

HDI 최적화를 위한 패드 슬라이더의 특성

이정규 · 정구현 · 김대은* · 조언정** · 박노열**

연세대학교 대학원
*연세대학교 기계공학과
**삼성종합기술원

Characteristics of a Padded Slider for HDI Optimization

Jung-Kyu Lee, Koo-Hyun Chung, Dae-Eun Kim*,
Un-Chung Cho**, No-Yeol Park**

Graduate School of Yonsei Univ.

**Department of Mechanical Engineering, Yonsei Univ.*

***Samsung Advanced Institute of Technology*

ABSTRACT - As a means to reduce stiction in the landing zone padded sliders can be used. In this work the performance of padded slider was investigated using a commercial spin stand. The friction and acoustic emission signals were measured during the experiment. It is shown that padded slider show superior friction and AE characteristics. However, the wear properties of the pads should be further improved.

Key words : Acoustic emission(AE), CSS(Contact-Start-Stop) test, Head disk interface(HDI), Padded slider

1. 서론

하드디스크 드라이브는 매년 저장밀도가 60 % 이상씩 증가하고 있으며, 높은 저장밀도를 위해서는 디스크와 슬라이더간의 간격을 낮추는 것이 필수적이다. 현재 대부분의 슬라이더는 디스크 표면의 landing zone에서 contact-start-stop(CSS) 방식으로 부상이 이루어지도록 하고 있다. 따라서, 낮은 부상 높이의 슬라이더를 위해서는 landing zone

의 범프의 높이를 낮추어야 하지만 이로 인해 stiction이 증가하는 결과를 초래한다.

낮은 부상높이를 가지면서도 head disk interface(HDI) 문제를 해결하는 방법으로 CSS 방식을 유지하며, 에칭과 리소그래피를 이용하여 슬라이더 표면에 패드를 형성하여 stiction을 현저히 줄일 수 있음이 밝혀졌다.¹⁾

최적화된 패드 슬라이더를 위해서는 우선 패드 설계 시에 stiction의 저감을 위해서 패드의 높이, 위치, 크기, 디스크 면상의 레이어 범프 높이, 밀도, 크기도 고려되어야

하며⁽²⁾, landing zone이 없는 ultra smooth disk상에서의 작동을 고려해야 할 것이다. 따라서, landing zone에서 CSS시 거동뿐만이 아닌 데이터 존에서 패드 슬라이더의 거동에 대한 분석이 필요하며, 이를 통해 landing zone을 없앤 디스크 표면에서 낮은 부상높이를 가지는 패드 슬라이더만으로 CSS가 이루어지는 슬라이더의 개발이 가능할 것이다.

이를 위해 이번 보고서에서는 패드 슬라이더의 데이터존에서의 sweep test를 통하여 패드 슬라이더의 거동을 실험적으로 고찰하였다.

2. 실험 방법

2.1 실험 장치

본 실험에서는 하드디스크의 작동상황을 재현하면서 AE 신호와 friction 신호를 검출할 수 있는 CETR사가 제작한 CSS tester 사용하여 Fig. 1과 같이 실험장치를 구성하였다. CSS tester는 마찰력을 측정하기 위해 load beam에 strain gage가 장착되어 있으며 출력은 100 mV/gram으로 signal pre-amplifier를 통해 증폭되며, 로드빔의 끝 쪽에는 AE신호를 측정하기 위한 센서가 부착되어 있어 헤드/디스크의 접촉에 의해 발생하는 고주파의 탄성파를 로드빔을 통해 전달받아 감지할 수 있도록 되어있다.



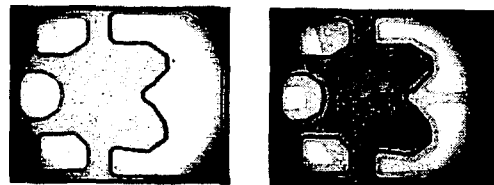
Fig. 1 CETR CSS tester

2.2 실험 시편

① 헤드 슬라이더

사용된 슬라이더는 Fig. 2와 같고 30 % negative pressure 슬라이더(pico slider)이다. 슬라이더로 제작되었으며 패드가 있는 것과 없는 것, 두 종류가 실험에 사용되었다.

슬라이더의 크기는 1.00 mm×1.25 mm이며 두께는 0.3 mm이다. ABS의 단차는 3 μm 정도이고, 패드는 ABS기준면에서 20 nm의 단차를 가지고 있으며 직경은 39 μm 이다. 또한 슬라이더의 부상높이는, Phase Matrix사의 flying height tester로 측정한 결과, 반경 21.4 mm 에서 20 nm를 가진다.

