

산소 결핍된 $\text{TiO}_{2-\delta}$:Ni 박막의 상온 강자성 연구

박영란^{1*}, 김광주¹, 김철성²

¹건국대학교 물리학과

²국민대학교 물리학과

1. 서론

최근 ZnO, TiO_2 등의 산화물 반도체에 3d 전이금속 도핑 시 나타나는 상온 강자성에 관한 많은 연구결과들이 보고 되어지고 있다. 본 연구에서는 Ni 도핑된 TiO_2 에서 나타나는 상온 강자성 특성에 대하여 조사분석 하였다.

2. 실험방법

졸-겔(sol-gel) 방법으로 제작된 산소결핍(oxygen vacancy) 들이 존재하는 루타일(rutile) 구조의 $\text{TiO}_{2-\delta}$:Ni 박막의 자기적 성질을 상온에서 VSM 측정을 통하여 조사하였고 Hall, XPS 측정 등을 통하여 그 전기적, 전자구조적 성질들을 알아보았다.

3. 실험결과 및 고찰

Figure 1은 루타일 구조의 $\text{TiO}_{2-\delta}$:Ni 박막들에 대한 상온 VSM 측정 결과를 보여주는데 Ni 도핑량이 증가할수록 강자성 특성이 점차 감소하며 6 at.% 이상에서 일정한 포화 자화량(M_s)이 유지됨이 관측되었다. 이와 같은 6 at.% 이하에서의 상온 강자성은 산소결핍 자리에 속박된 전자를 매개로 그 주위에 존재하는 불순물 이온의 스핀들이 강자성 정렬을 이루게 되는 자기 폴라론(magnetic polaron)의 형성에 의한 것으로 해석된다. 소량의 Ni 도핑 시 각 이온 당 약 $3.7 \mu_B$ 의 큰 M_s 값이 나타났으며 6 at.% 이상에서의 일정한 M_s 값은 Ni cluster 형성에 의한 것으로 해석된다. 이와 같은 Ni cluster의 존재는 Hall, XRD 측정을 통하여 확인되었다.

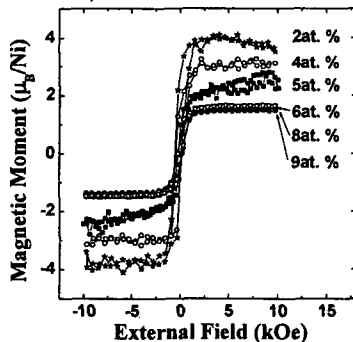


Figure 1. Results of magnetic hysteresis measurements on rutile $\text{TiO}_{2-\delta}$:Ni films at room temperature.

4. 결론

루타일 $\text{TiO}_{2-\delta}$:Ni 박막에서 상온 강자성이 6 at.% 이하에서 관측되었으며 Ni 도핑량이 증가함에 따라 Ni cluster에 의한 일정한 크기의 M_s 값이 나타났다. 관측된 강자성은 산소결핍 자리에 속박된 전자를 중심으로 형성되는 자기 폴라론에 의한 것으로 해석된다.

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