

PMOLED의 수명향상을 위한 단일박막구조의 봉지기술에 관한 연구

기현철^{*1}, 김선훈^{*}, 김두근^{*}, 김효진^{*}, 김희종^{*}, 홍경진²

^{*}한국광기술원, ¹전남대학교 전기공학과, ²광주대학교

A Study on Improvement Lifetime of Passive Matrix Organic Light Emitting Diode using Single Layer Thin Film

Hyun-Chul Ki^{***}, Kim Sun-Hoon^{*}, Doo-Gun Kim^{*}, Hyo-Jin Kim^{*}, Hwe-Jong Kim^{*}, Kyung-Jin Hong^{**}

^{*}KOPTI, ^{**}ChonNam Univ. ^{***}Linkline INC., Kwang-Ju Univ.^{***}

Abstract : In the research, we have proposed a novel encapsulation with simple process and steady film for external environment in comparison with conventional encapsulation method. This was designed to cover the emitting organic material from air. Silicon Oxide was used for thin film of encapsulation and the deposition thickness of the organic film was 220 nm. Operating voltage of green OLED with encapsulation was 5.5 V and luminance was 7,370 cd/m² at the applied voltage of 14.5 V. Luminance was measured in 10 hour intervals at the air-exposed condition. After 110 hours and 300 hours, luminances of green OLED were 7,368 and 7,367 cd/m², respectively. Luminance of green OLED doesn't decrease until 300 hours. As a results, proposed encapsulation can increase the life time of green OLED.

Key Words : PMOLED, Single layer, Encapsulation

1. 서 론

현재까지 유기발광소자를 소형, 대형 디스플레이 및 조명용 광원으로 실용화 하는데 있어서 가장 큰 문제는 소자의 구동 수명문제를 해결해야 한다. 유기발광소자는 유기물을 증착하여 제작하기 때문에 대기 중의 수분 및 산소에 매우 민감하게 반응을 하게 된다. 유기발광소자가 수분이나 산소에 노출 되었을 경우 흑점을 유발하고, 발광 화소가 수축되는 등 소자의 수명이 단축되는 등의 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 유기발광소자를 제작 한 후 유리나 금속 캔을 사용하여 외부의 산소나 수분의 침투를 방지하기 위한 목적으로 봉지(Encapsulation)를 하게 된다. 그러나 이러한 유리나 금속 캔을 이용한 봉지 방법은 유기발광소자의 두께와 무게를 증가 시키고, 제작비용의 증가와 대면적화 하는데 있어서의 어려움 등이 발생하는 문제점이 있다. 상용화되어 있는 금속 캔(Metal can)을 이용한 수동형 방식의 유기발광소자는 규칙적인 선형 패턴을 가진 음극전극을 형성하고, 유기재료의 특성상 일반적으로 Wet etching 공정이 적용되기 어려운 점을 감안하여 ITO 양극전극위에 유기물을 적층하기에 앞서 Photo lithography를 이용한 음극분리 및 절연을 할 수 있는 벽을 형성하는 기술을 사용하고 있다. 유기물층과 음극전극을 절연벽의 형성 후에 연속적으로 증착하는 공정 때문에 별도의 음극 패턴을 형성하지 않아

공정이 간편하고 비용이 적게 된다. 이런 장점 때문에 수동형 유기발광소자에 많이 적용되고 있다.[1].

그러나 유기발광소자의 음극은 다양한 금속 재질이므로 경우에 따라 대기 중의 산소 및 수분에 의해 부식되기 쉽고, 유기물층은 산소와 수분에 반응을 하기도 한다. 각 박막 계면 사이의 접착력이 좋지 않기 때문에 구동전압 및 온도가 높을 경우 계면 전압 차이 및 서로 다른 열팽창 계수로 소자의 열화 현상이 심하게 나타나 수명이 급속하게 감소한다.[2].

본 연구에서는 일반적인 방법인 금속 캔을 이용한 봉지 방법과 다른 단일 박막 층을 이용한 봉지기술을 녹색유기발광소자에 적용하여 공기 중에 노출 후의 휘도를 측정하여 유기발광소자의 수명향상을 고찰하고자 하였다.

2. 실험

2.1. 단일 박막을 이용한 봉지 구조 설계

유기발광 다이오드의 봉지 방법으로 사용되는 무기박막의 재료로는 실리콘 다이옥사이드(SiO₂), 실리콘 나이트라이드(Si₃N₄), 알루미늄 트리옥사이드(Al₂O₃)등이 많이 사용된다. 본 논문에서는 Wet etching 과 Dry etching이 비교적 쉬운 SiO₂를 사용하였다. 실리콘 나이트라이드의 박막은 박막 밀도가 매우 높기 때문에 etching 공정시간이 길어짐에 따라 ITO의 손상을 주게 되는 문제점이 발생한다. 그림.1은 실리콘 다이옥사이드를 이용한 봉지방법의 공정

도이다. 먼저 ITO 기판위에 실리콘 다이옥사이드를 증착한 후, 감광액(Photo-resistor; LOF2035 (negative))을 도포하였다. ITO 패턴 마스크와 마스크 얼라이너(Mask aligner)를 이용하여 현상공정을 실시하였다. Reactive Ion Etching (RIE) 장비를 이용하여 SiO₂을 에칭 한 후 정공수송층, 발광층, 전자주입층, 음극을 증착 한 후 PR(Photo Resistor)위에 올려진 물질을 아세톤으로 제거 하였다.

