

## A2

### NiCo 박막의 자기저항 (MR) 특성과 결정학적 분석에 관한 연구

삼성전기(주) 종합연구소  
김현경, 안문봉, 주준범\*, 채종희, 정인섭

### Magneto-resistive Characteristics and Crystallographic Analysis of NiCo Ferromagnetic Thin Films.

Samsung Electro-Mechanics, R&D Center  
H.K.Kim, M.B.Ahn, J.B.Joo, J.H.Chae, I.S.Jeong

#### 1. 서론

NiCo의 자기 저항 박막을 사용하는 자기 저항 (MR) 소자는 VTR용 capstan motor의 회전 속도를 제어하는 센서로 응용되고 있으며, 특히 70Ni-30Co 조성에서는 거의 0에 가까운 자왜 (Magnetostriction)를 갖는다. 또한 bias 자석을 함께 사용함으로써 bias를 사용하지 않는 NiFe에 비해 출력 noise가 작고 저항 변화율이 5~6%에 이르러 다층박막인 Giant MR을 제외하고는 현재까지 알려진 가장 높은 저항변화율을 갖는다. 그러나 NiCo 증착시 필수적으로 기판온도를 300°C 이상 가열하여 초격자에 준하는 구조를 갖도록 해야 높은 MR효과를 보이는 것으로 알려져 있다.[1]

본 연구에서는 증착시 기판온도를 변화시켜 형성한 NiCo 박막의 결정구조 변화가 나타나는 300°C~350°C 에서의 미세 결정구조와 MR 특성사이의 관계에 대해 실험적으로 고찰하였다.

#### 2. 실험방법

70Ni-30Co 분말을 W-boat에서 가열, 증착하였고, 증착중 할로겐 램프를 이용하여 기판을 가열하였다. NiCo 박막의 두께는 0.1 $\mu$ m이며 photolithography로 형성한 MR stripe으로부터 MR 특성을 측정하였다. 또한 X-ray 회절(XRD)을 이용하여 우선방위 및 결정입자의 크기를 분석하였다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

기판온도(Ts)를 변화시키며 증착된 박막의 XRD를 보면 Fig.1에서와 같이 300~350°C 사이에서 회절 peak의 현저한 변화를 볼 수 있었다. 즉 300°C에서 나타난 (111)의 우선방위가 350°C에서는 소멸되는 특이한 현상이다.

각 결정면에 대한 우선 방위 정도를 보다 정확히 파악하기위해 다중도 인자를 고려한 Horta식 [2]에 의해 집합조직계수(P<sub>hkl</sub>)를 구하여 재정리한 것을 Fig.2에 나타내었다. Ts=300°C 경우 강한 (111) 우선 방위를 보이거나 Ts=350°C 경우 여러 peaks가 random하게 분포하는 경향을 보이고 있다

고온의 기판온도에서는 (111)과 같은 우선방위의 형성이 일반적인 현상으로 알려져 있으나, 350°C에서와 같이 첨원자(additive atom)들의 열에너지가 충분히 클 경우는 증착중 표면 확산이 활발해지고 일반적인 성장이론에 의해 표면에너지가 높은 (220) (200)면의 성장속도가 증가되기 때문으로 생각된다. 또한 peak 폭으로부터 Sherrer 식 [3]을 이용하여 계산된 결정입자의 크기는 300°C 경우 0.11 $\mu$ m, 350°C의 경우 0.19 $\mu$ m였다.

이와 같은 random한 결정구조와 결정입자 크기차이로부터 Fig.3에서 보여지는 MR 특성의 차이를 설명할 수 있다. 즉 (111)우선방위와 작은 결정입자를 갖는 MR 박막은 (Ts=300°C 경우) [111] 방향으로의 자기이방성과 보자력이 크므로, 외부 자계에 대한 자화반응이 어려워 random한 결정방위와 큰 결정립을 갖는 박막(Ts=350°C 경우)보다 자기저항(MR) 변화율이 작다. (Fig.3)

[1] U.S.Patent 4,212,688 (1980).

[2] R.M.S.B. Horta, Trans.TMS-AIME, 245, 2525 (1969).

[3] B.D.Culity, Element of X-ray diffraction, 2/e, 277 (1978).

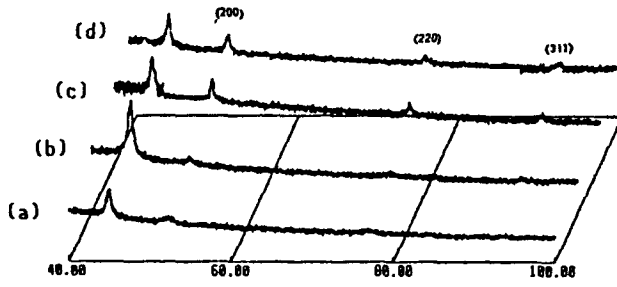


Fig.1. X-ray diffraction patterns of NiCo thin films deposited at different substrate temperatures. (a) 150°C (b) 300°C (c) 350°C (d) 370°C

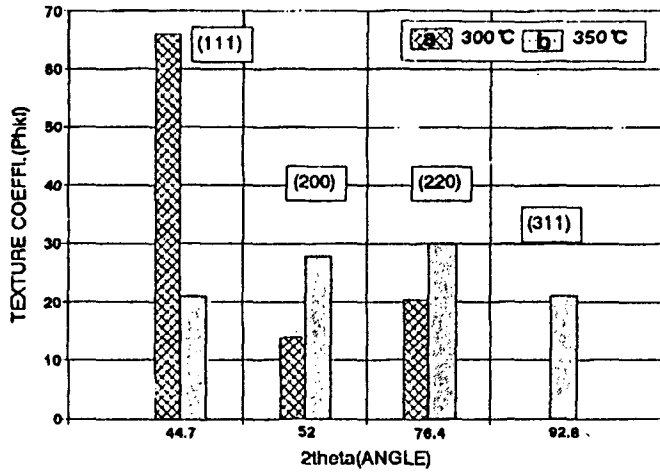


Fig.2. Texture distribution of NiCo thin films deposited at (a) 300°C and (b) 350°C.

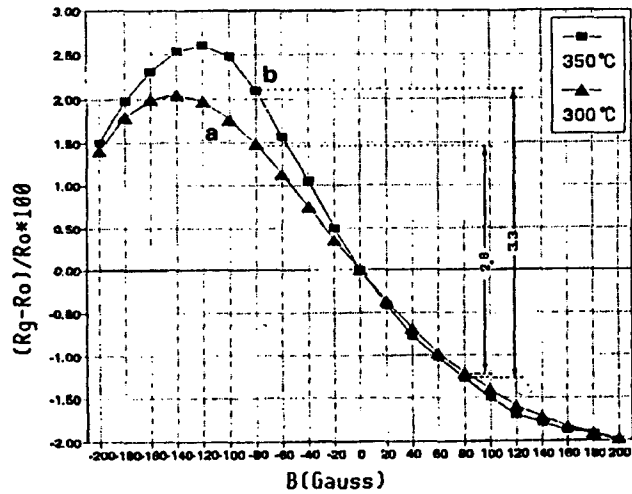


Fig.3. Magnetoresistivity changes in NiCo thin films deposited at (a) 300°C and (b) 350°C. (a) and (b) show 2.7% and 3.3% of MR ratio, respectively at external field range of -80 ~ 80 Gauss.