

**CMP 공정을 적용한 유기발광소자의 전압·전류 특성**

최권우\*, 이우선\*, 전영길\*, 정판검\*, 서용진\*\*  
 \*조선대학교 전기공학과, \*대불대학교 전기전자공학부\*\*

**I-V Properties OLED by CMP Process**

Gwon-Woo Choi\*, Woo-Sun Lee\*, Young-Kil Jun\*, Pan-Gum Jueng\*, Yong-Jin Seo\*\*  
 \*Chosun University, \* Daebul University

**Abstract** - Indium tin oxide (ITO) thin film is a transparent electrode, which is widely applied to solar battery, illuminators, optical switches, liquid crystal displays (LCDs), plasma display panels (PDPs), and organic light emitting displays (OLEDs) due to its easy formation on glass substrates, good optical transmittance, and good conductivity. 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

진 ITO박막에 증착하였다. 스프인코팅 시 발광층의 두께는 상부전극은 전자방출을 원활히 하기 위해 일함수가 4.08인 알루미늄을 진공증착에 의해 증착하였다. 상부전극의 증착 후 진공에서 75 °C의 온도로 하여 열처리를 진행 하여 제작되어진 소자의 구조를 그림 1에 제시하였다. 위의 공정에 따라 소자를 제작한 후 평탄화 공정을 적용되어진 OLED의 전기적 특성을 측정 하였다. 표 1에 CMP공정의 조건을 요약하여 제시 하였다. 그림 2는 6시간 동안 교반을 한 MEH-PPV와 12시간의 교반을 수행한 후의 MEH-PPV의 상태를 비교한 그림이다.

〈표 1〉 CMP 공정 조건

Pad	IC 1300/SUBA IV
Slurry flow rate	80 ml/min
Head speed	60 rpm
Table speed	60 rpm
Polisher pressure	300 g/cm <sup>2</sup>
Pad width	16 inch
Polishing time	60 sec
Post-CMP cleaning	SC1 → Ultrasonic

**1. 서 론**

최근 정보화 사회의 급진적인 발전과 더불어 다양화되는 사회의 요구에 적합한 새로운 전자 디스플레이(Display) 장치가 계속 개발되고 있으며, 이러한 추세와 더불어 평판 디스플레이의 비중이 점차 높아지고 있다. 특히, 이러한 평판 디스플레이들 중에서 유기 발광 디스플레이(Organic Light-Emitting Display; OLED)는 자체 발광, 경량박형, 저소비전력, 고응답속도 등의 장점을 가지기 때문에 차세대 평판 디스플레이로 주목받고 있다. 따라서 OLED의 저전압 구동, 고효율 발광, 다색화 등에 대한 연구가 광범위하게 진행되고 있다. 현재 OLED용 ITO(Indium Tin Oxide) 박막은 대면적 증착에 적합한 스퍼터링 방식에 의해 성장되며 ITO 박막의 비저항과 광투과도는 스퍼터링시 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 SnO<sub>2</sub>의 조성비, Ar:O<sub>2</sub>의 분압비, 기판 온도, 타겟 밀도 등 스퍼터링 조건에 영향을 받는 것으로 알려져 있다. OLED용 ITO 박막의 요구사항으로는 면저항 10 Ω/□ 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. 이러한 거대 이상 성장 입자로 인해서 ITO 박막의 표면 거칠기는 Rrms (Roughness of Root Mean Square)는 31Å, Rp-v (Rough of Peak to Valley)는 270Å 이상이 되며 이런 거대 이상 성장 입자는 OLED 구동 시 전압이 균일하게 걸리지 않고 한 지점에 국부적으로 전압이 집중되어 디스플레이의 열화를 유발하거나, 심할 경우 쇼트(Short)를 발생시켜 수명을 단축시키는 원인이 되고 있다. 따라서 OLED 용 ITO 박막은 면저항 10 Ω/□이하, 광투과도 85% 이상을 유지함과 동시에 표면 거칠기를 Rrms는 10Å 이하, Rp-v는 80 Å이하로 표면을 가공할 필요가 있다. 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.[1-4]

따라서 본 논문에서는 ITO 박막의 표면 품질을 향상 시키고자 현재 초고집적회로의 광역 평탄화를 위해 널리 사용되고 있는 CMP (Chemical Mechanical Polishing) 기술을 도입하여 연구함으로써 향후 CMP 공정이 OLED 용에 적합한지를 확인하였고, 향후 OLED 소자의 전기적, 광학적 특성 향상에 적용하기 위한 제반 CMP 공정기술의 영향을 평가하였다.[5]

**2. 본 론**

**2.1 실험**

본 실험에서 사용되어진 하부전극은 스퍼터에 의해 제작되어진 ITO/Glass구조를 갖는 2×2의 size로 제작하여 사용하였다. ITO박막의 평탄화 공정을 진행할 시 공정조건은 슬러리 유속 80 ml/min, 슬러리 주입온도 30°C, Polisher pressure 300 g/cm<sup>2</sup>, 플레이튼의 회전속도를 60 rpm의 조건으로 하고, 공정시간은 60 sec로 하여 평탄화 공정을 진행 한 후 따른 연마특성, 광학적 특성을 측정하였으며 발광층인 MEH-PPV는 0.2wt%의 조성으로 하였으며 슬러션은 톨루엔을 사용하여 상온에서 12시간의 교반을 진행한 후 스프인코팅에 의해 평탄화 되어

