

## PM OLED 디바이스 제작을 위한 PLD 공정 개발에 관한 연구

이의식, 이병욱, 김창교, 홍진수\*, 박성훈\*, 문순권\*  
 순천향대학교 정보기술공학부, 순천향대학교 정보물리공학부\*

### A Study on Development of PLD Process for PM OLED Device Manufacture

Eui-Sik Lee, Byoung-Wook Lee, Chang-Kyo Kim, Jin-Su Hong, Sung-Hoon Park, Soon-Kwun Moon\*,  
 Soonchunhyang Univ

**Abstract :** Manufacture of OLED device used thermal evaporation method. However thermal evaporation method has many defect as thermal damage of substrate, difficult of dopant rate control and low utilization of organic materials. so we suggest PLD(Pulsed Laser Deposition) method that solution of these problems. PLD method has many advantage as without thermal damage, easy indicate of deposition rate per one pulse and good utilization of organic materials. In this paper we apply the PLD method for manufacture of device so we present high efficiency device manufacture using PLD method that has good deposition uniformity, surface rough and deposition rate.

**Key Words :** OLED, Organic EL, PLD

#### 1. 서 론

1987년 Estman Kodak의 Tang과 Slyke에 의해 TPD/Alq<sub>3</sub>의 적층 구조 OLED(Organic Light Emitting Diode) 디바이스 제작 이후 OLED는 비약적인 발전을 하였는데 그 기본 줄기는 발광되는 빛의 밝기를 높이고, 디바이스의 효율을 극대화하는데 초점을 맞추어 개발되었다. 본 논문에서는 단분자의 OLED 디바이스 제작에서 열 증착법을 사용하지 않고 고출력 펄스 레이저를 이용한 PLD(Pulsed Laser Deposition) 방법을 사용하였다. PLD의 경우 다양한 종류의 필름을 타겟의 결정구조나 화학구조를 변화시키지 않고 필름을 형성한다. 이 경우 일반적으로 필름의 특성을 조정할 수 있는 방법이라 알려져 있다<sup>[1]</sup>. 1998년 Hansen과 Robitaille에 의해 만들어지 최초의 고분자 필름은 증착된 필름의 화학구조가 타겟과 크게 다르지 않음을 보여주었다. 그리고 1999년 Farrar과 Contoret는 Alq<sub>3</sub>와 Al을 PLD 방법으로 증착 Luminance가 8cd/m<sup>2</sup>, 양자효율 0.003%를 얻었다. 유기물을 PLD로 증착할 경우 장점은 레이저 펄스의 개수로 두께를 조절하고, 레이저 파장과 Fluence를 변화시키면서 다양한 필름을 얻을 수 있으며 그 구조를 nm 크기로 조절할 수 있다는 것이다.

#### 2. 실험

##### 2-1. ITO wet etching

표 1과 같은 조건으로 ITO wet etching을 하였다. 초기 ITO의 면저항은 10Ω/□, RMS는 00 이었다. 조건에 따른 ITO 기판의 면 저항 및 RMS의 변화가 디바이스의 성능에 미치는 영향을 보고자 하였다.

##### 2.2 PLD for Organic Materials

일반적으로 열 증착법에서는 증착되는 유기물의 두께 측정을 위하여 QCM(Quartz Crystal Microbalance)를 사용한다. 하지만 본 논문에서는 펄스당 증착되는 유기물의 두

께를 측정하여 실제 Thickness/Pulse를 적용였다. 이는 매우 얇은 유기층 및 금속층의 증착에도 많은 도움이 되리라 생각한다. Alq<sub>3</sub>와 NPB의 증착 조건은 표 2와 같다.

표 1. ITO Glass Etching Condition

	A sample	B sample	C sample
Etchant	10:2:5	10:2:5	10:2:5
Time	6min	10min	7min
Sheet Resistance	42	65	47
RMS	267	472	267

##### 2.2 PLD for Organic Materials

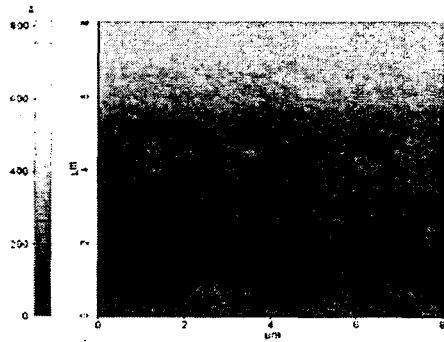
일반적으로 열 증착법에서는 증착되는 유기물의 두께 측정을 위하여 QCM(Quartz Crystal Microbalance)를 사용한다. 하지만 본 논문에서는 펄스당 증착되는 유기물의 두께를 측정하여 실제 Thickness/Pulse를 적용하였다. 이는 매우 얇은 유기층 및 금속층의 증착에도 많은 도움이 되리라 생각한다. Alq<sub>3</sub>와 NPB의 증착 조건은 표 2와 같다.

