

Co계 비정질 금속의 결정화에 따른 자기적 특성과 미세구조의 변화

변태영, 임동현, 임성근, 윤종승, 김창경
한양대학교 공과대학 재료공학부

Co계 합금은 현재 수평기록 방식으로 70 Gbit/in²의 고밀도 하드디스크 재료로 상용화되고 있으며, 수직기록방식으로는 수백 Gbit/in²의 고밀도가 가능하다고 알려져 있는 유망한 재료이다. 기록밀도가 높아질수록 정보의 입출력시 발생하는 노이즈의 발생을 막기 위해서는 intergranular exchange decoupling이 필연적으로 요구된다. 따라서 비자성 물질을 입계에 편석시켜 기록매체의 노이즈를 감소시키려는 연구가 지속되고 있다. 비정질 금속은 결정화 도중에 조성 변화나 상분리 현상이 일어나므로 이를 이용하여 Co계 비정질 금속의 미세구조를 노이즈 억제에 적합한 구조로 만들 수 있다. 본 연구에서는 Co계 비정질 금속의 표면 결정화와 벌크 결정화 과정중에 일어나는 비자성 물질의 입계 편석 현상을 조사하고자 한다.

Co계 비정질 금속의 표면 미세구조는 metalloids (B 또는 Si)의 함량에 의해 좌우된다. 표면 결정화가 일어난 시편의 표면은 비자성 물질인 borosilicate glass가 입계에 편석되어 Co grains을 고립시킨다. 그림 1은 metalloids의 편석과 산화로 인해 표면의 결정립들이 약 2nm 정도의 두께를 갖는 비정질 borosilicate glass로 둘러싸여 있는 것을 보여준다. 그러나 B와 Si의 함량이 21 at%를 넘어서면 이러한 편석현상은 사라지고 Co 결정립들은 상호 연결되는 구조를 보이는데 그림 2에 이를 나타내었다. 이러한 결과들은 입계에 비자성 물질을 편석시키는 입계농도 metalloids가 존재함을 보여준다.

그림 3은 (Co₇₅Cr₂₅)_{0.8}Si₅B₁₅ 비정질 금속의 포화자화값의 온도 의존성을 보여주는데 Cr이 결핍된 강자성 결정립이 상자성 비정질 모체에서 생성됨을 보여준다. 이것은 비자성 원소인 Cr이 이 비정질 금속의 벌크 결정화 도중에 편석되었음을 의미하고 있다. 그림 4는 Tp₁과 Tp₂사이에서 열처리한 시편의 TEM 사진으로 육방밀집(HCP) 구조를 갖는 (Co,Cr) 고용체가 막대형의 모습을 보이는 것을 알 수 있다. 848 K 이상에서는 sigma-CoCr 상이 석출되는데 이 결정상은 Cr의 함량이 50 ~ 70 % 으로 알려져 있다. 이것은 첫 번째 결정화가 끝나고 잔존하는 비정질 모체의 Cr함량이 원래보다 더 높아져서 생성된 것이다.

Co계 비정질 금속들의 표면 결정화와 벌크 결정화 과정은 온도와 분위기와 같은 조건으로 제어가 가능하므로 자기적특성이 최대화되도록 미세구조를 제어할 가능성이 있다.

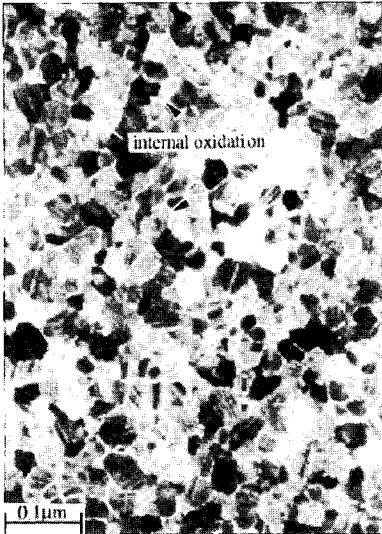


그림 1. 400 °C에서 12분 열처리한 $\text{Co}_{75-26-x}\text{Fe}_{4.74}\text{S}_{2.3}\text{B}_{17.7}$ 금속의 표면 아래 구조

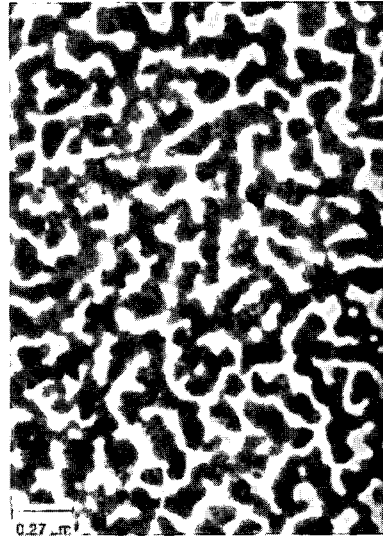


그림 2. 380 °C에서 90분 열처리한 $\text{Co}_{74.26-x}\text{Fe}_{4.74}\text{S}_{2.1}\text{B}_{18.9}$ 금속의 표면 아래 구조

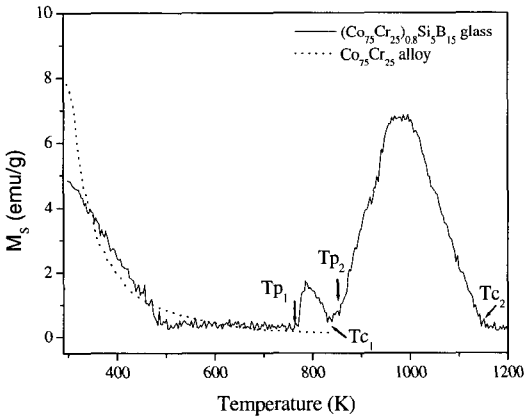


그림 3 $(\text{Co}_{75}\text{Cr}_{25})_{0.8}\text{Si}_5\text{B}_{15}$ 글래스와 $\text{Co}_{75}\text{Cr}_{25}$ 합금의 온도에 따른 포화자화(at 5kOe)의 변화 : Tp_1 과 Tp_2 는 760 K, 848 K. Tc_1 와 Tc_2 는 830 K와 1165 K.

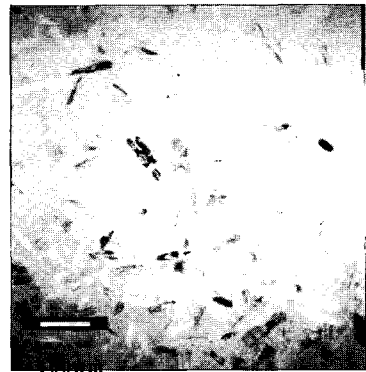


그림 4. $(\text{Co}_{75}\text{Cr}_{25})_{0.8}\text{Si}_5\text{B}_{15}$ 비정질 금속을 Tp_1 과 Tp_2 사이에서 열처리한 시편의 미세구조: 비정질 모체에 막대형의 HCP (Co,Cr)이 석출됨