OLED 용 Al 음전극 제작 및 I-V 특성

금민종*, 김경환*

*경원대학교 전기정보공학과

초록

In this study Al electrode for OLED was deposited by FTS(Facing Targets Sputtering) system which can deposit thin films with low substrate damage. The Al thin films were deposited on the cell (LiF/EML/HTL/Bottom electrode) as a function of working gas such as Ar, Kr or mixed gas. Also Al thin films were prepared with working gas pressure (1, 6 mTorr). The film thickness and I-V curve of Al/cell were evaluated by α -step and semiconductor parameter (HP4156A) measurement.

1. 서론

현재 중·소형 OLED 용 음전극의 경우 진공증착법이 널리 사용되고 있다. 그러나 진공증발법의 증발원으로 많이 사용되는 점 또는 면 증발원의 경우 증착되는 박막의 두께분포가 증발원으로부터 수직한 곳으로부터 멀어질수록 증착되는 박막의 두께가 일정치 못하여 대면적 기판에는 적합하지 못하다[1]. 최근에는 소자의 대형화 및 대량 생산을 위해 스퍼터링법을 이용하여 OLED 용 음전극을 증착하는 연구가 활발히 진행되고 있다[2-4]. 타겟과 기판이 마주보고 있는 형태의 일반적인 형태의 스퍼터링법의 경우 고에너지 입자에 의한 하부 기능성 유기물층의 손상을 피할 수 없는 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 플라즈마 생성 영역과 박막 증착 영역이 완전히 분리된 상태에서 박막을 증착하며, 기판은 플라즈마에 노출되지 않고 유기층이나 그 위에 증착되는 막이 높은 에너지 입자에 의해 손상을 받는 확률이 적은 상태에서 박막 증착이 가능한 대향 타겟식 스퍼터링(FTS)법을[5-7] 사용하여 OLED 용 음전극을 증착하였다.

2. 실험 방법

그림 1과 같은 구조로 OLED용 Al 음전극을 그림 2의 FTS 장치를 사용하여 증착하였다. 대향타겟식 스퍼터링장치는 타겟을 음극, 쉴드링과 챔버는 접지 전위로 하고 타겟의 뒷면에는 영구자석을 장착하여 스퍼터링시 발생되는 2차 전자를 플라즈마 내에 구속한 상태에서 박막 증착을 하는 장치이다. 기판은 plasma-free 위치인 타겟간 중간에 위치시키게 된다. 따라서 스퍼터링시 발생되는 2차 전자에 의한 기판의 손상을 최소화시킬 수 있다. 즉 타겟 사이의

공간에 고속 감마 전자를 구속하여 고밀도 플라즈마를 생성하고 고 에너지 입자들의 기판 충돌로 인한 박막의 손상을 최대한 억제하여 고품위 박막을 제작할 수 있다.

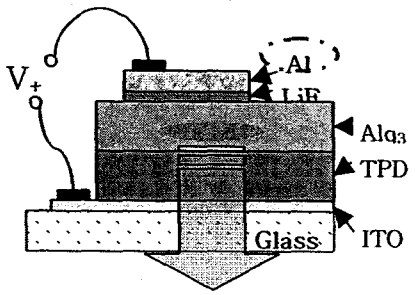

그림 1. 제작된 OLED의 구조

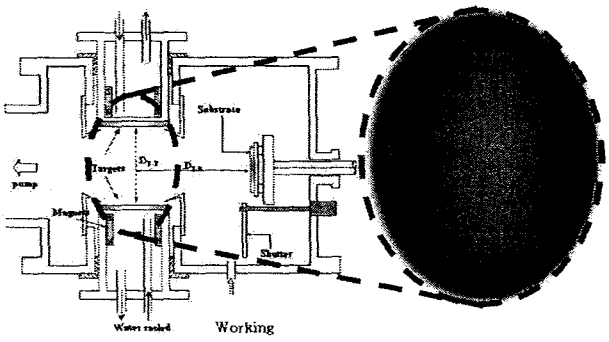

그림 2. 대향타겟식 스퍼터링장치 개요도

표 1. Al 박막의 증착 조건

Parameters	Conditions
Targets	Al (99.99%)
Working gas	Ar, Kr
Background pressure	2×10^{-6}[Torr]
Working pressure	1~6[mTorr]
Input current	0.05~1[A]
Substrate temperature	R.T.

본 연구에서는 Al 음전극을 표 1과 같은 조건으로 cell 상에 증착하여 그 특성을 살펴보았다. 제작된 박막의 두께와 OLED 소자의 구동전압은 각각 α-step(Tencor) 과 semiconductor parameter (HP)를 사용하여 측정하였다. Al 박막의 두께는 100nm로 고정시켰다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 3 을 보면 Al 박막의 증착시 방전전압이 낮은 경우와, Kr 가스를 사용했을 경우 OLED cell 의 구동전압이 낮아지는 것을 관찰할 수 있다. 이는 고에너지 입자로 인한 유기층의 손상이 감소하였음을 나타내는 것이다. 이러한 기판에 충돌하는 고에너지 입자들 중에는 반발 아르곤

중성 입자들이 기판에 충돌하게 되는 것도 있다. 즉, 타겟의 질량이 매우 큰 경우, 상대적으로 가벼운 아르곤 양이온이 타겟과 충돌함에 의해 스퍼터링이 발생되지 않고, 충돌과 동시에 양이온이 반사되는 상황이 발생될 수 있다. 또한 이 반사된 이온은 주위의 전자와의 결합력이 크기 때문에 전기적으로 중성을 띠게 되어 양 타겟사이에 형성되는 자계와 전계에 구속되지 않게 된다. 따라서 이렇게 형성된 중성입자는 기판방향으로 이동할 가능성이 크게 되며, 성장되고 있는 박막에 인가전압에 비례하는 에너지를 가지고 충돌하여 손상을 일으킬 수 있게 된다.

