

## 수직 자기 기록시 유한 요소법을 이용한 자기 기록 특성 분석

임 영 훈<sup>1</sup>, 오 훈 상<sup>1</sup>, 김 용 수<sup>1</sup>, 이 주<sup>2</sup><sup>1</sup>삼성종합기술원, <sup>2</sup>한양대학교 전기공학과

## 1. 서 론

현재 HDD 에서 자기 기록시 수평기록으로는 기록 한계까지 다다르고 있다. 이에 대한 대책으로 제시된 수직기록은 실험실 차원에서 기록밀도가  $63.8\text{Gb/in}^2$  인 데모를 보였다. 향후 수직 기록을 통해 높은 기록밀도의 성장을 이룩할 수 있게 이끌어 갈 것이다. 수직 기록은 수평기록과 달리 헤드에서 나오는 Main Flux 의 흐름으로 기록하게 된다. 이때 미디어에는 Soft Under Layer 를 첨가하여 자속의 흐름을 유도하게 된다. Soft Under Layer 의 사용으로 Fringing Field 를 사용하는 수평기록에 비해 헤드에서 나오는 Main Flux 를 사용하는 수직기록이 Field 가 크다. 하지만 높은 기록밀도로 가면서 헤드의 크기가 줄어들게 되므로 이를 통해 기록 가능한 Field 의 크기를 얻기 위해서 헤드의 여러 구조적인 인자를 변화 시켜가면서 해석을 할 필요가 있게 된다. 해석을 통해 인자들의 Writing Field 에 대한 영향을 알게 되고 향후 적절한 Field 크기를 얻기 위한 경향을 알 수 있다.

## 2. 실험 방법

자기장에 대한 영향을 해석하기 위해서 3 차원 비선형 과도 해석을 하였다. 수직헤드는 단일 폴(Single Pole)을 기록 폴로 하고 리턴 폴을 가진 헤드이고 미디어에는 Soft Under Layer 가 200nm 두께를 가지며 15nm, 20nm 의 두께를 가진 Recording Layer 를 사용하였다. 본 논문에서 사용한 Soft Under Layer 의 투자율은 그림 1 과 같이 분포한다. 유한 요소법을 이용하여 물질의 비선형성을 고려하였고 Micro-Magnetic Modeling 과 재료의 이방성은 고려하지 않았다. 이로부터 엄밀한 의미에서 미소한 자화에 대한 예측이나 미디어에서의 기록상태는 기술할 수 없지만 자기적인 현상은 충분히 취급할 수 있다고 생각된다. 헤드의 기록 폴에서 폭(Track Width)과 두께(Pole Thickness)를 변화하고 Magnetic Spacing 과 Recording Layer 의 두께를 변화하면서 Writing Field 가 어떤 추이를 보이는지 알고자 하였다.

## 3. 실험 결과 및 고찰

수직 자기 기록 특성을 분석하기 위해서 과도 해석을 통해 시간의 흐름에 따른 Magnetomotive Force 의 변화가 Field 에 어떤 영향을 미치는지 알아보았다. 과도 해석에서 와 전류의 영향을 고려하지 않았다. 인가되는 전류의 시간 흐름에 따라 Writing Field 의 변화를 그림 2 에서 나타내었고 Magnetomotive Force 의 크기가 시간에 따른 전류의 변화에 따라 변하고 인가되는 Magnetomotive Force 에 따라 해석된 Writing Field 의 크기가 변화됨을 볼 수 있다. 이를 통해 차후 기록되는 형태를 예측할 수 있게 된다. Writing Field 의 크기는 0.4(nsec)정도 구간에서 일정한 크기를 유지하고 있다. 그림 3 은 수직자기 기록 헤드의 기록 폴 중에서 폭(Track width)과 두께(Pole thickness)에 따라 Writing Field 의 변화량을 표시하였다. 수직 자기 기록에서 기록 폴의 폭과 두께를 변화함으로써 Writing Field 가 변화하는 추이를 알 수 있었다. 그림 3 을 통해 기록 폴의 폭 (Track Width)을 300nm 이하로 줄였을 경우 Writing Field 의 감소폭이 크게 된다. 이로써 기록 밀도를 높이기 위해 기록 폴의 폭(Track Width)을 줄인다고 구조와 비례적으로 Writing Field 가 줄어드는 것이 아니라 감소 폭이 더 커짐을 알 수 있었다. 그림 4 는 Magnetic Spacing (헤드의 ABS 면으로부터 미디어 중심위치까지의 거리)변화에 따른 Writing Field 의 변화이다. Magnetic Spacing 이 줄어들면서 Writing Field 의 크기는 선형적으로 커지게 되고 Recording Layer 의 두께가 커짐으로써 선형적으로 Writing Field 가 줄어들게 된다.

