

Fe-Co 합금의 결정구조와 자기적 성질

한양대학교 물리학과 김정기, *한경훈, 이상문, 정재윤
한국과학기술연구원 박막기술연구센터 신경호,

Crystallography and magnetic properties of the Fe-Co Alloy

Dept. of Physics, Hanyang University, J.G.Kim, K.H.Han and S.M.Lee.
Thin Film Technology Reserch Center, KIST, K.H. Shin and J.Y. Jeong

1. 서론

전이금속(transition metal)인 Fe, Co, Ni 은 가장 중요한 강자성체이다. 그러므로 이들 전이 금속 원소들과 이들 사이의 합금들은 물질의 자성을 연구하는 도구로서 또는 실질적인 응용면에서의 중요성 때문에 그동안 이에 관한 많은 연구가 이루어져 왔다.[1,2] 본 연구에서는 Fe와 Co분말을 사용하여 $Fe_{1-x}Co_x$ ($x = 0.2$ 와 0.4) 계를 알곤 플라즈마 분위기의 Arc-melting 방법으로 직접 제조하여 X선 회절 분석을 통해 Fe-Co계 합금의 결정구조 변화와. 또한 거시적 자성의 측정도구인 VSM (vibrating sample magnetometer)을 통한 자기 이력 측정 방법으로 포화자화 (saturation magnetization), 잔류자화 (remanence), 그리고 항자력(coercive force)값 등을 측정하여 시료의 자기적 성질을 고찰하였다.

2. 실험 방법

$Fe_{1-x}Co_x$ ($x = 0, 0.2$ 와 0.4 로 각각 F4 와 F3 라 칭함.)시료를 다음과 같이 제조하였다. (Fe,Co)계 제조에 사용한 원소는 Electronic Space Products, Inc. 제품의 순도 99.999%인 Fe 분말과 순도 99.999%인 Co분말을 사용하였다. $10^{-4}g$ 의 정확도를 갖는 전기 저울에서 적정량 단 후 충분히 갈아서 혼합된 시료는 수압기(hydraulic press)로 $6,000 N/cm^2$ 의 압력을 가하여 알약 모양으로 만들었다. 삼한진공 회사의 Arc 용해로 시스템(model ; SV RSP-303)에서 최대 출력 $3.5kW$ 인 고주파를 사용해 F4는 16V - 180A, F3은 18V - 220A인 조건을 주었으며, 시료의 균질성(uniformity)을 위해 3회이상 뒤집어가며 반복 용해하였다.

3. 실험결과 및 고찰

제작된 시료의 균질 여부를 알기 위해서, 1단계 처리 시료의 양면에 대한 X선 회절선을 얻었다(Fig.1 과 2 (a,b)). Miller 지수(hkl)는 JCPDS card[3]에 따라 붙였다. Fig. 1($x=0.2$) 과 2($x=0.4$) (c,d) 는 각각 2단계 처리 후(c) 와 3단계처리 후(F4h F3h)의 결과(d)이다. 그림에서 보듯이 시료의 양면에 대한 회절 선은 큰 차이를 보이지 않았으며, 이는 시료가 균질이며, JCPDS card[3]와 비교할 때, 단일상(single phase)임을 의미한다. 2단계 처리인 냉간 압연후 두 시료 모두, 정도의 차이는 있으나, (200)와 (211)평면에 대한 강도(intensity)의 증가를 보인다. 3단계처리 시료는 (200) 과 (211)평면의 강도가 감소하여, 제작 직후의 상태로 접근함을 볼 수 있다. iron-foil은 두께가 $25 \mu m$, 순도 99.999 %인 Du Pont사 제품으로 X 선 강도의 세기는, Fig.1에서 보듯이 가장 큰 것이 Miller 지수(hkl) (200), (211) 과 (110)의 순서

