

IZTO 애노드를 이용하여 제작한 인광 OLED 및 플렉시블 OLED 특성 분석

최광혁, 배정혁, 문종민, 정진아, 김한기, 강재욱*, 김장주*
 금오공과대학교 정보나노소재공학과, *서울대학교 OLED센터

Characteristics of phosphorescent OLEDs and flexible OLED fabricated indium-zinc-tin-oxide anode

Kwang-Hyuk Choi, Jung-Hyeok Bae, Jong-Min Moon, Jin-A Jeong, Han-Ki Kim, Jae-Wook Kang*, Jang Joo Kim*
 Kumoh National Institute of Technology, *Organic Light Emitting Diodes (OLED) Center, Seoul National University

Abstract : In this work, we have investigated the characteristics of the phosphorescent OLED and flexible OLED fabricated on IZTO/glass and IZTO/PET anode film grown by magnetron sputtering, respectively. Electrical and optical characteristics of amorphous IZTO/glass anode exhibited similar to commercial ITO anode even though it was deposited at room temperature. In addition, the amorphous IZTO anode showed higher work function than that of the commercial ITO anode after ozone treatment for 10 minutes. Furthermore, a phosphorescent OLED fabricated on amorphous IZTO anode film showed improved current-voltage-luminance characteristics, external quantum efficiency and power efficiency in contrast with phosphorescent OLED fabricated on commercial ITO anode film. This indicates that IZTO anode is promising alternative anode materials for anode in OLEDs and flexible OLEDs.

Key Words : Amorphous IZTO, Phosphorescent OLEDs, Flexible, Anode

1. 서론

전도성 유기재료에 관한 연구가 시작된 이래 그 활용에 대한 활발한 연구가 진행되고 있으며 이에 따라 유기발광 디스플레이, 플렉시블 디스플레이 등의 다양한 분야의 유기재료의 활용 폭이 넓어지고 있다[1-2]. 특히 금속과 유사한 전도성을 띄며 가볍고 휘어지는 특성으로 인해 플렉시블 디스플레이의 적용이 가능해짐에 따라 이에 대한 관심이 날로 증대되고 있다.

플렉시블 유기발광소자(Organic Light Emitting Diode)로의 적용에 있어 낮은 저항, 높은 투과율, 낮은 표면 거칠기, 외부변형에 안정된 기계적 특성, 그리고 높은 일함수를 갖는 애노드 박막의 개발이 필요하다. 현재 유기발광소자의 애노드로 사용되는 ITO의 경우 낮은 저항과 높은 투과도 확보를 위한 고온공정이 필수이나 이로 인해 폴리머 기판의 플렉시블 디스플레이로의 적용은 힘들게 된다[3]. IZTO 애노드 박막의 경우 비정질 구조를 상온 제작할 수 있으며 전기적, 광학적, 구조적 특성 또한 매우 우수하여 플렉시블 디스플레이용 애노드 제작에 있어 적합한 재료로 보고되고 있다. 본 연구는 RF 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 PET 기판과 Glass 기판 상에 비정질 IZTO 애노드 박막을 각각 성막 하였으며, 또한 성막된 IZTO 애노드 상에 저분자 유기물을 증착하여 인광 유기발광 다이오드를 제작하였으며 Glass 기판과 PET 기판에서의 유기발광소자특성을 관찰하였다.

2. 실험

RF 마그네트론 스퍼터링 시스템을 이용하여 glass 기판과 PET 기판 상에 IZTO 애노드 박막을 성막하였다. RF 파워(30W~110W)와 작업 압력(1~10mTorr), 타겟과 기판 거리(100mm), 가스 유입량(20sccm)등을 최적화 하였으며 이

에 따른 전기적, 광학적, 구조적 특성들을 분석하였다. 성막된 IZTO 애노드는 구조적 특성 분석을 위해 XRD, SEM, AFM 분석을 이용하였다. Glass 기판 상에 성막된 IZTO 박막의 투과도는 UV/Vis spectrometer를 이용하여 특성을 분석하였다. 또한 four-point probe를 이용하여 전기적 특성을 분석하였으며, XPS 분석을 이용하여 RF 파워에 따른 In, Zn, Sn, O의 계면 반응을 분석하였다. RF magnetron sputtering으로 제작된 IZTO 애노드 상에 인광물질인 α -NPB/ Ir(ppy)₃-doped CBP / BCP / Alq₃ / LiF / Al 구조의 플렉시블 인광 유기 발광 소자를 제작하여 그 특성을 분석 하였으며, 동일한 과정으로 IZTO 애노드를 PET 기판상에 성막하여 유기발광소자를 제작, 그 특성차이를 확인하였다.

