

주파수 변화에 따른 유기발광소자의 온도별 용량성분 특성

안준호, 신은철, 이은혜, 정용환, 장경욱*, 이원재*, 서대식**, 김태완
홍익대학교, 경원전문대학, 연세대학교

Properties of Capacitance components depending on Frequency in Organic Light-Emitting Diodes by Temperatures

Joon Ho Ahn, Eun Chul Shin, Eun Hye Lee, Yong Hwan Chung, Kyung-Uk Jang*, Won Jae Lee*, Dae Shik Seo**, and Tae Wan Kim
Hongik Univ., Kyungwon Col., Yonsei Univ.

Abstract : 유기발광소자의 주파수 응답 특성은 계면에서의 특성을 파악하는데 유용한 도구이다. 본 연구는 유기발광소자의 재료로 널리 알려진 Alq₃를 이용하여 소자를 제작한 후, 주파수 응답 특성을 이용하여 Alq₃의 등가회로를 해석하였다. 또 온도에 따른 용량성분을 분석하여 Alq₃에 인가된 전압에 따라 용량성분의 변화를 살펴보았다. 용량성분의 변화는 낮은 주파수 영역에서는 나타나지 않다가, 높은 주파수 영역에서 온도에 따라 미묘하게 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 낮은 주파수 영역에서 높은 주파수 영역으로 변화하면서 소자 내의 주된 성분이 저항성분에서 용량성분으로 변화하는 것을 의미하며, 높은 주파수에서 온도에 따른 용량성분의 변화를 찾을 수 있었다.

Key Words : Organic Light-Emitting Diodes, Frequency, Capacitance component, Temperature

1. 서 론

1987년 C.W. Tang과 Van Slyke가 저분자 Alq₃를 이용한 녹색 발광을 구현한 이후[1], 1990년 Friend 등이 고분자 PPV를 이용한 고분자 유기발광소자를 개발함으로써 대중적인 디스플레이 소자로서 각광을 받기 시작하였다.

유기발광소자는 소자의 특성 상 자체발광으로 인하여 높은 효율의 발광 특성을 가지고 있으나, 그에 비해 짧은 수명과 쉬운 열화 특성으로 인하여 쉽게 상용화되지 못하고 있다. 이는 소자의 기본적인 물성을 연구하는 것이 필요하다.

I.D. Parker[2] 등은 음전극 변화에 따른 DC에 따른 전압-전류 특성을 살펴보면, 에너지 장벽에 따라 주캐리어와 부캐리어로 나누어 설명하였고 터널링 모델을 이용하여 전기전도특성을 연구하였다.

또한 Sudipto Roy[3] 등은 유기발광소자에서 유기물 층을 각각 저항성분과 용량성분으로 나누어 해석하고, 이에 대한 등가회로를 제시하였다. 그리고 J Pospisil[4] 등은 실험을 통하여 유기발광소자의 유기물 층이 주파수와 인가 전압에 따라 합성 임피던스의 구성 성분이 달라진다는 것을 발표하였다.

임피던스 분석은 소자의 전기적 특성 해석에 대한 기초적인 정보를 제공한다. 소자에 대한 DC의 전류-전압 특성은 소자의 저항에 관한 정보를 알 수 있고, ac 전압-전류 특성은 인가 전압에 대한 저항성과 용량성 특성을 알 수 있다.

따라서 높은 효율과 수명을 가지는 유기발광소자의 개발을 위해서는 적절한 전기전도 모형이 반드시 필요하고, 이에 대한 등가회로 분석을 통해 유기물 내부와 계면에서의 거동을 파악하는 것이 매우 중요하다.

본 연구에서는 ITO/Alq₃/Al구조의 유기발광소자를 제작하여 Alq₃의 등가회로를 통한 벌크와 계면에서의 저항성분과 용량성분과 용량성분의 온도에 따른 변화를 살펴보았다.

2. 실험

본 실험에서는 양극으로 ITO를 사용하였고, 음극으로 Al를 사용하여 소자의 구조를 ITO/Alq₃/Al으로 진공도 5×10^{-6} Torr로 열증착하여 제작하였다. 소자의 전류 전압 특성은 Keithley 236 sourcemeasure unit, 617 electrometer 그리고 Si-photo diode를 이용하여 측정하였고, 임피던스 분석은 Agilent 4294A precision impedance analyzer를 이용하였다.

