

모터 동적 특성을 고려한 언로드 성능 변화 연구

A study on the unload performance with spindle motor dynamic characteristics

김석환*, 박재성*, 김영태**, 김주호**, 박노철*, 박영필*, 박경수*†
Seokhwan Kim*, Jaesung Park*, YoungTae Kim, Ju Ho Kim**, No-Cheol Park*,
 Young-Pil Park* and Kyoung-Su Park*†**

1. 서 론

최근 하드디스크 드라이브에 적용되는 스피들 모터 시스템은 대부분 유체동압베어링을 적용하고 있다. 유체동압베어링은 회전시에 기계적인 접촉이 발생하지 않기 때문에 진동과 소음을 줄일 수 있다. 유체동압베어링 스피들 시스템의 개략도는 Fig 1 과 같다. 스피들 시스템이 작동하여 회전운동을 시작하게 되면 회전속도에 따른 스러스트 베어링의 반력에 의해 회전부가 상승한다. 이 때, 회전부가 상승하는 높이를 모터의 부상높이라 한다. 또한, 모터 회전시에 모터분구동하여 회전운동을 시작하게 되면 속도에 따라 스러스트 베어링의 반력에 의해서 회전부분이 부상하기 시작한다. 이 때, 회전부분이 상승하는 양을 모터의 부상높이라 하며, 이러한 거동을 모터의 플라잉 거동이라 한다. 스피들 모터는 이러한 플라잉 거동과 함께 XY 평면상에서 회전부의 궤적을 뜻하는 휠링 거동과 회전부가 회전축에 대해 기울어져 운동하는 틸팅거동을 수반한다. 이러한 유체동압베어링 스피들 시스템의 동적 거동에 대해 오승혁과 이상훈⁽¹⁾ 은 실험적으로 연구하였으며, Jang GH, Lee SH⁽²⁾ 은 저널 베어링과 스러스트 베어링의 동특성을 시뮬레이션을 통해 구하였다.

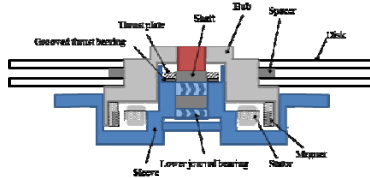


Fig 1. Spindle motor with fluid dynamic bearing

† 박경수 : 연세대학교 기계공학과
 E-mail : pks6348@yonsei.ac.kr
 Tel : 02-2123-4677, Fax : 02-365-8460
 * 연세대학교 기계공학과
 ** 삼성전기(주)

체동압베어링 스피들 시스템의 동적거동은 디스크의 동적 거동에 직접적으로 영향을 미치며, 디스크의 동적 거동은 로드/언로드시에 슬라이더의 동특성에 영향을 미치게 되어 하드디스크 드라이브의 언로드 성능에 영향을 미치게 된다. Park KS⁽³⁾은 디스크의 동적거동이 로드/언로드에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 하지만, 유체동압베어링 모터의 거동을 고려한 연구는 미진한 상태이다. 따라서 본 논문에서는 유체동압베어링 모터의 동적 거동에 따른 로드/언로드 성능 변화에 대해 연구하고자 한다.

2. 로드/언로드

2.1 모터 거동 측정

유체동압베어링 스피들 시스템의 동적거동 중 플라잉 거동과 틸팅 거동, 휠링 거동을 측정하기 위해 Fig. 2와 같은 실험장치를 구성하였다. 실험에 사용한 HDD는 2.5인치모델을 사용하였으며, 0.5 nm의 분해능을 가진 2개의 MTI 사의 Fotonic 센서를 이용하여 모터 거동을 측정하였다. 실험을 통해 구한 모터 부상높이는 8.1 um, 틸팅 거동량은 3.3 um, 휠링 거동량은 2.4 um로 측정되었다. 이러한 모터 거동은 직접적으로 디스크 거동에 변화를 주게 된다. 모터 특성을 고려한 디스크의 프로파일은 Fig. 3와 같으며 회전시 이같은 디스크 프로파일을 포함한 거동을 하게 된다.