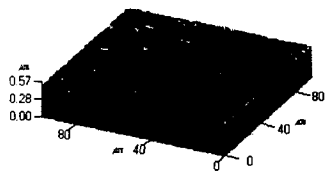


(a) no-pad slider (b) padded slider

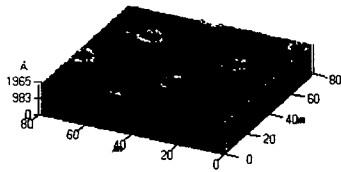
Fig. 2 Optical images of air bearing padded slider

② 디스크 미디어

사용된 디스크는 Fig. 3과 같고 디스크 A의 범프는 'V' 형태를 갖고 평탄면으로부터의 최대높이는 83 Å, 직경은 8.4 μm, AFM으로 측정한 데이터존의 표면거칠기는 9.3 Å, 배열간격은 19 μm×25 μm 이다. 디스크 B의 범프는 'W' 형태의 갖고 평탄면으로부터의 최대높이는 110 Å, 직경은 9.6 μm, AFM으로 측정한 데이터존의 표면 거칠기는 13.3 Å, 배열간격은 track과 pitch방향으로 45° 각도를 갖으며 29 μm×39 μm 간격으로 배치되어 있다.



(a) disk A



(b) disk B

Fig. 3 AFM images of disk media

2.3 실험 방법

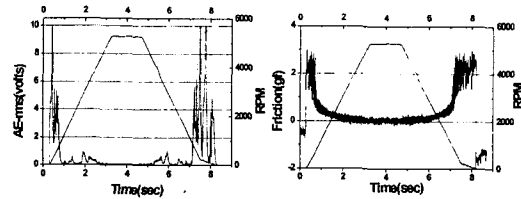
실험은 패드 슬라이더의 부상특성을 보기 위해 CSS test를 실시하고 디스크의 데이터 존에서의 슬라이더의 거동을 보기 위해 sweep test를 실시하였다. CSS 실험은 초기 가속 시간 3초, 정속시간 1초, 감속 시간 3초, 정지 시간 1초로 구성되도록 하였으며, sweep test는 1회 사이클이 초기 가속 시간 3초, 정속시간 1초, 감속 시간 3초, 정지 시간 1초를 갖는 CSS 1회, 디스크 반경방향으로 0.9in 지점에서 1.7in 지점을 seeking하는 동작을 500회가 되도록 하여 1000회를 실시하였다. seeking 중의 최대 감, 가속도는 30 G(300%)이다. 정속구간에서의 디스크의 속도는 5400 rpm으로 일정하게 하였다. 실험중 AE-rms 신호와 friction 신호를 실험 장치와 연결된 컴퓨터에 저장했다.

3. 실험 결과 및 고찰

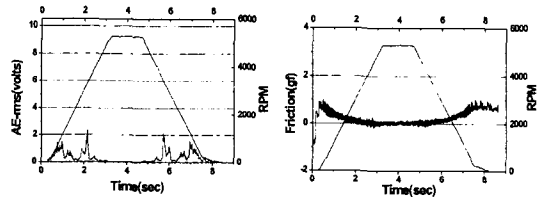
3.1 CSS test

disk A, disk B와 패드 슬라이더, 패드가 없는 슬라이더에 대해서 각각 가속 3초,

정속 1초, 감속 1초, 정지 1초로 landing zone에서 CSS 실험을 실시하였다. 정속구간에서의 디스크 속도는 5400 rpm으로 일정하게 하였다.

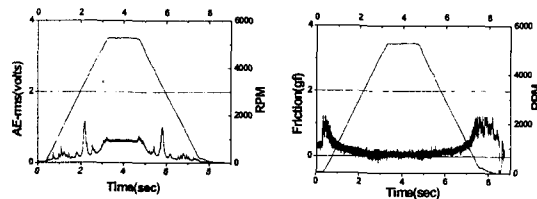


(a) no-pad slider on disk A

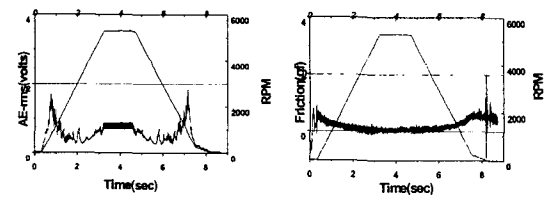


(b) padded slider on disk A

Fig. 4 Friction and AE-rms signals



(a) no-pad slider on disk B



(a) padded slider on disk B

Fig. 5 Friction and AE-rms signals

Fig. 4와 Fig. 5는 100번째 CSS cycle에 대한 AE-rms, friction data이다. Disk A에 대한 패드 슬라이더, 패드가 없는 슬라이더의 경우에는 패드 슬라이더가 AE 피크값

이나 stiction 값이 패드가 없는 슬라이더보다 현저히 낮은 값을 가짐을 알 수 있다. 이를 통해 슬라이더 면의 패드로 인해 적어도 CSS의 초기 구간에서는 disk A에 대해서 stiction을 줄이는 데는 매우 효과적임을 알 수 있다.

