

# 하드디스크에서 CSS와 램프 Loading시에 슬라이더와 디스크의 특성 연구

연세대학교 김대은 교수

연세대학교 박노철 교수

## Abstract:

하드디스크에서는 시스템의 구동 및 파킹(Parking)시에 디스크와 헤드 슬라이더 사이에서 접촉이 발생하고 이에 따라 마찰 및 표면파손이 유발되고, 마멸 입자나 외부 입자로부터 유입되는 입자는 디스크의 표면에 손상을 일으켜, 결국은 헤드가 기록을 쓰거나 읽는데 문제를 초래하기도 한다. 또한, 현재 HDI 시스템에서, 더 높은 정보저장 밀도를 실현하기 위하여 부상 높이는 수 나노 미터로 줄어들고 있는 추세이며, 이에 따라 이러한 메커니즘에서 슬라이더와 디스크가 접촉할 확률이 증가하므로, 이에 대한 개선 및 보다 높은 신뢰성을 가지는 시스템의 개발이 요구된다.

본 연구에서는 이러한 특성의 개선을 위해 현재 사용되고 있는 두 가지 시스템에 대한 연구를 진행하였다. 그 하나는 Contact Start Stop(CSS) 메커니즘에서 HDI의 전통적인 트라이볼로지 설계기술을 소개하였으며, 슬라이더의 파손특성 및 디스크 레이저 범프의 정량적 마멸특성을 평가하였다. 특히, HDI 내로 유입된 입자들은 공기베어링 형상을 따라 쌓이는 현상을 나타냈다. 레이저 범프의 마멸 정도는 Archard's wear law를 이용하여 정량적으로 평가한 결과,  $10^{-9}$ 정도로써 미세한 마멸이 서서히 진행되는 버니싱 효과에 해당하는 것을 알 수 있었다. 이는 매우 우수한 마멸특성으로써, 하드디스크의 신뢰성이 매우 높음을 알 수 있다. 또한 전통적인 CSS 시험에 대한 가속방법으로써 drag test와 reduced ambient pressure test를 제시하였으며, 각 실험방법의 가속효과를 평가한 결과 각각 3배, 2배로써 나타났다. 그리고 슬라이더의 트라이볼로지적 특성을 개선하기 위한 방안으로 패드(pad)를 이용한 stiction free, 마이크로 그루브를 이용한 contamination free 슬라이더 설계 기술을 제시하였다. 또한 윤활제의 annealing 효과 부상특성에 미치는 영향을 파악해보았다. 이와 같은 결과는 더욱 낮은 부상 높이를 가지는 슬라이더의 개발, HDI 신뢰성 향상을 위하여 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

다른 하나는 현재 초소형 하드디스크에서 사용하고 있는 Load/Unload(L/UL)메커니즘에 대하여 다양한 설계 및 시스템 파라미터들에 대한 슬라이더와 디스크 사이의 충돌특성을 평가하였다. L/UL시에 발생하는 슬라이더와 디스크 사이의 충돌은 Acoustic Emission(AE)신호와 슬라이더의 body frequency로 판단하였으며, 시뮬레이션 및 실험을 통하여 그 특성을 파악하였다. L/UL시 수직 속도 변화를 살펴보면, L/UL속도가 증가함에 따라서 슬라이더와 디스크 사이의 충돌이 발생할 확률은 증가하는 경향을 보였으며, 또한 디스크의 회전속도

관점에서는 Load시에는 디스크의 회전속도가 적을수록 Unload시에는 그 반대인 회전속도가 빠를수록 공기베어링의 특성 향상으로 인해 충돌 가능성이 줄어드는 특성을 보여주고 있다. 이 연구는 추가적으로 L/UL시에 디스크의 진동특성에 의한 L/UL성능 변화를 평가하는 실험을 수행하였다. 이를 통하여 Load시에는 디스크와 램프 사이의 상대간격이 큰 경우에 슬라이더와 디스크 사이에 충돌이 적게 발생한다는 특성을 파악하였으며, Unload의 경우에는 디스크진동에 의해 발생하는 Unload의 상대속도가 가장 큰 경우에 그 횟수가 줄어드는 것을 보였다. 이러한 특성의 입증 및 L/UL성능 향상을 위하여 디스크의 진동특성을 고려한 L/UL시스템을 구현하여 그 특성을 살펴보았으며, 약 3~4배 이상의 특성향상을 이룩할 수 있었다.