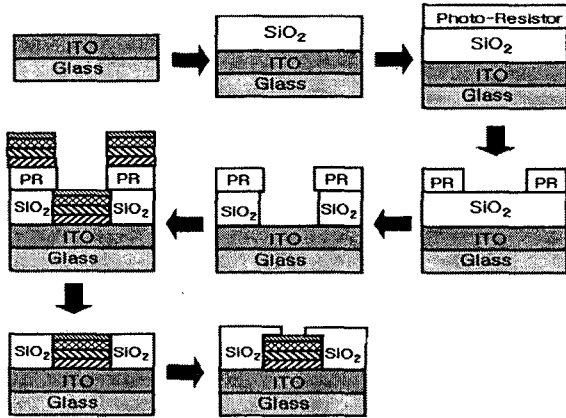
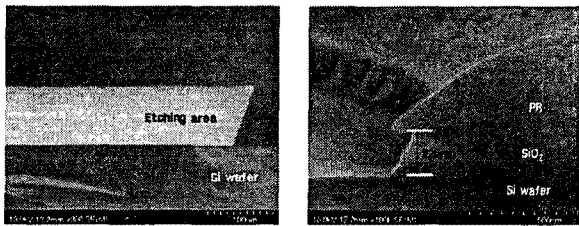


그림 1. 실리콘 다이옥사이드를 이용한 봉지 공정도.

3. 결과 및 고찰

RIE(Reactive ion etching)장비를 이용하여 실리콘 다이옥사이드 박막을 식각한 표면과 단면의 SEM 사진을 그림2에 나타냈다. 그림(a)는 유기물이 증착되어질 부분이며, 식각면적의 표면을 나타냈다. 그림(b)는 실리콘 다이옥사이드 식각되어진 단면사진이다. BOE를 이용하여 Photo-Resistor부분이 Under cut으로 형성한 것을 확인할 수 있었으며, 식각의 깊이도 실리콘 다이옥사이드의 두께인 220 nm에 정확하게 되어짐을 확인할 수 있었다. Under cut은 유기물 증착 시 유기물 증착부분의 빈 공간을 발생하지 않도록 함으로써 유기물을 완전 수분과 공기로부터 보호 할 수 있도록 하기 위한 것이다.



(a) SiO₂ 에칭 표면

(b) SiO₂에칭 단면

그림 2. SiO₂ 단일박막의 에칭 SEM.

제작되어진 소자는 300 시간 공기 중에 노출된 상태에서 10시간마다 전압-휘도 특성을 측정하였다. 그림 5.7

은 10시간 주기마다 제작된 소자의 전압-휘도 특성을 나타냈다. 300 시간이 경과 후, 휘도 특성은 7,367 cd/m²으로 소자의 초기 휘도에서 2 cd/m² 감소하였다. 300 시간이 경과 후에도 휘도의 변화가 없으므로 본 연구에서 제안된 단일 박막을 이용한 Encapsulation 방식은 유기발광소자의 수명향상을 할 수 있다고 판단된다.

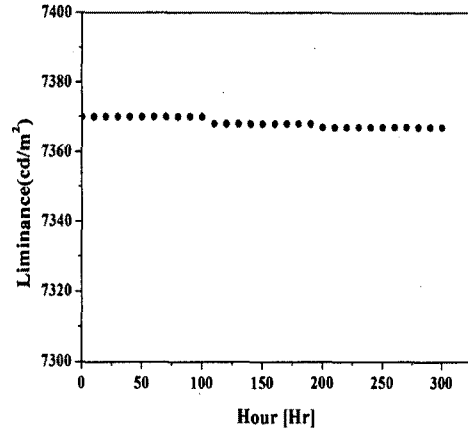


그림 3. 시간경과에 따른 녹색유기발광소자의 휘도변화.

4. 결론

긴수명의 녹색 유기발광소자를 개발에 있어서 봉지기술이 매우 중요하다. 현재 사용되는 봉지기술은 공정이 복잡하고, 공정단가가 높다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 본 논문에서는 단일 박막의 실리콘 다이옥사이드 박막을 제안하였다. 제작된 녹색유기발광다이오드 공기 중에 노출 후 10시간씩 300시간 휘도를 측정하였을 때 초기의 휘도 7,370 cd/m²는 110시간 경과 후 7,368 cd/m², 300 시간이 경과 후 7,367 cd/m²를 나타냈다. 300 시간이 경과 후에도 휘도의 변화가 없으므로 본 연구에서 제안된 단일 박막을 이용한 봉지방식은 유기발광소자의 수명향상을 할 수 있다고 판단된다.

참고 문헌

- [1] Yasunori Kijima, Nobutoshi Asai, Niriyuki Kishii, Shin-ichiro Tamura, "RGB luminescence from passive matrix organic LED's", IEE, Transactions of Electron Devices, Vol. 44, No. 8, P. 1222, 1997.
- [2] 김광호, 김훈, 김재경, 도이미, 한정민, 주병권, "경사증착법을 이용한 PM-OLED용 무기박막형 보호층 연구", KIEEME, Vol.16, No.9, p.812, 2003.