

Top emission Organic Light Emitting Diode을 위한 Parylene 보호층의 적용

최성훈, 이찬재*, 문대규*, 한정인*, 오명환

단국대학교, 전자부품연구원*

Application of Parylene Passivation for Top Emission Organic Light Emitting Diode

Sung-Hoon Choi, Chan-Jae Lee, Dae-Gyu Moon, Jeong-In Han, and Myung-Hwan Oh

Dankook Uni, KETII*

Abstract

Top emission OLED 소자의 안정성 위하여 Parylene을 보호층으로 적용하였다. 고분자화 방법을 이용하여 증착된 Parylene은 진공공정상온에서 증착가능하기 때문에 열에 의한 OLED 소자의 열화를 방지하며 높은 광투과율과 우수한 투습습성에 의하여 고효율 장수명을 OLED 소자에 적합하다. Parylene 5 μm 의 광투과율은 90 %이상 측정 되었으며 투습율은 0.4849 $\text{g}/\text{m}^2\text{day}$ 로 측정되었다. Parylene의 보호층로서의 영향을 살펴보기 위하여, 보호층이 형성된 소자와 보호층이 형성되지 않은 소자를 제작하여 대기중에서 그 특성을 측정 비교하였다. 두 제작된 top emission OLED 소자는 최대 휘도가 1000 cd/m^2 이상 측정되었으며, parylene 보호층 공정에 의한 소자의 구동 특성 변화는 나타나지 않았다. 대기중에서 초기휘도 200 cd/m^2 로 측정된 parylene 보호층이 형성된 소자는 수명이 5 이었고, 보호층이 형성되지 않는 소자의 수명에 비하여 2배 이상 증가하였다.

Key Words : top emission OLED, thin film passivation, 기상 고분자화

1. 서 론

최근 OLED는 저전압 구동, 자기 발광, 경량 박형, 광 시야각 그리고 빠른 응답속도 등의 장점을 가지고 있어서 LCD의 단점을 극복할 수 있는 가장 유력한 차세대 평판 디스플레이로서 주목을 받고 있으며 향후 급격한 성장을 이룩할 것으로 예상된다. [1]

한편, 저 소비전력과 고휘상도를 구현하기 위한 AMOLED (active-matrix OLED)는 박막 트랜지스터의 사용으로 인한 개구율 감소를 초래한다. 따라

서 기존의 전통적인 방식인 bottom emission 구조로부터 최근에는 top emission 방식에 관한 개발이 활발히 진행되고 있다. [2] 하지만 OLED 소자는 수분과 산소에 매우 취약한 특성을 보이고 있다. 따라서 OLED 소자를 보호하기 위해 Encapsulation이 필수적이다. 현재 Encapsulation 방법은 metal can과 glass를 이용한 방법이 사용되고 있지만 그 공정이 복잡하고, 소자의 무게를 무겁게 하여 대형화에 적합하지 않다. 이러한 Encapsulation 방법의 대안으로 박막형 보호층의 연구가 활발히 진행되어 지고 있다. [3][4]

본 논문에서는 고효율 장수명 top emission OLED 소자를 위한 보호층으로 parylene을 적용

하였다. Top emission OLED를 제작하기 위하여 Ca/Ag로 구성된 투명전극을 사용하였으며, Parylene은 기상 고분자화 방법으로 증착하였다. [5] Parylene의 보호층으로서의 영향을 살펴보기 위하여, 보호층이 없는 소자와 보호층이 있는 소자와의 구동 특성 및 수명을 살펴보았다.

2. 실험

2.1 Top emission OLED 제작

본 연구에서는 top emission OLED 소자를 제작하기 위하여 Ni을 스퍼터링 증착기를 이용하여 유리기판위에 150nm 두께로 증착 후 포토리소그라피 공정을 통하여 패터닝 하였다. Ni 금속 표면의 거칠기 및 소자의 효율 향상을 위하여 산소 플라즈마 처리를 3분 동안 표면 처리를 하였다.

유기물층의 구조는 정공 주입층으로 15nm 두께의 4,4',4"-tris[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]-triphenylamine (2-TNATA), 정공 수송층으로 35nm 두께의 N,N'-Diphenyl-4N,N'-bis(1-naphthalyl)benzidine (-NPD), 발광층으로 40nm의 tris(8-hydroxyquinoline)aluminum (Alq3) 에 1% 도핑된 coumarine 6 (C6), 정공 저지층으로 10nm 두께의 (BCP)?? 로 구성하였다. 음극은 Ca (10nm)와 Ag(10nm)의 투명 전극으로 구성하였다.

유기박막은 0.5 Å 증착속도로 증착하였고, 음극은 2-3 Å의 속도로 thermal evaerator를 이용하여 증착하였다.

