

## 초소형 광픽업을 위한 포커싱-트래킹 분리형 2-D 액츄에이터

### Focusing and Tracking Part Separated 2-D Actuator for Extremely Small Optical Pick-up

조두희\*, 송기봉, 서정대, 김기출, 이재광, 정상돈, 정명애  
한국전자통신연구원 기반기술연구소 정보저장소자연구팀

#### 1. 서론

최근 모바일 전자기기에 채용될 수 있는 초소형 광디스크 드라이브에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.[1~2] 광디스크 드라이브는 매체만을 교환할 수 있는 장점 때문에 백업 또는 보관용 2차 저장 장치로 널리 사용되고 있고 초소형화에 성공할 경우 디지털 캠코더, 카메라, 게임기, PDA, 차세대 PC 등 응용범위가 매우 광범위하다. 현재 개발되고 있는 초소형 광디스크 드라이브의 두께는 일반적으로 5 mm 에 지나지 않는다. 따라서 현재 사용되고 있는 종래의 광픽업 액츄에이터와는 다른 형태의 초소형 액츄에이터의 개발이 요구되고 있다.

#### 2. 모델링

광디스크 드라이브의 두께를 5 mm 이내로 제작하려면 그에 따른 광픽업 액츄에이터의 높이는 2.5 mm 를 넘을 수 없다. 또한 CF II 크기의 드

라이브 외형을 만족하려면 디스크의 지름은 30 mm 를 넘지 못하므로 클램핑 부위를 제외한 디스크 표면을 모두 기록 영역으로 사용해야 충분한 기록 용량을 가질 수 있다. 그러나 디스크 윗면은 상부 커버와의 간격이 너무 좁아 기록면으로 사용할 수 없고 아랫면을 사용하기 위해서는 그림 1의 모델과 같이 디스크와 드라이브 바닥면 사이 뿐 아니라 스피들 모터 스테이터와 디스크 사이 공간도 사용해야 한다. 이런 어려운 조건을 만족시키기 위해 우리는 그림 2 와 같은 형태의 포커싱 파트와 트래킹 파트가 좌우로 분리된 VCM 액츄에이터 구조를 제안하고 유한요소해석을 통하여 최적 설계를 실시하였다. 드라이브의 공간 제약으로 액츄에이터 크기는 12(W) X 3(D) X 2.5(H) mm<sup>3</sup> 으로 제한된다. 액츄에이터의 크기가 작아지므로 가장 어려운 설계 요소는 충분한 전자기력을 확보할 수 있는 자기회로의 구성이었다. 종전의 일반적인 대칭형 액츄에이터로는 제한된 외형으로

인하여 충분한 트래킹 전자기력을 얻을 수 없어 광로 좌우로 포커싱 구동 파트와 트래킹 구동 파트를 분리하여 트래킹 코일의 유효 길이를 연장하였다. 또한 스테이터와 디스크 사이의 좁은 공간으로 대물렌즈를 들어갈 수 있도록 하기 위하여 그림 2 와 같이 렌즈 홀더의 돌출 형태를 취하였다. 이와 같은 모델을 기초로 보빈의 길이 및 돌출 부위의 길이, 서스펜션 스프링의 형태에 대하여 변화를 주면서 유한요소해석을 통한 진동 특성 평가를 실시하여 최적화를 실시하였다.

### 3. 전자기 및 진동 특성 해석

초소형 VCM 액츄에이터를 구성하는데 있어서 어려운 점은 트래킹 운동에 충분한 전자기력을 얻는 것이다. 예를 들어 그림 3 과 같이 종래의 액츄에이터 구조를 채택할 경우 디스크 면과 수직인 방향으로 트래킹 코일을 감아야 하는데 높이가 2.5 mm 로 제한되므로 충분한 코일 유효 길이를 얻을 수 없다. 본 연구에서는 동일한 자기회로 내에 트래킹과 포커싱 코일이 동시에 들어가는 종래의 대칭형 구조를 지양하고 그림 2 와 같이 트래킹 및 포커싱 자기회로를 광축 좌우로 분리하여 트래킹 코일을 디스크면과 나란한 방향으로 구성하여 코일 유효 길이를 충분히 확보할 수 있게 하였다. 그 결과 그림 3 과 같은 모델에서 코일에

100 mA 를 인가하였을 때 트래킹 방향의 로렌즈 힘과 초기가속도가 각각  $3.4 \times 10^{-5} \text{ N}$ ,  $0.5 \text{ m/s}^2$  에 불과하던 것이 그림 2 와 같은 모델에서는 같은 조건에서  $2.3 \times 10^{-4} \text{ N}$ ,  $2.7 \text{ m/s}^2$  으로 향상시킬 수 있었다.

