

# Rubrene를 이용한 Spintronic Device의 특성 연구

박소라<sup>1\*</sup>, 석재권<sup>2</sup>, 전일근<sup>1</sup>, 임성일<sup>1</sup>, 홍종일<sup>3</sup>, 이재용<sup>1</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 물리학과

<sup>2</sup>한국과학기술연구원 특성분석센터

<sup>3</sup>연세대학교 신소재공학과

## 1. 서론

Spintronic은 앞으로 electronic의 새로운 패러다임으로서 정보를 저장하고 수행하는 능력을 확장시켜줄 것이다. 일반적인 spintronics device인 spin valve는 비자성인 spin-transporting spacer로 분리된 두 개의 자성 층을 가진다. 이 때 두 개의 자성 층은 서로 다른 coercivity를 가진다. 본 실험에서는 spin-transporting spacer로 유기물 반도체를 이용하였다. 이는, 기존의 spintronics에서 많이 이용되는 반도체에 비하여, 약한 spin-orbit coupling과 약한 hyperfine interaction 때문에 유기물 반도체에서 스핀은 long lifetime을 가진다고 알려졌기 때문이다. spin valve에 전류가 흐를 때, 아래 층과 위 층의 자기모멘트가 parallel이냐 antiparallel이냐에 따라 다른 MR (Magnetoresistance)를 가지게 되는데, parallel일 때를 On, antiparallel일 때를 Off로 정하여 정보를 저장할 수 있게 된다.

앞으로 spintronic을 이용하여 electronic보다 확장된 기능을 가진 device들이 나오게 될 것이다. 이를 위해 알맞은 material을 찾고, 알맞은 조건의 device를 만들기 위한 기초적인 실험을 수행하였다.

## 2. 실험방법

spin valve 구조를 만들기 위해 아래 층에 Co, 위 층에 Py(Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>)를 이용하였으며, 각각의 자성 층은 e-beam evaporation으로 성장시켰다. silicon 기판 위에 Co를 성장시킨 뒤에 thermal evaporation을 이용하여 유기물 반도체를 증착 시키고, 그 위에 AlOx를 증착 한다. 얇은 AlOx layer는 metal/organic interface의 화학적 reaction을 방지하고, 효과적인 spin-polarized carrier injection을 돕기 위해 사용되었다.

## 3. 실험결과 및 고찰

본 연구에서는 첫째로 상온에서 작동하는 spin valve를 구현하기 위하여 다양한 유기물 반도체(pentacene, alq<sub>3</sub>, rubrene)를 spin transporting로 사용하였다. 각각의 유기물 반도체는 spin lifetime, mobility 등에서 다른 특성을 가진다. rubrene을 이용한 spin valve에서 MR을 상온에서 측정하였고, rubrene을 이용한 실험을 계속하였다.

다음으로 다양한 두께, 즉 spin transport length를 변화시켜가며 실험했다. 5~50nm까지 rubrene 층의 두께를 변화시켜 가며 spin valve의 적당한 organic spacer의 두께를 찾았다.

Keithley 2400 source meter를 이용하여 IV curve와 MR(IH curve)를 측정하였다. MR은 80K부터 상온까지 bias voltage에 따라 측정하였다. MOKE(Magneto-optic Kerr Effect)를 이용하여 아래 층과 위 층 각각 및 junction 부분의 coercivity를 측정하였다. 특히 junction부분의 coercivity는 두 자성 층의 상호작용에 의하여 약간의 변화를 보였으며, junction 부분의 MR과 일치하는 것을 확인하였다. AFM(Atomic Force Microscopy)을 이용하여 유기물 반도체의 rms roughness를 알아볼 예정이며, organic layer의 구조는 x-ray diffraction(XRD)을 이용하여 조사할 예정이다.

#### 4. 결론

상온에서 구현될 spintronic을 위한 유기물 반도체를 찾고, 알맞은 조건을 찾기 위한 실험을 하였다. 그 중 rubrene을 이용한 spin valve가 상온에서 MR 데이터를 얻을 수 있었다. 유기물 반도체의 두께는 약 10~15nm까지 MR 데이터를 얻을 수 있었다. MR을 MOKE 데이터와 비교해봄으로써 일치하는 것을 확인하였다.

#### 5. 참고문헌

- [1] V. Dediu, L. E. Hueso, I. Bergenti, A. Riminucci, F. Borgatti, P. Graziosi, C. Newby, F. Casoli, M. P. De Jong, C. Taliani, and Y. Zhan, Phys Rev B 78, 115203 (2008)
- [2] F.J. Wang, Z.H. Xiong, D. Wu, J. Shi, Z.V. Vardeny, Synthetic Metals 155 (2005) 172–175