

ITO 패턴의 식각 조건에 따른 OLED 특성에 관한 연구

이의식, 이병욱, 이태성, 이근우, 이종하, 문순권, 홍진수, 김창교
순천향대학교

A Study on OLED Characteristics according to etching conditions of ITO Pattern

Eui-Sik Lee, Byoung-Wook Lee, Tae-Sung Lee, Keun-Woo Lee, Jong-Ha Lee, Soon-Kwon Moon, Chinsoo Hong,
Chang Kyo Kim
Soonchunhyang University

Abstract : OLEDs was fabricated by PLD method. Wet etching process and plasma treatment of ITO on the glass were performed to extend the lifetime of the OLED and increase its brightness. The NPB, Alq₃, Li-Benzooate and Al layers on ITO pattern on the glass were deposited by PLD method, sequentially. When the etched ITO was treated by O₂ plasma with RF power of 50W, the best result was obtained. The lifetime of the OLED treated by O₂ plasma was extended from 3,770sec to 12,586sec compared to that without the plasma treatment.

Key Words : OLED, PLD, ITO, etching, plasma treatment

1. 서 론

ITO(Indium-tin-oxide)는 높은 전도성과 투명성 때문에 많은 디스플레이에서 투명전극으로 널리 사용된다. 특히 OLED(organic light emitting diode)에서 정공 주입을 위한 양극으로 효과적으로 사용된다. 그러나 ITO 증착에 따른 표면 특성과 ITO 식각후의 표면 특성에 따라 OLED 디바이스의 성능에 많은 영향을 미친다[1,2]. 그러므로 OLED 성능향상과 수명연장을 위해 ITO의 표면개선이 필요하다. 본 연구에서는 ITO 박막의 최적식각 조건을 확립하였고, 또한 최적화된 식각 조건으로 제작된 박막을 Ar과 O₂ 플라즈마 처리를 해서 비교 분석하였다.

2. 실험

2.1 ITO 박막 전처리

실험에서 사용되는 OLED 제작 디바이스 기판은 1mm 두께의 유리기판위에 두께 1000Å으로 증착된 ITO 박막으로, 면 저항은 20Ω/□인 기판을 사용하였다. ITO의 식각과 플라즈마 처리를 하기 전 ITO의 세정으로 아세톤, 메탄올, 에탄올, 증류수의 순으로 초음파 세척기를 이용하여 각각 5분씩 세정 처리 하였다. ITO 박막의 패턴을 위해 습식식각을 실시하였으며, 보호막 층으로는 positive PR AZ1512를 사용하여 1.2µm 두께의 보호막층을 구현한 후 ITO 식각용액(HCl:HNO₃:DI=10:2:5)에서 식각시간을 6,7,8분

으로 변경시키면서 패턴을 제작하였다. ITO 패턴이 끝난 후 남아있는 PR의 제거를 위해 습식/건식 세정하였다. RIE를 이용하여 건식 세정 공정을 수행하였다. Ar과 O₂ 플라즈마를 이용하였고 RF 파워가 25, 50, 100W인 조건에서 25sccm의 유량으로 5분간 실시하였다. 아래의 표 1은 ITO 박막의 습식식각 조건과 식각조건에 따른 표면 거칠기 값을 나타내었다.

표 1. ITO 식각 조건

	A sample	B sample	C sample
etchant	10:2:5	10:2:5	10:2:5
time	6min	7min	10min
sheet resistance	42	47	65
RMS	267	267	465

2.2 PLD for Organic Materials

PLD법을 이용하여 OLED 디바이스를 제작하기 위한 최적의 증착 조건을 확인하였다. PLD 증착을 위한 문턱 전압(threshold voltage)을 구하기 위해 증착 시간을 고정시키고 원하는 플루언스 값을 얻었다. 얻어진 플루언스 값을 고정시키고 시간을 변화시켜서 펄스 당 증착 두께값을 얻었다. 재현성 테스트를 진행한 후 최적의 증착 조건을 두께별로 NPB/Alq₃/Li-Benzooate를 40/60/2nm 비율로 증착하였다. 아래의 표 2는 OLED 디바이스 제작을 위한 증착 조건을 나타내고 있다.

표 2. Alq₃, NPB, Li-Benzoate의 PLD증착조건

	NPB	Alq ₃	Li-Benzoate
Fluence	3.7mJ/cm ²	8.0mJ/cm ²	7.0mJ/cm ²
Repetition Rate	10 Hz	10 Hz	10 Hz
Wave Length	355 nm	355 nm	355 nm
Deposition Rate	0.1 Å/sec	0.1 Å/sec	0.05 Å/sec

3. 결과 및 고찰

그림 1은 플라즈마 처리 조건에 따른 ITO 표면의 미세 구조이다. 플라즈마 처리 공정 시 Ar의 경우 RF power가 커질수록 표면 거칠기가 큰 쪽으로 높아졌으며, O₂의 경우에는 큰 변화가 보이지 않는 것을 확인 하였다. RF power 50W일 때 O₂가 가장 좋은 ITO 표면 거칠기를 보였

