

Kr 가스에 의한 OLED용 Al 음전극의 표면 형상

김현웅, 금민중, 김경환
 경원대학교 전기정보공학과

Surface morphology of Al cathode for OLED with Kr gas

Hyun-Woong Kim, Min-Jong Keum, Kyung-Hwan Kim
 Dept. of electrical & information engineering, Kyungwon University

Abstract : Al electrode for OLED was deposited by Facing Targets Sputtering(FTS) system which can reduce the damage of organic layer. The Al thin films were deposited on the slide glass as a function of working gas such as Ar, Kr or mixed gas. The film surface image was observed by AFM and SEM. In the results, when Al thin film were deposited using mixed gas, the surface morphology was improved in some region.

Key Words : FTS, Al cathode, OLED, surface morphology, roughness

1. 서 론

OLED소자가 본격적으로 개발되기 시작한 이후, 유기발광 소자에 대한 연구는 주로 소자의 효율(efficiency) 및 수명(lifetime)의 향상 등에 집중되었다[1,2]. 이는 유기층 자체만의 특성 뿐 아니라, 유기층의 상·하부에 들어가는 전극의 특성 및 증착조건에 따라서도 영향을 받게 된다. 현재 많이 사용되고 있는 전극 증착방법으로는 evaporation [3]과 sputtering법[4,5]이 대표적이다. 최근에는 소자의 대형화 및 대량 생산을 위해 스퍼터링법을 이용하여 OLED용 음전극을 증착하는 연구가 활발히 진행되고 있다[6-8]. 현재 중소형 OLED용 음전극의 경우 진공증착법이 널리 사용되고 있다. 그러나 진공증착법의 증발원으로 많이 사용되는 점 또는 면 증발원의 경우 증착되는 박막의 두께 분포가 증발원으로부터 수직인 곳으로부터 멀어질수록 증착되는 박막의 두께가 일정치 못하여 대면적 기판에는 적합하지 못하다[9]. 또한 기존의 스퍼터링법의 경우 OLED의 유기층에 손상을 줄 수 있는 우려가 있다. 본 논문에서는 대향타겟식 스퍼터링법을 이용하여 OLED용 Al 음전극을 제작해 보고, 그 표면 형상을 살펴보았다.

2. 실험

그림 1.과 같은 구조로 OLED용 Al음전극을 그림 2.의 FTS 장치를 사용하여 증착하였다. 대향타겟식 스퍼터링장치는 타겟을 음극, 실드링과 챔버는 접지 전위로하고 타겟의 뒷면에는 영구자석을 장착하여 스퍼터링시 발생하는 2차전자를 플라즈마 내에 구속한 상태에서 박막 증착을 하는 장치이다. 기판은 plasma-free 위치인 타겟간 중간에 위치시키게 된다. 따라서 스퍼터링시 발생하는 2차 전자

에 의한 기판의 손상을 최소화시킬 수 있다. 본 연구에서는 Al 음전극을 표 1과 같은 조건으로 증착하여 그 특성을 살펴보았다.

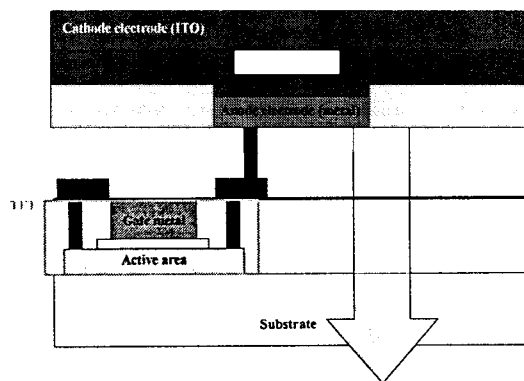


그림 1. 제작된 OLED의 구조

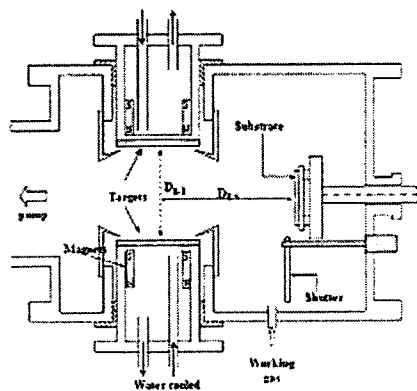


그림 2. 대향타겟식 스퍼터링장치 개요도

3. 결과 및 고찰

OLED의 수명과 효율에 영향을 주는 인자로서 대표적인 것 중 하나로 반발 Ar 원자를 들 수 있다. 이는 가속된 Ar 원자가 타겟 표면에 충돌 한 후 타겟 물질을 sputtering 하는 것이 아니라, Ar이 다시 튕겨져 나오므로서 발생하는 것이다. 플라즈마 내의 고에너지 입자를 자계로서 구속하여 가능한 기판의 손상을 줄이려고 하지만, 전기적으로 중성을 띠는 Ar의 경우 이러한 구속력에서 벗어나 있기 때문에 기판에 손상을 입힐 수 있는 확률이 높아진다. 이를 해결하기 위한 방법으로는 Kr 가스의 주입이 있다. Kr 가스는 Ar에 비하여 원자량이 두 배 이상이기 때문에 (Ar:39.94, Kr83.80) Kr 원자가 타겟면에 충돌 후 반발되는 확률이 매우 낮아지게 된다. 따라서 작업가스인 Ar분위기에 Kr를 소량 첨가하여 기판 손상을 줄이려는 연구가 시행되고 있다. [10]

