Omega/\square$ 으로 낮게 나타내었다. Ag의 경우는 25nm의 경우에 $4.5\Omega/\square$ 으로 낮은 면저항 값을 나타내었다. 이번 연구에서 하나의 금속 Al 또는 Ag의 재료로 낮은 면저항값과 높은 투과율을 둘다 만족시킬 수 있는 특성을 찾기 어려웠으며, 이에 대한 연구는 계속 진행 중에 있다.

참고 문헌

- [1] K. B. Prode, C. J. Lee, D. G. Moon, and J. I. Han, Appl. Phys. Lett., Vol. 84, p. 4614, 2004.
- [2] S. Han, X. Feng, Z. H. Lu, Johnson and R. Wood, Appl. Phys. Lett., Vol. 82, p. 2715, 2003.
- [3] B. J. Chen, X. W. Sun, and S. C. Tan, Optics Express., Vol. 13, p. 937, 2005.
- [4] Tzung-Fang Guo, Fuh-Shun Yang, Zen-Jay Tsai, Guan-Weng Feng, Ten-Chin Wen Sung-Nien Hsieh, Chia-Tin Chung and Ching-In Wu, Appl. Phys. Lett., Vol 89, p. 051103-1, 2006.
- [5] W. Chen, J. Cheng, Z. Lin, G. Yang, Q. Jiang, Synthetic Metals., Vol 137, p. 1143, 2003.