A2

수직 자기 기록의 read/write 특성 수치모사를 위한 Preisach model의 vector화에 대한 연구

한국과학기술원 이경진*
한국해양대 박관수
한국과학기술원 이택동

A Study on a Vector Preisach model for read/write simulations of a perpendicular magnetic recording

K. J. Lee*, KAIST
G. S. Park, Korea Maritime University
T. D. Lee, KAIST

Ⅰ. 서 론

강자성체의 히스테리시스 현상을 모사하기 위하여 Preisach 모델을 사용하는 경우 벡터양을 고려할 수 없다는 한계를 갖는다. 이를 극복하기 위해 여러 자기적 벡터량을 서로 수직한 방향의 두 스칼라양으로 분리하여 계산하는 방법을 사용하였다. 수직 기록 매체 재료에 대해 자화용이축 방향과 자화곤란축 방향의 히스테리시스 루프를 측정하여 이를 자기입자들의 밀도분포함수로 처리하여 모델링 프로그램에 입력한 후, 입력자계와 자화량을 x와 y의 두 성분(component)으로 분리하여 각각에 대해 scalar Preisach 모델을 적용하였다. 또한 이러한 vector Preisach 모델링을 CoCr 수직자기기록 박막에 대해 적용해 보았다. 이때 보자력에 따른 read/write 특성을 알아보기 위해, 보자력 750 Oe인 시편과 보자력 1912 Oe인 시편에 대해 비교 해석하였다.

Ⅱ. 본 론

수치모사에 사용한 폴형 헤드의 헤드 폭은 0.4 μm이고, 코일 턴수는 49, 헤드의 경우 비투자율(μ_r) 2500, 하층매체의 경우 비투자율(μ_r) 1000인 선형 매질로 가정하였으며, 유한요소법을 적용하기 위하여 해석 영역을 4402개의 요소와 2249개의 절점으로 분할하였다[1]. 그림 1은 한 번 기록했을 때의 자화벡터의 분포를 나타내고 있으며, 헤드의 모서리 근방에서는 상당히 큰 수평방향 자화성분이 존재한다. 그림 2는 공극의 크기를 250Å, 500Å으로 달리 하였을 때의 기록밀도에 따른 재생전압의 크기를 나타내고 있는데 전반적으로 공극이 작은 경우에 더 큰 재생전압을 얻을 수 있었다. 또한 고밀도로 기록이 된 경우에는 매체에 기록된 자화량의 천이구간이 명확하지 못하기 때문에 일반적으로 재생전압의 세기가 약하게 되므로 공극의 영향이 더 심해진다. 그림 3은 매체의 보자력이 재생전압에 미치는 영향을 나타낸 것으로, 기록전류의 영향을 고려하기 위해 기록전류를 각기 0.3, 1, 2 A로 달리하였다. 기록전류가 0.3 A로 작을 경우에는 보자력이 낮은 매체가 모든 기록밀도 영역에서 재생전압이 높지만, 헤드의 기록전류가 1 A로 높아질 경우 재생전압의 차이가 줄어들고 2 A로 더 높일 경우 보자력이 높은 매체가 높은 기록밀도에서 더 높은 재생전압을 나타낸다. 이는 보자력이 높은 매체의 경우 헤드의 전류가 약하면 매체가 포화자화되지 않기 때문이다.

