

Light Emission Characteristics of π -Conjugated Organic Nanoparticles

Mi Suk Kim, Dong Hyuk Park, and Jin Soo Joo*

Dae-Chul, Jeong Yong Kim*

Department of Physics and Hybrid Nanostructure Research Lab,

Korea University, Seoul 136-713, Korea.

Department of Physics, University of Incheon

Abstract

π -Conjugated poly (2-methoxy-5-(2'-ethyl-hexyloxy)-*p*-phenylene vinylene) (MEH-PPV) and tris(8-hydroxyquinolino)-aluminum (Alq₃) nanoparticles were fabricated through a simple reprecipitation method. We confirmed the formation of nanoparticles by using the scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM), and high-resolution transmission electron microscopy (HR-TEM) images. The photoluminescence (PL) of the nanoparticles were measured through a home-made laser confocal microscope combined with atomic force microscope (AFM). The PL peak of the MEH-PPV single nanoparticle was observed at ~580nm.

1. 서론

최근 새로운 전기적, 자기적, 광학적 특징들 때문에 무기 나노구조 물질들과 섞은 나노와이어^{[1],[2]}, 나노스케일의 폴리머 필름, 나노튜브, 나노입자^{[3],[4]} 등과 같은 나노구조를 갖는 물질들의 제조에 대한 많은 관심과 연구가 진행되고 있다. 이러한 나노구조를 갖는 시스템들은 태양전지^[5], 나노센서^[6], 유기발광소자 등에 유망한 응용성을 보여주고 있다. 그럼에도 불구하고 나노입자 한 개의 유기발광 특성에 대한 연구가 보고되지 않았다.

본 연구에서는 나노입자 한 개의 발광특성을 원자력 현미경 (Atomic Force Microscope AFM)이 장착된 공초점 레이저 현미경 (Laser Confocal Microscope)을 통해 연구하였다. π -공액 고분자 나노입자를 주사전자현미경 (Scanning Electron Microscopy SEM), 투과전자현미경 (Transmission Electron Microscopy TEM), 고분해능 투과전자현미경 (High-Resolution Transmission Electron Microscopy HR-TEM)으로 그 이미지를 확인하였다. π -공액 고분자의 구조와 광학적 특성을 자외선 및 가시광선 흡수 (UV/Vis absorbance), 라만 분광 (Raman), 광발광 분광 (PL), X-선 회절 등의 스펙트럼을 통해 확인하였다.

2. 샘플 제작 및 측정.

π -공액 고분자 나노입자들은 재침전 방법 (reprecipitation method)를 통해 제조하였다^[7]. 고분자들은 각각 1 mg ml⁻¹의 농도로 tetrahydrofuran (THF) 용액에 넣어 교반기를 사용하여 용해시켰다. THF

용액에 용해된 poly (2-methoxy-5-(2'-ethyl-hexyloxy)-*p*-phenylene vinylene) (MEH-PPV)와 tris(8-hydroxyquinolino)-aluminum (Alq₃)는 증류수 (Deionized water)에 재빨리 넣어주었다.

본 연구에서는 주사전자현미경 (FE-SEM, JEOL KSM-5200)과 고분해능 투과전자현미경 (HR-TEM, JEOL, JEM-3010)을 통해 폴리머 나노입자의 구조를 관찰하였다. 많은 나노입자들이 형성된 수용액의 광발광 특성을 증류수를 용매로 상온에서 측정하였다. 나노입자 한 개의 이미지와 광발광 특성은 자체 제작한 공초점 레이저 현미경 (laser confocal microscope LCM)으로 광발광 이미지와 스펙트럼을 얻었다. π -공액 고분자 나노입자에 도달하는 레이저 세기는 35 μ W이고, 1 초동안 조사하여 측정하였다.

3. 측정결과

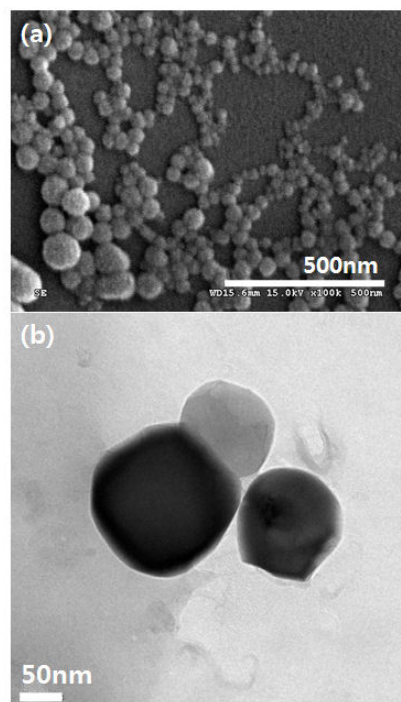


그림 1 (a) MEH-PPV 나노입자의 SEM 이미지, (b) Alq₃ 나노입자의 TEM 이미지.

그림 1 은 MEH-PPV 와 Alq₃ 나노입자의 SEM 과 HR-TEM 이미지를 보여준다. 콜로이드 π -공액 고분자 나노입자들은 증류수를 증발시킨 후 기판에 흡착시켜서 관찰하였다. 폴리머 나노입자들의 크기는 수 십 nm ~ 100nm 정도의 분포로 나타났다.