그림 3은 Kr 가스양에 따른 Al 박막의 AFM 형상이다. 주입되는 Kr 가스를 첨가함에 따라 Rrms값과 Rpv값이 변화하는 것을 볼 수 있었다. 주입되는 Kr과 Ar의 비가 1:1인 경우 그 값이 큰 변화를 보이지 않았다. 이때의 값은 Rrms는 2.57[nm], Rpv는 23[nm]의 값을 보여주었으며, 이 값은 Ar만으로 증착하였을 때의 Rrms 2.9[nm], Rpv 25.6[nm]와 큰 차이를 보이지 않는다. 그러나 Kr 가스가 25%, 75% 주입된 경우는 Rpv값이 각각 5.5[nm], 3.6[nm]로 상당히 개선되었음을 확인할 수 있었다. 이때의 Rrms값은 각각 0.68[nm], 0.5[nm]로 매우 우수한 표면 거칠기를 보여주었다.

4. 결론

본 연구에서는 대향타겟식 스퍼터링 장치를 사용하여 OLED용 Al 음전극을 증착하였다. 제작된 Al의 표면 거칠기는 순수 Ar 가스를 사용하여 증착하였을 경우 약 2.9[nm]였으며, Ar과 Kr 가스를 혼합하여 증착한 경우 일정 비율 Kr를 주입했을 때 상당히 개선되는 것을 알 수 있었다. 전반적으로 Rrms가 3[nm]이내의 값을 보여주었으며, Kr이 25%와 75%주입되어 증착한 경우 1[nm]이내의 매우 우수한 값을 얻을 수 있었다. 이는 Kr의 주입이 증착되는 박막의 특성을 상당부분 개선할 수 있다는 것을 말해준다. 또한, 플라즈마 프리 상태에서 증착이 이루어지는 대향타겟식 스퍼터링에서 발생하는 유기막의 손상은 2차 전자에 의한 것이 아니라 타겟으로부터 반사되어지는 Ar 중성 원자에 의한 것으로 사료되어지며, 기판의 손상은 스퍼터링 가스를 Ar 가스보다 무거운 Kr 가스를 첨가함으로써 줄일 수 있음을 추가 실험을 통해 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서 사용된 대향타겟식 스퍼터링 장치는 OLED 소자의 대형화 및 대량생산을 위한 음전극 제작방법으로서 적합하리라 사료된다.

참고 문헌

- [1] Y. Yang and A. H. Heeger, Synth. Metals 87, p171 (1997)
- [2] S. A. Carter, M. Angelopoulos, S. Karg, P. J. Brock, and J. C. scott, Appl. Phys. Lett. 70, p2067 (1997)
- [3] A. Sahehi, Thin Solid Films 324, p214 (1998)
- [4] T.C. Gorjanc, D. Leong, C. Py, D. Roth, Thin Solid Films 413, p181 (2002)
- [5] Y. Hoshi, T. Kiyamura, Thin Solid Films 411, p36 (2003)
- [6] F.L. Wong, M.K. Fung, S.W. Tong, C.S. Lee, S.T. Lee. Thin Solid Films 466 p225 (2004)
- [7] B.L. Low, F.R. Zhu, K.R. Zhang, S.J. Chua, Thin solid Films 417 p 116 (2002)
- [8] Kikuo Tominaga, Tetsuya Ueda, Takahiro Ao, asahiro Katkoka, Ichiro Mori, Thin Solid Films 281-282 p194 (1996)
- [9] 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.
- [10] S. Nakagawa, M. Naoe, Vacuum Vol. 51, No. 4, p595 (1998)

표 1. Al 박막의 증착 조건

| | |
|------------------------------|---------------------------|
| Targets | Al(99.99%) |
| Substrate | slide glass |
| Working gas | Ar, Kr |
| Target - Target distance | 70[mm] |
| Targets - Substrate distance | 100[mm] |
| Background pressure | 2×10^{-6} [Torr] |
| Working pressure | 1[mTorr] |
| Input current | 0.05[A] |
| Substrate temperature | R.T. |

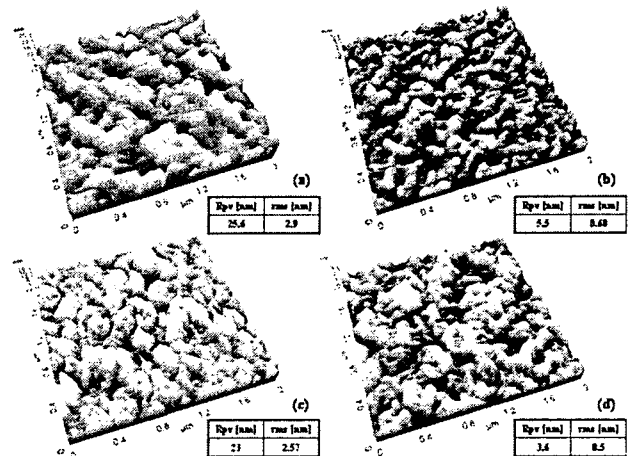


그림 3. Kr 비율 (a) 0% (b) 25% (c) 50% (d) 75%에서 제작된 Al 박막의 표면 형상