

O₂ : Ar 혼합가스 플라즈마로 ITO표면 처리한 OLED의 동작특성 향상과 표면개질에 관한 연구

서유석, 문대규*, 조남인**

충남디스플레이 연구개발 클러스터 사업단, 순천향 대학교*, 선문대학교**

Plasma treatments of indium tin oxide(ITO) anodes in argon/oxygen to improve the performance and morphological property of organic light-emitting diodes(OLED)

Yu-suk Seo, Dae-gyu Moon* and Nam-ihn Jo **

Abstract

A simple bi-layer structure of organic light emitting diode (OLED) was used to study the characteristics of anode preparation. Indium tin oxide (ITO) anode surface treatment of OLEDs was performed to get the optimum condition for the ITO anode. The ITO surface was treated by O₂ or O₂ / Ar mixed gas plasma with different processing time. The electrical characteristics of OLED were improved by plasma treatment. The operating voltage of OLED with O₂ or O₂/Ar mixed gas plasma treated anodes decreases from 8.2 to 3.4V and 3.2V, respectively. The O₂ /Ar mixed gas plasma treatment results in better electrical property.

Key Words : Plasma; mixed gas; O₂ plasma, O₂ : Ar plasma

1. 서 론

ITO(indium-tin-oxide) 는 가시광선 영역에서의 높은 투과율과 아주낮은 전기 비저항을 가지고 있어 디스플레이 분야의 투명전극으로 폭 넓게 사용되고 있다. 특히 OLED 디스플레이에서의 ITO 는 전공 주입 특성이 탁월하여 양극으로 널리 사용되고 있다. ITO 표면처리의 경우 플라즈마 처리가 가장 많이 이용되며 그 외에 tetrabutylammonium hydroxide, 인산에 의한 처리 등이 있다. ITO 의 표면 개질을 위한 플라즈마 처리의 경우 O₂ 플라즈마를 공정을 가장 많이 사용하고 있으며 Ar, N₂ 가스를 이용하여 전처리한 OLED 의 경우 소자 특성 변화가 미비하다고 알려져 왔다.

본 실험에서는 O₂ 플라즈마와 O₂(3):Ar(7) 의 혼합가스로 ITO glass 를 플라즈마 처리 후 OLED 를 제작하여 전기적특성과 발광특성을 분석하여 ITO glass 의 전처리 조건에 따른 정공주입 개선의 효과를 비교하였다. O₂(3):Ar(7) 의 혼합가스를 이용하여 플라즈마 처리한 ITO glass 표면을 AFM(Atomic Force Microscopy) 로 측정하여 표면개질의 효과를 분석하였다.

2. 실험

ITO 가 코팅되어 있는 유리기판을 이용하여 ITO / NPB (40nm) / Alq₃ (60nm) / LiF / Al 층을 갖는 유기 디스플레이를 제작하였다. ITO glass 의 면저항은 20 Ω/□였으며, ITO glass 는 Photo-lithography 공정을 이용하여 양

극의 패턴을 형성한 후 과산화수소수와 암모니아 혼합물을 이용하여 세척하고 질소 분위기에서 건조하였다. ITO glass 의 표면 전처리 조건은 표1.에 나타내었다. 산소 100 sccm, 산소 및 아르곤 혼합가스는 각 30 sccm, 70 sccm을 흘리주며 30W의 전류에서 표1의 조건과 같이 플라즈마 처리하였다.

플라즈마 처리된 ITO glass에 2×10⁻⁶torr의 진공도를 유지하면서 NPB(N,N'-디(나프탈렌-1-일)- N,N'-디페닐벤지딘) 40 nm, Alq₃(트리스(8-하이드록퀴 놀리나토)알루미늄) 60 nm, LiF 0.5 nm, 음극으로 알루미늄 100 nm 를 진공 증착하였다. 유기물의 증착 속도는 1.0 ~ 1.5 Å /s 이다. 유기소자의 전류-전압 특성은 Keithley 2400을 이용하여 측정하였으며, 휘도 특성은 minolta CS-1000, CS-100을 이용하여 측정하였다. 플라즈마 처리 후 ITO glass 표면은 AFM 으로 측정하였다.