수직기록매체의 경우에는 VSM으로부터 얻어지는 자화곡선을 반자장에 대하여 보정하여야 한다. 위의 결과들은 자화용이축 방향의 자화곡선이 거의 직사각형의 형태가 되도록 반자장 효과를 보정한 것이다. 이러한 결과는 scalar Preisach 모델을 이용하여 수직성분만을 고려했을 때의 결과와 큰 차이가 없었다. 그러나 이러한 인위적인 보정은 엄밀한 의미에서 정확하다고 볼 수 없으므로 반자장의 효과를 보다 작게 고려한 경우에 대해 해석해 보고 그 결과를 비교해 보았다. 그림 4는 두 비트를 기록한 후 헤드를 제거했을 때의 비트간 천이영역 내의 자화벡터의 분포를 나타내고 있다. 그림 4의 (a)는 자화용이축 방향의 자화곡선을 거의 직사각형이 되도록 반자장의 효과를 고려한 경우이고, 그림 4의 (b)는 (a)의 경우에 비해 반자장의 효과를 보다 작게 고려한 경우이다. a_1과 a_2는 각각 두 경우의 천이영역의 길이를 나타내고 있으며, a_1이 a_2보다 더 작게 나타났다. 자화 반전에 있어서 (a)의 경우는 수직성분만이 나타나므로 오직 수직성분만을 고려했을 때와 거의 차이가 없음을 알 수 있다. 그러나 (b)와 같이 반자장의 효과를 보다 작게 고려한 경우에는 자화 반전이 일어날 때 수평방향 자화 성분의 영향이 나타나게 된다. 이러한 수평방향 성분의 영향은 전반적으로 자화반전(천이)이 일어나는 영역의 길이를 커지게 하며, 이러한 천이 영역 길이의 증가는 재생전압의 넓어짐의 원인이 된다.

Ⅲ. 결 론

수직기록매체의 경우 실측으로 얻어진 자화곡선으로부터 x 방향의 자화성분이 무시할 수 없을 정도로 크다. 따라서 벡터 성분을 잘 모사할 수 있는 모델을 사용해야 하는데, 본 연구에서 적용한 vector modeling 기법의 경우 x 성분의 효과를 고려할 수 있었다. 또한 공극이 감소하면 재생전압의 크기가 상당히 증가하며, 이러한 공극의 영향은 고기록밀도로 갈수록 더 커진다. 매체의 보자력은 클수록 고밀도 기록에 유리하다. 반자장의 효과를 어느 정도로 고려하느냐에 따라 자화반전 영역의 깊이가 달라지며 이 영역 내에서 수평방향 자화성분이 발견되었다. 따라서 수직기록매체에 대해서 해석하고자 할 때 반드시 벡터량이 고려되어야 하며, 또한 반자장을 완전히 제거한 형태의 입력 자화곡선을 얻어야한다.

Ⅳ. 참고문헌

① 박관수, 서울대학원 전기공학과 박사학위논문, 1992

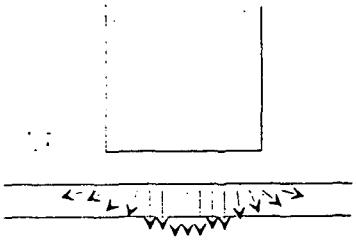

Fig. 1. Magnetization of one recorded bit.

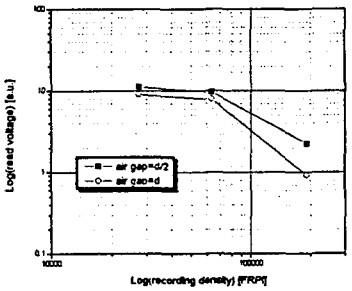

Fig. 2. Recording density v.s. reproducing voltage according to spacing between head and media.

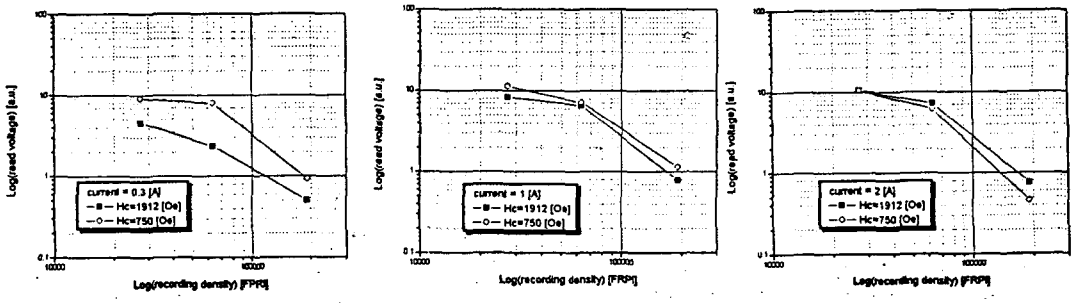

Fig. 3. Recording density v.s. reproducing voltage according to the variation of coercivity of media.

(a) (b)

Fig. 4. Dibit patterns of a perpendicular recording media for (a) considering large demagnetization effect, and (b) considering small demagnetization effect.