

전자 주입층 Li₂CO₃를 사용한 유기 발광 소자의 특성 변화에 대한 연구

목랑균, 장경욱*, 이호식**, 정동희***, 김태완

Rang Kyun Mok, Kyung Uk Jang*, Ho Sik Lee**, Dong Hoe Chung***, and Tae Wan Kim†

홍익대학교, 경원대학교*, 동신대학교**, 광운대학교***

Hongik University, Kyungwon University*, dongshin University**, Kwangwoon University***

Abstract : 유기 발광 소자에서 Li₂CO₃를 전자 주입층으로 사용하여 전류, 전압, 휘도 그리고 수명을 살펴 보았다. 전자 주입층을 사용함으로써 음전극과 전자 수송층 사이의 전자 주입의 에너지 장벽을 낮출 수 있다. 전자 주입층에 Ca, Mg, Li 등과 같은 낮은 일 함수의 금속을 사용하면, 음전극과 유기물층 사이의 효과적인 전자 주입을 도울 수 있다. 소자의 구조는 ITO/TPD(40nm)/Alq₃(60nm)/Li₂CO₃(xnm)/Al(100nm)으로 하였으며, Li₂CO₃의 두께를 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.2, 1.5nm로 변화시켜 소자를 제작하였다. Li₂CO₃의 박막 두께가 0.3nm일 때, 전자 주입층을 사용하지 않은 소자에 비하여 효율은 2.4배 증가하였고, 구동전압은 0.75V 낮아졌다.

Key Words : Orgnaic Light-Emitting Diodes, Li₂CO₃, electron injection layer

1. 서 론

유기 발광 소자에 대한 연구가 활발히 진행 됨에 따라서 구동 전압, 소비 전력, 발광 효율은 중요한 특성으로 간주되고 있다. 이 중 낮은 구동 전압과 발광 효율을 얻기 위하여 각 전극에서 전하 수송층으로의 원활한 전하 주입이 이루어 져야 한다. 이에 발광층으로 원활한 전하 주입을 도울 수 있는 전하 주입층에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 주로 LiF를 전자 주입층으로 하고 있다.

Hung 그룹에서는 기존의 음전극 Al을 사용하는 구조에서 전자 주입층으로 LiF를 사용하여, 유기 발광 소자의 전자 주입층의 효과를 설명하였다. 또한 Kido 그룹에서는 전자 전달층에 일함수가 낮은 Li를 도핑하여, 소자의 효율을 향상시켰다고 보고하였다. 최근에는 Carbonate 물질을 활용한 다양한 전자 주입층 물질이 발표되고 있다.

본 연구에서는 Li₂CO₃를 전자 주입층으로 사용하여 유기 발광 소자의 전기적 특성의 향상을 연구하였다. Li₂CO₃의 두께를 변화시켜 유기 발광 소자의 전류 밀도와 전류 효율을 비교하였다.

2. 결과 및 토의

유기 발광 소자에서 Li₂CO₃를 전자 주입층으로 사용하여 실험하였으며, 소자의 구조는 ITO/TPD(40nm)/Alq₃(60nm)/Li₂CO₃(xnm)/Al(100nm)이며, 정공 수송층은 TPD [N,N'-diphenyl-N,N'-di(m-tolyl)-benzidine], 그리고 발광층은 Alq₃ [tris-(8-hydroxyquinoline)aluminium]를 사용하였다. 양전극으로는 삼성 코닝사의 표면 저항이 약 10Ω/□인 것을 사용하였다. 음전극은 Aldrich사에서 구입한 순도 99.99%의 Al을 사용하였다. 소자의 크기는 20mm×20mm이며, 발광 면적은 3mm×5mm이다. 증착은 2×10⁻⁵ Torr의 진공도에서 하였고, 증착 속도는 유기물층은 0.5~1.0Å/s, Li₂CO₃를 0.2Å/s, 그리고 음전극은 0.5~5Å/s로 하였다. 전자 주입층으로 사용한 Li₂CO₃의 두께를 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.2, 1.5nm까지 열증착하였다. 전기적 그리고 광학적 특성은 실온에서 Keithley 236과 Keithley 617을 사용하여 측정하였고, 발광 스펙트럼은 Ocean Optics USB2000을 사용하여 측정하였다.

본 실험에서는 Li₂CO₃의 두께를 변화시켜 유기 발광 소자의 전류 밀도와 전류 효율을 측정하였다. Li₂CO₃를 0.3nm 증착한 소자가 전자 주입층을 삽입하지 않은 소자에 비하여 전류 효율은 2.4배 증가하였다. 이는 Li₂CO₃가 유기물과 음전극 사이에서 전자 주입의 에너지 장벽을 낮추어 전자의 주입 효율이 향상되었다. 또한 Fowler-Nordheim 식을 사용하여 소자내의 에너지 장벽을 계산한 결과 Li₂CO₃의 두께가 0.3nm일 때, 가장 낮은 에너지 장벽을 가졌다. 이로서 Li₂CO₃는 소자내의 에너지 장벽을 낮추어 전자의 주입을 도울수 있다.

참고 문헌

- [1] G. E. Jabbour, Y. Kawabe, S. E. Shaheen, Appl. Phys. Lett., 71, 1762, 1997.
- [2] L. S. Hung, C. W. Tang, and M. G. Mason, Appl. Phys. Lett., 70, 152, 1997.
- [3] J. Kido, T. Matusmoto, Appl. Phys. Lett., 73, 2866, 1998.

† 교신저자) 김태완, e-amil: taekim@hongik.ac.kr, Tel: 02-320-1626
주소: 서울시 마포구 상수동 72-1 홍익대학교 기초과학과