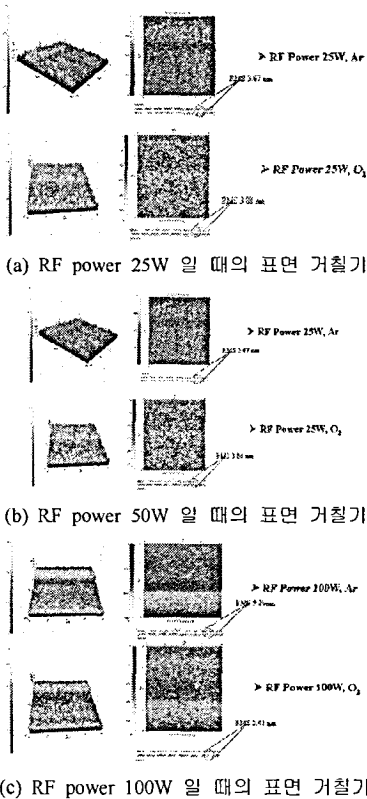


그림 1. 플라즈마 처리조건에 따른 표면 RMS

그림 2는 최적의 ITO 식각 조건과 플라즈마 처리조건으로 anode/NPB/Alq₃/Li-Benzoate/AI 구조의 OLED 디바이스를

제작하여 얻어진 turn on voltage를 나타내고 있다. 그림 2에서 플라즈마 처리를 하면 디바이스의 최대 휘도는 4,738cd/m²에서 7,374cd/m²로 향상되었으며 turn on voltage는 14V에서 12V로 낮아졌다.

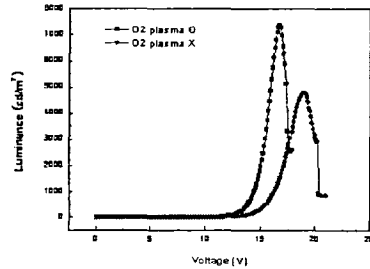


그림 2. 제작된 디바이스의 turn on voltage 곡선

그림 3은 전류효율을 나타내고 있다. 그림 3은 플라즈마 처리가 전류효율에 어떤 영향을 미치는지 알 수 있다. 플라즈마 처리에 의하여 전류효율은 2cd/A에서 2.4cd/A로 향상되었다. 그림 4는 전류밀도에 대한 제작된 OLED 소자의 휘도를 보여주고 있다. 그림 5는 전력효율을 보여주고 있다.

그림 3에서 그림 5까지의 결과를 살펴보면 ITO 플라즈마 처리는 낮은 전압에서 디바이스를 통하여 큰 전류가 흐르고, 또한 전류효율과 전력효율이 증가함으로 발광에 기여할 수 있는 엑시톤(exciton)이 향상되었다. 따라서 디바이스에 걸리는 부하가 상대적으로 낮아져 디바이스의 수명은 현저하게 길어지게 된다. 그림 5는 전력효율이 전류밀도에 어떻게 의존하는지 나타낸다. 디바이스 수명을 측정 한 결과에 따르면 플라즈마 처리에 따라서 디바이스의 수명은 3,770초에서 12,586초로 3배 이상의 수명 향상을 보여 준다. 수명 측정시 각 디바이스는 encapsulation이 없는 상황이고, 습도 70%, 온도 30°C에서 측정 되었다.

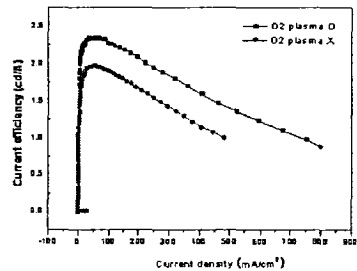


그림 3. 제작된 디바이스의 전류 효율 곡선

4. 결론

본 연구에서는 ITO의 식각 조건과 플라즈마 처리조건에 따른 디바이스의 특성을 분석하였다. 디바이스 특성을 분석하여서 ITO의 최적의 식각 조건과 플라즈마 공정 조건을 확보하였다. 디바이스의 휘도와 전류밀도를 조사한 결과는 ITO 식각후에 O₂ 플라즈마 처리시에 디바이스 휘도가 4,738cd/m²에서 7,374cd/m²로 향상되었다. 특히 디바이스 수명은 3,770초에서 12,586초로 3배이상 증가하였다. 이는 O₂ 플라즈마 처리가 디바이스 수명에 큰 영향을 주는 것을 알 수 있다.

감사의 글

○ 국문

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

참고 문헌

- [1] I. D. Parker, J. Appl. Phys. 75 (1994) 1656.
- [2] I. H. Cambell, P. S. Davids, D. L. Smith, N. N. Barashdov, I. P. Ferraris, Appl. Lett. 72 (1998) 1863.

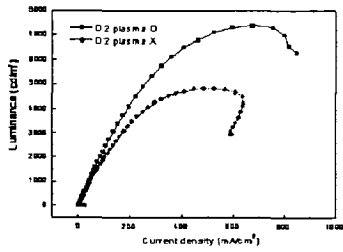


그림 4. 제작된 디바이스의 휘도 곡선

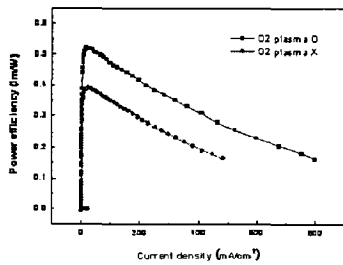


그림 5. 제작된 디바이스의 전력효율 곡선