를 보인다. Fig.3 에는 본 연구에서의 시료인 철 박막(a), 2단계 처리시료인 F4(b) 과 F3(c) 에 대한 상온에서의 자기이력곡선을 그렸다. 각각에서 모눈금의 가운데 그림은 확대한 것으로, 항자력과 가역 계면 변위(reversible boundary displacement)영역에 대한 자화곡선을 잘 보여준다. 그림에서 보듯이 철 박막, F4와 F3에서의 포화자화는 각각 176, 203 과 220 emu/g 으로, Co량이 증가함에 따라 증가한다. 한편 가운데 모눈금에서 보듯이 인가자기장에 대한 자화의 변화는 Co량의 증가에 따라 감소 하였다. 전형적인 연자성체인 철은 [100], [110] 와 [111] 순서의 용이축(easy axis)을 가지며 자기장을 [100] 방향으로 가 하였을 때 나타내는 포화자화는 218.210 emu/g 이다[4]. 그러나 본 연구 철 박막의 포화자화는 이보다 작은 값을 갖는다. 이 결과는 Fig.1에서 철 박막의 X선 회절선의 결과와 잘 일치한다.

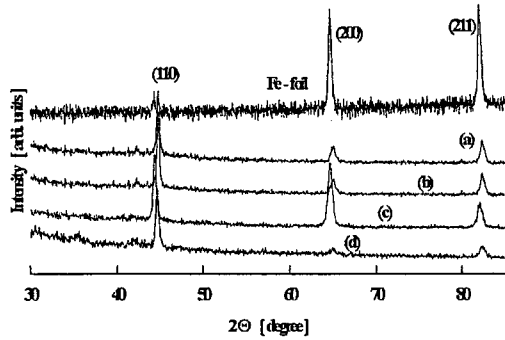


Fig. 1.

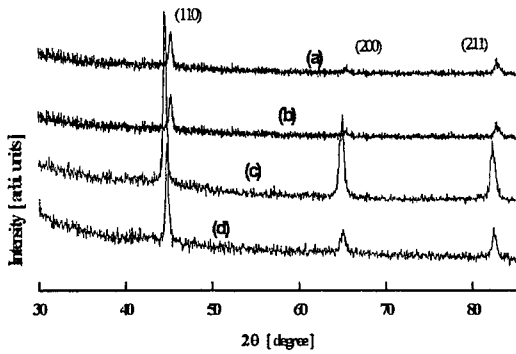


Fig. 2.

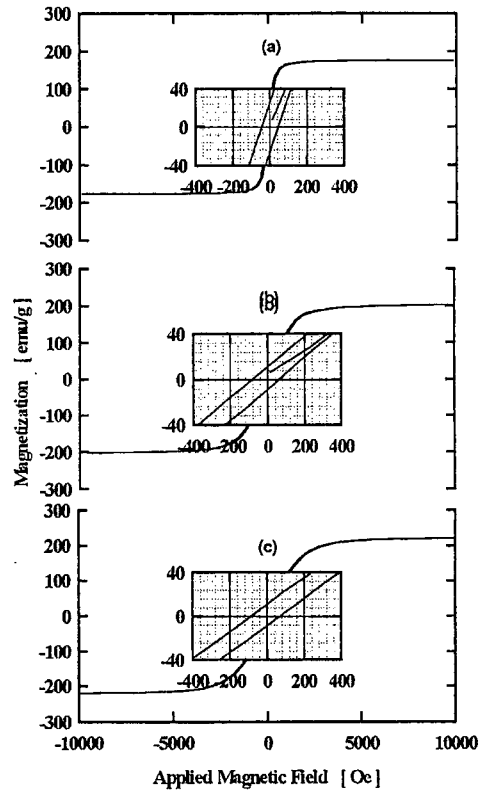


Fig. 3

4. 참고 문헌

[1]. H. L. B. Gould and D. H. Wenny, AIEE Spec. Publ.(1957)T-97,p.675.
 [2]. R. A. McCurie, *Ferromagnetic Materials*, San Diego : Academic Press(1994),p.42.
 [3]. *Powder Diffraction File*, JCPDS(U.S.A.),1980.
 [4]. R. Pauthenet, Acad. sci. Paris 297(II),13(1983).