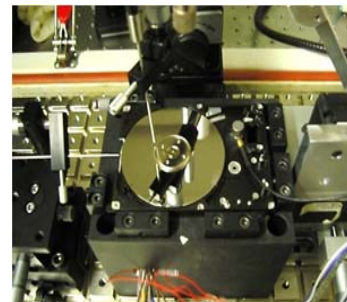


Fig. 2 Experimental Setup

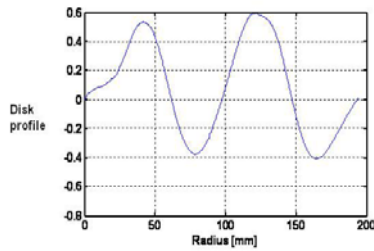


Fig. 3 Disk profile at disk OD

2.2 로드/언로드 과정

Fig. 4는 하드디스크 드라이브의 로드/언로드 과정을 보여주고 있다. 상태 1은 슬라이더가 공기 부상을 하여 정상적으로 디스크 위에서 거동하고 있는 상태이다. 상태 2는 언로드 과정에서 리미터가 결합하지 않은 상태에서 서스펜션의 로드빔의 탭이 램프와 접촉을 하고 있는 상태이다. 상태 3은 서스펜션을 들어올리는 힘에 의해서 덤플과 슬라이더가 분리된 상태이다. 마지막 단계인 상태 4에서는 리미터에 의해 서스펜션이 제한되고, 슬라이더가 들어올려지게 되어 언로드 과정이 마무리되는 단계이다. 이 과정의 역순이 로드과정이다.

2.3 언로드 시뮬레이션

디스크 거동에 따른 로드/언로드 성능을 확인하기 위하여 CML 프로그램을 이용하여 로드/언로드 시뮬레이션을 수행하였다. Fig. 5는 모터의 플라잉 거동에 의해 언로드시 디스크의 회전속도에 차이에 따른 슬라이더의 부상높이 변화를 보여주고 있다. Fig. 5(a)에서의 회전속도는 약 5400 RPM이며 이때의 슬라이더의 부상높이는 약 9 nm이고, 회전속도가 4500 RPM 인 경우의 슬라이더의 부상높이는 7 nm로 약 17 %의 감소를 보이고 있다. 이 같은 슬라이더의 부상높이 감소는 언로드 성능을 감소시키는 결과를 보여준다.

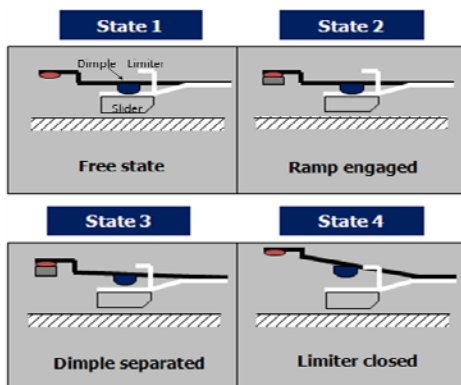
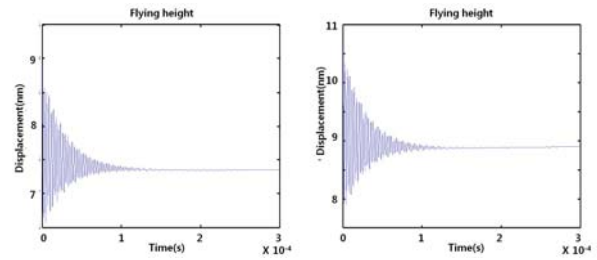


Fig. 4 Load/Unload process



(a) 5400RPM (b) 4500RPM

Fig. 5 Slider flying height

언로드시에 슬라이더의 부상높이의 감소는 언로드시에 디스크와 슬라이더간의 충격을 발생시킬 수 있는 등 언로드 성능을 감소시킬 수 있다.

3. 결론

모터 거동 중 플라잉 거동, 틸팅 거동, 휠링 거동에 대해 실험을 통해 측정하였고, 이러한 모터 거동 변화에 따른 디스크 거동 변화를 확인하였다. 이러한 디스크 거동 변화 중 플라잉 거동이 로드/언로드 성능에 미치는 영향에 대하여 연구하였으며, 틸팅 거동과 휠링 거동 등 다양한 모터 특성을 고려한 로드/언로드 성능변화에 대하여 연구하고자 한다.

후 기

본 연구는 한국 과학재단 일반 연구자 지원 사업의 기본 연구 사업(과제번호 2010-0015965)의 지원을 받아 실시되었습니다. 이에 관계자 여러분께 감사 드립니다.

References

- [1] 오승혁, 이상훈, 장건희, "3.5 인치 HDD 용 유체동압 베어링 스핀들 시스템의 휠링, 플라잉과 틸팅 거동에 관한 연구", 2005 한국소음진동공학회는문집 제 15 권 제 1 호, pp, 819-824
- [2] Jang GH, Lee SH, "Determination of the dynamic coefficients of the coupled journal and thrust bearings by the perturbation method", *Triol Lett* 22(3):239-246
- [3] Kyoung-Su Park et al, "Improvement of Loading/Unloading Performance Using Control Input Position and Considering Disk Vibration Characteristics", 2005 Feb, *IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS*, Vol. 41, NO. 2, 819-824