

# 나노 복합자석의 개발을 위한 자성 나노 분말의 분산에 관한 연구

김종렬\*, 조상근, 전광원  
한양대학교 금속재료공학과, 경기도 안산시

## 1. 서론

나노 복합자석은 기존 희토류계 영구자석을 대체하기 위한 새로운 형태의 자석으로 연자성상과 경자성상의 exchange-coupling 효과를 이용한다[1]. Exchange-coupling 효과를 얻기 위해서는 연자성상과 경자성상의 크기 및 혼합정도가 중요한 역할을 한다[1,2]. 연자성상과 경자성상의 크기는 수십 nm를 유지하여야 하며, 연자성상과 경자성상을 혼합 하였을 때 각각의 상은 따로 존재하지 않으며 균질한 혼합이 되어야 한다. 본 연구에서는 수십 nm 크기를 갖는 연자성 재료와 경자성 재료를 각각 제조한 뒤 균질 혼합을 위한 단계로써 각 재료의 분산을 위한 연구를 진행하였다.

## 2. 실험방법

본 연구에서는 자전 연소법을 이용하여 고 보자력의 Ba-Al hexaferrite 경자성 나노 분말을 제조하였고, sol-gel법을 이용하여 core/shell 구조의 높은 포화자화 값을 지니는 Fe-FeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 연자성 나노 분말을 제조하였다 [3,4]. 제조된 Ba-Al hexaferrite 나노 분말과 Fe-FeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 나노 분말은 각각 0.1 wt%로 하여 1 wt%의 block copolymer 계열의 분산제인 Pluronic F-127이 용해되어 있는 초순수(deionized water)에 첨가하여 균질기를 통한 분산 10분, 초음파 장비를 통한 분산 15분을 진행하였다. 분산된 자성 나노 분말은 turbiscan을 이용하여 3시간 동안 분산 안정성을 확인했으며, 분산제와 나노 분말의 혼합 상태는 투과전자현미경을 통하여 분석하였다.

## 3. 실험결과

그림 1은 분산된 연자성 재료인 Fe - FeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 분말의 분산도 측정 결과이다. 용매에 분산되어 있는 시편에 레이저를 인가하여 투과빔과 반사빔의 신호를 시간에 따라 검출하는 형태로 측정이 진행되며 결과에서와 같이 시간이 지남에 따라 투과빔 및 반사빔은 일정한 신호를 보여주고 있다. 이는 시편의 분산도가 매우 우수함을 나타내고 있다.

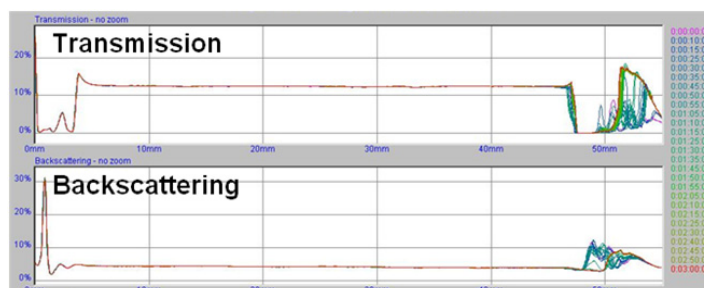


그림 1. 연자성상 Fe-FeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 분말의 분산도 측정 결과

그림 2는 경자성 재료인 Ba-Al hexaferrite의 분산진행 후 투과전자현미경 분석 결과이다. Ba-hexaferrite 분말의 분산 진행 후 그림 2(c)에서처럼 분산제가 분말의 표면에 균일하게 형성되어 있는 것을 확인하였다.

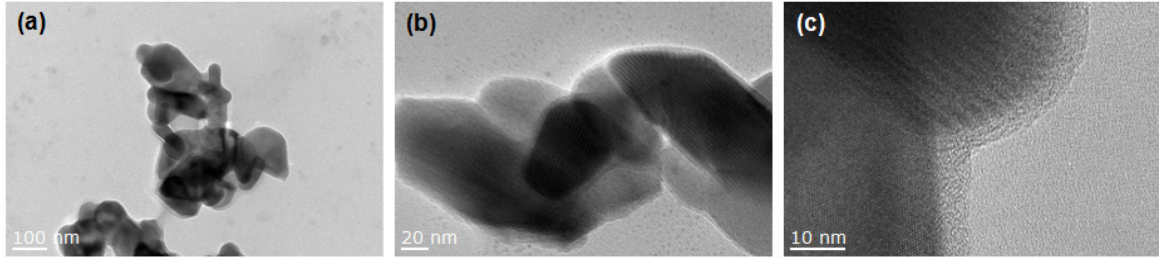


그림 2. Ba-Al hexaferrite의 분산 실험 후 투과전자현미경 images

#### 4. 결론

자전 연소법으로 제조된 Ba-Al hexaferrite 경자성 나노 분말과 sol-gel 법으로 제조된 Fe-FeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 연자성 나노 분말을 이용하여 각각 분산을 진행하였고 분산특성이 우수함을 확인하였다. 특히, Fe-FeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 연자성 나노 분말은 그 분산 안정성이 3시간 이상 유지됨을 나타내었다. 투과전자 현미경 분석 결과 분산제는 사용한 나노 분말을 수 nm의 두께로 감싸고 있음을 확인하였다. 본 실험을 통하여 분산된 자성 나노 분말을 이용하여 연자성상과 경자성상이 균질혼합을 실시하면 exchange-coupling 효과에 의한 나노 복합 자석 제조에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 5. 참고문헌

- [1] E. F. Kneller, and R. Hawig, IEEE Trans. Magn. 27 (1991) 3588-3600.
- [2] H. Zeng, J. Li, J. P. Liu, Z. L. Wang, and S. Sun, Nature 420 (2002) 395-398.
- [3] K. W. Moon, K. W. Jeon, and J. Kim, IEEE Trans. Magn. 45 (2009) 4405-4408.
- [4] S. G. Cho, K. W. Jeon, J. B. Kim, K. H. Kim and J. Kim, IEEE Trans. Magn. (2011) Accepted.