

가스응축법으로 제조한 나노 Fe₃O₄분말의 자기적 특성 연구
 (Study of magnetic properties of nano Fe₃O₄ particles synthesized by gas
 condensation method)

엄영량, 박중학, 김홍희, 이창규

한국원자력연구소 원자력재료기술개발부

1. 서론

페라이트 분말을 나노 입자로 제조할 경우 자기이력 곡선의 비대칭성과 높은 외부자기장 하에서의 자화 반전의 어려움 등 특이한 현상이 나타나는 것으로 알려져 있다. 이러한 현상은 입자 표면의 산소결함에 의한 spin canting 효과에 기인한다. 이러한 현상은 기계적 합금화법으로 제조한 NiFe₂O₄와 화학합성에 의한 γ-Fe₂O₃ 등에서 나타나는 것으로 보고 되었으나, 가스응축법을 이용한 20nm 내외의 균일한 구형 분말을 갖는 Fe₃O₄ 분말제조 시에서도 나타나는 것을 확인하였다.[1] 본 연구에서는 가스응축법에 의해 제조된 페라이트 나노분말 Fe₃O₄의 형상과 자기적 특성을 주사전자현미경(TEM)과 Mössbauer분광법 등을 이용하여 연구하였다.

2. 실험방법

시료의 제조는 증발-응축법의 일종인 gas condensation법을 이용하여 Fe₃O₄분말을 제조하였다. 제조된 시료의 결정구조는 X-선 회절기로 분석하였으며 주사전자 현미경 등을 통하여 분말의 크기분포를 확인하였다. 분말의 자기적인 특성은 pulse magnetometer를 이용하여 외부 자기장을 7 Tesla(T)까지 가하여 측정하였다. 자철광의 미세 자기구조 분석은 Mössbauer분광기를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

X-선 회절 실험을 통하여 gas condensation법으로 제조한 분말이 Fe₃O₄로 제조되었음을 확인하였다. 제조된 Fe₃O₄의 결정상들은 대부분 직경 20nm내외의 비교적 균일한 입상 분말이 제조되었음을 확인하였다. 자기이력 곡선으로부터 얻은 포화자화값(M_s)값은 75 (emu/g)이며 보자력(H_c)은 120 Oe였다. 자기이력곡선은 비대칭을 이루고 있어 준강자성의 단일 자기구조를 가지지 못하고 있음을 알 수 있었다. 또한 initial곡선이 자기이력 곡선 밖으로 벗어나고 있어 자화반전이 7 T의 높은 외부 자기장 하에서 용이치 않음을 확인할 수 있었으며 Mössbauer분광실험 결과 실온에서도 산소 사면체와 팔면체내 Fe이온이 초상자성 상태를 나타내고 있어 가스 응축법으로 만든 시료의 경우 비표면적이 큰 입자가 생성되므로 입자표면의 spin canting효과가 극대화되는 것을 확인하였다.[2]

참고문헌

- [1] R. H. Kodama, A. E. Berkowitz, E. J. McNiff and S. Foner, J. Appl. Phys. 81(1997) 5552.
 [2] A. Ye, Yermakov, M. A. Uimin, A. V. Shanuro, A. V. Zarubin, Y. V. Chechetkin, A. K. Shtolz, V. V. Kondratyev, G. N. Konygin, Y. P. Yelsukov, S. Enzo, P. P. Macri, R. Frattini, N. Cowlam, Mater, Sci, Forum, 225-227(1996) 147.