

가스분사공정을 이용한 비정질 연자성 분말제조

김용진*, 양상선, 양동열
재료연구소

1. 서론

비정질 또는 나노결정질(Nano-Crystalline) 연자성 소재는 비정질 기지에 10~20 nm크기의 결정질을 석출시켜 기존의 결정질 소재보다 높은 투자율 및 자속밀도, 낮은 보자력 및 코어 손실을 갖는 새로운 개념의 연자성 소재이다. 따라서 이들 소재는 전자기기의 소형화 및 고효율화에 부응할 수 있는 최적의 연자성 특성을 갖고 있어 나노결정질 연자성 소재의 적용 부피가 급격히 증가하고 있다. 본 연구에서는 비정질 연자성 소재에 대한 합금설계와 함께 구형이면서 청정 분말을 제조할 수 있는 가스분사공정을 적용하여 연자성 비정질분말을 대량 생산 및 상용화 할 수 있는 기술적 기반을 확보하고자 하였다.

2. 실험방법과 결과

비정질 소재는 Fe계 다성분계 합금을 기반으로 설계하였으며, 설계된 합금은 우선적으로 RSP공정을 이용하여 리본형상을 만들어 비정질 형성능을 측정하였다. RSP공정에 의해 비정질 형성이 검정된 합금에 대해서는 고주파 유도용해 공정을 통해 모합금을 제조한 후, 다양한 공정변수를 적용하여 가스분사된 분말을 제조하였으며 제조된 분말의 물리적, 자기적 특성을 측정하였다. 제조된 분말의 형상은 가스분사공정이 가지는 특징인 구형분말이었으며, 자기적 특성을 좌우하는 산소농도는 합금종류, 크기에 100-400ppm범위로 비교적 청정한 분말을 제조할 수 있었다. 비정질 형성능은 합금종류 및 분사공정 변수, 분말크기에 의존하였으며 45 μ m이하의 분말은 대부분이 비정질화되었다. 제조된 비정질 분말의 포화자속밀도 및 보자력은 상용 비정질 분말보다 우수한 특성을 나타냈다.

3. 고찰

일반적으로 연자성 비정질 분말은 RSP나 수분사공정 등 급속 냉각속도를 이용하여 제조되고 있다. 그러나 RSP공정에 의해 제조된 비정질은 strip이나 리본형상이기 때문에 분말화를 위해서는 분쇄공정을 필수적으로 거쳐야한다. 한편 수분사에 의한 비정질 분말제조는 분말제조 시 냉각수에 의해 분말이 산화되는 문제점이 있다. 따라서 산화방지를 위해 Cr 등 내산화성 원소들을 첨가하며 이들 원소는 자성특성에 나쁜 영향을 미치고, 제조된 분말의 산소 함유량도 1000ppm이상이다. 한편 본 연구에서 가스분사공정에 의해 제조된 연자성 비정질 분말은 유동도가 우수한 구형형상이었으며, 또한 내산화성 원소를 함유하지 않는 합금으로 제조할 수 있었다. 분말의 산소함유량도 400ppm이하로서 수분사 공정에 의해 제조된 분말보다 우수한 연자성 특성을 나타냈다.

4. 결론

Fe계 비정질 연자성 합금조성을 설계하고 가스분사공정을 적용하여 구형/청정 분말을 제조한 결과, 분말입도 45 μ m이하에서는 모든 분말이 비정질화 되었으며, 제조된 비정질 분말은 상용 비정질 분말보다 우수한 자기적 특성을 나타냈다.

5. 참고문헌

- [1] H. Shokrollahi, K. Janghorban, J. of Mat. Pro. Tech., 189(2007)1-12
- [2] A. Inoue, A. Takeuchi, Mat. Sci. Eng. A 375-377(2004) 16-30
- [3] G. Herzer, Acta Mat. 61(2013) 718-734