

Alq₃를 이용한 유기 발광 소자의 주파수에 변화에 따른 유전 특성

오용철^a, 이동규, 정동희, 이호식^{*}, 박건호^{**}, 김태완^{*}, 이준웅

Dielectric Properties depending on Frequency in Organic Light-emitting Diodes using Alq₃

(Y. C. Oh^a, D. K. Lee, D. H. Chung, H. S. Lee^{*}, G. H. Park^{**}, T. W. Kim^{*} and J. U. Lee)
Kwangwoon Univ. ^{*}Hongick Univ. ^{**}ChungKang College

Abstract

We have investigated dielectric properties depending on frequency in organic light-emitting diodes using 8-hydroxyquinoline aluminum (Alq₃) as an electron transport and emissive material. We analyzed the dielectric properties of organic light-emitting diodes using impedance of characteristics. Impedance characteristics was measured complex impedance Z and phase θ in the frequency range of 40 Hz to 10⁸ Hz. We obtained complex electrical conductivity, dielectric constant, and loss tangent ($\tan\delta$) of the device at room temperature. From these analyses, we are able to interpret a conduction mechanism and dielectric properties contributed by an interfacial and orientational polarization.

Key Words : Organic light-emitting diodes, Alq₃, Dielectric loss tangent ($\tan\delta$), Polarization

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/Alq₃/Al 구조에서 대표적인 녹색 발광 유기물인 Alq₃의 바이어스 전압에 따른 전기 전도도와 유전 특성을 고찰하였다.

2. 실험

유기 발광 소자의 유전 특성을 연구하기 위하여 ITO(170 nm)/Alq₃(150 nm)/Al(150 nm)의 구조로 소자를 제작하였다.

Alq₃와 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.

3. 결과 및 고찰

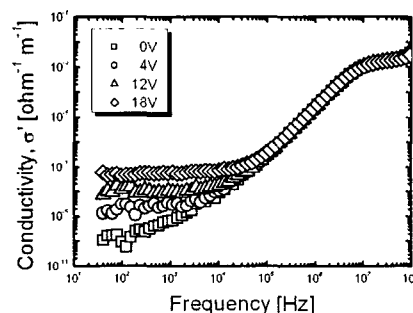


그림 1. ITO/Alq₃(150 nm)/Al 소자의 바이어스 전압에 따른 실수부 전기 전도도.

Fig. 1. Real part of electrical conductivity of ITO/Alq₃(150 nm)/Al devices with a varied bias voltage.

그림 1은 0 V, 4 V, 12 V 그리고 18 V의 바이어스 전압 변화에 따라 주파수 의존에 대한 전기 전도도를 보인 것으로 저주파 영역에서는 물질간의 접촉에 의해 생기는 계면의 영향에 따른 것으로 전기 전도도가 주파수 증가에 대해 작은 상승을 보인다. 그러나 고주파 영역에서는 무극성 분자(nonpolar molecule)들이 정전계의 영향에 의해서 전계 방향으로 배향하게 되는 배향 분극에 의해서 높은 전기 전도도를 예측 할 수 있다. 이후에 다시 전도도가 서서히 증가하는 것은 유전 분산에 의한 진행으로 사료된다.

그림 2는 0 V, 4 V, 12 V 그리고 18 V의 바이어스 전압과 주파수에 따라 도시한 것이다. 바이어스 전압이 높아질수록 저주파 영역에서 유전 손실이 큰 peak를 보인

다. 또한 고주파 영역에서는 배향분극에 의한 유전 분산과 흡수가 보인다.

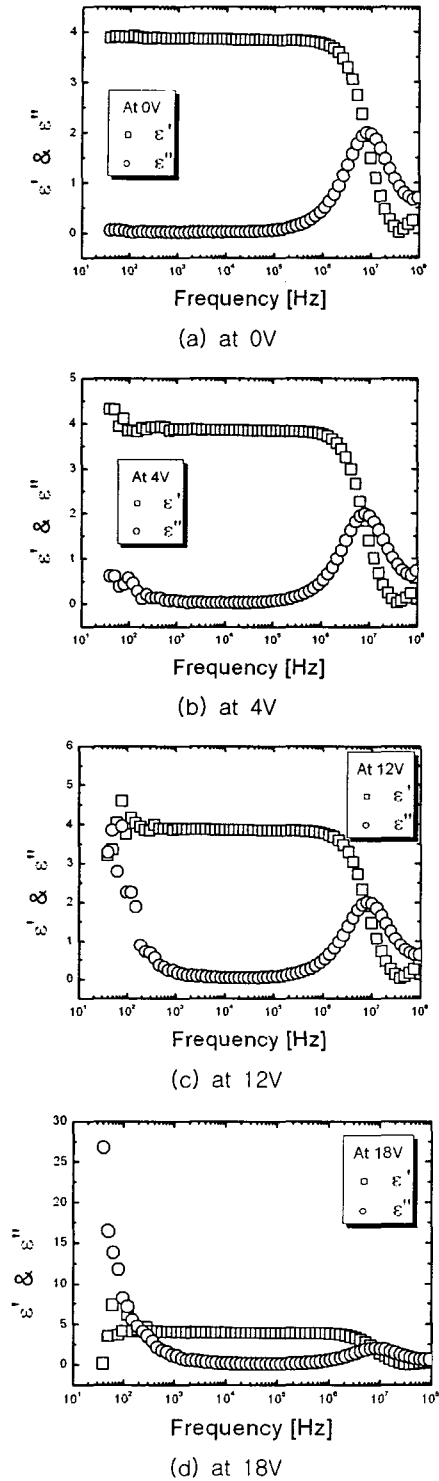


그림 2. ITO/Alq₃(150 nm)/Al 소자의 바이어스 전압에 따른 실수부와 허수부 유전율.

Fig. 2. Real and imaginary part dielectric permittivity of ITO/Alq₃(150 nm)/Al device with a varied bias voltage.

4. 결론

1. 주파수와 바이어스 전압에 따른 전기 전도도는 10^6 Hz 이상에서는 배향분극에 의한 유전 분산이 나타남을 알 수 있었다.
2. 100 Hz 이하의 주파수 범위에서 계면 분극의 현상이 나타나는 것으로 사료되며, 100 Hz ~ 10^7 Hz의 범위에서는 배향분극이 나타남을 확인할 수 있었다.
3. 바이어스 전압과 주파수 증가에 따른 유전율은 10^6 Hz 이상에서 유전완화 현상이 나타남을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] D.-H. Chung and J.-U. Lee, "Electrical conduction mechanism in ITO/Alq₃/Al organic light-emitting diodes", Trans. EEM, Vol. 5, No. 1, p. 24, 2004.
- [2] D.-G. Lee and J.-U. Lee, "Dynamic response of organic light-emitting diodes in ITO/Alq₃/Al structure", Trans. EEM, Vol. 6, No. 3, p. 115, 2005.
- [3] E. Barsoukov and J. Ross Macdonald, "Impedance Spectroscopy—Theory, Experiment, and Applications", 2nd Eds, Wiley Inter-science, p. 8, 2005.