

## Co와 Mn 도핑된 PbPdO<sub>2</sub>의 자성 변화

이규준\*, 추성민, Y. Saiga<sup>1</sup>, T. Takabatake<sup>1</sup>, 정명화

서강대학교 물리학과

<sup>1</sup>히로시마 대학교 물리학과

스핀트로닉스는 전자의 전하와 함께 스핀을 이용하여 회로에 적용하는 분야를 말한다. 자성체에서 스핀트로닉스는 하나의 큰 분야로 자리 잡고 있으며 아직도 많은 연구들이 활발히 진행되고 있다. 이러한 스핀트로닉스를 실제로 적용하기 위해서는 적합한 물질을 찾는 것이 매우 중요하다. 스핀트로닉스에 적합한 물질로는 높은 스핀 분극과 긴 자유 평균 경로를 갖는 물질이다. 이런 물질로는 틸 없는 자성 반도체가 대표적인 물질이라고 할 수 있다. 이론적으로 PbPdO<sub>2</sub>가 틸 없는 반도체로 예측된 바 있다[1]. 또한 이 물질에 Co를 치환할 경우 100% 스핀 분극을 이룰 수 있는 틸 없는 자성 반도체가 된다. PbPdO<sub>2</sub>에 또 다른 자성 이온인 Mn을 치환한 경우도 실험하였다.

우선 PbPdO<sub>2</sub>와 Co/Mn이 치환된 다결정을 고체 반응시켜 제작하였다. Co와 Mn 치환한 PbPdO<sub>2</sub>의 경우는 자화율의 온도 의존성 측정에서는 고온에서 온도가 감소함에 따라 자화가 증가한다. PbPdO<sub>2</sub>의 경우는 고온에서 반자성을 보이게 되고 여기에 Co와 Mn를 치환했을 때 상자성을 나타낸다. 고온 영역의 자화율을 Curie-Weiss law에 따라 피팅하면 Co 치환된 경우 4.65  $\mu\text{B}$ 의 유효 자기 모멘트를 갖고 Mn 치환된 경우 11.78  $\mu\text{B}$ 의 유효 자기 모멘트를 갖는다. 저온에서 PbPdO<sub>2</sub>와 Co치환한 경우 모두 자화율이 증가한다. 하지만 저온에서 Mn을 치환한 경우 온도가 감소할 때 자화율이 감소한다.

PbPdO<sub>2</sub>와 Co를 치환한 경우는 저온에서 자성이 강자성과 같은 거동을 보이게 된다. 이런 강자성적 성질은 자기저항의 데이터와 연관지어 분석할 경우 강한 스핀 궤도 결합에 의한 것이라고 분석된다. 하지만 Mn을 치환할 경우 저온에서 약한 강자성에 더해 metamagnetic 전이가 일어난다. 이것은 Mn 치환의 경우 저온에서 자화율이 감소하는 것과 연관 지어 생각할 때 Mn의 경우 반강자성의 성질을 나타나게 되는 것임을 알 수 있다.

틸 없는 반도체인 PbPdO<sub>2</sub>의 경우 자성 이온을 도핑하였을 때 그 자성이 크게 변화하였다. 이것은 PbPdO<sub>2</sub>가 도핑과 같은 화학적 변화에 의해 쉽게 자성을 변화시킬 수 있음을 보여준다. 이것은 틸 없는 자성 반도체를 찾는 데 그 근거가 될 수 있다.

### 참고문헌

- [1] X. L. Wang, Phys. Rev. Lett. **100**, 156404 (2008)