

유기 발광 다이오드의 유전분극에 관한 연구

오용철, 정동화, 신철기*, 김진사, 김기준**, 김상진**, 김충혁, 김태원***
 광운대학교, *부천대학, **시립인천전문대학, ***홍익대학교

A Study on the Dielectric Polarization of Organic Light-Emitting Diodes

Y-C Oh, D-H Chung, C-G Shin*, J-S Kim, K-J Kim**, S-J Kim**, C-H Kim, T-W Kim***
 Kwangwoon Univ., *Bucheon College, **Incheon City College, ***Hongick Univ.

Abstract : We have investigated dielectric polarization in organic light-emitting diodes using 8-hydroxyquinoline aluminum(Alq_3) as an electron transport and emissive material. We analyzed the dielectric polarization of organic light emitting diodes using impedance. Impedance characteristics was measured complex impedance Z and phase θ in the frequency range of 40Hz to 10^8 Hz. We obtained dielectric constant and loss tangent ($\tan \delta$) of the device. From these analyses, we are able to interpret a dielectric dispersion and dielectric absorption contributed by an interfacial and orientational polarization.

Key Words : OLED, Dielectric, Polarization, Alq_3

1. 서론

유전체란 어떤 물체에 정전계를 인가하였을 때 유전 분극 현상이 일어나는 물질을 말한다. 이러한 유전분극현상은 유전체 내의 분극특성과 전기전도특성을 보여주는데, 분극 특성은 유전체 내의 고유한 분자구조에 따른 주파수 특성을 보여주게 되고, 이는 전기 전도 특성에 중요한 영향을 끼치게 된다. 따라서 유기 발광 소자의 기초 물성 및 전기전도 메커니즘에 대한 연구의 필요성이 대두되었고, 임피던스 분석을 통해 유기발광 소자의 전기 전도 특성과 주파수 의존성을 살펴볼 수 있었다[1]-[3].

본 연구에서는 ITO/ Alq_3 /Al 구조에서 대표적인 녹색 발광 유기물인 Alq_3 의 바이어스 전압에 따른 전기 전도도와 유전 특성을 고찰하였다.

2. 실험

본 연구에서 사용된 소자는 ITO/ Alq_3 /Al 구조로 bias 전압과 온도에 따른 유전 분극 현상을 연구하기 위하여 발광층으로 사용된 Alq_3 의 두께를 각각 150, 60 nm로 제작하였다.

본 연구에서는 유기 발광 다이오드의 물성적 규명을 위하여 bias 전압에 따른 관찰에서는 발광층의 두께를 전압 인가에 따른 파괴를 고려하였으며 온도 변화에 따른 유전 분극 현상을 관찰하기 위해서 녹색 발광층 Alq_3 의 두께를 최소화한 60 nm로 소자를 제작하였다.

Alq_3 와 Al은 베이스 압력 5×10^{-6} torr의 진공도에서 각각 열 증착시켰다. 발광 면적은 ITO 너비(5 mm)와 음극 너비(3 mm)의 곱으로 15 mm²이다.

Cathode로 사용된 Al은 pellet 타입으로 텅스텐 보트에서 두께는 150nm, 폭 3mm로 열 증착 하였다.

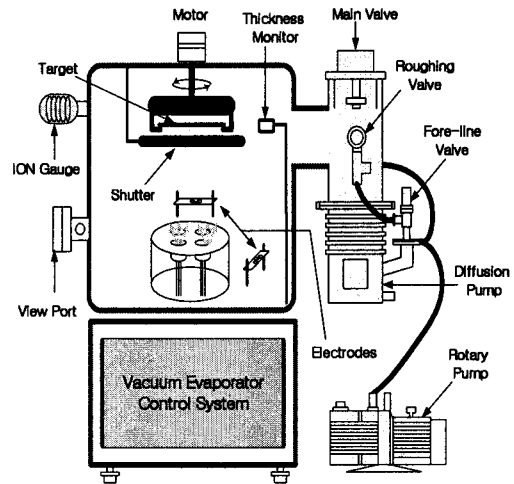
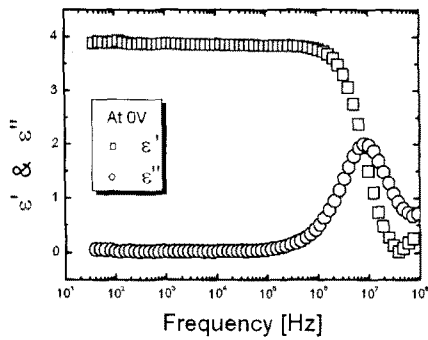


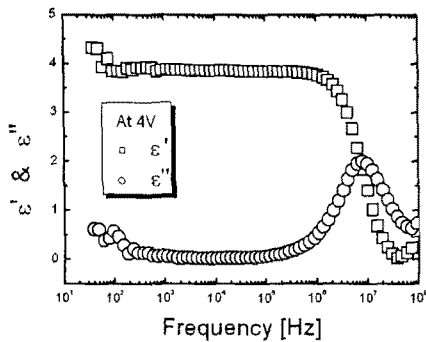
그림 1. 진공 열 증착 장치의 개략도.

