

나노결정 자성분말의 자기특성 (Magnetic properties of nano-crystalline magnetic powder)

장평우^{1*}, 박상률¹, 김광윤², 석현광²
¹청주대학교 응용과학부, ²한국과학기술연구원

1. 서론

Fe-Ni자성분말과 Fe-Si계 자성분말은 자성분말코아에 널리 사용되고 있으나 각각 포화자화가 낮고, 고주파손실이 커다는 단점을 가지고 있다. 나노결정립의 자성분말은 이러한 단점을 극복할 수 있어 나노결정립의 자성분말코아는 차세대 코아로 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 가스분무법으로 제조한 나노결정립 자성분말의 크기에 따른 자성특성변화를 조사하였다.

2. 실험 방법

Fe-Si_{3.4}-B_{8.7}-Cu_{0.94}-Nb_{3.63}(At.%) 나노결정립 분말을 가스분무법으로 제조하였다. 분말의 자성은 진동시료형자력계로 측정하였으며 구조분석은 x-선 회절장치와 DSC로 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 제조한 분말의 SEM사진으로 거의 구형을 하고 있음을 알 수 있다. 그림 2는 분무부의 직경에 따른 자성의 특성을 나타낸 것으로 75 um이하에서는 2.2 Oe이하의 보자력을 나타내나 직경이 75 um이상에서는 4.5 Oe을 나타낸다. 분말의 보자력은 입경이 작아질수록 증가하고 단자구가 되었을 경우 가장 크게 된다. 이 이하로 입경이 작아질 경우 열적교란에 의해 보자력은 오히려 감소하게 되고 최종에는 초상자성을 띄게 된다. 분무부의 경우 입경이 증가하면 냉각속도가 감소하게 되어 결정립이 생성되어 연자성이 나빠져 그림 2와 같이 75 - 100 um의 입자에서는 보자력이 증가한 것으로 생각된다. 그림 3은 입경에 따른 XRD 결과를 나타낸 것으로 미세입자의 경우 결정화가 진행되지 않았음을 알 수 있다. 그러나 53 um이상에서는 결정립이 증가할수록 α -Fe의 석출이 있음을 알 수 있어 그림 2에서와 같이 75 - 100 um 분말에서 보자력의 증가를 설명할 수 있다. 그림 3에서 특이한 것은 100 um분말의 Fe(110)의 회절각이 75 um이하의 분말보다 더 작다는 것이다. 즉 큰 입자의 석출물과 작은 입자의 석출물이 차이가 있음을 의미하는 것으로 석출물의 종류에 대해서는 현재 분석 중에 있다.

그림 4는 열처리 온도에 따른 자성변화를 나타낸 것으로 580°C에서 열처리하였을 경우가 가장 낮은 보자력을 나타내었고, 600°C이상에서는 보자력이 급격히 증가하였다. 이 결과는 DSC의 결과와 일치한다(그림 5).

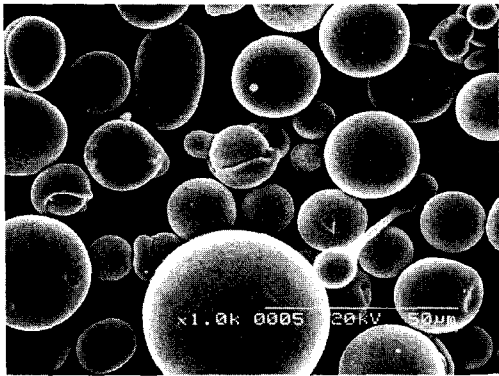


Fig. 1 SEM photograph of sprayed powder.

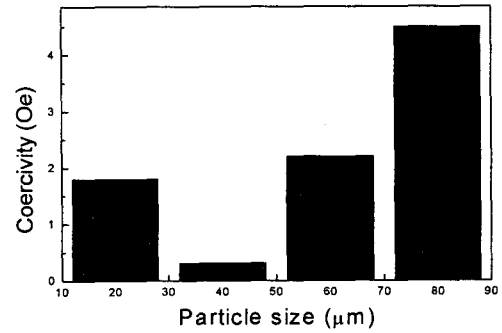


Fig. 2 Variation of coercivity with particle size.

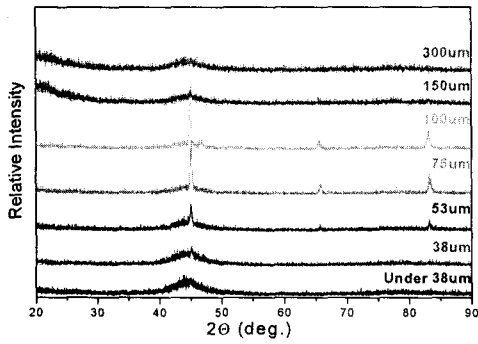


Fig. 3 XRD patterns of Fe-Cu-B-Cu-Nb powder with various size.

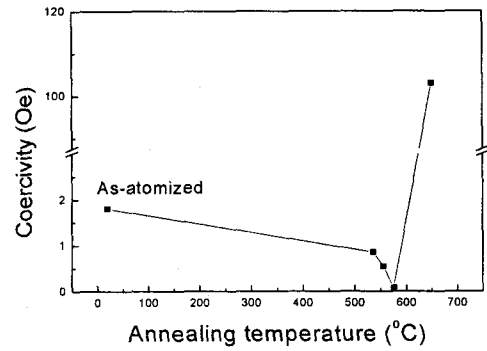


Fig. 4 Change of coercivity of annealed particles

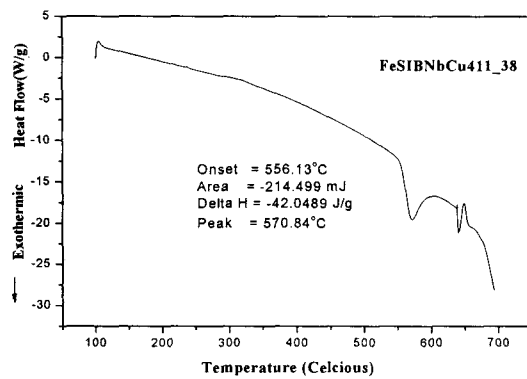


Fig. 5 DSC results of Fe-Si-B-Nb-Cu atomized particles.