

B14

Sm₂Fe₁₇N_Y 질화물의 질화기구 및 자기특성

충남대학교 금속공학과 김동환, 권혁무, 김택기
한국표준과학연구원 김희태, 김운배

Nitrogenation Process And Magnetic Properties of Sm₂Fe₁₇ Nitride

Chungnam National University D.H. Kim, H.M. Kwon and T.K. Kim
KRISS Y.B. Kim, W.S. Park, H.T. Kim, Y.S. Cho, and C.S. Kim

1. 서론

최근 가장 강력한 영구자석재료로 주목받고 있는 Nd₂Fe₁₄B 화합물[1] 이후 새로운 영구자석재료의 개발이 활발히 진행되어 Sm(Fe, M)₁₂, Sm₂₀Fe₇₀Ti₁₀, Sm₂Fe₁₇N_Y(0 ≤ Y ≤ 3)[2,3] 등의 화합물이 발견되었다. 이들 화합물 중에 Sm₂Fe₁₇N_Y 질화물은 Nd₂Fe₁₄B 화합물에 비하여 강한 일축자기이방성과 높은 큐리온도를 나타냄으로 이방성본드자석 재료로 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 Sm₂Fe₁₇ 합금의 질화기구를 규명하기 위하여 여러가지 질화조건에 따른 질화과정을 조사하였으며, 각각의 질화조건에서 얻은 Sm₂Fe₁₇N_Y 질화물을 통하여 질소함량에 따른 자기특성을 조사하였다.

2. 실험 방법

Sm₂Fe₁₇ 화합물은 99.9 % 이상의 Sm 및 Fe 순금속을 이용하여 알곤가스 분위기의 아크용해로(DAIA 제, ACM-01)에서 5회 반복용해하여 제조하였다. 질화처리는 Sm₂Fe₁₇ 화합물을 45 μm 이하로 분쇄한 후, 고순도로 정제된 질소가스를 대기압으로 유지하면서 250 °C ~ 500 °C의 온도구간에서 16시간 까지 행하였다. 질화에 의한 질소함량은 질화처리장치에 연결된 미소천평(Cahn valance, model 1000)을 통한 무게 증가로 알아내었다. 제작된 Sm₂Fe₁₇N_Y 질화물의 자기특성은 각각의 분말을 파라핀과 섞어 15 kO의 자장 중에 정렬시킨 후, 최대인가자장 10 kO의 진동시편마그네토미터(LDJ, model 9500) 및 최대인가자장 70 kO의 초전도진동시편마그네토미터(Janis, 450/150A)를 이용하여 자장정렬방향 및 수직방향으로 측정하여 조사하였다. 결정구조는 X-선회절장치(Rigaku, 2028)를 사용하여 조사하였고, 성분분석에는 EPMA를 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Sm₂Fe₁₇ 화합물을 250 °C에서 500 °C까지 16 시간 질화처리를 한 결과, 질화초기시 무게증가(ΔW)는 시간의 제곱근(√t)에 대하여 비례하여 증가하다가 질화가 진행됨에 따라 무게 증가율이 점차 낮아져 무게

증가가 3.4 wt% 근처에서 포화가 이루어지고 있음을 볼 수 있으며, 질화과정 중의 활성화에너지는 약 102.4 kJ/mol 이다. (그림 1,2)

$\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_y$ 질화물에서 질화처리에 의한 질소함량이 증가함에 따라 격자상수는 점차 증가하여 질화 전 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ 합금의 $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$ 구조의 격자상수 $a=8.5694 \text{ \AA}$, $c=12.5207 \text{ \AA}$ 이고 450 °C에서 16시간 질화처리하여 얻은 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_{2.8}$ 합금의 경우 격자상수는 $a=8.7884 \text{ \AA}$, $c=12.6000 \text{ \AA}$ 으로 단위포의 체적이 5.8 % 증가한다.

$\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_y$ 합금에서 질소함량이 증가함에 따라 포화자화, 큐리온도 및 이방성자장이 크게 증가하며, 최적의 자기특성은 450 °C에서 16 시간 질화처리하여 얻은 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_{2.8}$ 화합물으로서 포화자화, 이방성자장 및 큐리온도는 각각 165 emu/g, 16 T 및 450 °C 이다. (표 1)

4. 참고문헌

- [1] M.Sagawa, S.Fujimura, N.Togawa, H.Yamamoto and Y.Matsuura, J.Appl.Phys., 55, 2083(1984)
- [2] J.M.D. Coey and H. Sun, J. Magn. Mater., 87, L251(1990)
- [3] M. Katter, J. Wecker, and L. Schultz, J.Appl.Phys., 70, 3188(1991)

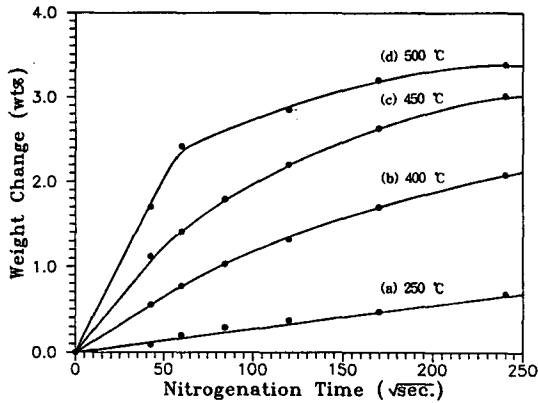


Fig. 1. Weight change of a $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ alloy exposed to a N_2 gas at 1 atm and (a)250 °C, (b)400 °C, (c)450 °C and (d)500 °C

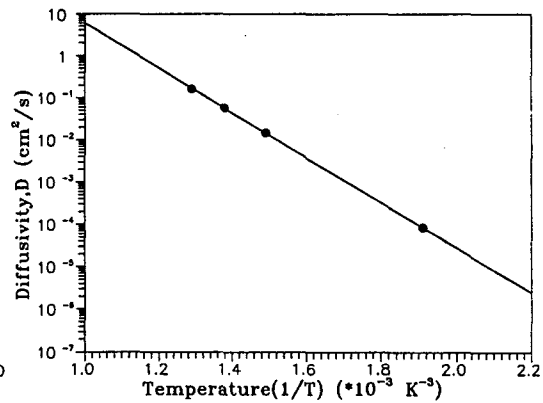


Fig. 2. Temperature dependence of diffusivity of N atoms in $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ alloy.

Table 1. Magnetic properties of $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_y$ compounds.

Compounds	M.P	σ_s (emu/g)	H_A (Tesla)	T_C (°C)
$\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$		122	-	110
$\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_{2.8}$		165	16	450