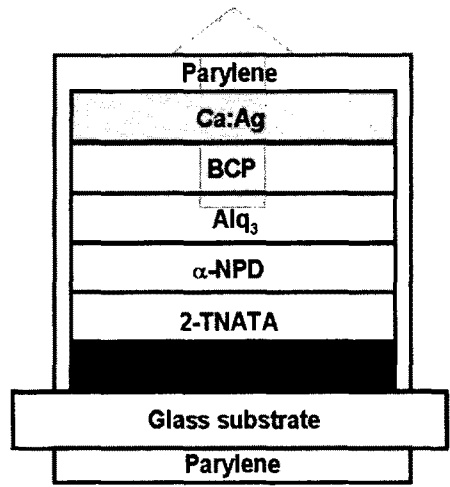
2.1 Parylene 보호층 형성

Parylene은 기상고분자 방법에 의하여 증착하였다. 그 공정을 살펴보면 고체상태의 parylene 다이머는 150 °C에서 승화된다. 승화된 다이머는 고온의 열분해부 (700 °C)에서 모노머로 분해된 다음 챔버안으로 유입되어 소자 표면에서 고분자를 형성하며 증착 된다.

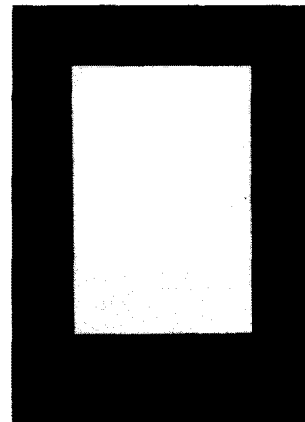
Parylene 보호층의 영향을 살펴보기 위하여, 동일한 소자 구조를 가진 두 개의 top emission OLED를 제작하여 한 개는 parylene 보호층을 형성하였으며 다른 하나는 parylene 보호층을 형성하지 않았다.

제작된 두개의 top emission OLED 소자는 Keithly 2400을 이용하여 전기적 특성과 수명을

측정 평가하였다.



(a)



(b)

그림 1. (a) 보호층이 형성된 제작된 top emission 소자 구조 (b) 제작된 소자 구동 사진

3. 결과 및 고찰

고효율의 top emission OLED 소자를 제작을 위해선 음극으로 사용된 Ca/Ag 투명 전극의 투과도와 보호층으로 사용된 parylene의 투과도도 매우 중요하다. 실제 Ca (10 nm)/Ag (10 nm)의 투명 전극의 투과도는 가시광선 영역에서 약 80% 이상으로 나타난다. 그림 2는 parylene 5 μm의 가시

광선 영역에서의 투과율을 나타낸다.

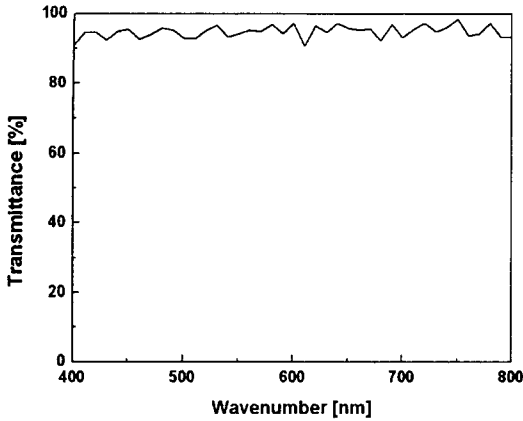


그림 2. Parylene 5 μm의 투과율.

가시광선 영역에서 parylene의 투과율은 90% 이상으로 매우 우수하였고 파장에 따른 투과율차이도 작은 것을 확인 할 수 있다. 따라서 top emission OLED 제작 시 큰 문제가 없을 것이라고 여겨진다.

그림 3은 보호층으로 사용된 parylene 두께의 투습율을 나타낸다. 일반적으로 OLED 소자는 수분과 산소에 매우 민감하여 소자의 열화를 일으킨다. 따라서 parylene의 투습 특성은 보호층의 평가 요소로서 가장 중요하다. 투습율을 측정하기 위하여 Polycarbonate(PC) 필름에 5 μm 두께의 parylene를 코팅하였으며 PC 필름과 MOCON test를 통하여 투습율을 비교하였다.

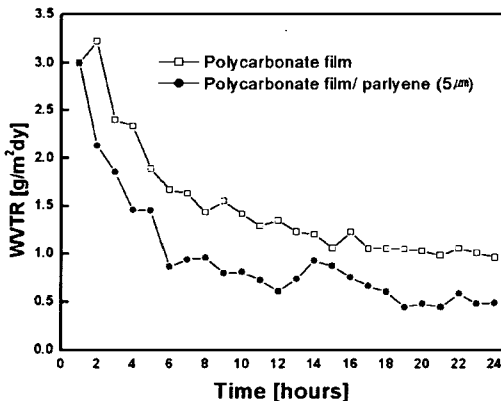
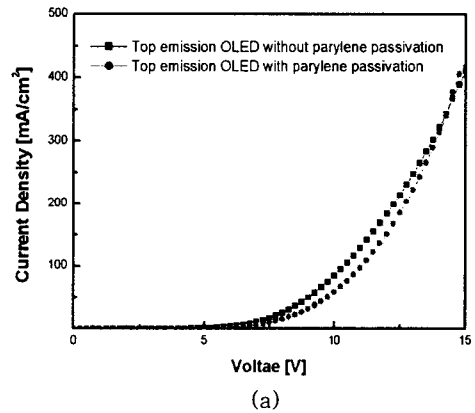


