

## 4° tilt-cut Si(111) 기판의 표면 거칠기 상태가 자성박막의 자기적 특성에 미치는 영향

서울대학교 재료공학부 김 형준\*, 조 권구, 주 승기

### Effects of Surface Roughness State of 4° tilt-cut Si(111) Substrates on Magnetic Properties of Thin Films

Seoul Nat'l Univ. H.-J. Kim\*, K.-K. Cho, and S.-K. Joo

#### 1. 서 론

최근 tilt-cut 기판 위에 형성된 자성박막은 일축자기이방성 및 향상된 자기수송 특성을 보임으로써 자기이방성을 포함한 자기적 특성 및 결정학적 배향에 대해 활발히 연구되고 있다[1-2]. Tilt-cut 기판은 기판 표면에 주기적으로 존재하는 계단에 의해 자성 박막의 자기적, 결정학적 특성에 영향을 끼칠 수 있으며, 계단의 높이 및 간격의 변화도 위의 특성 변화에서 중요한 요소이다[3]. 기판의 표면 위에 존재하는 계단을 주기적인 거칠기라고 한다면, 일반적으로 기판 및 바닥층의 무질서한 거칠기 또한, 자성 박막의 보자력 증대 등의 자기적 특성에 큰 영향을 끼치는 것으로 알려져 있다[4]. 본 연구에서는 4° tilt-cut Si(111) 기판을 이용하여, 기판 위에 주기적으로 존재하는 계단 이외에 무질서한 기판의 표면 거칠기 상태가 자성 박막의 자기적 및 자기수송 특성에 미치는 영향을 고찰하였다.

#### 2. 실험 방법

고주파 마그네트론 스퍼터링 방법으로 표면 거칠기 상태의 차이를 나타내는 3 종류의 4° 기울어진 Si(111) 기판의 표면에 50Å 두께의 Cu 바닥층을 증착한 후, NiFe(60Å)/Cu/Co(30Å) 스핀밸브 박막과 Co(30Å, 1000Å) 및 NiFe(60Å, 1000Å) 박막을 형성하였다. 스핀밸브 박막의 자기저항 특성은 시편진동 자력계의 전자석과 4 탐침법을 이용하여 상온에서 측정하였으며, 자기이력 특성은 시편진동자력계를 이용하여 측정하였다. 특히, Co 및 NiFe 박막의 자기이방성은 면내의 여러 방향에서 잔류자화값을 포화자화값으로 나눈 값으로 정의한 각형성 (Squareness) 과 자기이력곡선으로부터 고찰하였고, 자성박막의 결정성은 일반적인 XRD 방법에 의해 조사하였다.

#### 3. 실험 결과 및 고찰

4° tilt-cut Si(111) 기판의 앞면과 뒷면, 그리고 이온 충돌 처리를 통해 거칠기를 증가시킨 4° tilt-cut Si(111) 기판의 앞면의 3 종류의 표면 거칠기 상태를 나타내는 기판 위에 증착한 NiFe(60Å)/Cu/Co(30

A) 스핀밸브 박막의 R-H, M-H 곡선을 측정된 결과, 기관의 앞면과 뒷면에 증착한 스핀밸브 박막은 Co, NiFe 두 자성층의 자화반전이 명확하게 구분되었고 그림 2 에 보이는 바와 같이 약 4 % 이상의 자기저항비가 측정되었으나, 이온 충돌 처리한 앞면에 증착한 경우, 자기저항이 관찰되지 않았으며, M-H 곡선에서도 두 자성층의 자화반전이 구분되지 않았다. 또한, Co 및 NiFe 박막의 자기이방성 특성도 이온 충돌 처리를 통해 거칠기가 증대된 기관의 앞면에 증착된 박막에서 자화용이축이 변화하는 현상이 발견되었다. 표면 거칠기 상태를 Atomic-scale 의 거칠기와 Macro-scale 거칠기로 나누어 고려할 때, Atomic-scale 의 표면 거칠기 상태가 스핀밸브 박막의 자기수송 특성과 Co, NiFe 자성박막의 자기적 특성에 미치는 영향이 Macro-scale 거칠기 상태보다 더욱 큰 것으로 사료된다.

#### 참고 문헌

- 1) A. Encinas, F. Nguyen Van Dau, M. Sussiau, A. Schuhl, and P. Galtier, Appl. Phys. Lett. 71(22), 3299 (1997).
- 2) F. Nguyen Van Dau, M. Sussiau, A. Schuhl, and P. Galtier, J. Appl. Phys. 81(8), 4482 (1997).
- 3) J. Frohn, M. Giesen, M. Poensgen, J. F. Wolf, and H. Ibach, Phys. Rev. Lett. 67(25), 3543 (1991).
- 4) 오 훈상, 공학박사학위 논문, 서울대학교 (1997).

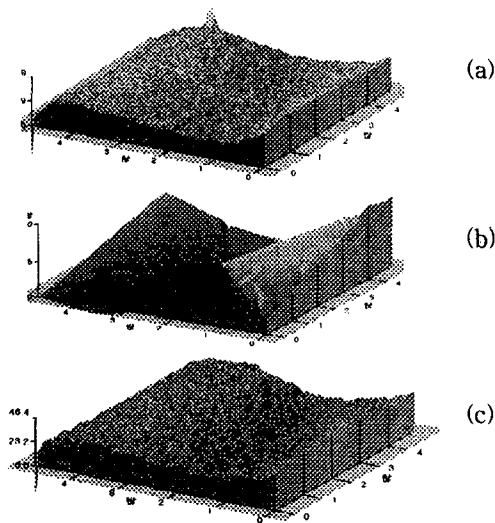


Fig. 1. AFM images of three kinds of surfaces of 4° tilt-cut Si(111) substrates. (a) Front surface, (b) Back surface, and (c) Ion bombarded front surface.

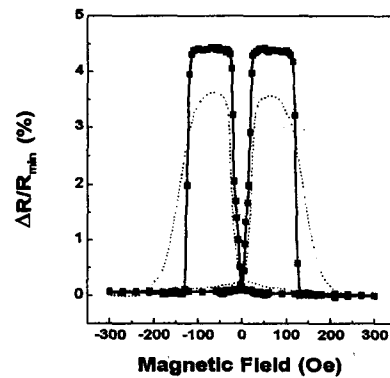


Fig. 2. R-H curves of NiFe(60Å)/Cu(30Å)/Co(30Å) spin valve thin films on front surface (solid) and back surface (dotted).