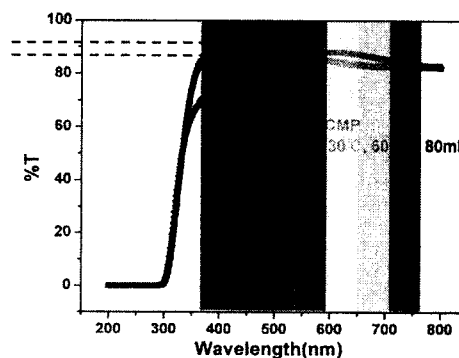


〈그림 1〉 고분자 OLED 제작



〈그림 2〉 MEH-PPV 교반 공정

**2.1.1 광투과 및 평탄화특성**

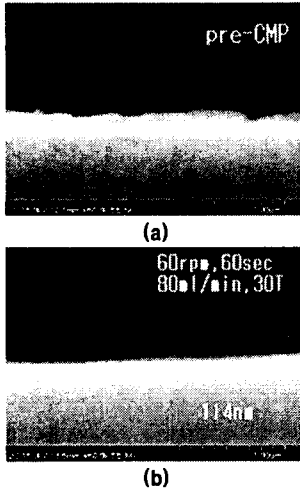


〈그림 3〉 ITO박막의 광투과 특성

그림 3은 CMP 공정전과 후의 광투과율을 비교한 그림으로서 투과가 시작되는 저파장 영역에서는 다소 CMP전에 비해 광투과율이

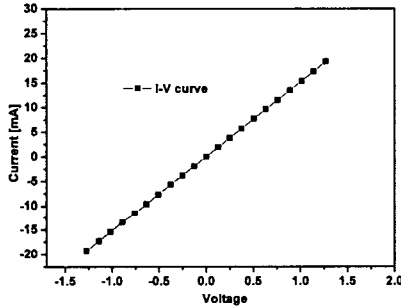
떨어지나 가시광선영역에서는 비슷한 투과율특성을 보이며 피크치는 CMP전에 비해 증가가 됨을 알 수 있었고 가시광선 전 영역에서도 광투과곡선이 완만하게 나타남을 알 수 있었다. 이러한 결과로서 CMP 전에 비해 광투과율이 향상이 됨을 알 수 있었다. 이는 연마에 의한 두께감소에 의한 결과보다는 표면의 평탄화로 인해 광의 굴절과 흡수가 줄어들어 기인한 것으로 사료되며 캐리어의 농도와 관련이 깊음을 의미한다.

그림 4는 CMP전과 후의 박막의 단면을 SEM에 의해 분석한 결과로서 CMP전에 비해 표면이 평탄화가 잘 이루어졌음을 확인 할 수 있었다. 이때 연마율은 64 nm였으며 비균일도는 6%로서 양호한 표면을 확보하여 소자의 제작시 hil-lock이 제거되어 소자의 특성을 향상 시킬 수 있음을 제시하였다.



〈그림 4〉 ITO박막의 SEM 분석

### 2.1.2 전기적인 특성



〈그림 5〉 ITO 박막 접점의 I-V 곡선

그림 5는 CMP공정 후 ITO박막의 접점으로 인듐을 사용하여 오믹특성을 측정 한 결과로서 전류의 증가에 따라 선형적인 증가를 보이고 있는 오믹접촉 특성을 보이고 있다. OLED 동작 전압은 CMP 전이 15V였으며 CMP 후의 동작전압은 13V로서 2V의 감소를 보였다. 이와 같은 동작전압 감소의 이유는 표면의 평탄화와 더불어 두께감소에 의한 요인으로 분석된다.

## 3. 결 론

CMP 공정이 OLED 소자의 전기적, 광학적 특성 향상에 적용하기 위한 제반 CMP 공정기술의 영향을 평가한 결과 CMP전에 비해 양극으로 사용되는 ITO박막의 표면은 균일하게 연마가 되었으며 광투과 특성 또한 가시광선 영역에서 완만한 특성을 보였다. OLED 동작전압은 CMP공정 전에 비해 2V의 감소를 보였다. 이러한 결론을 바탕으로 평탄화의 공정을 적용하여 OLED 제작을 함에 있어 소자의 특성에 개선을 가져올 것으로 사료된다.

이 논문은 2004년 한국학술진흥재단의 중점 연구소 지원에 의하여 수행되었습니다. (KRF-2004-005-D00007)

### [참 고 문 헌]

[1] T. Karasawa and Y. Miyata, "Electrical and optical properties

of ITO thin films deposited on unheated substrates by DC reactive sputtering", Thin Solid Films, Vol. 223, p. 135, 1997.

[2] J. Huang, H. C. Chen, J. Y. Wu, and W. Lur, "Investigation of CMP Micro-Scratch in the Fabrication of Sub-quarter Micron VLSI circuit". Proceeding of Chemical Mechanical Polishing-Multilevel Interconnection Conference (CMP-MIC), pp .77-79, 1999.

[3] Bi-Shiou Chiou, Shu-Ta Hsieh, and Wen-Fa Wu, "Deposition of indium tin oxide films on acrylic substrates by radio frequency magnetron sputtering", J. Am. Ceram. Soc, Vol. 77, p. 1740, 1994.

[4] A.K. Kulkarni, KH Schulz, T.S. Lim, and M. Khan, "Electrical, optical and structural characteristics of indium-tin-oxide thin films deposited on glass and polymer substrates," Thin Solid Films, Vol. 270, p. 1, 1997.

[5] 최권우, 김남훈, 서용진, 이우선, "CMP 패드 컨디셔닝온도에 따른 산화막의 연마특성", 전기전자재료학회, Vol. 18, No. 4, p.297, April 2005.