그림 3. Polycarbonate 필름과 Parylene 5 μm

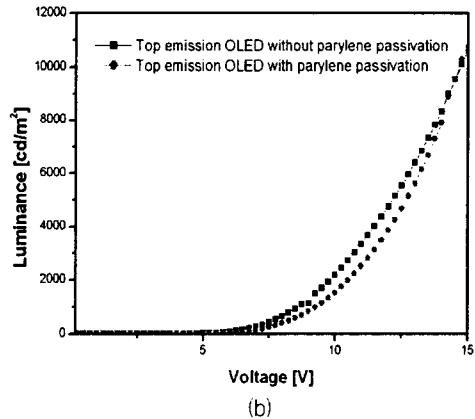
가 증착된 Polycarbonate 필름의 투습율

PC 필름의 투습율은 0.9594 g/m²day로 측정되었으며 parylene이 코팅된 PC 필름은 0.4849 g/m²day의 투습율이 측정되었다. 장수명의 OLED 소자를 위한 투습율에는 parylene 단일층으로는 아직 미치지 못하는 것을 보여준다.

그림 4은 top emission OLED 소자의 parylene 보호층 형성 후 소자의 전류-전압, 휘도-전압 특성을 비교하였다. Parylene 보호층 형성에 따른 소자의 I-V 특성은 변화가 나타나지 않았으며 L-V 특성도 변하지 않았다. 이는 Parylene 코팅 공정이 소자의 구동에 영향을 주지 않는 것을 의미하며, 소자 발광 시 parylene의 고 투과율 특성에 따라 보호층에 의한 휘도 감소가 나타나지 않았다.



(a)



(b)

그림 4. Top emission OLED 소자 특성 (a) 전류

밀도-전압 특성 (b) 휘도-전압 특성

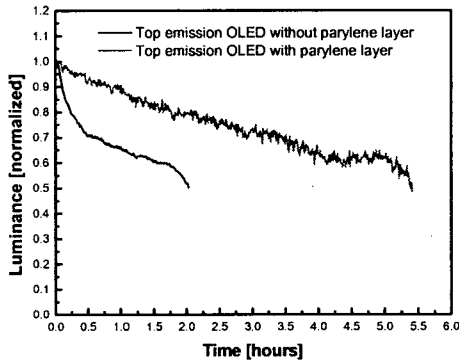


그림 5. Top emission OLED 소자의 수명 특성

그림 5는 top emission OLED 소자의 수명을 보여준다. 소자는 대기중에서 초기휘도 200 cd/m^2 에서 측정되었다. parylene 보호층 형성시 소자의 수명은 약 5시간 이상이고 보호층을 형성하지 않는 소자의 수명에 비하여 약 2배 정도 증가하였다.

4. 결론

본 논문에서는 고 효율, 장수명의 top emission OLED 소자를 제작하기 위하여 parylene을 보호층으로 사용하였다. 높은 광투과율과 우수한 투습 특성을 가진 parylene을 보호층으로 사용 할 경우, 소자의 전류밀도나 휘도에 영향을 주지 않으며, 수명은 보호층을 형성하지 않은 소자에 비하여 2배 정도 증가하였다. Parylene은 투습율 특성이 아직 미흡하지만 상온에서 진공공정으로 형성되기 때문에 열에 의한 소자의 열화를 방지하며 간단한 제작 공정을 가지고 있으므로 top emission OLED 소자의 보호층으로 적합하다고 여겨진다..

참고 문헌

- [1] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, "Organic Electroluminescent Diode" Appl. Phys. Lett, vol 51, p 913 (1987).
- [2] C. J. Lee, R. B. Pode, D. G. Moon, and J. I. Han, "Realization of an efficient top emitting organic light-emitting device

with novel electrode" Thin Solid Film, vol 467, p 201 (2004).

- [3] S. H. Kwon, S. Y. Paik, O. J. Kwon, and J. S. Yoo "Triple-layer passivation for longevity of polymer light-emitting diodes" Appl. Phys. Lett, vol 79, no 26, p 4450 (2001).
- [4] A. B. Chang, M. A. Rothman, S. Y. Mao, R. H. Hewitt, M. S. Weaver, J. A. Silvernail, M. Haek, J. J. Brown, X. Chu, L. Moro, T. Krajewski, and N. Rutherford "Thin film encapsulated flexible organic electroluminescent displays" Appl. Phys. Lett, vol 83, no 3, p 413 (2003).
- [5] C. J. Lee, D. G. Moon, and J. I. Han, SID 04 Digest, 1005 (2004).