

선형 대향 타겟 스퍼터를 이용하여 제작한 ITO 박막의 특성과 이를 이용하여 제작한 유기발광소자 특성

김한기*, 문종민, 김지환¹, 김장주¹, 강재욱²
 금오공과대학교, ¹서울대학교 OLED 센터, ²한국기계연구원

Characteristics of ITO films grown by linear facing target sputtering (FTS) and OLEDs properties fabricated on FTS-grown ITO anode

Han-Ki Kim*, Jong-Min Moon, Ji-Hwan Kim¹, Jang-Joo Kim¹, and Jae-Wook Kang²
 Kumoh National Institute of Technology, ¹Seoul National Uni. OLED Center, ²KIMM

Abstract: The preparation and characteristics of ITO anode films grown using a linear facing target sputtering (FTS) technique for use in organic light emitting diodes (OLED) and flexible OLED is described. The electrical, optical, and work function of the ITO anode, which was prepared by linear FTS at room temperature, were comparable to those of commercial ITO anode films. In particular, linear FTS-grown ITO films shows very smooth surface without defects such as pin hole and cracks due to low substrate temperature. Furthermore OLED with the linear FTS-grown ITO anode film shows comparable electrical and optical properties to those of OLED with the commercial crystalline-ITO anode film. This suggested that linear FTS is promising thin film technology for preparing high quality anode film in OLEDs and flexible OLEDs.

Key Words : Linear FTS, OLED, ITO, Anode, Flexible OLEDs

1. 서 론

최근 저온 박막 공정과 플라즈마 데미지 프리 공정이 가능한 대향 타겟 스퍼터 (FTS) 공법이 유기발광소자 및 플렉시블 유기발광소자 제작을 위한 스퍼터 공법으로 각광을 받고 있다. FTS 공법은 자성 박막의 일방향성 성장을 위해 고안된 스퍼터 공법으로 서로 마주 보고 있는 타겟과 타겟 사이에 일방향의 자계와 타겟에 동시에 걸린 음전계에 의해 고밀도의 플라즈마를 타겟과 타겟 사이에 구속 시킬 수 있는 특징을 가진 스퍼터 공법이다. 특히 전면발광 OLED 제작시 상부 투명 전극을 증착시키기 위한 공법으로 응용되고 있으며 폴리머 계열의 기판을 사용하는 플렉시블 디스플레이용 애노드 전극 제조 공법으로도 가능성이 높은 스퍼터 공법이다. 그러나 대부분의 FTS 관련 연구는 원형 타겟을 사용하여 진행하고 있어 FTS 공법의 대면적화를 위해선 선형 FTS 공법에 대한 연구가 필수적이다.

따라서 본 연구에서는 대면적 유기발광소자의 응용과 플렉시블 디스플레이 응용을 위한 선형 FTS 공법을 제안하고 이를 이용하여 상온에서 제작한 ITO 전극의 전기적, 광학적, 구조적 특성을 연구하였다. 또한 선형 FTS로 제작된 ITO상에 유기발광소자를 제작하여 고온 공정을 통해 제작된 결정형 ITO 박막 상에 제작된 유기발광소자의 특성과 비교 분석하였다.

2. 실험

그림 1에 나타난 선형 FTS를 이용하여 유기발광소자용 ITO 애노드 전극을 상온에서 성장하고 그 특성을 분석하였다.

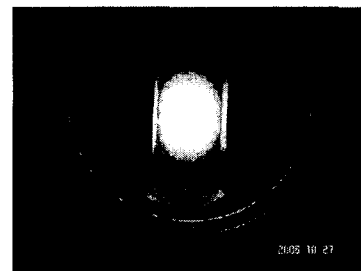
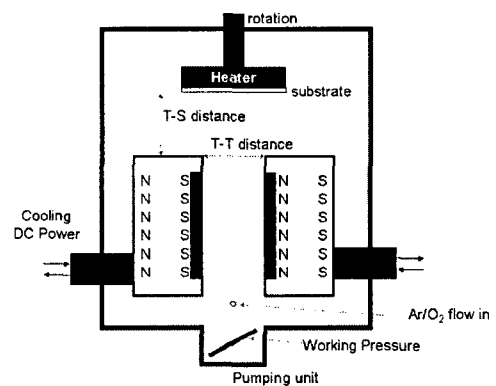


그림 1. 선형 FTS 장치 개략도와 타겟과 타겟 사이에 구속된 플라즈마 사진

사각의 디스플레이 기판에 적합하도록 선형의 스퍼터 건을 제작하였고 플라즈마의 구속 효과를 높이기 위해 시를 레이션을 통한 자석 배열을 최적화 하였다. 이를 통해 제작된 선형 FTS 시스템에 ITO 타겟을 장착하고 공정 압력, DC 파워, 기판간 거리, 타겟간 거리, 아르곤/산소 유량비를 조절하여 최적의 ITO 애노드 전극을 유리 기판상에 증착하였으며 이를 이용해 유기발광소자를 제작해 상업화된 ITO 전극에 제작된 유기발광 소자와 전기적, 광학적 특성 분석을 진행하였다.

