

## $\gamma$ -Ni-Fe 나노합금분말의 합성과 자기적 특성 (Synthesis and Magnetic Property of $\gamma$ -Ni-Fe Nanoalloy Powder)

한양대학교 권상균\*, 오승탁, 이재성

### 1. 서론

$\gamma$ -Ni-Fe 합금은 높은 투자율과 낮은 보자력을 갖는 자기적 특성으로 인해 recording head나 자기 차폐재 등으로 널리 이용되는 대표적인 연자성 재료로서 결정립 크기가 수십 nm 이하로 작아지게 되면 자기적 특성이 초상자성으로 바뀌게 된다. 그러나, 고에너지 불밀을 이용한 기존의 나노합금분말 합성으로는 불순물과 산화물제로 인하여 초상자성의 구현에 어려움이 많다. 따라서, 본 연구에서는 불순물 혼입을 최소화하기 위해서 저에너지 불밀인 planetary mill을 사용하였으며, 또한 불순물이 없고 산화를 막을 수 있는 새로운 제조공정을 도입하여 각각의 합성분말들에 대한 미세조직 및 자기적 특성 등을 조사하였다.

### 2. 실험방법

$\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (평균입도 1  $\mu$ m, 99.9%)분말과 NiO (평균입도 7  $\mu$ m, 99.9%)분말을 Fe-40 wt% Ni의 최종조성을 갖도록 칭량하여 stainless steel 재질의 jaw를 이용하여 planetary mill에서 2시간 동안 150 rpm의 회전속도로 습식 불밀을 하였다. 분말의 건조 후 600°C에서 1시간동안 수소 (99.999%)분위기에서 환원을 하여 나노합금분말을 제조하였다. 분말의 상 분석과 결정립 크기 측정을 위해 XRD (X-ray Diffractometer)를 이용하였고, 조성 및 불순물 등은 EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)로 분석하였다. 환원분말의 입자 크기 및 형태는 각각 BET와 SEM (Scanning Electron Microscopy)으로 확인하였다. 자성특성은 VSM (Vibrating-Sample Magnetometer)을 이용하여 측정하였으며, 합성한 나노합금분말의 재산화 거동은 hygrometry를 이용하여 정량적으로 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

$\gamma$ -Ni-Fe 나노합금분말은 XRD 분석 결과 환원과 동시에 합금화가 일어난 것을 확인하였고 주피크의 반가폭을 측정해 Scherrer 식으로 구한 환원분말의 평균 결정립 크기는 27 nm이었으며, 또한 EDS 분석결과 기존의 attritor법 보다 더 적은 불순물 양을 나타내었다.<sup>1)</sup> BET로 분석된 비 표면적은 1.085E+00 m<sup>2</sup>/g이었으며 SEM으로 확인한 결과 100 nm-600 nm크기의 입자들이 응집체를 형성하고 있었다. planetary mill로 합성한 분말의 자기적 특성은 외국 논문에서 보고된 실험결과와 비슷한 경향을 보여주었다.<sup>2)</sup> 또한, attritor로 제조한 비슷한 결정립 크기를 갖는 기존의  $\gamma$ -Ni-Fe 분말과 비교할 때, 본 실험공정으로 합성한 분말에서 훨씬 보자력이 작게 나타남을 알 수 있었다.

### 4. 참고문헌

- 1) X.Y. Qin, J.S. Lee and J.G. Kim: J.Appl. Phys., 86(4) (1999), 2146
- 2) H.N. Frase, R.D. Shull, L.-B. Hong, T.A. Stephens, Z.-Q. Gao, and B. Fultz, Nanostr. Mater. 11(8) (1999), 987