

TTS를 이용하여 PEN 기판 상에 성막한 플렉시블 전면 발광 OLED용 IZO/Al multilayer 애노드의 특성

오진영, 문종민, 정진아, 김한기
금오공과대학교, 정보나노소재공학

Investigation of IZO/Al multilayer anode grown on PEN substrate by a twin target sputtering system for flexible top emitting organic light emitting diodes

Jin-Young Oh, Jong-Min Moon, Jin-A Jeong, and Han-Ki Kim

Department of Information and Nano Materials Engineering, Kumoh National Institute of Technology (KIT)

Abstract : IZO/Al multilayer anode films for flexible top emitting organic light emitting diodes (TOLEDs) were grown on PEN (polyethylen-enaphthelate) substrate using twin target sputter (TTS) system. To investigate electrical and optical properties of IZO/Al multilayer films, 4-point probe method and UV/Vis spectrometer were used, respectively. From a IZO/Al multilayer films with 100nm-thick Al, sheet resistance of $1.4\Omega/\square$ and reflectance of above 62% at a range of 500~550nm wavelength could be obtained. In addition, structural and surface properties of IZO/Al multilayer films were analyzed by XRD (X-ray diffraction) and FESEM (field emission scanning electron microscopy) and AES (auger electron spectroscopy), respectively. Moreover, flexibility of IZO/Al multilayer anode films were examined by bending test method.

Key Words : IZO/Al, multilayer, flexible display, TOLED, twin target sputtering

1. 서 론

최근 급격한 정보화 시대의 도래와 그에 걸 맞는 정보 통신매체의 중요성이 증가함에 따라 차세대 평판 디스플레이에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중 유기발광소자(OLED)는 고 휘도, 고해상도, 넓은 시야각, 고 효율의 장점으로 인해 차세대 평판 디스플레이, 플렉시블 디스플레이로써 많은 관심을 모으고 있다. 특히, 전면 발광 유기 발광소자(TOLED)는 고해상도, Si 기판상의 고 집적화를 구현할 수 있는 구조적 이점으로 인해 능동형 유기발광소자로의 응용에 장점을 가지고 있다[1]. TOLED의 양 전극에는 가시광선 영역에서 반사율이 높은 물질을 사용하며, 상부 투명 전극은 가시광선 영역에서 광 투과도가 높으며 전기 전도도가 높은 재료를 사용하여야 한다[2]. 그 중, 플렉시블 TOLED의 양극은 유기물 층에 효율적인 홀 주입을 위한 우수한 전도성, 높은 일함수, 구조적 안정성, 그리고 우수한 기계적 특성이 요구된다[3]. TOLED의 제작에 있어 주로 높은 반사율을 가지는 Al이나 Ag 금속 상에 ITO를 올리는 구조를 택하고 있다. 이에 본 연구에서는 트윈 타겟 스퍼터(TTS) 시스템으로 PEN기판 상에 Al과 IZO(Indium Zinc Oxide) 박막을 성막한 IZO/Al multilayer 애노드 박막의 특성을 연구 하였다.

2. 실험

세척 과정을 통하여 표면의 불순물을 제거한 PEN 기판을 트윈 타겟 스퍼터 시스템에 로딩한 후 먼저 Al을 성막 하였다. 성막 공정 동안 DC 파워는 400W로 고정하였으며 40nm, 50nm, 60nm, 80nm, 90nm, 100nm 두께의 Al 박막을

성막 하였다. 그 후 성막 된 Al 상에 TTS를 이용하여 최적 조건의 비정질 IZO 애노드를 성막 시켰다. 성막 공정 중 IZO 타겟에 인가된 DC 파워는 100W로 고정하였으며 base pressure와 working pressure는 5.0×10^{-6} Torr와 5×10^{-3} Torr로 각각 고정하였다. IZO/Al multilayer 애노드 박막의 광학적, 구조적 특성을 분석하기 위해 UV/Vis spectrometer 와 XRD (X-ray diffraction)을 각각 이용 하였으며 전기적 특성을 분석하기 위해 4-Point probe method를 이용하였다. 또한, AES (Auger electron spectroscopy)와 FESEM (Field emission scanning electron microscopy) 분석을 통해 IZO/Al 애노드 박막의 구조적 특성과, 표면 특성을 분석하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1은 트윈 타겟 스퍼터(TTS) 시스템의 개략적인 모식도 이다. 이 장치는 두 개의 타겟이 서로 마주보는 방식의 대향 타겟 스퍼터링 방식으로 각 타겟 뒷면에 극성이 다른 자석을 배치함으로써 인해 일방향의 균일한 자속 밀도를 생성시켜 타겟으로부터 방출되는 2차 전자를 구속하여 고밀도 플라즈마를 형성한다. 이로 인해 PEN, PET와 같은 고분자 계열의 기판을 사용함에 있어 기판의 열화 없이 금속이나 세라믹 박막을 성막 할 수 있게 된다.

그림 2는 플렉시블 PEN 기판 상에 성막 된 IZO/Al multilayer 애노드 박막의 Al 두께 변화에 따른 면저항을 나타낸다. Al층의 두께가 증가할수록 면저항이 점점 감소함을 알 수 있으며 100nm 두께의 Al층을 가진 IZO/Al 애노드로부터 $1.4\Omega/\square$ 의 매우 낮은 면저항을 얻을 수 있었다. Al층의 두께가 40nm, 50nm, 60nm, 80nm, 90nm, 100nm 일 때 각각의 면저항은 크게 차이가 나지 않았다. Al층을 포

함한 IZO 애노드의 낮은 면저항 값은 40nm 이상의 두께를 가지는 Al 박막이 island구조가 아닌 채널 구조로 이루어져 있어 금속의 전기적 특성을 나타내기 때문이라 사료된다.

