KMS-1-S8

기계적 분쇄법을 이용한 질화처리된 Fe계 비정질 분말의 자기적 및 구조적 특성에 관한 연구

홍성민*, 손동생, 김철기, 김종오
충남대학교 재료공학과

Magnetic and Structural Properties of Nitrified Fe-based Amorphous Powder Using by Mechanical Milling Method

S. M. Hong*, D. S. Sun, C. G. Kim, C. O. Kim
Chungnam Natl. Univ.

1. 서론

최근 정보통신분야의 급격한 발달과 에너지절약형 가전기기의 급속한 보급으로 연자성 자기소자의 수요가 증가하고 있다. 연자성 자기소자의 소재로는 soft ferrite, permalloy, sendust, 비정질재료 등이 있으며, 벌크, 박막, 리본, 분말 등 다양한 형태로 이용되고 있고, 그 중 제품가공이 용이한 분말형태가 많이 이용되고 있다.

연자성분말의 제조법은 기상을 이용한 제조법, 액체를 이용한 제조법과 기계적 제조법으로 나눌 수 있다. 기계적 제조법은 용기 안에서 원료분말과 볼이 충돌할 때마다 볼 사이에 끼어있는 분말 입자의 변형과 분쇄에 의하여 입자를 미세화시키는 방법으로 superalloy, 금속간화합물, 비정질합금 등에 응용이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 질화처리된 Fe계 비정질 분말을 기계적 분쇄법을 이용하여 제조하여 미세구조분석 및 자기적 특성을 측정하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 투자율 및 포화자화값이 높은 Fe-Si alloy계의 비정질 연자성분말을 출발원료로 하여 실험을 실시하였다. 우선 attrition mill을 사용하여 20시간동안 milling하여 연자성분말을 flake화 시켰으며, 이때 분말의 산화를 방지하기 위하여 습식방법을 이용하였다. 제조된 분말은 550 ℃에서 암모니아(NH3) 가스를 이용하여 질화처리를 한 후, 수직 ball milling법을 이용하여 2-6시간 재flake화 하였다. 제조된 연자성분말은 SEM 및 XRD로 미세구조를 분석하였으며, VSM을 이용하여 자기적 특성을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

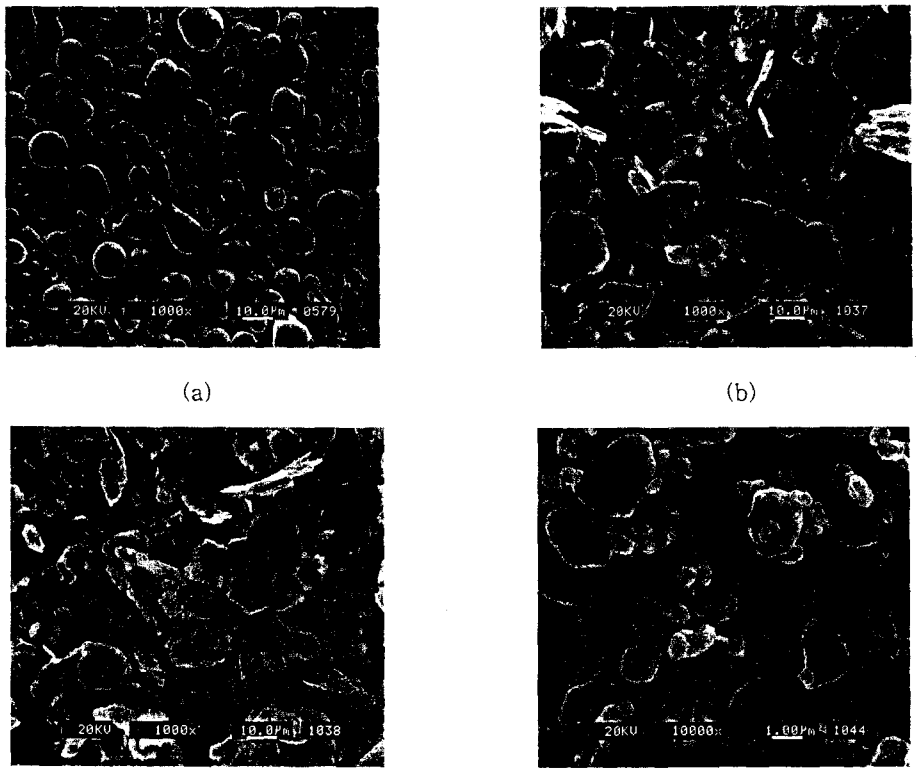
그림 1.은 Fe-Si alloy계의 비정질 원료분말과 attrition mill에서 20시간 milling을 통해서 편상된 연자성분말 및 질화처리 후 수직 ball milling법을 이용하여 6시간 milling한 분말의 SEM 관찰결과이다. Milling 시간이 증가함에 따라서, 편상화에 의해 aspect ratio는 증가하고, 평균입도는 감소함을 알 수 있다.