표 2. PLD Conditions of Alq<sub>3</sub>/NPB

	A sample Alq <sub>3</sub> /NPB	B sample Alq <sub>3</sub> /NPB	C sample Alq <sub>3</sub> /NPB
Fluence	4.2mJ/cm <sup>2</sup> 9.7mJ/cm <sup>2</sup>	4.2mJ/cm <sup>2</sup> 9.7mJ/cm <sup>2</sup>	4.2mJ/cm <sup>2</sup> 9.7mJ/cm <sup>2</sup>
Repetition Rate	10 Hz	10 Hz	10 Hz
Wave Length	355 nm	355 nm	355 nm
Deposition Rate	0.1 Å/sec 0.11Å/sec	0.1 Å/sec 0.11Å/sec	0.1 Å/sec 0.11Å/sec

### 3. 결과 및 검토

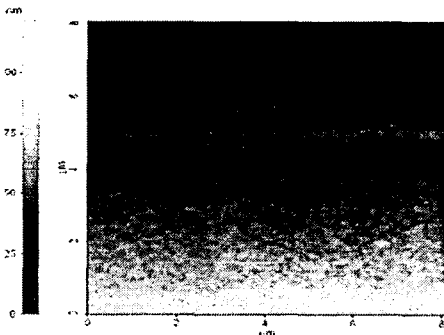
그림 1은 etching 조건에 따른 ITO 표면의 미세 구조이다. etching 시간에 따라 ITO의 면 저항이 초기보다 증가함을 알 수 있고, 면 저항이 증가함에 따라 표면의 RMS 값 또한 초기보다 증가하였다.



Statistics

Region	Min(nm)	Max(nm)	Mid(nm)	Mean(nm)	Rp(nm)	Rq(A)	Ra(A)
Red	0.000	914.768	407.304	273.373	814.768	170.354	143.994

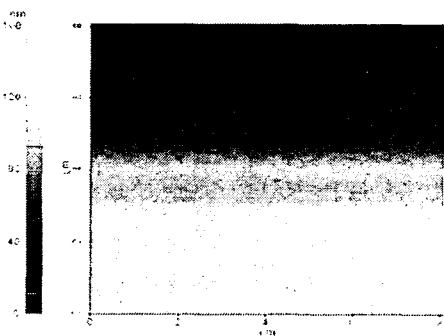
(a) 식각 전



Statistics

Region	Min(nm)	Max(nm)	Mid(nm)	Mean(nm)	Rp(nm)	Rq(A)	Ra(A)
Red	0.000	121.142	60.571	45.547	121.142	267.963	227.033

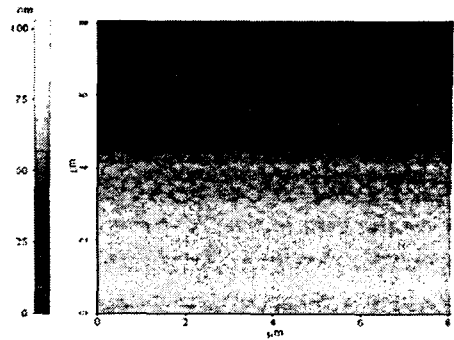
(b) sample A



Statistics

Region	Min(nm)	Max(nm)	Mid(nm)	Mean(nm)	Rp(nm)	Rq(A)	Ra(A)
Red	0.000	161.371	80.636	61.049	161.371	472.510	441.650

(c) sample B



Statistics

Region	Min(nm)	Max(nm)	Mid(nm)	Mean(nm)	Rp(nm)	Rq(A)	Ra(A)
Red	0.000	103.123	51.552	54.917	103.123	267.337	247.293

(d) sample C

그림 1. ITO 식각 조건에 따른 표면 RMS

그림 2는 각 조건에 따라 etching 되어진 시편을 사용하여 동일 조건으로 Alq<sub>3</sub>와 NPB를 증착 한 후 얻어진 OLED 디바이스의 L-V 특성을 보여주고 있다.

