

광픽업의 내충격 성능 향상을 위한 완충 구조 설계

Shock Isolator Design for Improved Anti-shock Performance of Optical Pickup

오원석* · 임승호* · 박노철* · 박경수† · 박영필* · 이재성** · 이한백**

Wonseok Oh, Seungho Lim, No-Cheol Park, Kyoung-Su Park, Young-Pil Park, Jae-Sung Lee, and Han-Baek Lee

1. 서론

광디스크 드라이브는 다양한 충격 환경에 노출된다. 특히 배송 과정에서의 가변적인 환경은 광디스크 드라이브에서의 광 부품들 간의 충동을 일으킨다. 이러한 충동은 광픽업 레이저의 광축을 어긋나게 하고, 광디스크 드라이브의 영구적인 변형을 일으켜 정보 기록과 전송 성능을 저감한다. 이러한 파손을 최소화하기 위하여 광학 부품들의 동적 거동 분석과 내충격 성능 향상을 위한 완충구조 설계가 필요하다.

광디스크 드라이브 충격해석에 관해서는 많은 연구가 수행되었다. 김한바라[1] 등은 운송 중 내충격 성능 향상을 위한 포장재 설계 방법에 관한 연구를 수행하였으며, 김시준[2] 등은 유한요소법과 집중파라미터 법을 통해서 작동 상태에서의 충격 응답을 해석하고, 충격 실험을 통해 이를 검증하였다. 그러나 광디스크 드라이브에서 광픽업의 기계적 파손 방지를 위한 완충 구조의 설계에 관한 연구는 없었다.

본 연구에서는 광디스크 드라이브의 정확한 충격 해석을 위하여 유한요소 모델을 구축하였으며, 유한요소 모델은 충격 실험을 통해 검증하였다. 두께, 폭, 높이와 같은 완충 구조의 형태가 변수화 되었으며, 주요한 파라미터는 민감도 분석으로부터 추출되었다. 최종적으로 검증된 유한요소 모델을 이용하여 광픽업의 내충격 성능을 향상하기 위한 완충 구조를 설계하였다.

2. 유한요소 해석

2.1 유한요소 모델

광디스크 드라이브의 메인 베이스는 Fig. 1 과 같이 픽업 베이스, 스피들 모터, 픽업 어셈블리로 구성

† 박경수; 연세대학교 기계공학과

E-mail : pks6348@yonsei.ac.kr

Tel : (02) 2123-4680, Fax : (02) 365-8460

* 연세대학교 기계공학과

** Hitachi-LG Data Storage, Inc.

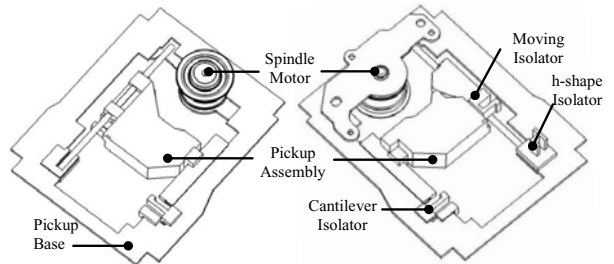


Fig. 1 Main base of optical disk drive

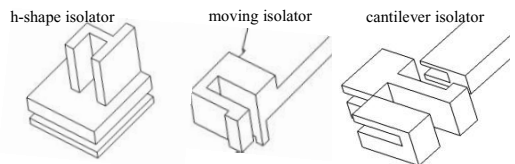


Fig. 2 Three types of isolator

된다. 이송봉을 따라서 움직이며 신호 기록을 위한 트레이킹과 포커싱을 하는 픽업 어셈블리는 이송봉의 축방향에서 작용하는 외부의 충격에 취약하다. 이러한 외부의 충격으로부터 픽업 어셈블리를 보호하기 위하여 Fig. 2 와 같이 세 종류의 완충 구조가 고안되었다. 픽업 어셈블리와 완충 구조의 충격해석을 위하여 Fig. 3 과 같이 유한요소 모델이 구축하였다. 유한 요소 모델은 충격 응답에 영향을 주는 세 종류의 완충 구조, 픽업 어셈블리, 이송봉을 포함한다. 대부분의 부품들의 기하정보를 간략화하였으며, 밀도와 같은 관성 파라미터들은 모델 간략화를 위하여 정밀하게 튜닝하였다.

