

Ion Beam Etching 으로 에칭한 자성 박막의 자기적 특성 변화 조사

Chungnam Nat'l University, S. M. YOON*, Y. W. LEE, Y. K. HU, C. G. KIM, C. O. KIM

1. 서론

강자성체의 스핀 분극을 이용하는 스핀트로닉스에 대한 연구는 매우 활발히 이루어지고 있다. CoFe 합금은 큰 포화자화와 스핀분극 때문에 스핀트로닉스 재료로 널리 이용되고 있다. 본 연구에서는 Ion Beam Etching 방법으로 CoFe 박막을 미세 가공 할 때 에칭 조건에 따른 CoFe 박막의 자기적 특성 변화를 조사하였다. 에칭 변수가 에칭에 미치는 영향을 사전에 조사하기 위하여 Cu 박막에 대하여 에칭 시간, 기울임 각도, 가속 전압을 변화시키면서 식각한 후 거칠기 변화를 조사하였다. 이 데이터를 바탕으로 CoFe 합금박막을 에칭시간, 기울임 각도, 가속 전압을 변화시키면서 식각한 후 보자력 및 이방성 자기장의 변화를 조사하였다.

2. 실험방법

CoFe 박막은 4개의 4인치 스퍼터링 건을 장착한 RF magnetron sputtering 법으로 제작되었다. 실험진공도는 3×10^{-7} Torr 이하였으며 스퍼터링 시의 Ar 가스 분압은 3×10^{-3} Torr로 고정하였다. 투과전자 현미경과 α -step을 이용하여 계산한 CoFe의 평균 성장속도 0.9 Å/s 였다. 식각에 사용한 Etching system은 입구 너비가 6 cm 인 Kauffman type ion gun을 장착하였으며 식각을 위하여 Ar 가스를 이용하였다. 식각 특성을 조사하기 위한 Cu 박막은 에칭 장비를 이용하여 Ion Beam Sputtering법으로 제작하였다. 에칭 및 스퍼터링 공정에서 기본 진공도는 5×10^{-6} Torr 이하였으며 Ar 가스 압력은 3×10^{-4} Torr로 고정하였다. 에칭 공정에서는 균일한 에칭을 위하여 샘플을 5 rpm으로 회전시켰다. Cu 박막의 거칠기는 원자력현미경으로 조사하였으며 CoFe 박막의 자기적 특성은 진동시료형 자력계로 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

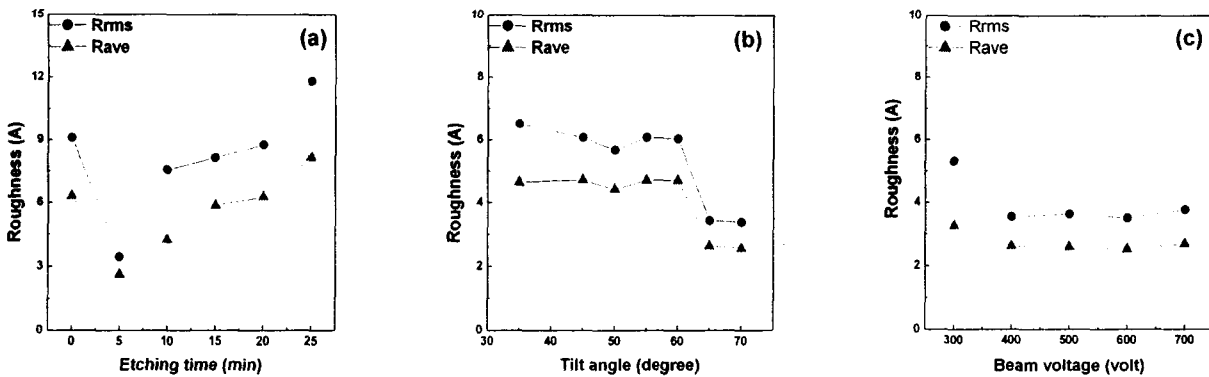


그림 1. Surface roughness of etched Cu films as a function of etching variables.

