

# 양호한 유기발광소자의 광학적 특성 개선을 위한 Anode 표면특성에 관한 연구

A study on the Optical Properties of OLED Anode by  
Chemical Mechanical Polishing

이우선\*, 최권우\*, 고필주\*, 박주선\*, 나현용\*

조선대학교 전기공학과\*

Woo-Sun Lee\*, Gwon-Woo Choi\*, Pil-Ju Ko\*, Ju-Sun Park\*, Han-Yong Na\*

\*Chosun University

## Abstract

ITO thin film is generally fabricated by various methods such as spray, CVD, evaporation, electron gun deposition, direct current electroplating, high frequency sputtering, and reactive DC sputtering. However, some problems such as peaks, bumps, large particles, and pin-holes on the surface of ITO thin film were reported, which caused the destruction of color quality, the reduction of device life time, and short-circuit. Chemical mechanical polishing (CMP) process is one of the suitable solutions which could solve the problems

## 1. 서 론

OLED는 자발광형이며 15V 이하의 저전압 구동, 높은 휘도와 효율, 10 $\mu$ s 이하의 빠른 응답속도, 넓은 시야각 등 매우 우수한 장점을 가지고 있으며 공정이 단순하고 초박형의 소자를 만들 수 있다. OLED의 동작원리는 전원이 공급되면 전자가 이동하면서 전류가 흐르게 되는데 음극에서는 전자가 전자수송층의 도움에 의해 발광층으로 이동하고 상대적으로 양극에서는 정공이 정공수송층의 도움에 의해 발광층으로 이동하게 된다. 유기물질인 발광층에서 만난 전자와 홀은 높은 에너지를 갖는 여기자를 생성하게 되는데 이때 여기자가 낮은 에너지준위로 떨어지면서 그 에너지를 빛으로 방출하게 된다. 발광층을 구성하고 있는 유기물질이 어떤 것이냐에 따라 빛의 색깔은 달라지게 되며 R, G, B를 내는 각각의 유기물질을 이용하여 Full Color를 구현할 수 있다. OLED용 ITO 박막의 요구사항으로는 면저항 15  $\Omega/\square$  이하, 광투과도 85% 이상이며 스퍼터링 조건을 적절히 조절하면 OLED 용에 적합한 ITO 박막의 면저항과 광투과율은 얻을 수 있지만 박막의 표면에 거대 이상 성장 입자가 생성되는 문제점을 갖고 있다. 이런 거대 이상 성장 입자는 OLED 구동 시 전압이 균

일하게 걸리지 않고 한 지점에 국부적으로 전압이 집중되어 디스플레이의 열화를 유발하거나, 심할 경우 쇼트를 발생시켜 수명을 단축시키는 원인이 되고 있다. 또한 기본적인 OLED소자구조에서 전극/유기층과의 계면특성은 정공 및 전자 주입효율, 소자의 전기적 특성 및 안정성에 매우 큰 영향을 미친다. 현재 ITO 박막의 표면 특성을 개선하기 위해 OLED 용 투명 전도성 박막을 IZO 박막으로 대체하거나 ITO 박막의 표면을 플라즈마 처리함으로써 표면 거칠기를 향상시키려는 시도가 미국, 일본을 중심으로 소개되고 있다. CMP 공정은 고분자 물질계열의 패드위에 슬러리입자를 공급하고 웨이퍼 캐리어에 하중을 가하며 웨이퍼의 표면을 연마하는 방법으로 가공물을 탄성패드에서 누르면서 상대 운동시켜 가공물과 친화력이 우수한 부식액으로 화학적 제거를 함과 동시에 초미립자로 기계적 제거를 하는 것이다.

본 논문에서는 ITO 박막 표면의 균일한 특성 확보를 위해 CMP기술을 적용하여 ITO박막의 표면 거칠기를 연구하였으며 슬러리의 종류와 산화제의 첨가가 박막의 연마특성에 미치는 영향을 연구하였다.

## 2. 본 론

## 2.1 실험

본 실험에서 사용된 박막은 RF스퍼터링에 의해 제작되었고 기판은 2×2 Cm의 크기의 ITO/Glass 구조를 갖는 시편을 사용하였다. ITO박막의 평탄화를 위한 공정조건은 슬러리 유속 80 ml/min, 슬러리 주입온도 30℃, Polisher pressure 300 g/cm<sup>2</sup>, 플레이트속도 60 rpm으로 하였으며 공정은 G&P Technology사의 POLI-450을 이용하여 진행하였다. 위의 조건에 따라 공정을 진행 후 연마특성을 측정하였으며 이때 사용된 슬러리는 산화막에 사용되는 실리콘슬러리와 금속연마용 슬러리인 EPL을 사용하였다. 또한 산화제의 영향을 알아보기 위해 슬러리에 산화제를 첨가하여 평탄화 공정을 수행하였다. 평탄화된 박막의 표면과 거칠기 특성은 AFM(XE-200, PSIA Company)을 이용하여 분석을 하였다.