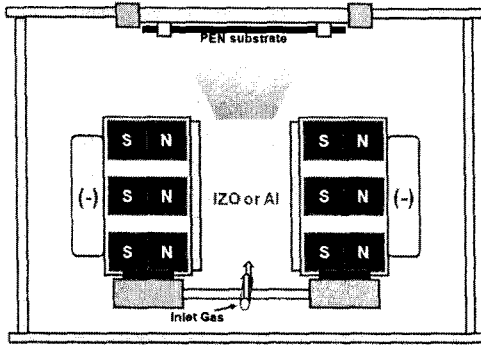


그림 1. 트윈 타겟 스퍼터 시스템 모식도.

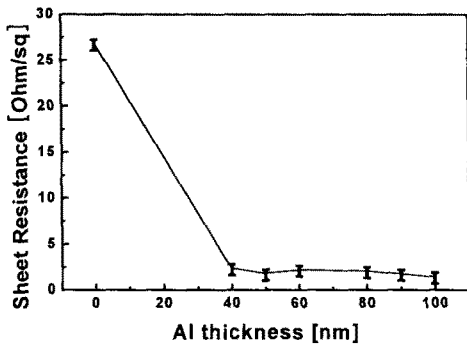


그림 2. IZO/Al multilayer 애노드 박막의 Al층 두께 변화에 따른 면저항.

그림 3은 플렉시블 PEN 기판 상에 성막된 IZO/Al multilayer 애노드 박막의 Al 두께 변화에 따른 반사도 결과이다. 90nm 두께의 Al층을 가진 IZO/Al multilayer 애노드 박막으로부터 550nm의 파장 대에서 62%의 반사율을 얻을 수 있었다.

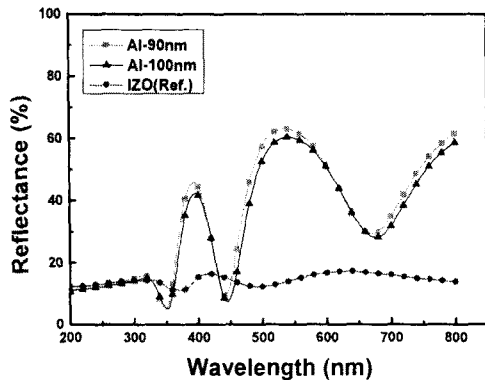


그림 3. IZO/Al multilayer 애노드 박막의 Al층 두께 변화에 따른 반사도.

그림 4는 플렉시블 PEN 기판과 PET 기판 상에 90nm, 100nm의 Al을 각각 성막한 후 Al/PEN, Al/PET 상에 IZO

박막을 성막한 IZO/Al multilayer 애노드의 벤딩 테스트 결과이다. PEN 기판상에 100nm 두께의 Al을 가지는 애노드의 경우 저항의 변화가 80배의 변화를 나타내었고, PET 기판 상에 100nm 두께의 Al을 가진 애노드의 경우 저항의 변화는 약 8배를 나타내었다. IZO/Al/PEN의 높은 저항의 변화는 Al과 PEN간의 낮은 접합 특성으로 인한 결과로 사료된다.

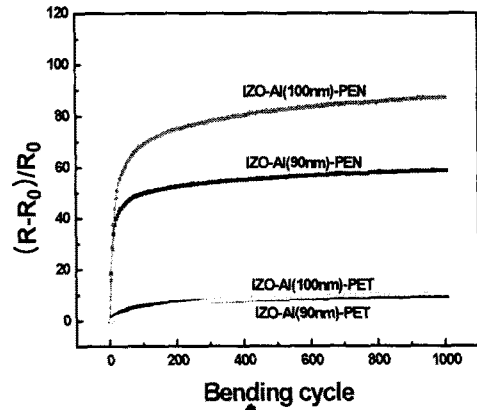


그림 4. IZO/Al/PEN, IZO/Al/PET multilayer 애노드 박막의 Al층 두께 변화에 따른 벤딩 테스트 결과.

4. 결론

본 연구에서는 트윈 타겟 스퍼터(TTS) 시스템을 이용하여 PEN기판 상에 IZO/Al multilayer 구조의 애노드 박막을 성막 하였다. 100nm 두께를 가진 IZO/Al multilayer 애노드로부터 1.4Ω/□의 매우 낮은 면저항을 얻을 수 있었으며 60%의 반사도를 얻을 수 있었다. 또한 IZO/Al/PEN, IZO/Al/PET multilayer 애노드 박막의 Al층 두께 변화에 따른 벤딩 테스트 결과로부터 Al과 PEN, PET기판과의 접합 특성이 IZO/Al multilayer 애노드의 기계적 특성에 중요한 변수로 작용함을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] Han-Ki Kim, Kyu-Sung Lee, M.-J. Keum, and K.-H Kim, "Magnetic field shape effect on electrical properties of TOLEDs in the deposition of ITO top cathode layer", *Electrochem. Solid-State Lett.*, Vol. 8 p. H103, 2005.
- [2] 신은철, 박일홍, 이호식, 조성오, 민항기, 김태완 "유기 발광소자의 전면 발광 특성" 한국전기전자재료학회 학계학술대회 논문집 Vol. 8, p. 58, 2007.
- [3] S. M. Chung, C. S. Hwang, J. I. Lee, S. H. K. Park, Y. S. Yang, L. M. Do, H. Y. Chu, "Top emission organic light emitting diode with a Cr/Al/Cr anode", *Synth. Metals.*, Vol. 157, p. 327-331, 2007.