

Co-sputtering 방법으로 제작한 IAZO 박막의 특성과 이를 이용하여 제작한 인광 OLED의 특성 분석

배정혁, 김한기

금오공과대학교 정보나노소재공학과

Characteristics of phosphorescent OLED fabricated on IAZO anode grown by co-sputtering method

Jung-Hyeok Bae and Han-Ki Kim

Dept. of Information and Nano Materials Eng. Kumoh National Institute of Technology (KIT)

Abstract : IAZO (indium aluminium zinc oxide) anode films were co-sputtered on glass substrate using a dual target DC magnetron sputtering system. For preparation of IATO films, at constant DC power of IZO (indium zinc oxide) target of 100 W, the DC power of AZO (Aluminum zinc oxide) target was varied from 0 to 100 W. To analyze electrical and optical properties of IAZO anode, Hall measurement examination and UV/Vis spectrometer were performed, respectively. In addition, structure of IAZO anode film was examined by X-ray diffraction (XRD) method. Surface smoothness was investigated by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Atomic Force Microscopy (AFM). From co-sputtered IAZO anode, good conductivity($2.32 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$) and high transparency(approximately 80%) in the visible range were obtained even at low temperature deposition. Finally, J-V-L characteristics of phosphorescent OLED with IAZO anode were studied by Keithley 2400 and compared with phosphorescent OLED with conventional ITO anode.

Key Words : Phosphorescent OLED, Co-sputtering, TCOs, IAZO

1. 서 론

현재 평판디스플레이의 투명전극으로 사용되고 있는 ITO 전극은 우수한 전기적 전도성 및 높은 광투과도를 가지는 재료임에도 불구하고 인듐의 높은 가격, 타겟의 쉬운 열화, 고온 성막의 필요성과 같은 문제점으로 말미암아 새로운 투명전극 재료의 개발을 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 특히, 차세대 디스플레이로 각광받고 있는 유기발광다이오드의 경우 정공주입효율 향상을 위해선 일함수가 높은 애노드 전극을 사용해야하는데 ITO의 경우 일함수가 낮아 IZO, IZTO, ZTO 등과 같이 일함수가 높은 산화아연 기반의 투명전극이 활발하게 연구되고 있다. [1-3] 이에 본 연구에서는 산화아연을 기반으로한 IZO 타겟과 AZO 타겟을 Co-sputtering 하여 IAZO 애노드 박막을 성막 하였으며, 고가의 In 양을 줄이면서 기존의 ITO 전극과 유사한 전기적, 광학적 특성을 가지며 일함수가 높은 IAZO 애노드 박막의 특성을 연구하였다.

2. 실험

유리기판위에 인광 유기발광소자 애노드용 박막을 성막하기 위해 이소프로필알콜 (10min.)-아세톤 (10min.)-메탄올 (10min.) 순으로 초음파 세척을 진행하였다. 또한, 초음파 세척이 끝난 유기기판을 끓는 이소프로필알콜(2min.)을 이용하여 세척하였다. 세척된 기판을 IZO 타겟과 AZO 타겟이 장착된 DC 스퍼터 시스템에 로딩한 후 IAZO 애노드

박막을 Co-sputtering 방법을 이용하여 성막 하였다. 박막 증착 공정 동안 IZO 타겟에 인가된 전압은 DC 100W로 고정하였고, AZO 타겟에 인가된 전압은 DC 0, 15, 30, 50, 75, 그리고 100W로 변화시켰다. 또한, 아르곤/산소 유량비, 기판과 타겟간 거리는 20/sccm, 100mm로 각각 고정하였으며, base pressure 와 working pressure는 각각 5.0×10^{-6} Torr와 5.0×10^{-3} Torr로 고정하였다. 또한, 성막된 IAZO 애노드 박막의 두께는 165nm로 고정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 Co-sputtering 방법으로 성막한 IAZO 애노드 박막의 성막율 및 Hall 측정을 이용한 비저항 결과이다. AZO 타겟에 인가된 전압이 점점 높아질수록 IAZO 박막의 성막율은 증가하는 것을 알 수 있으며 AZO 타겟에 인가된 전압이 15W 일 때 가장 낮은 비저항값을 나타내었다. 또한, AZO 타겟에 인가된 전압이 15W 보다 더 높아질수록 비저항은 점점 증가했다. 이는 IZO 타겟과 AZO 타겟을 Co-sputtering 할 때 IZO 에 대한 Al 원소의 고용도 차이 때문인 것으로 사료된다. 즉, AZO 타겟에 인가된 전압이 낮을 때 AZO 타겟으로부터 sputtering된 Al 원자는 IZO 에 미량 고용되어 IAZO 박막의 전도성 향상에 기여하며 AZO 타겟에 인가된 전압이 점점 더 높아질수록 Al 원자의 양이 증가해 IZO에 대한 Al의 고용도가 초과하여 IAZO 구조에 defect로 작용해 전도성이 저하되는 것으로 사료된다.

