

Fe-Si-N base 연자성 박막의 자기적 성질에 관한 연구

서울대학교 조규중* 강 탁
한국과학기술연구원 이 택 동 장 평 우

A Study on the Magnetic Properties of Fe-Si-N base soft magnetic thin films

Seoul Nat'l Univ. K. J. Jo T. Kang
K I S T T. D. Lee P. W. Jang

1. 서 론

고밀도 자기기록을 위해서는 높은 포화자속밀도와 고주파에서 높은 투자율을 갖는 헤드용 재료의 개발이 요구된다. Fe는 2.1 Tesla 이상의 높은 포화자속밀도를 가지고 있기 때문에 헤드용 재료로 현재 많은 연구가 진행중이다. 그러나 Fe는 결정자기이방성이 크고 자왜 상수가 커서 연자성 특성이 좋지 않다는 단점이 있다. Fe의 연자성 특성을 향상시키기 위해서는 Fe의 결정립을 미세화시켜 국부자기이방성을 줄이는 방향으로 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 Fe-Si에 Nitrogen을 첨가하여 결정립 미세화 여부를 고찰하고 절연층을 중간층으로 삽입, 다층막을 제조하여 자성 특성을 알아보았다. (1)

2. 실험방법

본 실험에서는 국내에서 제작한 대향 타겟식 스퍼터링(FTS) 장치를 사용하여 실험을 하였다. Si은 wafer 형태로 잘라 Fe Target에 흡을 내어 부착시켰다. Sputtering gas로는 Ar+N₂를 함께 투입하는 반응성 스퍼터링을 하였다. 제작한 박막 시편을 진공 회전 자장 열처리로에서 200-400 °C, 1시간 동안 열처리하였다. 박막의 조성은 EPMA로 측정하였고 포화자속밀도(4 π Ms), 잔류자화(Mr), 보자력(Hc)은 V. S. M.으로 유효 투자율은 Impedance Analyzer로 측정하였다. 제작한 박막의 결정 구조와 결정립 크기는 XRD, TEM으로 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

그림 1은 N₂의 분압을 변화시켜가면서 Fe-2.5at%Si-N 박막을 제조할 때 N₂ 분압에 따른 여러 자성 특성의 변화를 보였다. 4 π Ms는 질소 분압이 0에서 4 %까지 증가할 때에는 거의 변화하지 않거나 오히려 약간 증가하는 경향을 보이는데 두께 측정에서 오는 오차를 감안하면 거의 1.83 T로 거의 일정하다. N₂ 분압이 4 %를 넘으면 4 π Ms가 거의 직선적으로 감소하는데 이는 질화물 생성에 의한 것으로 해석된다. 보자력은 질소 분압이 2-4 % 근처에서 최소치를 보이고 6 %에서 매우 커지며 그 후에는 다시 줄어드는 양상을 보인다. 투자율은 FeSi_{2.5}(at%) 박막의 경우 5 MHz에서 약 300 이하였으나 질소 분압이 4 %인 FeSi_{2.5}-N 박막의 경우 약 850 정도로 투자율이 비교적 높았다. TEM으로 관찰한 시편의 암시야 사진을 보면 FeSi_{2.5} film의 결정립 크기는 약 300-400 Å, FeSi_{2.5}-N film의 결정립 크기는 약 200 Å 정도로 Nitrogen의 첨가로 결정립의 미세화됨을 확인하였다. XRD의 Fe(110) peak로부터 Scherrer Equation에 의하여 박막의 결정립을 측정하여 보았는데 거의 100-200Å 정도의 크기로 TEM으로 관찰한 결정립보다 상당히 작게 나왔다. 이것은 질소 첨가로 인하여 (110) 회절 피크가 (110)과 (101) 피크로 갈라지고 이 두 면간 거리의 차이가 별로 크게 나지 않아 두 피크가

거의 겹쳐서 나타나 이 때문에 line broadening이 생긴다. 이것을 무시하고 반가폭으로부터 결정립 크기를 계산하였기 때문에 오차가 생긴 것으로 생각된다. FeSiN/절연층 다층막을 제조하면 Fe 결정립의 성장을 억제하여 더욱더 미세한 결정립을 얻을 수 있는데 이에 대한 연구는 현재 진행중이다.

4. 결론

Fe-Si-N 박막에서 Si 함량을 2.5 at%로 고정하고 질소 분압이 4%에서 가장 우수한 연자성 특성을 얻었다. ($B_s=1.83$ T, $\mu=850$) Fe-Si-N계 박막에서 N의 첨가로 결정립이 200 Å 이하로 적어졌으며 특히 (110) 면간거리가 질소 분압이 4 %에서 최대치에 도달하고 이 분압에서 가장 우수한 연자성 특성을 나타내었다.

5. 참고문헌

- ① M. Takahashi, T. Shimatsu, IEEE Trans. Mag., MAG-26(1990), 1485

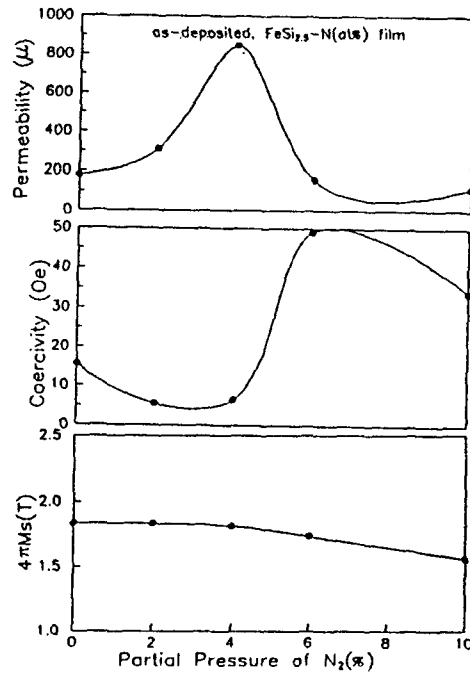


Fig. 1. Dependence of magnetic properties of FeSi_{2.5}-N thin film on partial pressure of N₂