

버퍼층 삽입에 의한 OLED 소자의 특성에 관한 연구

임재성¹⁾, 이능현²⁾, 유도현³⁾, 김용혁⁴⁾, 임응춘⁵⁾, 이덕출¹⁾, 신백균¹⁾
¹⁾인하대학교, ²⁾경원대학교, ³⁾안산공대, ⁴⁾경원전문대학, ⁵⁾오산대학

A Study in the Device Characteristics of OLED with Buffer Layer

J.S. LIM¹⁾, N.H. Lee²⁾, D.H. You³⁾, Y.H. Kim⁴⁾, Y.C. Lim⁵⁾, D.C. Lee¹⁾, P.K. Shin¹⁾
¹⁾Inha Univ., ²⁾Kyungwon Univ., ³⁾Ansan Tech. Coll., ⁴⁾Kyungwon Coll., ⁵⁾Osan Coll.

Abstract - 유기 전기 발광 소자(Organic Light-emitting Devices, OLEDs)의 발광 효율과 안정성을 향상시키고자 플라즈마 증합 장비를 이용해서 소자에 버퍼층(buffer layer)을 도입하였다. 플라즈마 증합 방법을 이용해서 성막된 PPMMA를 ITO와 정공 수송층 사이에 버퍼층으로 삽입하여 유기 전기 발광 소자를 제작하였고, 그 특성에 대하여 연구하였다. 기존에 사용되고 있는 버퍼층 공정에 비하여 공정의 단순화 및 비용절감의 효과를 기대할 수 있고, 전기-광학적 특성도 확인할 수 있었다.

1. 서 론

최근 10년간 유기 전기 발광 소자에 관한 연구가 급속하게 진행 되었지만 아직 정확한 색상의 구현, 소자의 수명 향상, 열과 수분에 안정한 재료의 개발, 발광 효율의 증대 등 해결해야 할 과제가 많은 것이 현실이다. 이 중 발광 효율의 연구는 앞으로 상용화 되어질 유기 전기 발광 소자가 직면한 과제가 아닐 수 없다. 유기 전기 발광 소자의 효율을 증가시키기 위한 노력으로 ITO (Indium Tin Oxide) 전극의 전처리 과정을 통한 일함수, 표면 거칠기, 표면 에너지, 그리고 표면 저항의 제어뿐만 아니라 발광 효율의 증대를 야기 시킨다.[1] 하지만 ITO와 계면을 형성하는 정공 수송 물질의 계면 특성을 잃지 못한다. 이러한 결점을 극복할 수 있는 방법 중의 하나가 버퍼층(buffer layer)을 삽입하는 방법이다. 버퍼층은 무기물/유기물 계면에 존재할 수 있는 에너지 상태의 불연속성, 높은 에너지 장벽, 화학 반응 등을 방지할 수 있는 방법으로 제안될 수 있다. 현재 버퍼물질로써 thiophene계열, CuPc, PEDOT, 등이 널리 이용되고 있다.

본 연구에서는 자체 제작한 RF 플라즈마 증합 장비를 이용하여 ITO 전극의 전처리 공정인 플라즈마 표면처리와 MMA monomer를 이용한 버퍼층 성막 공정을 함께 처리함으로써 공정의 단순화와 비용 그리고 시간의 절감 효과를 기대 할 수 있다.

2. 실 험

2.1 소자의 제작

12 Ω의 면 저항을 가진 ITO(유리기판)를 2.0 mm의 간격으로 wet etching하여 줄 패턴하였다. 패턴된 ITO 표면을 acetone, ethanol, decorex, DI-water 순서로 각각 10분씩 초음파 세척하였고, 세척한 ITO 기판은 진공 오븐으로 이동하였다. 실험에 사용된 장치는 기본적으로 플라즈마 증합과 플라즈마 표면처리를 고려하여 제작되었다. 장비의 전체적인 개념도와 실제 제작된 모양을 그림1에 나타내었다. 플라즈마를 일으키기 위한 전원으로는 13.56 [MHz]의 RF 플라즈마 발생기(RF Plasma Generator(AUTO ELEC. ST-500, 600 [W]))를 사용하였고, 임피던스 매칭을 위해서 매칭박스(Matching