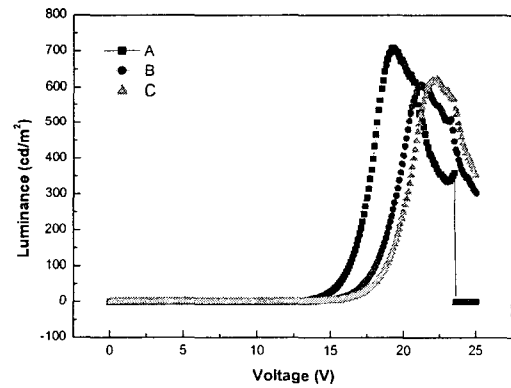


그림 2. 식각 조건에 따른 OLED 디바이스의 L-V 곡선

그림 3은 L-J, 그림 4는 각 디바이스의 수명을 보여주고 있다. 이 때 각 디바이스는 encapsulation 이 없는 상황이고, 습도 70%, 온도 30°C에서 측정 되었다. encapsulation이 없는 상황에서 수명 측정은 정확한 디바이스의 특성을 보여주지 못한다. 그렇기에 각 디바이스의 수명을 살펴보면 그 차이가 별로 없음을 알 수 있다. 현재 상태에서의 정확한 수명을 측정하기는 힘들지만 앞으로는 encapsulation을 통하여 더욱 정밀한 수명을 얻어내고자 한다.

### 4. 결론

본 연구에서는 ITO의 식각 조건과 PLD 공정 조건에 따른 디바이스의 특성을 분석하였다. 디바이스 특성 측정 결과 ITO의 최적 식각 조건과 최적 PLD 공정을 확

모하였고, 열 증착법의 여러 단점을 보완할 수 있는 새로운 개념의 증착법으로 PLD 공정을 사용할 수 있음을 확인하였다.

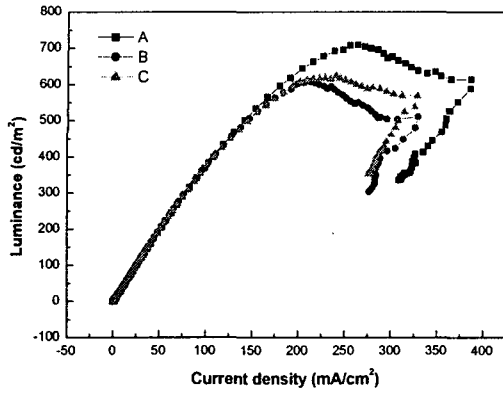


그림 3. 식각 조건에 따른 OLED 디바이스의 L-J 곡선

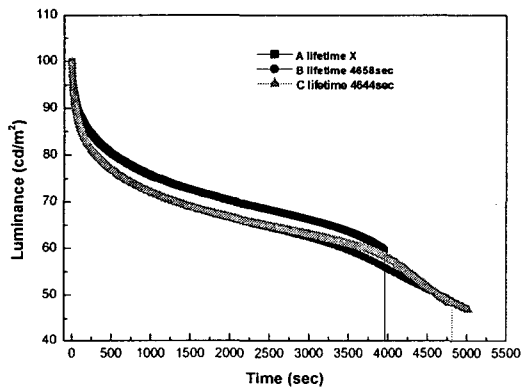


그림 4. 식각 조건에 따른 OLED 디바이스의 수명 곡선

### 감사의 글

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

### 참고 문헌

- [1] L.D. Wang, H.S. Kwok, "Pulsed laser deposition of organic thin film", Thin Solid Films, 363, pp 58-60, 2000.
- [2] Christophe Py, Marie D'Iorio, Ye Tao, John Stapledon, Paul Marshall, "A passive matrix addressed organic electroluminescent display using a stack of insulators as row separators", Synthetic Metal, 113, pp 155-159, 2000
- [3] Xinju yang, Yongxin Tand, Ming Yu, Qizong Qin, "Pulsed laser deposition of aluminum tris-8-hydroxy-quinline thin film", Thin Solid Films, 358, pp 187-190, 2000.