

Fe(001) \ MgO(001) \ CuPc 하이브리드 다층박막의 계면에 유도된 스핀 편극 현상

배유정^{1*}, 이년종¹, Andrew Pratt², Y. Yamauchi², 김태희[†]

¹이화여자대학교, 물리학과

²National Institute for Materials Science, Tsukuba, Japan

[†]e-mail: taehee@ewha.ac.kr

유기물의 다양한 특성을 기존의 반도체 또는 금속 기반 스핀소자 기술에 접목하려는 시도가 많이 보고되고 있다. 특히, 유기반도체의 긴 스핀 폴립 시간(long spin relaxation time)을 이용하여 스핀정보를 효율적으로 전달하고자 기대하고 있으나, 강자성금속/유기반도체의 전도도 불일치에 의하여 계면에서 스핀 덩치기(trapping)와 산란으로 스핀 주입에 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 유기분자의 화학적, 구조적 변조를 통한 계면특성의 조율로 스핀 전달을 제어하려는 연구가 진행되고 있으며, ‘spinterface’라는 새로운 패러다임을 형성할 만큼 강자성금속/유기반도체 계면특성의 중요성이 부각되고 있다[1,2].

본 연구에서는 Fe(001)와 Fe(001) \ MgO(001) 위에 유기 반도체 Cu-Phthalocyanine(CuPc)의 성장특성과 표면(또는 계면)의 전자구조 연구를 스핀 편극된 준안정상상태의 He 원자 분광계(Spin-polarized metastable Helium de-excitation spectroscopy, SP-MDS)를 이용하여 진행하였다. CuPc 분자에 강한 인력을 제공하는 Fe(001) 하지층과 달리, MgO(001) 위에 성장한 CuPc은 하지층과의 상호작용보다 CuPc 분자간 상호작용이 강해, 분자의 면수직(out-of-plane) 정렬이 향상되고, 이는 스핀주입에 더 안정적인 플랫폼을 제공하는 것으로 볼 수 있다. 그리고 에피 성장된 MgO(001) 위에 1.6 nm 두께의 CuPc 층상구조 표면에서, 스핀상태의 비대칭성이 현저해지는 것이 관측되었다. SP-MDS를 이용하여 관측한 이러한 결과들이 스핀전달에 미치는 영향을 직접적으로 규명하기 위하여 Fe(001) \ MgO(001) \ CuPc \ Co 구조의 자기터널접합 소자를 제작하였다. MgO(001)의 존재로 인하여 ~250 K 부근에서 저항의 전이를 관측하였고, 이 결과는 MDS를 이용하여 관측한 분자 정렬방향의 전이와 일치하였다. 그리고, 1.6 nm MgO(001) \ 1.6 nm CuPc 복합장벽에 대하여 250%, 10%의 자기저항을 77 K와 상온에서 각각 관측하였다. 이 스핀수송 결과를 SP-MDS로 관측한 1.6 nm 두께의 얇은 CuPc 계면의 전자기적 특성과 비교 분석하여 논의해 보고자 한다.

[1] C. Barraud et al., Nature Phys. **6**, 615-620 (2010)

[2] S. Steil et al., Nature Phys. **9**, 242-247 (2013)