

TOLED 용 ITO 음전극 제작 특성

김현웅*, 금민종*, 서화일**, 김광선***, 김경환*

*경원대학교 전기전자공학과

**한국기술교육대학교 정보기술 공학부

***한국기술교육대학교 메카트로닉스 공학부

초록

The ITO thin films for Top-Emitting Organic Light Emitting Devices (TOLEDs) were prepared on cell (LiF/Organic Layer/Bottom Electrode :ITO) by FTS (Facing Targets Sputtering) system under different sputtering conditions which were varying gas pressure, input current and distance of target to target(D_{T-T}). As a function of sputtering conditions, I-V characteristics of prepared ITO thin films on cell were measured by 4156A (HP). In the results, when the ITO thin films were deposited at D_{T-T} 70mm and working pressure 1mTorr, the leakage current of ITO/cell was about 11[V] and $5E-6$ [mA/cm²].

1. 서론

낮은 비저항 특성과 높은 가시광 투과율을 갖는 투명전도막은 LCD, OLED 등의 FPD 소자의 전극으로서 주목 받고 있다[1]. 그 중 Indium Tin Oxide(ITO)가 우수한 전기적 광학적 등의 이유로 가장 널리 사용되고 있다. 이러한 ITO 박막을 제작하는 방법에는 일반적으로 sputtering method[2]와 evaporation[3]이 사용되고 있지만 디스플레이 분야 특히 OLED 소자의 투명전극 제작은 하부 유기물층의 손상억제를 위해 진공증착법을 사용하고 있다. 이는 일반적인 sputtering 방법의 경우 기판과 타겟이 서로 마주보고 있어 플라즈마 내의 고에너지 입자들이 기판으로 입사 충돌하여 박막의 결함 또는 하부 유기물의 손상이 발생한다. 따라서 스퍼터링법을 이용한 유기물상의 박막 증착은 증착에 관여하는 입자들의 에너지를 낮춘 상태에서 이뤄져야만 하는 조건이 추가된다. 본 연구에서는 두 개의 타겟이 서로 마주 보고 있으며 타겟 간 중앙에서 수직인 위치에 있어 고에너지 입자에 의한 기판 손상을 최소화 할 수 있는 FTS[4-6] 장치를 사용하여 증착 조건을 변화시켜가며 ITO 박막을 증착하였으며, 이때의 OLED 소자의 I-V 특성을 살펴보았다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 그림 1 과 같은 Facing Targets Sputtering(FTS) system 을 사용하여 ITO 박막을 증착했다. FTS 장치는 그림 1 과 같이 두 개의 타겟이 서로 마주보며 타겟 뒷면에 영구 자석을 장착하여 타겟으로부터 방출되는 2 차 전자 등을 구속하여 고밀도 플라즈마를 형성한다. 따라서 낮은 가스압력 하에서도 안정적인 방전이 가능하며 기판은 플라즈마로부터 이격되어진 plasma-free 위치에 놓여 산소 음이온 등의 고 에너지 입자에 의한 기판 손상을 억제 할 수 있기 때문에 고품위의 박막 제작이 가능하다. 자세한 실험 조건은 표 1 에 나타냈다.

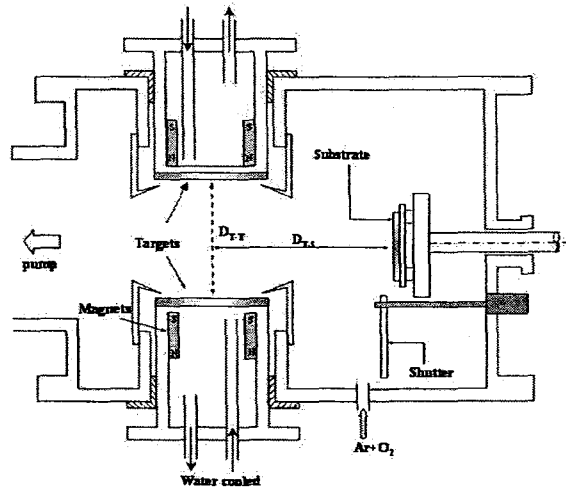


그림 1. 대향타겟식 스퍼터링 장치 개략도

표 1. 스퍼터링 조건

Parameters	Conditions
타겟	ITO(90:10 wt%)
초기 압력	2.0×10^{-6} Torr
작업 가스 압력	1, 3[mTorr]
Ar	20[sccm]
O ₂	0.2[sccm]
투입전류(DC)	0.05, 0.4[A]
기판 온도	R.T.

3. 실험결과 및 고찰

표 2 는 ITO 투명전극을 cell 상에 증착시의 조건을 나타낸 표이고, 그림 2 는 각 조건에서 증착된 ITO/cell 의 I-V 특성 그래프이다.

