

Soft Underlayer의 특성 개선을 통한 수직 자기 기록 해석

삼성 종합 기술원 임영훈*, 오훈상, 김용수, 박노열

한양 대학교 전기제어생체공학부 이주

1. 서 론

HDD에서 현재 사용하고 있는 기록 형태는 수평 기록이지만 높은 기록 밀도를 얻기 위해 수직 기록에 대한 연구가 진행 중이다[1]. 이러한 수직 기록은 수평 기록과 다르게 추가되는 기록 매체(Media)의 Soft Underlayer(이하 SUL)에 대한 자기적 특성에 따라 수직 기록 특성이 크게 변화하게 된다. 이는 SUL를 이용한 수직 기록에 있어서 기록 헤드의 Main Pole에서 나오는 자속은 SUL을 통과하여 기록 헤드의 Return Pole로 흐르게 되며 기록 헤드에서 나오는 큰 자속에 의해 자기적으로 SUL은 포화하게 된다. 이로부터 기록 특성 개선을 위해서 기록 헤드의 개선뿐만 아니라 SUL의 개선이 필요하게 되며 현재 포화되는 문제를 개선하기 위해 SUL 두께를 두껍게 하고 있다. 하지만 SUL 두께를 단순히 증가시킴으로써 비용의 증대와 생산 효율이 저하되고 SUL의 결정 성장의 불균일성으로 인해 표면이 거칠어진다. 이로 인해 고밀도의 수직 기록에서는 기록에 대한 효율을 증가시키기 위해 SUL을 얇게 하고 자기적 포화를 피하기 위해서 헤드의 Main Pole을 얇게 하거나 SUL의 포화 자속밀도(Bs)를 높게 할 필요가 있다. 그러나 Media의 Coercivity(Hc)가 점점 커지고 있고 이로부터 기록 Field를 크게 하기 위해서 기록 헤드의 Main Pole을 두껍게 하고 Main Pole의 포화 자속밀도(Bs)를 높여야 하며 SUL의 포화 자속밀도(Bs)도 높여야 되지만 현재 포화 자속밀도(Bs)가 높은 재질이 없으므로 문제가 있다. 그러므로 SUL의 포화 자속밀도(Bs)와 SUL의 두께에 따라 기록 헤드의 자기적 특성과 맞물려 각각의 효과가 크게 되는 설계가 필요하게 된다. 설계를 위한 해석방법으로 기록 헤드, 기록매체, SUL을 포함한 모델에 대해서 유한 요소법을 사용하였다. 유한 요소법을 이용하여 SUL의 포화 자속밀도(Bs)와 SUL의 두께에 대하여 기록 헤드의 두께와 포화 자속밀도(Bs)와의 변화를 통해 기록 특성을 해석하였고 이로부터 각각의 인자와의 상관관계를 도출하였다.

2. 수직 자기 기록 특성 분석

자기적 특성 변화에 따른 기록 형태를 해석하기 위해 유한요소법(이하 FEM)을 이용하여 수직 자기 기록 Head 및 Media를 Modeling하여 계산하였다[2]. Fig. 1.은 수직 자기 기록 시스템을 나타내고 있다. Bs_h는 기록 헤드에서 Main Pole의 포화 자속밀도이며 Pt는 Main Pole의 Thickness이다. Bs_s는 SUL의 포화 자속밀도이며 St는 Thickness를 나타내고 있다. 현재 사용되는 SUL의 포화 자속밀도는 약 1.3(T)이고 두께는 100nm이고 Main Pole의 포화 자속밀도는 2.1(T)이고 두께는 250nm이다. 수직 자기 기록 Head와 Media를 포함한 Modeling에서 Main Pole의 Bs, Pt와 SUL의 Bs, St를 서로의 연관관계에 따라 변화시켜가면서 FEM을 이용하여 해석하였다. 이를 통해 기록 특성인 Recording Field와 Field Gradient를 얻었다. Recording Field는 기록 시 Media의 기록영역에 기록하는 Field의 크기를 의미하며 Field Gradient는 기록 시 Media에서 기록된 형태를 구분하기 위해 Field의 기울기, 즉 Gradient를 의미한다. 이 두개의 결과는 커질수록 좋은 기록 특성을 나타내고 기록 특성 경향을 파악할 수 있다.[3]