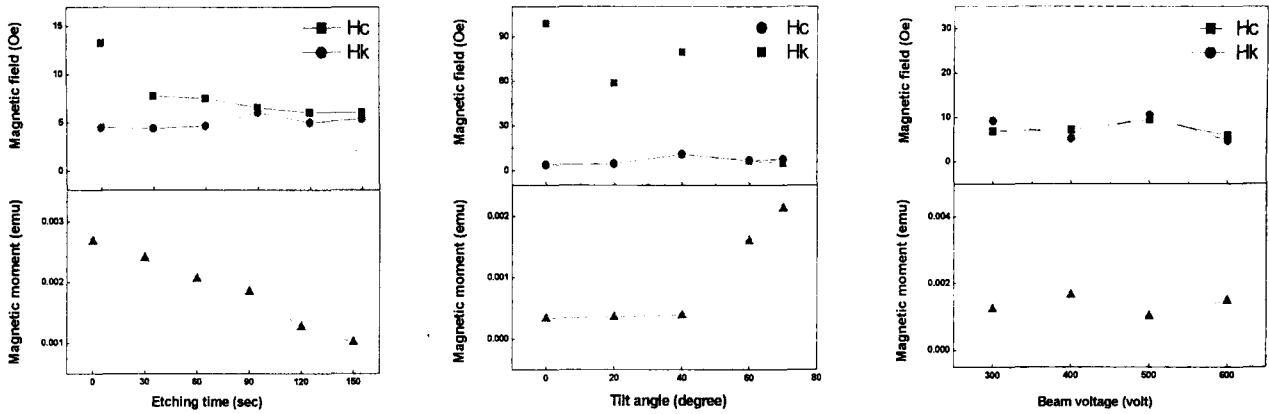


그림 2. Change of magnetic properties of CoFe film as a function of etching variables.

그림 1은 에칭 변수의 일반적인 영향을 사전에 조사하기 위하여 Cu 박막을 에칭한 후 거칠기를 조사한 결과이다. 그림 1(a)는 시간에 따른 에칭 결과이다. 처음 5분일 때 거칠기가 감소하다가 시간이 길어질수록 거칠기도 증가함을 알 수 있다. 그림 1(b)에서 에칭각도를 변화시켰을 때 각도가 65도 이내일 때는 거칠기에 큰 변화가 없다가 65도 이후부터 크게 감소함을 알 수 있다. 가속전압의 경우 400 볼트 이상일 때 큰 변화가 없음을 알 수 있다.

그림 2는 CoFe 박막을 같은 에칭 변수에 대하여 에칭한 결과이다. 에칭시간이 증가할수록 자기모멘트는 완만하게 감소하므로 시간에 따른 에칭속도가 일정함을 알 수 있다. 두께가 감소할수록 이방성 자기장은 감소하고 보자력은 완만히 증가함을 보이고 있다. 에칭각도가 40도 이하일 때는 에칭속도는 변화하지 않으나 이방성 자기장이 매우 급격히 증가했다가 감소함을 알 수 있었다. 에칭각도가 60도 이상일 때는 에칭속도가 감소하면서 이방성 자기장은 급격히 감소한다. 가속전압에 대한 에칭속도, 이방성 자기장, 보자력이 크게 변하지 않음을 알 수 있다.

4. 결론

Ion Beam Etching법을 이용하여 CoFe 박막을 에칭한 결과 기울임 각도가 60도 이하일 때는 에칭이 빨리 진행되며 이방성 자기장이 증가하고, 60도 이상에서는 에칭 속도가 감소하면서 이방성 자기장이 크게 감소한다. Cu의 거칠기 조사 결과와 비교할 때 CoFe 박막의 이방성 자기장은 박막의 거칠기에 따라서 크게 영향을 받는 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

- [1] S. D. Kim, J. J. Lee, S. H. Lim, and H. J. Kim. J. Appl. Phys. 85, 5992 (1999)