

하드디스크드라이브의 TFC 형상 확인 및 nano gap 의 영향에 따른 연구

Measurement of TFC and study on effect of nano gap on HDD

윤주영* · 최종학* · 박경수†

Jooyoung Yoon, Jonghak Choi and Kyoung-Su Park

1. 서 론

오늘날 정보저장기기는 빠른 속도로 늘어나는 정보의 양에 맞추어, 저장용량을 증가시키기 위한 많은 연구를 진행하고 있다. 또한, 모바일 기기 등을 비롯한 IT 기기의 급속한 발전에 따라 더욱 빠른 처리 속도를 요구 받고 있다. 이러한 요구들을 만족시키기 위하여 현재의 하드디스크드라이브의 경우 많은 기술이 적용되고 있다. 특히, thermal flying height control (TFC) 시스템의 경우 이러한 요구를 충족시키기 위하여 개발된 것으로, 슬라이더의 부상 높이를 조절할 수 있는 기술이다. TFC 시스템의 경우 슬라이더의 head 부분을 국부적으로 가열하여 돌출시키는 방법으로 슬라이더와 디스크 사이의 간격을 줄이는 방법이다. 이러한 방법을 이용하여 슬라이더의 부상높이를 낮출 수 있다⁽¹⁾.

슬라이더의 부상 높이를 낮출 수 있다는 것은, 기록 시 기존 슬라이더에 비해, 정밀도가 높아지므로 더 적은 영역에 기록을 할 수 있어 기록 밀도를 증대시킬 수 있다는 것에 장점이 있다⁽²⁾. TFC 시스템을 적용할 경우, 기존의 10 nm 정도의 부상 높이를 갖던 슬라이더가 2 nm 정도로 낮은 부상 높이를 갖게 된다⁽³⁾. TFC 시스템으로 인하여 감소한 부상 높이를 갖는 슬라이더는 수 나노미터의 간격으로 인하여 빠른 속도로 움직이는 슬라이더에 많은 영향을 끼치게 된다⁽¹⁾.

본 연구에서는 실제 하드디스크드라이브가 작동할 때, TFC 시스템이 적용된 슬라이더의 밑면을 측정하여, 슬라이더의 형상변화를 관찰하고, 이러한 형상 변화가 유한요소해석을 통해 구한 형상과의 유사성을 살펴보았다. 또한 이러한 TFC 시스템으로

인한 형상변화가 슬라이더에 어떠한 동적 특성을 유발하는지에 대하여 살펴보았다.

2. 시뮬레이션

TFC 시스템은 슬라이더 head 부분을 국부적으로 가열한 후, 이로 인한 슬라이더의 순간적인 열 변형을 이용하는 기술이다. 이를 해석함에 있어 ANSYS를 이용한 유한요소해석을 진행하였다. 유한요소해석모델을 구축한 후, 슬라이더 밑면의 ABS 형상을 고려하기 위하여, 밑면을 가로, 세로 193 개의 영역으로 나누어 각각의 영역에 식(1)과 같은 열전도계수를 이용하여 시뮬레이션을 진행하였다.

$$q = -k \frac{T_s(x, y) - T_d}{h(x, y) + 2b\lambda(x, y)} \quad (1)$$

식 (1)에서 변수 b 는 다음과 같은 식(2)와 같다.

$$b = \frac{2(2 - \sigma_T)(\gamma + 1)}{\sigma_T} \frac{1}{\gamma Pr} \quad (2)$$

위에 사용한 변수는 다음 표 1 과같이 사용하였다. 위의 식(1)과 (2)를 이용하여 슬라이더의 head 부분에 열원을 포함한 유한요소모델을 제작하여 해석을 수행하였다.