3. 결과 및 검토

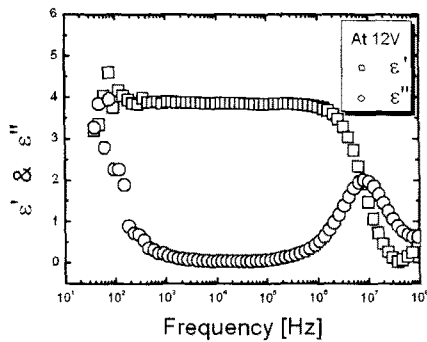
바이어스 전압이 증가함에 따라서 10^5 Hz 이상의 주파수에서 비유전율 ϵ_r' 이 서서히 감소하다가 5×10^5 Hz에서부터 급격히 감소하는데 이를 유전 분산이라 한다. 이 주파수 범위에서는 발광물질 Alq_3 내의 쌍극자들이 인가전계에 따라 분산이 일어나는 것으로 생각할 수 있다. 일반적으로 10^2 Hz이하의 주파수 범위에서 일어나는 계면 분극의 영향과 일치하는 모습이 그림 2에서 보인다. 고주파 영역에서는 무극성 분자(nonpolar molecule)들이 정전계의 영향에 의해서 전계 방향으로 배향하게 되는 배향 분극에 의해서 높은 전기 전도도를 예측 할 수 있다.



(a) at 0V

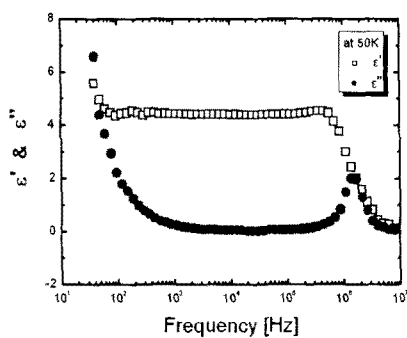


(b) at 4V

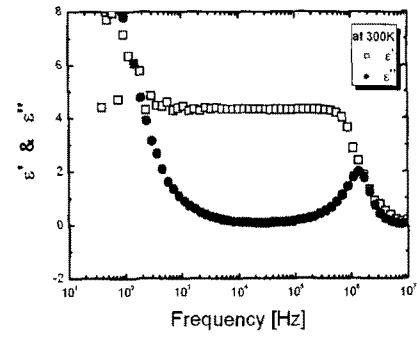


(c) at 12V

그림 2. Alq₃(150nm)의 바이어스 전압에 따른 유전 분산.



(a) at 50K



(b) at 300K

그림 3. Alq₃(60nm)의 온도에 따른 유전 분산.

그림 3에서는 온도가 높을수록 낮은 주파수 영역에서 피크가 높은 주파수 영역으로 이동하는 것을 볼 수 있다. 이는 계면 분극에 의한 현상으로 온도 증가에 따라서 전하주입 확률이 높아지는 것으로 예상할 수 있다. 또 1.5×10^6 Hz 부근에서 나타난 피크는 배향 분극에 의한 유전 흡수로 온도의 변화에 대한 영향 없이 대부분 같은 주파수에서 나타나는 것을 볼 수 있다.

4. 결론

- 100 Hz 이하의 주파수 범위에서 계면 분극의 현상이 나타나는 것으로 사료되며, 100 Hz ~ 10^7 Hz의 범위에서는 배향분극이 나타남을 확인할 수 있었다.
- 주파수 증가에 따른 유전율은 10^6 Hz 이상에서 유전완화 현상이 나타남을 알 수 있었다.
- 온도 변화에 따른 발광 물질 Alq₃의 쌍극자 배향 분극에 의한 유전 흡수는 주파수의 변화에 무관하며, 낮은 주파수 영역에서 나타나는 계면 분극에 의한 유전 분산과 흡수는 온도가 증가 할수록 높은 주파수 영역으로 이동되는 것을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] J. H. Burroughes, D. D. C. Bradley, A. R. Brown, R. N. Marks, K. Mackay, R. H. Friend, P. I. Burn, and A. B. Holmes, "Light emitting diodes based on conjugated polymers", Nature, Vol. 347, pp. 539-541, 1990. Cailiao Xuebao, J. Inorg. Mater. Vol 12, p. 231, 1997.
- [2] S. K. Kim, D. H. Chung, H. S. Lee, H. N. Cho, J. W. Park, J. W. Hong, and T. W. Kim, "Temperature dependent electrical properties in ITO/Alq₃/Al organic light-emitting diodes", Synth Metals, Vol. 137, pp. 1041-1042. 2003.
- [3] Yong-Cheul Oh, Joon-Ung Lee, "Dielectric Properties Depending on Bias Voltage in Organic Light-Emitting Diodes.", J. KIEEME, Vol. 18, No. 11, 2005.