Box(Load Coupler LC-1000))를 설치하였으며, 방전부에 공급되는 전력을 측정하기 위해서 RF 방전전력계(RF Power Meter(Collins 30K-3))를 연결하였다. 진공의 검출은 진공계이지(Pirani Gauge(Model PG-1S 23593 Okano, 10-10⁻³ [Torr]))를 사용하였다. 그리고 미증합 모노머가 로터리 펌프를 훼손시키는 것과 요구되는 진공도를 확보하기 위해서 액체질소를 사용하는 콜드 트랩(Cold Trap)을 설치하였다.

가스의 유입은 방전관 내부로 캐리어 가스가 유입될 수 있도록 하고, 반응기 안으로 모노머 가스가 유입될 수 있도록 하기 위해 두 개의 가스공급원을 각각 설치하였으며, 유량조절장치(Mass Flow Controller, FC-280, Tylan)를 사용하여 아르곤 캐리어 가스의 유량을 조절하여 방전관으로 유입되도록 하였다.

후속 공정으로 정공 수송층 물질로써 TPD를 사용하였고, 녹색 발광을 하는 발광 물질로써 Alq₃를 사용하였다. 상부전극으로는 Al을 사용하여 전자(electron)들이 잘 유입되고 빛 반사의 영향을 고려해서 전기 발광 소자를 제작하였다.

그림2와 그림은 실험 개략도와 소자의 구조를 보여주고 있다.

본 연구에서는 전공 수송층 물질로써 잘 알려진 TPD와 전자 수송 물질인 동시에 발광 물질인 Alq₃를 사용하여 1 Å/s의 증착 속도로 각각 50 nm 두께로 증착하였고 알루미늄은 200 nm 두께로 성막하였다. 발광면적은 2×2mm의 크기로 하였다.

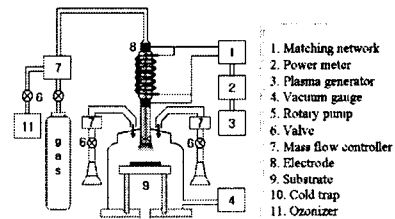


그림1 플라즈마 증합 장치의 개략도

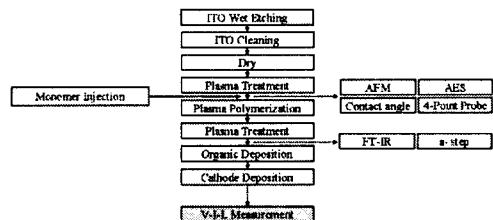


그림2 실험 순서도

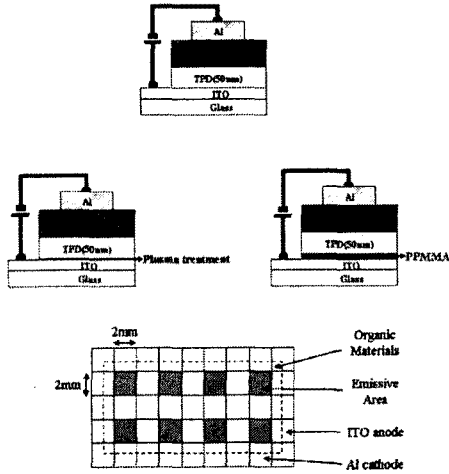


그림3 소자의 구조

2.2 전류-전압-휘도 측정

전류-전압-휘도는 Source Measurement Unit (SMU : Keithly, Model 2400)와 휘도계(TOPCON, BM-8)를 사용하여 측정하였으며, 측정시스템은 노트북 PC와 LabVIEW 프로그램을 이용하여 RS-232C 인터페이스를 통해 측정 장비의 제어와 전류-전압-휘도를 동시에 측정할 수 있었다.