3. 기록 특성 및 상관관계 도출

Main Pole에서 나오는 Field는 Main Pole의 포화 자속밀도와 Thickness에 비례하여 증감하고 SUL에 도달하게 되어서도 SUL의 포화 자속밀도와 Thickness에 비례하여 증감하게 된다. 이를 통해 Main Pole 재질 특성인 Bs_h, Pt의 곱과 SUL 재질 특성인 Bs_s, St의 곱과는 상호 연관 관계가 있게 된다. 그러므로 이러한 관계

를 통해 $(Bs_s \times St) / (Bs_h \times Pt)$ 의 비율을 가지고 기록 특성과의 연관성을 도출하였다. Fig. 2.는 기록 매체인 Media 영역을 기록하는 Field의 크기와 $(Bs_s \times St) / (Bs_h \times Pt)$ 와의 관계를 나타내고 있다. SUL의 두께가 얇은 영역에서는 Recording Field가 낮은 결과를 보이지만 SUL의 두께가 30nm 이상이면서 상호 비율이 0.1 이상이고 0.22 정도인 영역에서 Recording Field는 커지게 된다. 만약 SUL의 두께가 크더라도 포화 자속 밀도가 낮게 되면 Recording Field는 낮게 된다. Fig. 3.은 Media에서 Field Gradient와 $(Bs_s \times St) / (Bs_h \times Pt)$ 와의 관계를 나타내고 있다. SUL의 두께가 얇은 영역에서는 Field Gradient가 낮은 결과를 보이고 SUL의 두께가 60nm이면서 비율이 1.3일 때 가장 큰 결과를 보이고 있다. 이를 통해 비율이 0.1 이상이면서 0.2 이하인 영역에서 큰 Field Gradient를 얻게 됨을 알 수 있었다. 두개의 자기적 특성 결과를 통해 Main Pole의 인자와 SUL의 인자와의 관계식이 이루어짐을 알 수 있었고 자기 기록에서 기록 헤드에 맞는 SUL의 특성을 유추할 수 있고 기존 SUL의 특성 변화를 통해 개선할 수도 있게 됨을 알 수 있었다.

4. 결 론

기록 특성에 따른 연관 관계를 통해 $(Bs_s \times St) / (Bs_h \times Pt)$ 인 비율이 0.1~0.22인 영역에서 기록 특성이 상대적으로 개선됨을 알 수 있었고 SUL의 두께가 30nm가 되어도 포화 자속 밀도와 Main Pole의 조건과의 연관식에서 0.1 이상이 되면 기록 특성이 향상됨을 알 수 있었다. 이를 통해 SUL의 제작비용이 감소되며 표면의 평탄성이 향상되고 기록 헤드에 자기적 특성과 관계있는 SUL의 특성을 유추할 수 있으므로 고밀도의 수직 자기 기록이 가능하게 된다.

5. 참고 문헌

- [1] S. Iwasaki, Y. Nakamura, IEEE Trans. Magn., 14, pp 436 (1978).
- [2] JMAG-Studio, The Japan Research Institute Ltd.
- [3] W. Xia, H. Muraoka, Y. Nakamura, IEEE Trans. Magn., 38, pp 2216 (2002).

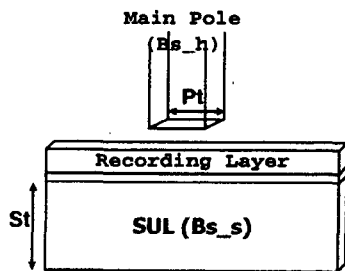


Fig. 1. PMR Writer System

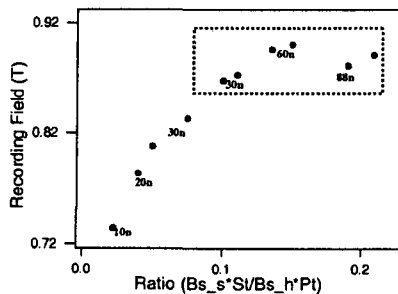


Fig. 2. Recording Field vs Ratio

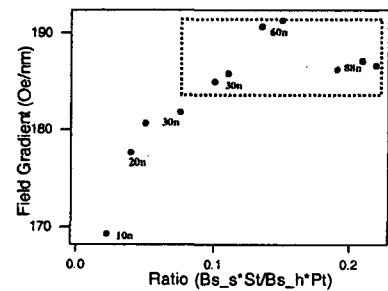


Fig. 3. Field Gradient vs Ratio