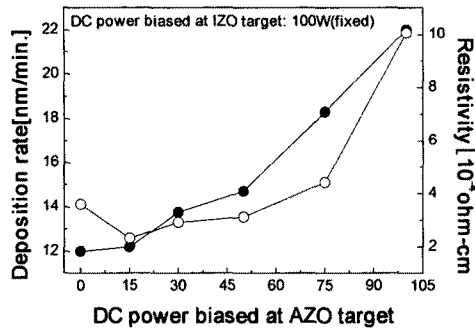


그림 1. Co-sputtering 방법으로 성막한 IAZO 애노드 박막의 증착률 및 비저항 결과.

그림 2는 IZO 타겟과 AZO타겟에 각각 DC 전압 100W, DC 전압 15W를 인가하여 Co-sputtering 방법으로 성막한 IAZO 애노드 박막의 광투과율 결과이다. 일반적으로 높은 광투과율을 얻기 위해선 미량의 산소주입공정 또는 열처리 공정이 필수적인데 Co-sputtering 방법으로 제작된 IAZO 애노드의 경우 상온에서 산소 주입 없이 아르곤 가스만으로 성막 했음에도 불구하고 가시광선 영역에서 약 80% (400-700nm)의 높은 광투과율을 얻었다.

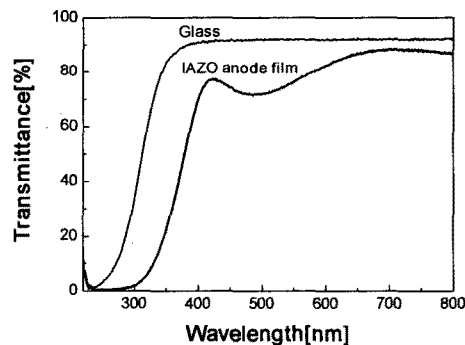


그림 2. Co-sputtering 방법으로 성막한 IAZO 애노드 박막의 광투과도.

그림 3은 Co-sputtering 방법을 이용하여 제작한 IAZO 애노드 박막의 주사전자현미경 (SEM) 사진이다. 표면 특성이 나쁜면 소자 제작시 누설전류로 나타나기 때문에 평탄한 표면 특성을 가진 애노드의 제작은 곧 고품위 유기 발광다이오드의 제작을 의미하는데 그림3에 나타나있듯 IAZO의 경우 상온에서 성막공정을 진행하였기 때문에 비정질 구조이며 매우 평탄한 표면특성을 나타내고 있어 고품위 유기발광다이오드로의 적용을 가능 하게한다.

Co-sputtering 방법으로 DC 마그네트론 스퍼터 시스템을 이용하여 제작한 IAZO 애노드 박막을 이용하여 Al/LiF/Alq₃/BCP/Ir[ppy]₃ doped CBP/ α -NPB/IAZO/Glass 구조의 인광유기발광다이오드를 제작하였으며 비교를 위해 기

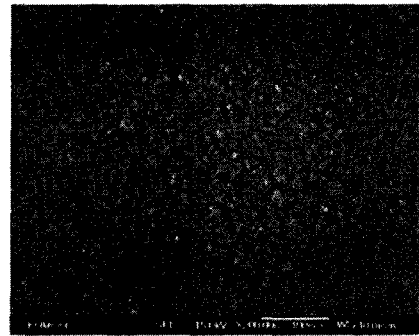


그림 3. Co-sputtering 방법으로 성막한 IAZO 애노드 박막의 주사전자현미경 (SEM) 이미지 (X200,000배).

존의 ITO 애노드 박막을 이용 하여 동일한 구조의 인광유기 발광다이오드를 제작하고 전류-전압-휘도 특성 분석을 진행하였다(not shown in here). 저항이 낮을수록 고품위의 인광유기 발광다이오드를 얻을 수 있었으며 이는 낮은 저항이 효율 주입효율을 높이기 때문인 것으로 사료된다.

4. 결론

DC 마그네트론 스퍼터 시스템을 이용하여 IAZO 애노드 박막을 Co-sputtering 방법으로 유리기판위에 성막 하였으며 전기적, 광학적, 구조적 분석을 진행 하였다. 아르곤 가스만을 이용하여 상온에서 성막 했음에도 불구하고 우수한 전기적, 광학적 특성을 가진 IAZO 애노드 박막을 얻을 수 있었으며, 평탄한 표면의 비정질 구조임을 확인 할 수 있었다. 또한, IAZO 애노드를 이용하여 제작한 인광유기 발광다이오드의 전류-전압-휘도 특성을 통하여 IAZO 애노드 박막이 기존의 ITO 애노드를 대체할 만한 후보군 중의 하나임을 확인 할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] J.-H. Bae, J.-M. Moon, J.-W. Kang, H.-D. Park, J.-J. Kim, W.-J. Cho, and H.-K. Kim, "Transparent, low resistance, and flexible amorphous ZnO-doped In₂O₃ anode grown on a PES substrate", J. Electrochem. Soc., 154 (3) J81-J85 (2007).
- [2] T. Minami, T. Yamamoto, Y. Toda, and T. Miyata, "Transparent conducting zinc-co-doped ITO films prepared by magnetron sputtering", Thin Solid Films 373 (2000) 189-194.
- [3] N. Naghavi, C. Marcel, L. Dupont, C. Guéry, C. Maugy, and J.M. Tarascon, "Influence of tin doping on the structural and physical properties of indium zinc oxides thin films deposited by pulsed laser deposition", Thin Solid Films 419 (2002) 160-165.