

Cu₂Se 나노입자의 자기적 성질

김수환^{1*}, 이규준¹, 이연², 서원석², 정명화¹

¹서강대학교 물리학과

²서강대학교 화학과

1. 서론

나노스케일에서의 자성연구는 나노스케일에서의 흥미로운 특성들과 잠재적인 응용가능성으로 활발하게 연구되고 있다. 나노스케일에서의 자성은 벌크스케일에서의 자성과는 극적으로 변하게 된다. 그 이유는 물질의 크기가 감소함에 따라서 부피에 비해 표면적의 비율이 증가하기 때문이다. 특히, Cu₂Se와 Ag₂Te와 같은 금속 칼코겐 화합물은 구조적 상전이, 큰 자기저항, 큰 제백효과의 특성을 보이는 재미있는 물질이다. 따라서 우리는 Cu₂Se을 나노스케일에서 제조하여 자기적 특성을 측정하였다.

2. 실험방법

우리는 hot injection method를 이용하여 Cu₂Se을 나노크기에서 제조하였다.(1) 산화를 막기 위해서 물질을 글러브박스과 Schlenk line을 이용하여 비활성기체상태에서 합성하였다. 나노 물질의 특성을 알기 위해 transmission electron microscopy(TEM), X-ray diffraction(XRD)를 이용하여 구조와 모양을 알아보고, superconducting quantum interference device-vibrating sample magnetometer(SQUID-VSM)을 이용하여 자성(M)의 온도(M-T)와 외부자기장(M-H) 의존성을 측정하였다.

3. 실험결과

나노입자의 크기가 7nm로 균일하게 생성되었으며 구조는 입방구조가 됨을 알 수 있었다. M-H곡선을 보면, 측정된 모든 온도영역(2K<T<300K)에서 반자성적인 자화에 강자성적인 자화가 섞여있는 곡선으로 측정되었다. 하지만, 저자기장 영역을 자세히 관찰해 보면, 150K이하에서는 자기이력곡선이 분명히 보이지만, 그 이상의 온도에서는 0의 보자력을 보이고 있다. 한편 M-T곡선의 경우, zero-field cooled(ZFC) 곡선이 field cooled(FC) 곡선과는 다르게 관찰되는데 ZFC곡선의 극대점의 온도가 150K임을 확인할 수 있었다.

4. 고찰 및 결론

Cu₂Se입자의 크기가 작아짐에 따라 부피에 비해 표면적의 비율이 증가하기 때문에 입자 표면에 있는 unpaired electron의 영향이 커지게 된다. 따라서 unpaired electron의 스핀을 합쳐서 하나의 스핀으로 생각하면 이웃 입자와 상호작용을 무시할 수 있는 상자성으로, 나노입자의 경우 초상자성(superparamagnetism)으로 이해할 수 있다. M-H곡선과 M-T곡선에서의 경향을 통해서 우리는 Cu₂Se 나노입자가 초상자성(superparamagnetism)을 띠고 있음을 알 수 있다.

5. 참고문헌

[1] Shannon C. Riha, Derek C. Johnson, and Amy L. Prieto, J.Am.Chem.Soc 133 1383(2011)