### 2.1.1 연마특성

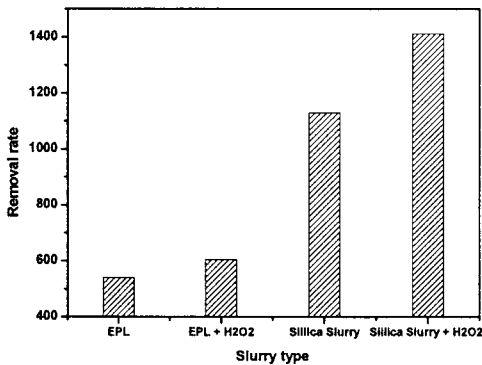


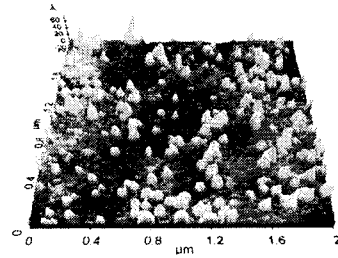
그림 1. 슬러리 종류에 따른 연마율 특성

Fig. 1 Removal rate with different slurry

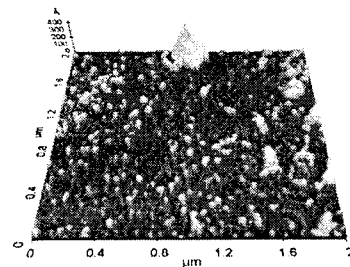
그림 1은 광역평탄화 공정에 사용된 슬러리의 종류에 따른 박막의 연마율을 나타낸 결과이다. EPL 슬러리에 비해서 실리카 슬러리가 연마율은 높음을 보여주고 있으며 산화제가 첨가되었을 경우 더욱 연마율은 증가되었음을 보여주고 있다. 이는 박막의 균일성 확보를 위한 광역평탄화 공정에서는 EPL을 사용해야하며 연마율을 위한 광역평탄화 공정에서는 실리카슬러리를 사용하여야 함을 의미한다. 또한 금속과 마찬가지로 ITO박막의 경우도 산화제를 첨가하였을 경우 산화제에 의해 부동태층이 형성되어 연마가 원활히 이루어짐을 보여주고 있다.

### 2.1.2 표면특성

그림 2는 CMP 전후의 ITO박막의 표면을 AFM에 의해 분석한 결과로써 CMP공정을 수행 한 결과 전에 비해 표면이 평탄화가 잘 이루어 졌음을 확인 할 수 있었다. 이는 hil-lock이 제거됨에 따라 발광특성과 계면특성에 향상되어 발광소자의 특성과 수명을 향상 시킬 수 있음을 의미한다.



(a) before CMP



(b) Post CMP

그림 2. ITO박막의 AFM 분석

Fig. 2 AFM analysis of ITO thin film

## 3. 결론

OLED제작 시 사용되는 양극의 균일한 표면 확보를 위해 CMP 공정을 수행 한 결과 CMP전에 비해 ITO박막의 연마와 동시에 균일한 표면을 확보할 수 있었으며 실리카 슬러리가 EPL슬러리에 비해 연마율은 높음을 확인 하였다. 공정변수는 동일하게 하고 슬러리에 산화제를 첨가하였을 경우는 부동태층의 형성으로 인해 연마율은 증가되며 표면특성은 양호해짐을 알 수 있었다. 이러한 결론을 바탕으로 광역평탄화 공정을 적용하여 발광소자를 제작 할 경우 소자의 특성이 개선될 수 있으며 이와 더불어 ITO박막을 평탄화 할 경우 슬러리 없이 패드에 의한 연마를 하였을 경우에도 양

호한 표면특성을 확보 할 수 있었다.

#### 참 고 문 헌

- [1] M. Bender, J. Trube, and J. Stollenwerk, "Depo-sition of transparent and conducting indium-tin-oxide films by the rf-superimposed dc sputtering technology", Thin Solid Films, Vol. 354,p. 100,1999.
  
- [2] B. Chiou and S. Hsidh, "RF magnetron sputtered indium-tin-oxide film on reactive ion etched acrylic substrate" , Thin Solid Films, Vol. 229,p. 146,1993.
  
- [3] T.Minami, H. Sonohara, T. Kakumu, and S. Takata, "Physics of very thin ITO conducting films with high transparency prepared by dc magnetron sputteing", Thin Solid Films, Vol. 270,p. 37,1995.
  
- [4] Heck, C., Seki, T., Oosawa, T., Chikamatsu, M., Tanigaki, N., Hiraga, T., Matsuo, J.: 'ITO surface smoothing with argon cluster ion beam', Nucl. Instrum. Meth. B, 2006, 242, (1-2), pp. 140-142
  
- [5] Han, Y., Kim, D., Cho, J.S., Koh, S.K.: 'Ultraflat indium tin oxide films prepared by ion beam sputtering', Thin Solid Films, 2005, 473, (2), pp. 218-223
  
- [6] 최권우, 김남훈, 서용진, 이우선, "CMP 패드 컨디셔닝온도에 따른 산화막의 연마특성", 전기전자재료학회, Vol. 18, No. 4, p.297, April 2005.