표 2. ITO 증착 조건

	작업압력 [mTorr]	투입전류	방전전압	타겟거리
A	3	0.05	338	100 mm
B	3	0.05	311	70 mm
C	1	0.05	475	70 mm

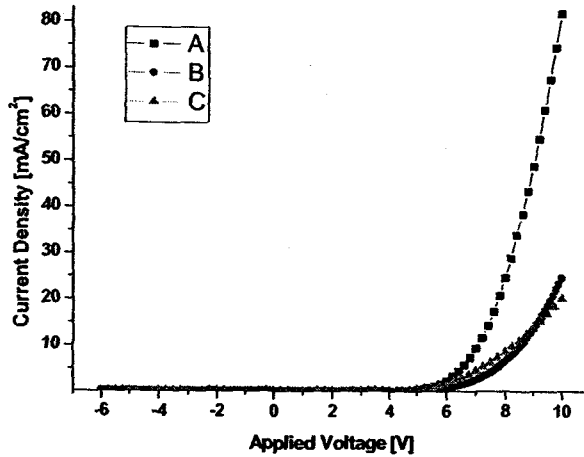


그림 2. 증착 조건에 따른 OLED 소자의 구동 전압 변화

제작된 cell 은 방전 개시전압 6[V] 전후의 특성을 보여주었다. 타겟 거리가 멀어진 경우 보다 높은 전류 밀도를 가졌는데, 이는 증착된 막의 비저항의 차이에 의한 영향으로 보여진다. A 샘플과 동일한 조건으로 Glass 기판위에 증착한 ITO 의 경우 $5.92 \times 10^{-3} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 의 값을 보여주었으나, B 와 C 의 경우 $1.0 \times 10^{-2} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상의 높은 값을 보여주었다. OLED 에서 순방향 전류 밀도와 마찬가지로 중요한 것은 역방향의 누설 전류이다.

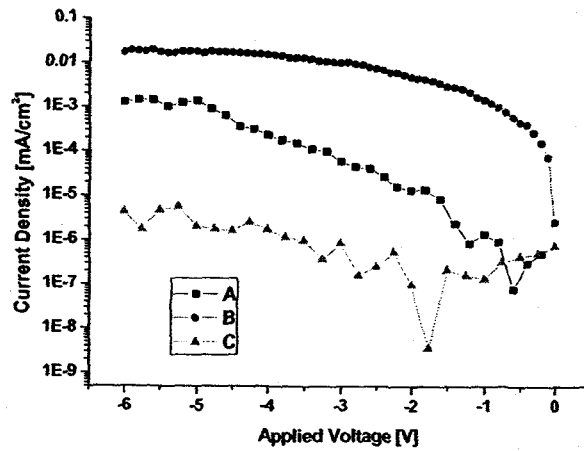


그림 3. 증착 조건에 따른 OLED 소자의 누설전류의 변화

높은 누설전류는 증착 과정 및 device 제작 과정에서 유기층과 수송층, 주입층 등에 손상이 있음을 알 수 있게 하는 것이며, 이는 device 의 dark spot 등으로 나타날 수 있다. 그림 3 에 본 실험에서 제작한 device 의 누설전류에 대한 그래프가 있다. 본 실험에서 나타난 값은 A, B, C 각각 $1 \times 10^{-3} [\text{mA}/\text{cm}^2]$, $1 \times 10^{-2} [\text{mA}/\text{cm}^2]$, $5 \times 10^{-6} [\text{mA}/\text{cm}^2]$ 의 결과를 보여주었다.

4. 결론

본 연구에서는 대향타겟식 스퍼터링 장치를 사용하여 OLED 용 ITO 투명전극을 증착하였다. 제작된 device 의 전류 밀도는 증착된 ITO 박막의 비저항에 관련이 깊었으며, 타겟간 거리 100mm, 작업 압력 3mTorr 에서 증착한 막이 가장 좋게 나왔다. 그러나, 막의 누설전류는 타겟간 거리가 좁을수록 우수한 값을 가졌다. 이는 타겟간 거리가 좁아짐으로 해서 스퍼터 되는 이온의 자유행정경로가 짧아지게 되고, 이로 인해서 cell 에 도달하는 입자의 에너지가 낮아지게 된다. 낮은 에너지를 가진 입자는 cell 에 손상을 적게 주게 되고, 이로 인해서 누설전류의 값이 낮아지게 된 것으로 사료된다. 게다가 기존의 스퍼터법과는 달리, FTS 은 타겟이 플라즈마와 이격되어 있다는 장점이 누설전류의 양을 줄이는데 더욱 유리할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서 사용된 대향 타겟식 스퍼터링 장치는 OLED 소자의 대형화 및 대량 생산을 위한 ITO 투명 전극 제작 방법으로서 적합하리라 사료된다.

참고문헌

- [1] Y.Shigesato, T. Haranoh, "Electrical and structural properties of low resistivity tin-doped indium oxide films" J. Appl. Phys, 71,3356(1992)
- [2] T. Karasawa, Y. Miyata, "Electrical and optical properties of indium tin oxide thin films deposited on unheated substrates by d.c. reactive sputtering", Thin Solid Films, 223, p135 (1993)
- [3] T. Maruyama, K. Fukui, "Indium-tin oxide thin films prepared by chemical vapor deposition" J. Appl. Phys., 70, 3848(1991)
- [4] 금민중, 김경환 "대향타겟스퍼터링법에 의한 FBAR용 AZO(ZnO:Al) 박막의 제작" 전기전자재료학회논문지 17권 4호 442-445 (2004)
- [5] 금민중, 손인환, 최명규, 추순남, 최형욱, 신영화, 김경환 "FBAR용 ZnO/SiO2/Si 박막의 결정학적 특성에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, 16권, 8호 p711 (2003)
- [6] 김경환, 손인환, 금민중, "대향타겟식 스퍼터링에 의한 Co-Cr 박막의 제작", 전기전자재료학회논문지, 11권 5호, p418 (1998)