그림 2.는 550 ℃에서 암모니아(NH3)가스를 이용하여 질화처리한 연자성분말의 XRD 측정결과이다. 주로 Fe상이 암모니아 가스와 반응하여 Fe4N 및 Fe3N상이 발생하였다.

그림 3.은 20시간 attrition milling 후, 질화처리 후, 수직 ball milling 후의 연자성분말의 자기적 특성을 VSM을 이용하여 측정한 결과이다. 비정질분말의 미세결정화 및 질화철의 생성에 의해 포화자속밀도의 증가 및 보자력이 증가한 것으로 판단된다.

4. 결론

질화처리된 비정질 연자성 분말을 기계적 분쇄법을 이용하여 미세화시킨 후 이 분말의 미세구조 및 자기적 특성을 측정하였다. 암모니아 가스를 이용한 질화처리가 분말의 미세화 및 자기적특성에 영향을 미치며 앞으로의 응용가능성을 확인하였다.



(a) (b)

(c) (d)

Fig. 1. SEM image of Fe-based amorphous powder. (a) raw material, (b) 20hr attrition milled, (c) nitrified at 550 ℃ after attrition milling, (d) 6hr vertical type milled after nitrifying.

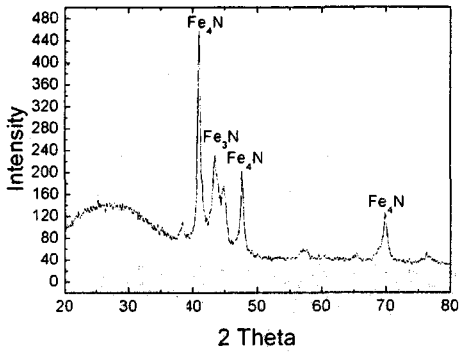


Fig. 2. XRD pattern of nitrified powder

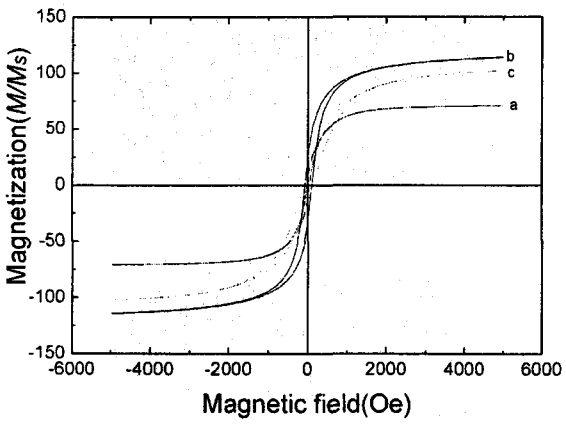


Fig. 3. Hysteresis curve of Fe-based amorphous powder. (a) 20 hr attrition milled, (b) nitrified at 550 ℃ after attrition milling, (c) 6 hr vertical type ball milled after nitrifying.