## 4. 결 론

유한 요소법을 이용하여 Parameter 의 변화에 따른 수직 기록 헤드의 자기 특성을 해석하였다. 헤드의 폭과 두께에 따라 Writing Field 의 변화를 예측함으로써 자기 특성을 개선하기 위한 방향을 제시하였고 수직 기록에 대한 해석을 통해 수직 자기 기록 특성을 알 수 있었다.

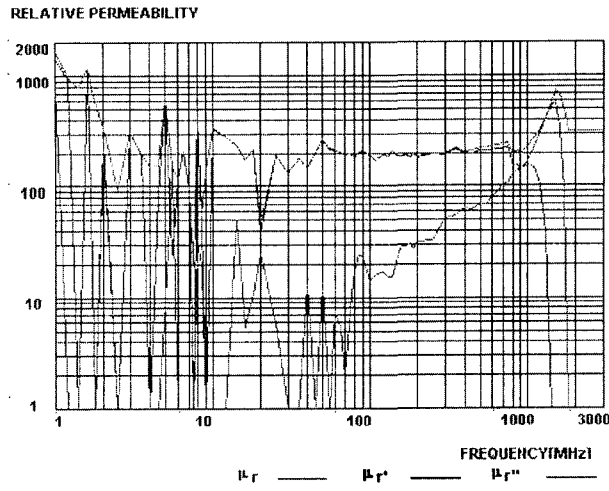


그림 1. Soft Under Layer 의 Permeability

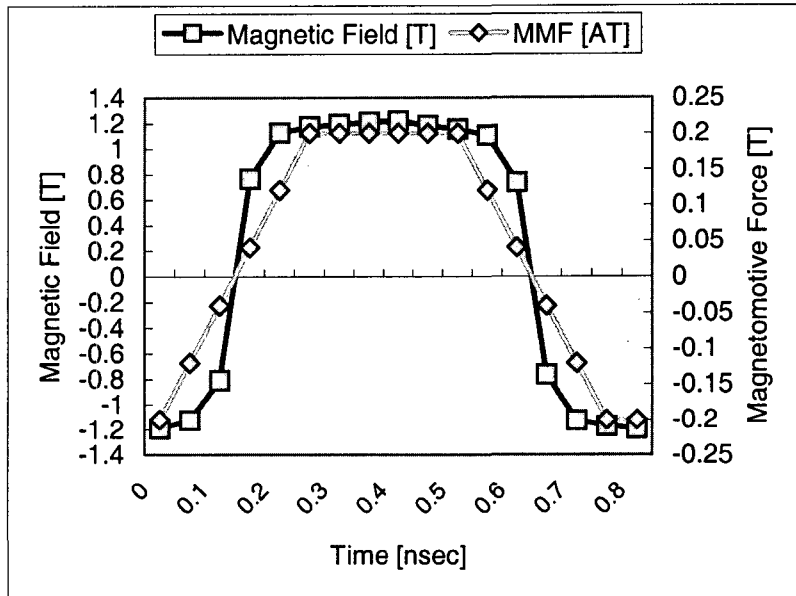


그림 2. 시간에 따른 MMF 변화와 Writing Field 의 변화

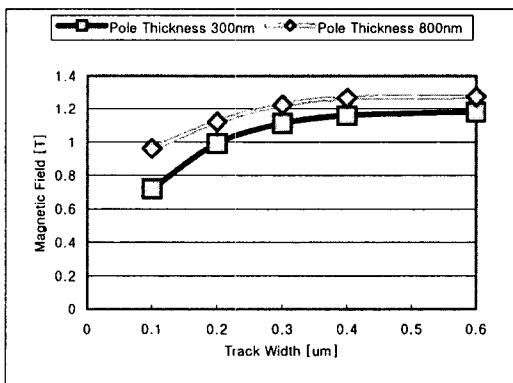


그림 3. 헤드의 Track Width 변화와 Pole Thickness 변화에 따른 Writing Field

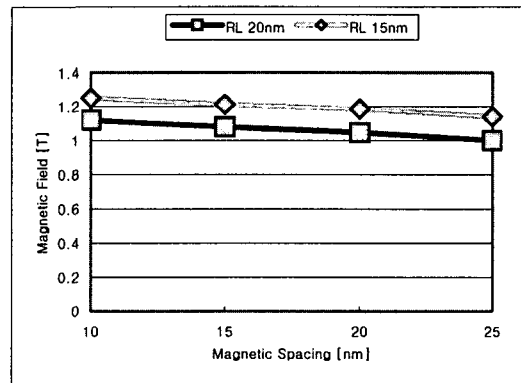


그림 4. Magnetic Spacing 과 Recording Layer 의 두께의 변화에 따른 Writing Field

5. 참고 문헌

[1] Y. Kanai, R. Matsubara, K. Fujiwara and N. Takahashi, IEEE Trans. Magn. 38, 2210 (2002)  
 [2] M. Mallery, A. Torabi and M. Benakli, IEEE Trans. Magn. 38, 1719 (2002)  
 [3] JMAG-works, Commercial Software, The Japan Research Institute, Ltd