

Fe-Hf-N 연자성 박막의 미세구조에 관한 연구

Microstructure of Fe-Hf-N soft magnetic thin film

여정구, 원종선, 김만호, 정민경, 김광필*, 이명호**, 강제명

서울산업대 신소재공학과, *삼성전자, **서울산업대 기계설계·자동화공학부

대용량 고밀도 정보기록을 위하여 고보자력화(coercivity, Hc)의 기록매체가 필요하고, 이는 자기헤드의 고성능화로 나아간다. 이들 고성능 자기헤드의 연구는 bulk 형 페라이트 헤드로부터 헤드 갭(Gap)부에 연자성 특성이 우수한 자성박막의 MIG(Metal-in-Gap) 헤드, core부에 자성금속을 적층시킨 적층(Lamination) 자기박막헤드 등이 있다. 특히 우수한 자성박막인 MIG 헤드는 사용되는 금속자성박막의 특성에 따라 헤드의 성능이 크게 좌우되는 것으로 보고되고 있다.

한편 연자성 박막을 활용한 MIG 자기헤드는 15 KG이상의 포화자속밀도(saturation magnetic flux density, Bs)와 자기헤드의 투자율이(permeability, μ_{eff})이 1000 이상으로 되어야 한다. 이는 Hysteresis loss 감소가 1 Oe 이하의 보자력이 되어야하고, eddy current loss 감소에 의한 헤드효율이 $1 \mu\Omega\cdot m$ 이하의 전기비저항을 가지는 자기적 특성을 지니는 것이 요구되어진다. 또한 자기헤드는 기계적 가공, 마찰에 의한 자기특성의 열화를 억제하기 위하여 $\lambda=10^6\sim 10^7$ 의 자왜와 2000 hr 이상의 주행이 가능한 내마모성이 중요한 문제로 대두되고 있다.

최근 연구되고 있는 연자성 박막으로는 Fe-N 계, Fe-Al-N 계, Fe-TM-N 계, Fe-TM-C 계(TM=Hf, Zr, Ta, Nb) 등이 있으며, Fe-TM-N 계 및 Fe-TM-C 계 박막은 우수한 연자성 특성을 지니는 것으로 보고되고 있다. 더욱이 이들 Fe-TM-N 계에 첨가 원소인 Zr, Ta, Nb를 미량첨가 함으로서 16 KG의 높은 포화자속밀도와 0.5 Oe 이하의 보자력, 10 MHz 에서 3500 이상의 유효투자율을 보이는 것으로 연구 보고되고 있다. TM 계 첨가원소에서 Hf에 관한 연구는 C. Kuhrt, 등의 기계적 합금화시킨 자성특성의 관한 기초연구와 연자성 박막특성연구 등 Hf 첨가원소의 자기적 성질에 관한 연구 등으로, Hf 미량 첨가를 위한 공정개발, 이들이 연자성성질에 미치는 영향 등에 관한 연구이다. 또한 VCR 및 tape drive 용 MIG 헤드박막으로 쓰이는 Fe-Ta-N 이 기존의 자기헤드보다 우수한 기계적 특성을 나타내는 것으로 보고되고 있으나, 그 외의 TM계 원소에 대한 연구는 아직 초기 연구단계로 있다.

본 연구에서는 Fe계 초미세 결정의 Fe-Hf-N 연자성 박막을 제작하고자 하였다. 이를 위하여 Fe-Hf(89:11 at%) 합금타겟을 사용하여 N₂ 반응성 가스분위기의 sputtering 방법을 사용하여 glass 기판과 Si 기판 위에 N₂ 함량변화와 두께변화에 따른 각각의 박막을 제작하였다. 이와같이 제작된 각 박막의 기계적성질은 MICROHARDNESS TESTER FOR ELEVATED TEMPERATURE TESTING, 모델 MHT-4 & 1350를 사용하여 미세경도를 측정하였고, 나노결정구조를 조사하기 위하여 박막층의 표면조직과 층간조직을 SEM과 TEM를 사용하여 조사하였다. 또한 제작된 각 시료의 연자성 특성의 평가와 함께 박막의 내마모성을 평가하고자 하였다.