

헤테로구조를 갖는 나노 분말 Cu₈₀Fe₂₀의 자기적 특성 연구
(Study of magnetic properties of nano Cu₈₀Fe₂₀ particles with hetero-structure)

업영랑, 김홍희, A. Ye. Yermakove*, 이창규

한국원자력연구소 원전재료 동적손상평가실

*Institute of Metal Physics, Ural Division of RAS, Ekaterinburg, 620219, 18 S. Kovalevskaya, Russia

1. 서론

나노 결정 Ni, Cu-Co, Cu-Fe 등의 강자성 합금은 분말 내부와 표면간의 교환 상호 작용에 의한 특이한 자성 효과가 보이는 것으로 알려져 있다. 특히, 가스 응축법(gas condensation)이나 기계적 합금화(mechanical alloying)법으로 만든 합금에서는 고전적인 초상자성 이론으로 설명할 수 없는 현상이 나타난다. 특히 합금형태의 자성 재료들은 균질한 합금 형태가 아닌 immiscible한 상태로 이루어져 비대칭 자기이력곡선등의 특이한 현상이 나타나는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 가스응축법과 기계적 합금화법에 의해 제조된 금속 분말 Cu₈₀Fe₂₀의 자기적 특성을 중성자 회절법과 Mossbauer분광법등을 이용하여 연구하였다.

2. 실험방법

시료의 제조는 증발-응축법의 일종인 gas condensation법과 기계적 합금화법을 이용하여 Cu₈₀Fe₂₀제조하였다. 제조된 시료의 결정구조는 X-선 회절기와 중성자회절 실험으로 분석하였다. 중성자 회절실험에 사용한 파장은 1.8346 Å으로 한국원자력 연구소의 고분해능 중성자 분말회절장치를 이용하였다. 분말의 자기적인 특성은 진동시료형자력계(VSM)와 SQUID magnetometer를 이용하여 최대 50 kOe의 자기장 하에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

중성자회절 실험을 통하여 Cu₈₀Fe₂₀의 자성구조는 제조 방법에 따라 큰 차이를 보이며 특히 가스 응축법으로 만든 시료의 경우 비표면적이 큰 입자가 생성되므로 입자표면의 non-collinear한 자기구조의 생성이 극대화되는 것을 확인 하였다. 가스응축법과 기계적 합금화법으로 만든 Cu₈₀Fe₂₀는 5 T의 높은 외부 자기장에도 자화 반전을 보이지 않는 상과 작은 외부 자기장에도 쉽게 자화반전이 일어나는 두가지 상으로 이루어져 있다. 자화반전이 어려운 이유는 금속내에 비평형 상태가 존재하기 때문으로 이러한 비평형 상태는 입자크기가 수 나노미터에서 15 nm에 이르는 초 상자성 영역이 존재하기 때문이다. 특히 가스응축법으로 제조한 Cu₈₀Fe₂₀의 경우 입자표면의 non-collinear한 자기구조의 생성이 극대화되었다.¹⁾

참고문헌

[1] 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.