3. 결과 및 검토

그림 2는 선형 FTS를 이용하여 유리 기판상에 제작한 ITO 박막의 아르곤/산소 유량비 변화에 따른 투과도를 나타낸다. 일정한 공정압력(2 mTorr), 400W DC 파워에서 145 nm 두께의 ITO 박막을 성장시켰으며 30/1의 유량비에서부터 일반적인 ITO가 나타내는 투과도 곡선을 나타내기 시작함을 알 수 있다. 최적화된 ITO 박막은 550 nm 파장에서 85% 이상의 투과도를 나타내었으며, sheet 저항 역시 30Ω/sq. 이하의 값을 나타내었다. 특히 저온에서 성장되었기 때문에 2.5 nm이하의 낮은 RMS roughness를 나타내었다.

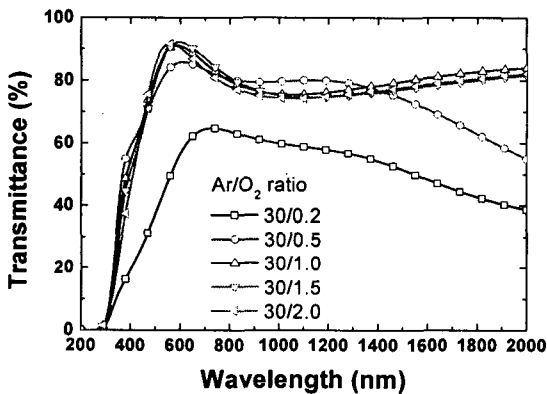


그림 2. 선형 대향타겟 스퍼터를 이용해 제작된 ITO 박막의 아르곤/산소 유량비에 따른 투과도 변화

최적화된 ITO 애노드 박막 상에 유기발광 소자를 제작하여 그 특성을 상업화된 ITO 박막 상에 제작한 유기발광 소자의 특성과 비교 분석하였다. 제작된 유기발광소자는 Al/LiF/NPB/Alq₃/ITO 구조를 채택하였고 비교를 위해 선형 FTS로 성장시킨 ITO와 상업용 ITO 전극(reference) 상에 동시에 유기발광소자를 제작하였다. 그림 3에서 알 수 있듯이 선형 FTS로 성장시킨 ITO 애노드 전극 상에 제작된 유기발광소자는 상업용 ITO 애노드 상에 제작된 유기발광 소자와 유사한 전류밀도와 휘도를 나타내고 있다. 선형 FTS로 성장시킨 ITO 애노드 박막은 상온에서 성장시켰음에도 불구하고 고온에서 성장시킨 상업용 ITO와 유사한 정공 주입 특성을 나타내고 있다. 이와 같은 유기발광 소자의 특성은 선형 FTS 공법을 이용한 유기발광소자용 애

노드 전극 제조 공법 적용의 가능성을 말해주고 있다.

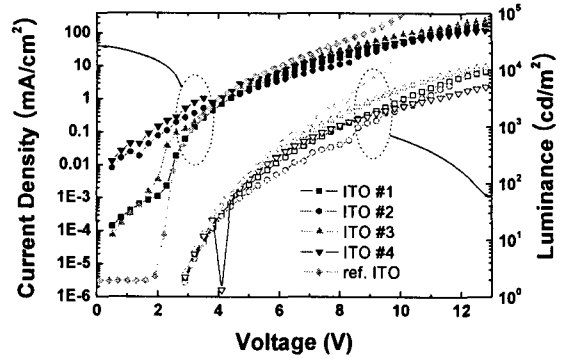


그림 3. 선형 대향타겟 스퍼터로 제작된 ITO상에 제작된 OLED와 상업화된 ITO 전극상에 제작된 OLED J-V-L 특성 비교

4. 결론

본 연구에서는 차세대 디스플레이로 각광 받고 있는 OLED와 플렉시블 OLED용 애노드 전극을 제작하기 위한 새로운 개념의 전극용 스퍼터인 선형 FTS를 개발하여 그 가능성을 제시하고 이를 이용하여 성장시킨 ITO 박막의 특성을 설명하였다. 또한 선형 FTS로 제작된 ITO 애노드 전극의 경우 상용화된 ITO와 유사한 특성을 나타내었고 제작된 OLED 역시 상용화된 ITO 애노드 상에 제작된 OLED와 유사한 전기적, 광학적 특성을 나타내었다. 선형 FTS의 경우 대면적화가 용이하고 저온 공정 및 고속 공정이 가능해 유기발광소자 제조 공정을 위한 핵심 장비로 응용이 기대된다.

5. 감사의 글

본 연구는 2007년도 산업단지 혁신클러스터사업 현장 맞춤형 기술 개발 과제에 의해 지원된 것입니다.

참고 문헌

- [1] Han.-Ki Kim, D.-G. Kim, K.-S. Lee, M. S. Huh, S. H. Jeong, K. I. Kim, H. Kim, D. W. Han, and J. H. Kwon, Appl. Phys. Lett., Vol. 85, p. 4295, 2004.
- [2] Han-Ki Kim, D.-G. Kim, K.-S. Lee, M. S. Huh, S. H. Jeong, and K. I. Kim, Appl. Phys. Lett., Vol. 86, p. 183503, 2005.
- [3] Han.-Ki Kim, K.-S. Lee, and H.-A. Kang, J. Electrochem. Soc., Vol. 153, p. H29, 2006.
- [4] Han-Ki Kim, K. -S. Lee, and J. H. Kwon, Appl. Phys. Lett., Vol. 88, p. 012103, 2006.