

산소결핍된 $TiO_{2-\delta}$ 박막의 상온 강자성 연구

박영란^{1*}, 김광주¹, 김철성²

¹진국대학교 물리학과

²국민대학교 물리학과

1. 서론

최근 전자 스핀의 자유도를 이용한 차세대 전자소자들을 구현하기 위하여 높은 자성 반도체의 상온 강자성에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다. 본 연구에서는 산화물 반도체 TiO_2 의 상온 강자성 특성에 대하여 조사분석 하였다.

2. 실험방법

산소결핍(oxygen vacancy) 들이 존재하는 아나타시(anatase) 및 루타일(rutile) 구조의 $TiO_{2-\delta}$ 박막들을 졸-겔(sol-gel) 방법을 이용하여 제작하고 그 자기적 성질에 대하여 조사분석 하였다. VSM 측정을 통하여 자기적 성질을 조사하였으며 XPS 측정을 통하여 Ti 이온이 나타내는 원자가를 조사하여 산화물이 나타내는 자기적 성질과의 상관관계를 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Figure 1은 아나타시 및 루타일 구조의 $TiO_{2-\delta}$ 박막들에 대한 상온에서의 VSM 측정 결과로서 약한 강자성 특성이 나타나고 있다. Ti^{4+} 이온은 3d orbital 내에 전자가 존재하지 않으므로 자기적 성질이 나타나지 않을 것으로 예측되었으나 최근 HfO_2 , In_2O_3 , TiO_2 등의 결과에서도 나타나듯이 d^0 자성(d^0 magnetism)이 보고 되어지고 있다. 본 연구에서 XPS 측정 결과 d orbital에 한 개의 전자가 존재하는 소량의 Ti^{3+} 이온들이 $TiO_{2-\delta}$ 박막 내에 존재하고 있음이 관측되었고 이들의 d^1 스핀들이 강자성 정렬을 이룸으로 인하여 상온 강자성 특성이 나타나는 것으로 해석 되어진다. 이와 같은 강자성 스핀 정렬은 산소결핍 자리에 속박된 전자를 매개로 하는 자기 폴라론(magnetic polaron)의 형성에 의하여 나타날 수 있다.

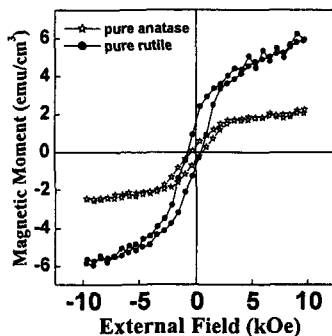


Figure 1. Results of magnetic hysteresis measurements on pure anatase and rutile films at room temperature.

4. 결론

루타일 및 아나타시 $TiO_{2-\delta}$ 박막에서 상온 강자성이 관측되었다. XPS 분석 결과 Ti^{3+} 이온의 존재가 확인되었으며 d^1 스핀 정렬에 의한 것으로 해석될 수 있다. 이와 같은 강자성 정렬을 가능하게 하는 메카니즘으로 산소결핍 자리에 형성되는 자기 폴라론을 들 수 있다.

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구 지원사업(Grant No. R01-2003-000-10293-0-2005)의 연구비 지원에 의하여 이루어졌음을 밝힙니다.