3. 결과 및 검토

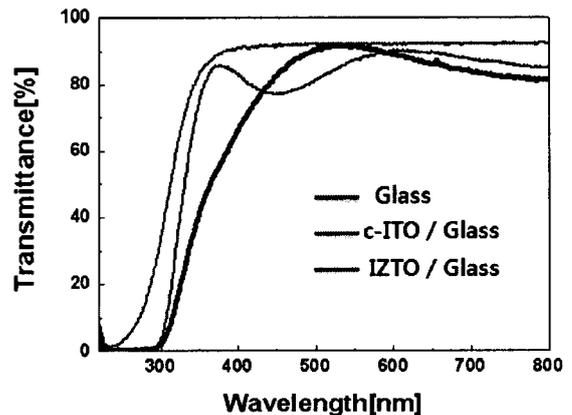


그림 1. 비정질 IZTO/glass 애노드의 광학적 특성

그림 1은 상온에서 glass 기판 위에 성막한 IZTO박막

의 UV/Vis spectrometer 측정결과이다. 상온에서 성장시켰을 때 500~550nm 부근에서 c-ITO보다 높은 투과율(>85%)을 나타내었다. 일반적으로 상온에서 성장되는 ITO는 산소의 조성비가 맞지 않아 낮은 투과도를 나타내는데 비해 a-IZTO의 경우 가시광선 영역에서 비교적 높은 투과도를 나타내고 있다[4].



그림 2. 상온에서 성장한 ZTO/glass 박막의 SEM 표면 이미지

그림 2는 상온에서 성장한 a-IZTO의 표면상태를 보여준다. 애노드 전극 표면의 조도가 클 경우 애노드의 계면과 이후 성장되는 유기물과의 접합성이 떨어져 전류집중 현상을 초래하게 되며 이는 소자의 수명 및 효율에 영향을 미친다. 비정질의 IZTO 애노드는 낮은 표면조도(<0.3nm)를 가짐으로 기계적 평탄화 공정 없이 플렉시블 디스플레이의 적용가능성을 보여준다. 또한 상온에서 비정질 구조의 성막이 가능하므로 c-ITO와 같이 굽힘 피로에 따른 결정립계의 크랙으로 인해 소자 효율 저하 및 수명 단축의 문제점들을 보완할 수 있다.

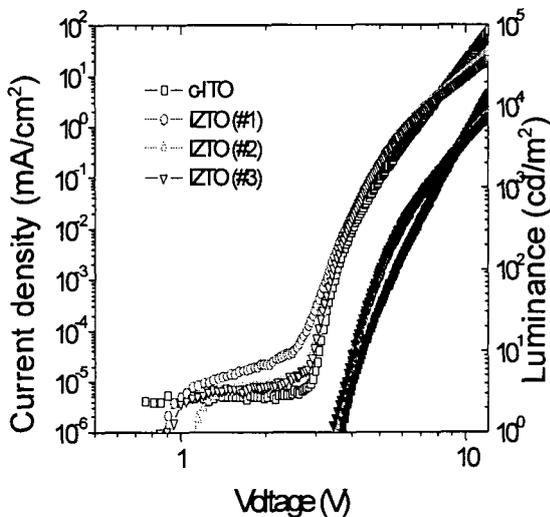


그림 3. c-ITO/glass와 a-IZTO/glass 기판 상에 제작된 유기물 플렉시블 디스플레이의 전류-전압-휘도 특성

그림 3은 상온에서 성장한 a-IZTO/glass와 c-ITO/glass

를 사용하여 제작된 유기발광소자의 전류-전압-휘도 특성을 나타낸다. 1~3.5V의 전압 구간에서 c-ITO보다 높은 전류 밀도를 보임을 알 수 있다. 반면에 상온에서 성장된 a-IZTO/PET와 c-ITO/PET 애노드 기반의 유기발광소자의 전류-전압-휘도 특성의 경우 a-IZTO/PET anode 기반의 유기발광소자가 c-ITO/PET 보다 전류 밀도가 동일한 전압 구간에서 현저히 낮은 것이 관찰 되었다.

4. 결론

상온에서 RF 스퍼터를 사용하여 IZTO 애노드를 성막하였으며, IZTO의 구조적, 표면적, 광학적, 전기적 특성을 최적화하여 그 특성을 평가하였다. 또한 최적화된 조건의 IZTO anode를 이용하여 glass 기판과 PET 기판 상에 유기발광소자를 제작하였으며 그 특성을 c-ITO/glass 애노드와 c-ITO/PET 애노드 상에 제작된 유기발광소자의 특성과 비교하였다. 상온 공정으로 비정질의 IZTO 애노드를 성막하였고 500~550nm 구간에서 85% 이상의 높은 투과도를 나타내었다. 뿐만 아니라 우수한 표면 특성으로 플렉시블 유기발광소자 적용에 유리함을 알 수 있었다. a-IZTO 애노드를 이용하여 제작된 플렉시블 유기발광소자의 전류-전압-휘도 특성분석으로 플렉시블 디스플레이용 애노드로의 적용 가능성을 보여주었다.

5. 감사의 글

본 연구는 중소기업부설연구소 R&D 역량강화지원사업 사업의 지원에 의한 것입니다.

참고 문헌

- [1] C. W. Tang and S. A. Vanslyke "Organic electroluminescent diodes", Appl. Phys. Lett., vol. 51, p. 913, 1987
- [2] C. W. Tang, "Two-layer organic photovoltaic cell", Appl. Phys. Lett., vol. 48, p. 183, 1983
- [3] G. Franz, B. Lange, and S. Sotier, "Characteristics of sputtered indium tin oxide layers as transparent contact materials"/ J. Vac. Sci. Technol. A, vol. 19, p. 2514, 2001.
- [4] 배정혁, 문종민, 김한기, "박스캐소드 스퍼터로 성장시킨 전면 발광 OLED용 상부 InZnO 캐소드 박막의 전기적, 광학적, 구조적 특성연구", 전기전자재료학회 논문지, 19권, 5호, p. 442, 2006