이러한 타겟으로부터 반사되어 발생하는 중성 Ar 원자에 의한 하부 기능성 유기물층의 손상문제를 해결하기 위한 방안으로 Ar 가스와 Kr 가스를 혼합하여 스퍼터링 가스로 사용했다. Ar(atomic mass : 39.93)에 비해 약 2 배 이상의 질량을 갖는 Kr(atomic mass : 83.80)을 혼합함으로서 타겟에 충분한 운동에너지를 전달시켜 높은 효율로 스퍼터링을 일으킬 수 있다. 제작된 Al/cell 소자의 구동전압은 순수 Ar 가스를 사용하여 Al 음전극을 증착하였을 경우 약 11[V]였으며, Ar과 Kr 가스를 혼합하여 증착한 경우 약 7[V]로 개선되었다.

	Pressure [mTorr]	Kr (Ar/Ar+Kr)	Power [W]	D_{T-T} [mm]
A	1	0%	295.8	100
B	6	0%	246	100
C	6	25%	389	100
D	6	25%	33.8	100

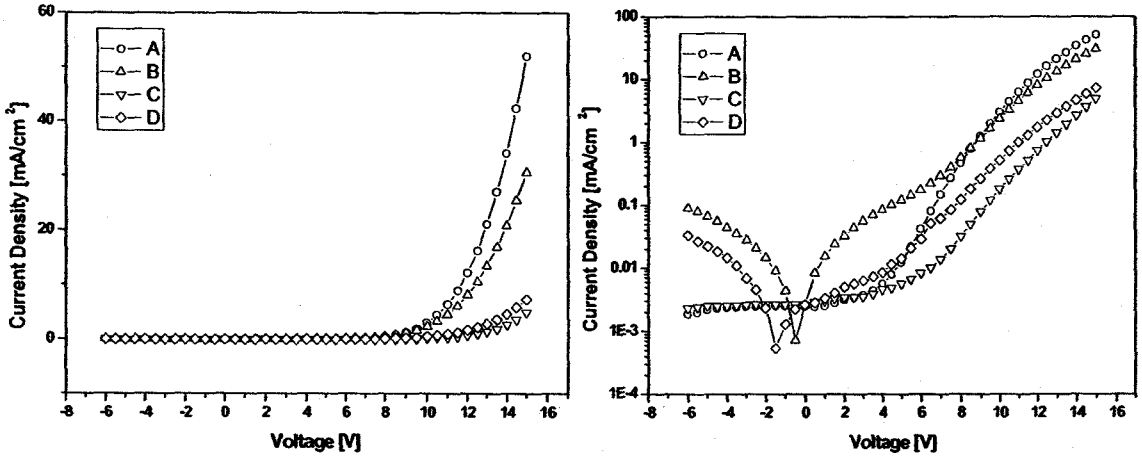

그림 4. 음전극 증착 조건에 따른 OLED 소자의 I-V 특성 변화

4. 결론

본 연구에서는 대향타겟식 스퍼터링 장치를 사용하여 OLED 용 Al 음전극을 증착하였다. 플라즈마 프리 상태에서 증착이 이루어지는 대향타겟식 스퍼터링에서 발생하는 유기막의 손상은 타겟으로부터 반사되어지는 Ar 중성 원자에 의한 요인도 클 것으로 사료되어지며, OLED 소자의 구동전압은 FTS 장치의 방전 전압은 줄이고, 스퍼터링 가스를 Ar 가스보다 무거운 가스를 사용함으로서 하부 기능성 유기물층의 손상을 줄임으로서 개선할 수 있었다. 따라서 본 연구에서

사용된 대향타겟식 스퍼터링 장치는 누설전류의 양을 줄이는데 더욱 유리할 수 있을 것으로 생각되며, OLED 소자의 대형화 및 대량생산을 위한 음전극 제작방법으로서 적합하리라 사료된다.

참고문헌

[1] R. Glang, "Vacuum Evaporation" in L. I. Maissel and R. Glang (eds)"Handbook of Thin Film Technology", Chapter 1, McGraw-Hill, New York, (1970) 1-56.

[2] F.L. Wong, M.K. Fung, S.W. Tong, C.S. Lee, S.T. Lee " Flexible organic light-emitting device based on magnetron sputtered indium-tin-oxide on plastic substrate" Thin Solid Films 466 p225 (2004)

[3] B.L. Low, F.R. Zhu, K.R. Zhang, S.J. Chua " An in situ sheet resistance study of oxidative-treated indium tin oxide substrate for organic ligh emitting display applications", Thin solid Films 417 p 116 (2002)

[4] Kikuo Tominaga, Tetsuya Ueda, Takahiro Ao, asahiro Katkoka, Ichiro Mori, " ITO films prepared by facing target sputtering system", Thin Solid Films 281-282 p194 (1996)

[5]금민종. 김경환 "대향타겟스퍼터링법에 의한 FBAR용 AZO(ZnO:Al) 박막의 제작" 전기전자재료학회논문지 17권 4호 442-445 (2004)

[6]금민종, 손인환, 최명규, 추순남, 최형욱, 신영화, 김경환 "FBAR용 ZnO/SiO2/Si 박막의 결정학적 특성에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, 16권, 8호 p711 (2003)

[7]김경환, 손인환, 금민종, "대향타겟식 스퍼터링에 의한 Co-Cr 박막의 제작", 전기전자재료학회논문지, 11권 5호, p418 (1998)