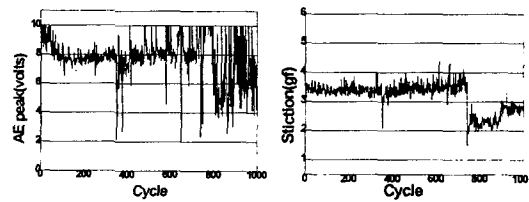
Disk B에 대한 실험에서는 disk A와는 달리 패드에 의한 stiction 저감효과는 보이지 않았다. 특히 두 슬라이더 모두 AE신호가 0으로 수렴하는 구간을 갖지 않아 부상이 제대로 이루어지지 않았음을 알 수 있다. 이는 83 Å의 범프높이를 갖는 disk A에 비해 높은 110 Å 높이의 범프에 의한 ABS면과의 지속적인 충돌현상으로 볼 수 있다.⁽³⁾

3.2 Sweep test

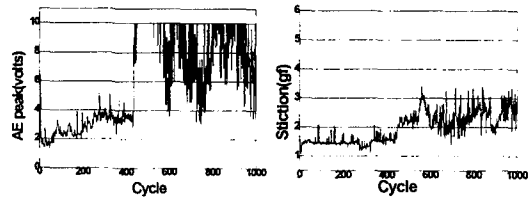
슬라이더의 부상이 제대로 이루어지지 않는 disk B를 제외하고 disk A와 패드 슬라이더, 패드가 없는 슬라이더에 대해서 1000회의 sweep test를 실시하였다. sweep 조건은 500 회 동안 디스크 반경 0.9 in부터 1.7 in를 최대 30 G의 가속도로 seeking을 실시하고 1 회의 CSS를 하는 것을 한 사이클로 하여 총 1000 사이클을 실시하였다. 이와 같은 sweep test 조건을 통해 CSS 중에서 일어날 수 있는 패드의 마멸을 최대한 줄이고 데이터존에서의 슬라이더 거동중에 일어나는 패드의 효과를 보고자 하였다. Fig. 6은 각 사이클 당 CSS 중의 AE 피크값과 stiction값을 취한 1000 사이클 동안의 히스토리를 보여주고 있다.

패드가 없는 슬라이더는 초기 100번째 사이클까지는 run-in현상에 의한 AE 피크값의 감소를 보이며, 100번째부터 700번째까지는 peak값이 8 V 정도, stiction은 3.5 V 정

도의 값을 가지는 안정된 영역을 보이다가 700번째 사이클에서 AE 피크값과 stiction 값의 변화를 보이고 있다. 패드가 있는 슬라이더는 400번째 사이클까지는 AE 피크값과 완만한 상승을 보이며 안정된 영역을 보이다가 이후에는 불안정한 거동을 보이고 있다.



(a) no-pad slider on disk A



(b) padded slider on disk A

Fig. 6 Stiction and AE-peak history in sweep test

각 사이클을 AE-rms, friction 데이터를 통해 확인해보면, 패드가 없는 슬라이더는 100번째 사이클부터 500번째 사이클까지는 AE peak값은 일정하면서 슬라이더의 부상 특성이 서서히 나빠지다가 700번째 근방에서 슬라이더의 부상특성이 급격히 나빠지는 파손이 일어났음을 확인할 수 있으며, 패드가 있는 슬라이더는 초기에는 패드가 없는 슬라이더에 비해 월등히 낮은 AE 피크값, stiction값을 보이나 사이클이 증가할수록 AE 피크값이 증가하면서 부상특성이 서서히 나빠지다가 400번째를 전후해서는 부상 특성이 급격히 나빠지며 슬라이더의 파손이 일어났음을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 CSS test, sweep test를 통한 패드 슬라이더와 패드가 없는 슬라이더의 비교를 통해 다음의 결론을 도출하였다.

(1) 패드 슬라이더의 경우 패드가 없는 슬라이더 보다 stiction 및 AE값이 낮게 나타났다.

(2) 패드 슬라이더 AE 및 stiction 값은 400번째 사이클 이후 급격하게 증가하는 경향을 보이며 패드의 파손을 방지하기 위한 설계기술이 요구된다.

(3) 패드 슬라이더의 성능은 disk landing zone 간격 및 높이에 민감한 것으로 나타났다.

Emission and Stiction Analysis of Patterned Laser Textured Media", IEEE Trans. Magn., Vol. 35, No. 2, 1999.

후 기

본 연구는 한국과학재단 지정 연세대학교 정보저장기기 연구센터 (과제번호: 2000-G-0201)와 삼성종합기술원의 지원을 받아 이루어졌으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. T. Yamamoto, T. Yokohata and Y. Kasamats, "Stiction Free Slider for Lightly Textured Disks", IEEE Trans. Magn., Vol. 34, No. 4, pp.1753-1755, 1998.
2. Y. Hu, "Wear Characteristics of Padded Air Bearing Sliders During a Contact Take-Off Process", ASME J. Tribol, Vol. 122, pp. 628-632, 2000.
3. B. Knigge, F. E. Talke, "Acoustic