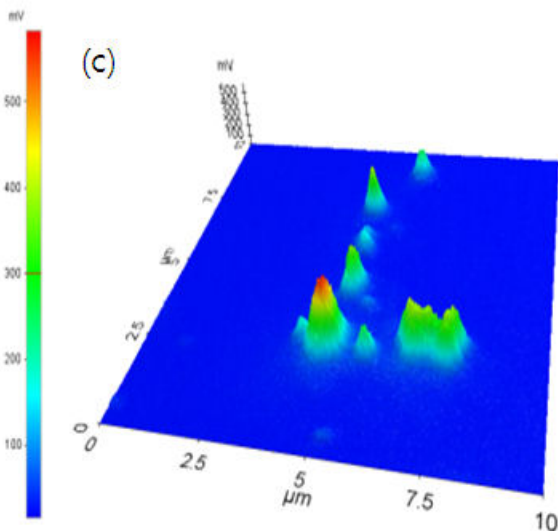
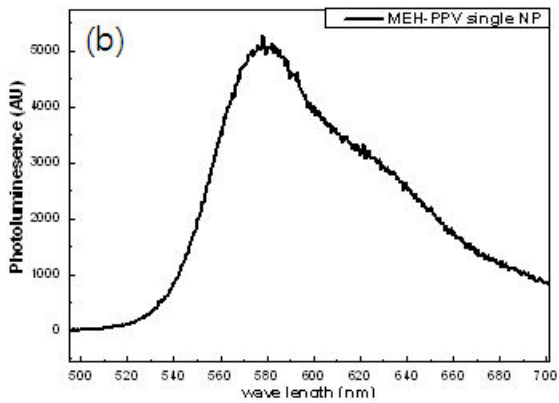
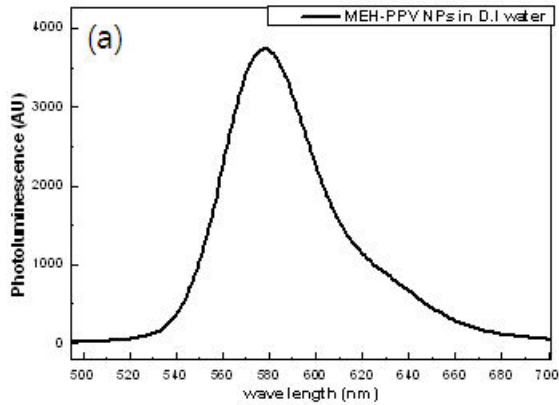


그림 2 MEH-PPV 나노입자 (a) 서스펜션 수용액 상태에서의 광발광 특성, (b) 한 개의 공초점 레이저 현미경을 이용한 광발광 특성 및 (c) 광발광 이미지.

그림 2(a)는 MEH-PPV 나노입자의 광발광 특성 스펙트럼을 증류수를 용매로 하여 측정된 결과이다. 나노입자 서스펜션 수용액 상태에서의 광발광 스펙트럼은 약 590nm 에서의 가장 큰 세기의 피크가 나타났다. 이 피크의 위치는 이미 보고된^[7] 박막상태의 MEH-PPV 고유의 피크와 일치한다. 그림 2(b)는 나노입자 한 개의 광발광 특성을 공초점 레이저 현미경을 통해서 얻은 스펙트럼이다. 입자 하나의 광발광 특성은 약 575nm 에서 가장 큰 세기의 피크가 측정되었다. 광발광 스펙트럼 피크의 반치폭 (full width at half maximum FWHM)을 비교하면, 나노입자 서스펜션 수용액 상태에서의 광발광 스펙트럼 피크의 반치폭이 입자 한 개의 스펙트럼 피크의 반치폭보다 넓다. 그림 2(c)는 공초점 레이저 현미경을 각각의 나노입자들의 광발광 이미지이다. 광발광 이미지를 통해서 측정된 MEH-PPV 나노입자 한 개의 피크의 세기는 약 500mV 로 측정되었다. 이 값은 기존의 발광 고분자에서 측정된 값보다 상대적으로 큰 세기를 보여주고 있다^[1].

4. 결론

요약하면, 본 연구는 MEH-PPV 와 Alq₃ 고분자 나노입자를 재침전 방법을 이용하여 제조하였다. 나노입자의 구조를 주사전자현미경과 투과전자현미경을 통해서 관찰하였고, 서스펜션 수용액 상태의 많은 양의 나노입자와 공초점 레이저 현미경을 이용한 나노입자 한 개의 광발광 특성을 비교하여 π -공액 고분자 나노입자 하나의 스펙트럼 피크의 반치폭이 넓어지는 현상을 관찰하였다.

참고문헌

- [1] J. Joo, D. H. Park, M.-Y. Jeong, et al., *Advanced Materials*, Vol. 19, p. 2824 (2007) IF(2006)=7.896
- [2] J. N. Coleman, U. Khan, Y. K. Gun'ko, *Advanced Materials*, 18, Issue 6 (2006) 689
- [3] Sangsun Yang, Ji-Hyun Yi, Soonil Son, Jungho Jang, et al., *Appl. Phys. Lett.* 83, 4842 (2003)
- [4] Peter V. Pikhitsa, Mansoo Choi, Sangsun Yang, Jae-Young Kim, et al., *Appl. Phys. Lett.* 90, 163106 (2007)
- [5] Zhan'ao Tan, Rupei Tang, Erjun Zhou, et al., *Journal of Applied Polymer Science*, 107 Issue 1(2008) 514
- [6] N. Ferrer-Anglada, M. Kaempgen, S. Roth, *physica status solidi (b)*, 243 Issue 13(2006) 3519
- [7] F Kong, Y M Sun, et al., *Nanotechnology* 18 (2007) 265707