표 1. ITO glass 의 전처리 조건

Device	Gas Flow (sccm)	Expose time (min)	RF-power (W)	Base pressure (mTorr)
A	-	-	-	-
B	O ₂ (100)	3		
C	O ₂ (100)	5	25	200
D	O ₂ (100)	7		
E	Ar(70)O ₂ (30)	3		
F	Ar(70)O ₂ (30)	5		
G	Ar(70)O ₂ (30)	7	25	200
H	Ar(70)O ₂ (30)	9		

3. 결과 및 고찰

표1. 의 조건으로 제작된 OLED 의 발광특성은 그림1. 과 같이 나타난다. 소자A의 경우, 8.2V에서 구동하여 전류의 흐름이 좋지 않았다. 플라즈마 처리한 OLED의 경우 전기적인 특성과 발광특성이 모두 개선되었다. O₂ 플라즈마 처리한 소자는 소자C의 특성이 가장 우수하게 나타났고, O₂(3):Ar(7) 의 혼합가스를 사용한 소자의 경우 소자H가 가장 우수한 특성을 나타내었다.

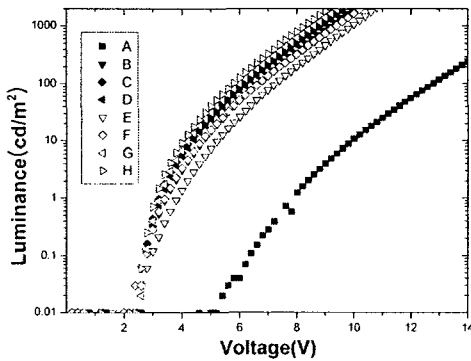


그림 1. L-V 특성곡선

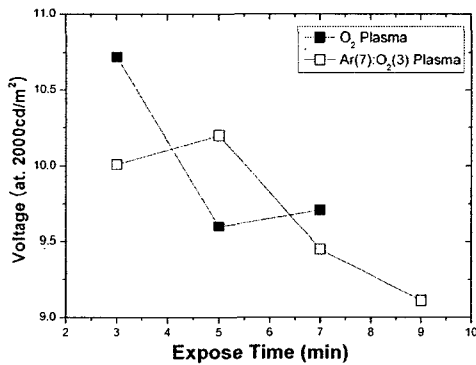


그림 2. 전처리 조건에 따른 OLED의 동작전압 (@2000cd/m²)

표3. 은 표1. 의 조건으로 준비된 ITO Glass 표면의 조도를 AFM으로 측정된 결과이다.

표 2. 플라즈마 처리시간에 따른 AFM 측정결과

Device	R _{pv} (nm)	R _q (nm)	R _a (nm)
E	26.8	2.5	2.0
F	16.7	1.8	1.5
G	39.6	2.4	1.8
H	4.5	1.1	0.9

4. 결론

ITO의 특성을 우수하게 하기 위한 표면처리로 주로 O₂ 플라즈마를 하였다. O₂(3):Ar(7)의 혼합 가스를 이용하여 플라즈마 처리를 함으로써 더 우수한 표면처리 효과를 나타냈다. O₂ 플라즈마의 경우 5분 동안 처리하는 것이 가장 우수한 특성을 나타내었고, O₂(3):Ar(7)의 혼합 가스를 이용하여 플라즈마 처리한 경우 ITO glass 표면의 거칠기가 감소할수록 OLED의 발광특성이 더 우수해짐을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 지방기술혁신사업(RTI04-01-02) 지원으로 수행되었음

참고문헌

- [1] C.C. Wu, C.I. Wu, J.C. Sturm, A. Kahn, Appl. Phys. Lett. 70 (1997) 1348.
- [2] S. Fujita, T. Sakamoto, K. Ueda, K. Ohta, Jpn. J. Appl. Phys. Part I 36 (1997) 350.
- [3] J.S. Kim, R.H. Friend, F. Cacialli, Appl. Phys. Lett. 74(1999) 3084.
- [4] J.S. Kim, F. Cacialli, A. Cola, G. Gigli, R. Cingolani, Appl. Phys. Lett. 75 (1999) 19.
- [5] F. Steuber, J. Staudigel, M. St. ossel, J. Simmerer, A. Winnacker, Appl. Phys. Lett. 74 (1999) 3558.
- [6] Soo Young Kim and Jong Lam Lee, Ki-Beom Kim and Yoon-Heung Tak, J. Appl. Phys. 95, 2560 (2004).
- [7] R. Schlaf and H. Murata, Z. H. Kafa, and J. Elec. Spec. Relat. Phenom. 120, 149 (2001).
- [8] J. S. Kim, and B. Ldagel, E. Moons, N. Johansson, I. D. Baikie, W. R. Salaneck, R. H. Friend and F. Cialli, Synth. Met. 111-112, 311 (2000).