Fig.1 과 같이 기존의 슬라이더의 부상높이에 비하

Table 1 사용된 변수와 그 값

Property	변수	값
Thermal Conductivity	k	0.0264W/mK
Mean Free Path	λ	59nm
Specific Heat Raito	γ	1.4
Prandtl Number	Pr	0.7
Thermal Accommodation	σ_T	0.9

† 교신저자; 연세대학교 기계공학과

E-mail : pks6348@yonsei.ac.kr

Tel : 02-2123-4677 Fax : 02-365-8460

* 연세대학교 기계공학과

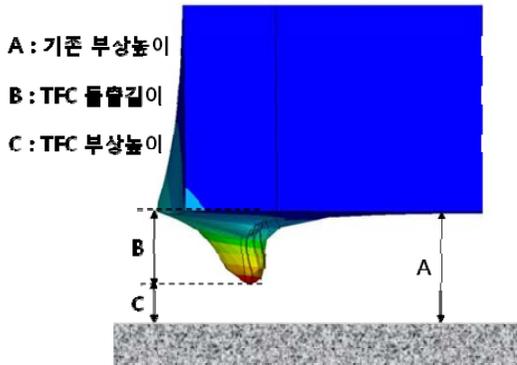


Figure 1 TFC 시스템에서의 부상높이 변화

여 TFC 시스템을 적용한 슬라이더의 경우 국부적으로 돌출된 부분에 의하여 부상높이가 감소한 것을 볼 수 있다. 이와 같이 기존에 비하여 TFC 시스템을 적용한 경우 부상높이가 감소하기 때문에

슬라이더의 동적 특성이 변화함을 알 수 있다. 또한 이러한 슬라이더의 돌출형상이 슬라이더의 동적 특성에 영향을 미침을 알 수 있다.

Fig.2 에서 볼 수 있듯이, 기존의 부상높이에 비해 TFC 시스템을 적용하였을 경우가 온도를 증가시켜 보았을 때 6 nm 감소하는 것을 알 수 있다. 또한 슬라이더의 writer 와 reader 가 같이 약 6 nm 돌출하기 때문에 실제 데이터를 읽고 쓰는데 있어서 이점이 있음을 확인할 수 있었다.

3. 결 론

기존의 슬라이더에 비해 TFC 시스템을 적용하였을 때의 부상높이가 약 6 nm 정도 감소함을 볼 수 있었다. 슬라이더의 head 부분에 돌출되는 형상을 살펴보았을 때, reader 와 writer 부분이 돌출됨

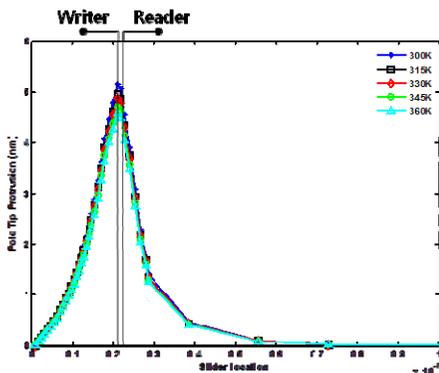


Figure 2 Head 부분에서의 돌출부분 형상

을 확인하였기에, 실제 기록에 있어 기존의 슬라이더에 비해 이점을 가짐을 확인할 수 있다.

후 기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2012-0001013).

참고문헌

- [1] Jia-Yang Juang and David B. Bogy 2007, " Air-Bearing Effects on Actuated Thermal Pole-Tip Protrusion for Hard Disk Drives" , Journal of tribology, vol. 129, pp. 570-578
- [2] Hao Zheng, Hui Li and Kensuke Amemiya, 2011 " The effect of write current on thermal flying height control sliders with dual heater/insulator elements" , Microsystem Technoligise, Volume 17, Issue 5-7, pp. 959-964
- [3] Masayuki Kurita, Junguo Xu, Mikio Tokuyama, Kazuhiro Nakamoto, Shozo Saegusa and Youjl Maruyama, 2005, " Flying Height Reduction of Magnetic-Head Slider Due to Thermal Protrusion" IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, vol. 41, no. 10, pp. 3007-3009