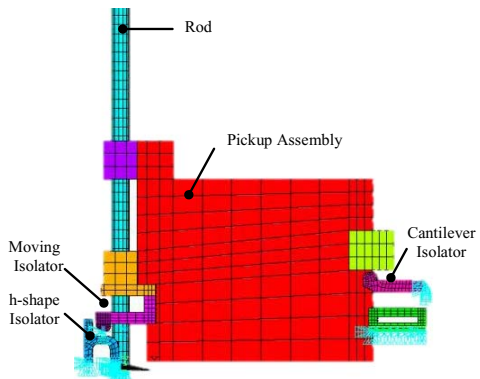


Fig. 3 Finite element model

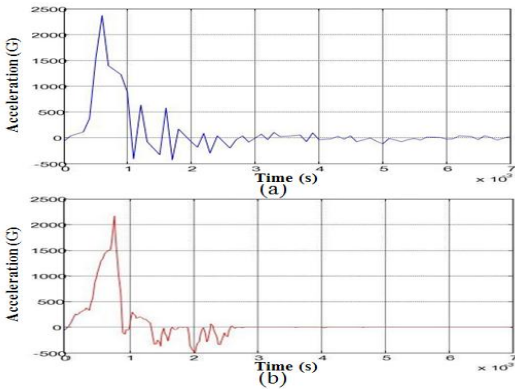


Fig. 4 Transmitted acceleration: (a) experiment and (b) FEM

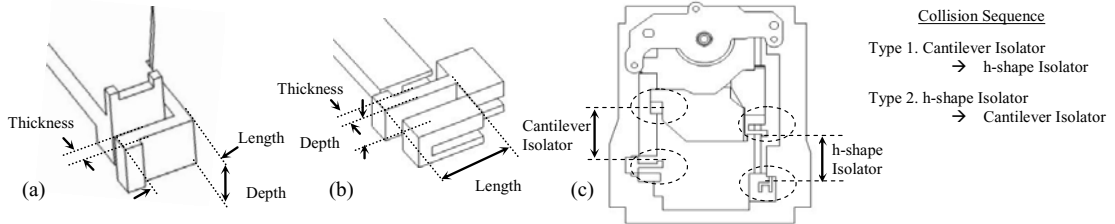


Fig. 5 Design parameters for the shock isolator: (a) moving isolator, (b) cantilever isolator, and (c) collision sequence

수치 해석의 정확도를 높이기 위하여 모든 요소를 8 절점 육면체 요소로 생성하였다. APDL (ANSYS Parametric Design Language)을 이용하여 충격 응답에 영향을 주는 구조적인 형상을 변수화하고 형상 최적화를 수행하였다. 해석 시간을 줄이기 위해 150cm 높이에서의 자유낙하 속도를 초기속도로 부여하여 충돌하기 직전부터 해석을 수행하였다.

2.2 선형 충격 실험

충격해석 결과를 검증하기 위하여 선형 낙하충격 실험을 실시하였다. 광디스크 드라이브에 인가되는 충격을 설계 명세인 충격 크기 150G 와 충격 지속 시간 10ms 로 조정하기 위해 높이 조정장치와 댐퍼를 이용하였다. 가속도계를 이용하여 이러한 충격이 광디스크 드라이브에 인가 되었을 때 광픽업에 전달되는 가속도를 측정하였고, 최대 가속도를 충격 성능을 평가하기 위한 지표로 사용한다. 유한요소 해석과 충격 실험에서 광픽업에 전달되는 가속도를 Fig. 4 에서 비교하였고, 최고 가속도의 차이가 10% 이내로 일치함을 알 수 있다.

3. 구조 변경 및 결론

완충 구조의 형상 최적화는 두 가지 관점에서 수행하였다. 첫째로 광픽업의 손상 예측의 지표가 되는 최대 전달가속도를 최소화하도록 하였고, 둘째로 완충 구조 파손을 방지하기 위해 완충 구조에 인가

Table 1 Design parameter change of optimized shock isolator In comparison with original model

| Component | Parameter | Variation |
|---------------------|---|-----------|
| Cantilever Isolator | Length | 80% |
| | Thickness | 120% |
| | Depth | 90% |
| Moving Isolator | Isolator | 120% |
| | Thickness | 120% |
| | Depth | 120% |
| Collision Sequence | Distance Between Moving Isolator and h-shape Isolator (Type 1.) | 0.55mm |

되는 최대 응력이 항복 강도를 넘지 않도록 하였다. 형상 최적화를 위해서 두께, 높이, 너비, 완충 구조들의 충돌 순서를 설계 변수로 설정하였고, 완충 구조의 설계 변수는 Fig. 5 와 같다. 이 설계변수는 실제 제품에 적용할 수 있는 범위에서 설정하였다. Table 1 과 같이 최적화된 완충 구조는 광픽업에 전달되는 최대 가속도를 41.4% 감소시킨다. 본 연구에서는 광디스크 드라이브의 광픽업을 외부충격으로부터 보호하기 위한 완충구조를 해석하고 설계하였다. 충격 응답을 예측하기 위해 외연 유한 요소 모델을 구축하였으며 이를 바탕으로 형상 최적화를 수행하여 내충격 성능을 향상시켰다.

후 기

본 연구는 Hitachi-LG Data Storage 의 지원을 받아 이루어졌으며, 이에 관계자분들께 감사 드립니다.

참고 문헌

[1] H.B. Kim, S.H. Park, and W.J. Kim, "A Study on the Cushion Package Design of a Monitor using Finite Element Method," *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 17, No. 12, December 2000, pp.88-93
 [2] S.J. Kim, Y.B. Chang, N.C. Park, and Y.P. Park, "Shock Response Analysis of Small Form Factor Optical Disk Drive," *Proceedings of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering Conference*, 2010, pp.173-176