

Bragg-Williams 근사를 통한 Co-Pd System의 규칙-불규칙 전이온도 예측

조정홍*, 남윤재, 임상호

고려대학교 신소재공학과, 서울시 성북구 안암동 5-1, 136-713

수직자기이방성(perpendicular magnetic anisotropy)은 수직기록방식을 통한 고밀도 자기정보저장에 요구되는 특성으로써, 자기터널접합(magnetic tunnel junctions)에서 자화반전에 요구되는 임계전류밀도를 감소시키는 역할을 하여 큰 주목을 받고 있다. 이러한 수직자기이방성을 발현하는 방법 중에 하나로, L10 규칙상구조를 가지는 FePt, CoPt, FePd 재료를 쓰는 것을 들 수 있다. L10 규칙상구조는 cubic symmetry가 깨지면서 큰 자기 결정이방성을 지니므로 수직자기이방성을 지니게 된다. 이러한 재료들은 VIII-족 원소들로 구성되어 있으며 FePt₃, CoPt₃, FePd₃에서는 L12 구조를 보이며 FePt, CoPt, FePd에서는 L10 구조를 보인다. 위와 유사한 재료인 CoPd 역시 VIII-족 원소들로 구성되어 있으며 FePd, CoPt에서 규칙상구조가 발견되므로 CoPd 재료에서 L10 및 L12 규칙상구조가 발견될 것으로 예측되며, 실험을 통해 CoPd 막(film)에서 규칙상이 보고되었다[1]. 하지만 실험에서 L12 구조에 대하여는 임계전이온도가 측정되었지만 L10 임계전이온도(critical transition temperature)가 측정되지 못하였기 때문에, CoPd system을 분석하기 위해서는 평형상태에서의 임계전이온도 예측 및 계산이 필요하다. 본 연구에서는 Bragg-Williams 근사[2]를 통해 L10의 임계전이온도를 계산하였다.

본 연구에서는 Bragg-Williams 근사를 이용하여 L12 구조(CoPd₃)에서의 내부에너지 및 엔트로피를 구하였다. 이를 통해 자유에너지를 구하여 실험을 통해 측정된 임계전이온도[1]를 이용하여 ordering energy를 구하였다. 이후 ordering energy를 이용하여 L10 구조의 자유에너지를 구하여 임계전이온도를 계산하였다. 하지만 Bragg-Williams 근사에서는, Co원자와 Pd원자의 반지름 차이에 의한 L12 구조(CoPd₃)와 L10 구조(CoPd)에서 발생하는 contraction효과에 대하여 고려되지 않기 때문에[3], 본 연구에서는 Co원자의 Pd원자의 반지름차이에 의한 그 효과를 고려하여 계산하였다.

이러한 열역학적 예측을 통해 Co-Pd system에서의 높은 수직자기이방성이 규칙-불규칙 전이에 기인한다고 사료된다.

참고문헌

- [1] Y. Matsuo, J. Phys. Soc. Japan. 32, 972 (1972).
- [2] W. L. Bragg and E. J. Williams, Proc. R. Soc. Lond. A. 195, 540 (1935).
- [3] M. Shimoji, J. Phys. Soc. Japan. 11, 91 (1956).