임피던스 분석은 전압 의존성, 주파수 의존성과 함께 온도 의존성을 중심으로 분석하였다.

주파수 의존성을 알아보기 위하여 주파수를 각각 100Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz로 고정하고, 전압의 측정 범위를 -6 ~ 12V까지 변화시키면서 측정하였다.

전압 의존성을 알아보기 위하여 바이어스 전압은 -4, -2, 0, 2, 4, 8, 12V로 인가하면서, 각각의 인가 전압에서 주파수를 40Hz ~ 100MHz로 변화시키면서 측정하였고, 교류 진폭은 100mV로 일정하게 유지하였다.

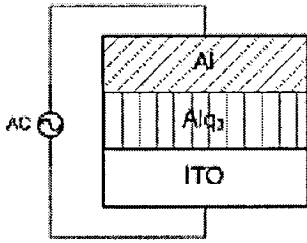
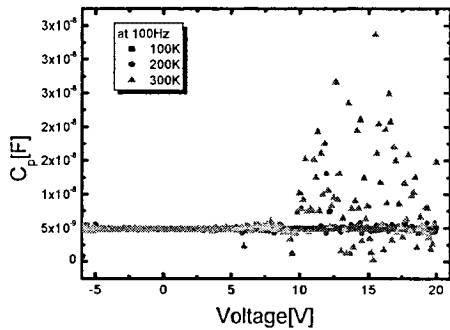


그림 1. X 선 회절 패턴.

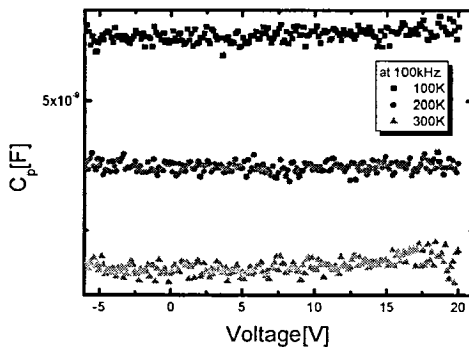
3. 결과 및 고찰

그림 1은 유기발광소자의 구조를 나타낸 그림이다. Alq3는 녹색발광물질로서 유기발광소자로서 가장 널리 알려진 물질이다. 본 연구에서는 DC가 아닌 AC를 소자에 안가하여 그에 따른 주파수 응답 특성을 살펴보고, Alq3의 두께는 60nm로 하였다.

그림 2는 각각 100 Hz 및 100 kHz 일 때, 전압의 변화에 따른 온도별 용량성분에 관한 결과이다.



(a)



(b)

그림 2. 온도별 전압에 따른 용량성분.

그림 2의 (a)에서는 온도의 변화에 관계없이 일정한 용량성분을 나타내는 것을 볼 수 있었으나, (b)에서는 온도가 증가함에 따라 용량성분이 감소하는 것을 볼 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 ITO/Alq3/Al 구조의 유기발광소자의 온도 변화에 따른 용량성분의 변화를 살펴보았다. 온도가 증가함에 따라 용량성분이 감소하는 것을 알 수 있었으며, 향후 추가 연구를 통해 유기박막트랜지스터 등 유기반도체 분야에서 활용될 수 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] C.W. Tang and S.A. VanSlyke, "Organic Electroluminescent Diodes", Appl. Phys. Lett, Vol. 51, p.913, 1987.
- [2] I.D. Parker, "Carrier Tunneling and device characteristics in polymer light-emitting diodes", J. Appl. Phys., Vol.75, No.3, pp.1656, 1994.
- [3] Sudipto Roy, S. Kundu, S.K. Roy, Amlan J Pal, "Impedance characteristics of layer-by-layer electrostatic self-assembled films of evans blue", Materials Chemistry and Physics, Vol.77, pp.784, 2002.
- [4] J. Pospisil, J. Honskus, J. Fahrnich, P. Hlidek, P. Toman, "Optical and electrical properties of poly(p-phenylene vinylene) light emitting diodes", J. Luminescence, Vol.72, p.522, pp.522, 1997.