3. 결과 및 고찰

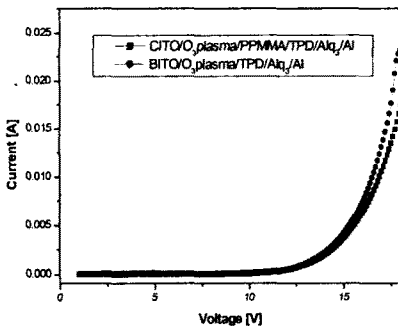


그림4 전류-전압 특성 곡선

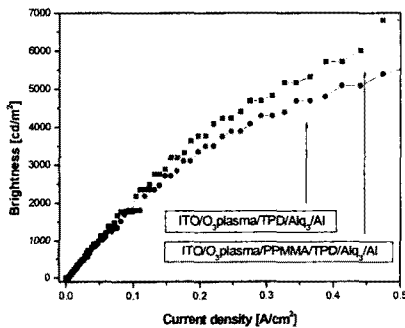


그림5 전류밀도-휘도 특성 곡선

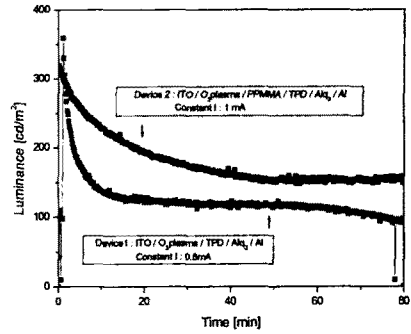


그림6 휘도-시간 특성 곡선

ITO 전극 위에 그림 3과 같이 MMA monomer를 사용하여 플라즈마 중합막(PPMMA)을 유기 발광 소자에 삽입하였다. 전류-전압, 전류밀도-휘도, 휘도-시간의 특성곡선을 그림4, 그림5 그리고 그림6에 나타내었다.

본 연구에서의 소자의 구조는 ITO/PPMMA/TPD/Alq₃/Al 형태이다. 비교를 위하여 중합막이 없는 소자의 특성곡선을 함께 나타내었다. 그림4에서 보듯이 PPMMA 막을 삽입함에 따라 소자의 전류는 동일 전압에서 낮음을 볼 수 있다. 그림5는 유기 발광 소자의 전류밀도-휘도 특성곡선을 보여준다. PPMMA의 두께가 2 nm였을 때 구동 전압이 1.0 [V] 가량 감소하였고, 최고 휘도는 PPMMA 막을 삽입한 소자가 삽입하지 않은 소자의 최고 휘도 5500 cd/m² 보다 향상된 6800 cd/m²을 나타내었다. 그림6 휘도-시간 특성곡선은 소자의 안정화 되는 경향성을 보여주고 있다. 이로써 유기 발광 소자 제작에 이용된 PPMMA 막은 높은 휘도와 효율을 보였으며 구동전압 또한 PPMMA 막을 도입함으로써 1.0 [V] 낮출 수 있었고, 소자의 안정화 및 수명에도 영향을 미친다는 결과를 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 초록색 발광 물질인 Alq₃를 발광층으로 하여 정공 수송 물질 TPD를 사용하고, Buffer 층으로 PPMMA를 사용한 결과는 다음과 같다.

첫째, OLED 소자의 구동전압이 1.0 [V] 가량 감소하였고, 최고 휘도는 PPMMA 막을 삽입한 소자가 삽입하지 않은 소자의 최고 휘도 5500 cd/m² 보다 향상된 6800 cd/m²을 나타내었다.

둘째, 제작한 OLED 소자의 휘도-시간 특성곡선에서 소자의 안정화 되는 경향성을 볼 수 있었다.

이와 같은 결과로부터 향후 후속 연구를 통하여 향상된 소자 특성의 원인을 규명하기 위한 물성적인 측정과 분석이 필요하다 하겠다.

본 논문은 산업자원부에서 시행하는 대학전력연구센터 육성지원 사업에 의해 작성되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] C. C. Wu, C. I. Wu, J. C. Sturm, and A. Kahn, "Surface Modification of Indium Tin Oxide by Plasma Treatment: An Effective Method to Improve The Efficiency, Brightness, and Reliability of Organic Light Emitting Device", Appl. Phys. Lett., Vol. 70, PP. 1348-1352, 1977
- [2] I. D. Parker, J. Appl. Phys. 75, 1656 (1994)