그림 2 와 같은 비대칭 구조로 가면 지지점, 질량중심, 구동중심, 광축의 불일치로 인하여 부공진을 발생할 수 있다. 비대칭 구조로 인한 부공진의 발생을 최대한 억제하기 위하여 무게 중심을 광로와 일치하도록 설계하였으며 4-wire, 6-wire, 8-wire 서스펜션 구조에 대해 해석을 실시하여 최적의 서스펜션 구조를 연구하였다. 가장 문제가 되는 고유진동은 그림 4 의 a)와 같이 좌우로 흔들리는 3 kHz 부근의 rolling 모드 였는데 보빈의 길이가 10 mm 넘어서면 발생하였기 때문에 보빈의 길이는 10 mm 로 하였고 4-wire, 6-wire 구조에서는 rolling 모드 발생을 억제할 수 없었기 때문에 8-wire 서스펜션 구조를 채택하였다. 8-wire 모델에서는 서스펜션의 지지점과 구동 코일의 구동 중심을 맞춤으로 rolling 모드를 억제할 수 있었으나 렌즈 홀더의 돌출 구조로 인한 그림 4 b)와 같은 pitching 모드는 억제할 수 없었다. 그림 4 는  $10.0 \times 3.0 \times 2.5 \text{ mm}^3$  (돌출 부위를 제외한 크기)의 외형을 가지고 8-wire 서스펜션을 가진 액츄에이터 모델의 FRF 를

나타낸 것이다. 포커싱 트래킹 병진 모드에 의한 공진은 130 Hz 이하에서 나타났으며 5 kHz 이상에서 고차 공진 모드가 나타났다. 230 Hz 부근에 pitching 모드에 의한 공진이 나타나는데 돌출 부위 길이를 변화시켜도 별다른 변화를 보이지 않았다.

#### 4. 결론

포커싱과 트래킹 자기회로를 분리하는 비대칭 보빈 구조를 채택함으로써 트래킹 방향 구동에 충분한 전자기력을 얻을 수 있었다. 비대칭 구조로 인한 부공진 중 rolling 모드에 의한 공진은 광축과 질량중심을 맞추고 서스펜션 지지점과 코일 구동중심을 맞춤으로 해결할 수 있었으나 렌즈 돌출 구조에 의한 pitching 모드 부공진은 아직 해결하

지 못하였다. 추후 병진 모드를 더욱 낮은 주파수로 이동시키기 위한 연구와 pitching 모드 억제를 위한 서스펜션 구조 및 댐핑 구조에 대한 연구를 보완해야 할 것으로 생각된다. 또한 시험 제작 후 진동 특성을 측정하고 해석 결과와 비교 검토함으로써 최적의 초소형 드라이브를 위한 분리형 액츄에이터를 구성하고자 한다.

#### 참 고 문 헌

- 1] I. Choi et. al., "Miniature Optical Drives for Mobile Application", ODS2004 TuA1, pp 201
- 2] M. Tokashi et. al., "Miniaturized Optical Pickup and Mechanism for Mobile Optical Disc Drive", ISOM2003 We-F-19

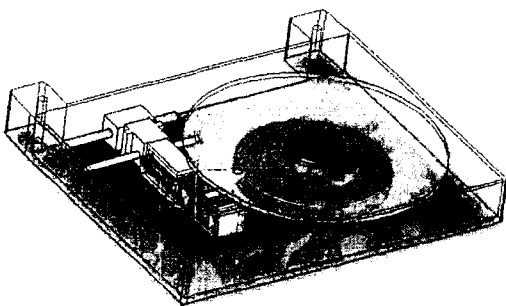


Fig. 1 Schematic diagram of a model of the SFFODD

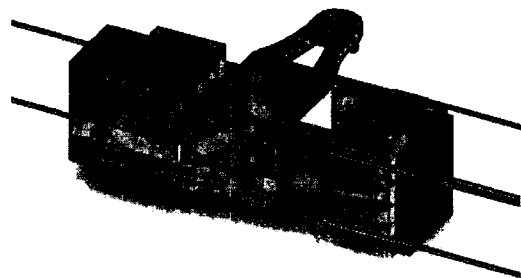


Fig. 2 A configuration of the actuator model

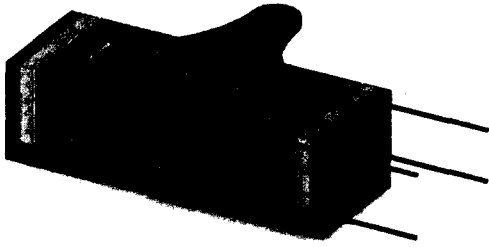


Fig. 3 A configuration of a conventional type actuator

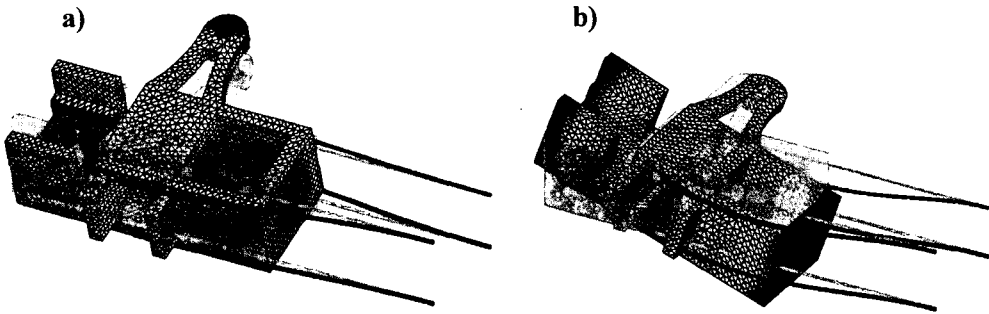


Fig. 4 Schematic diagrams of (a) pitching and (b) rolling mode

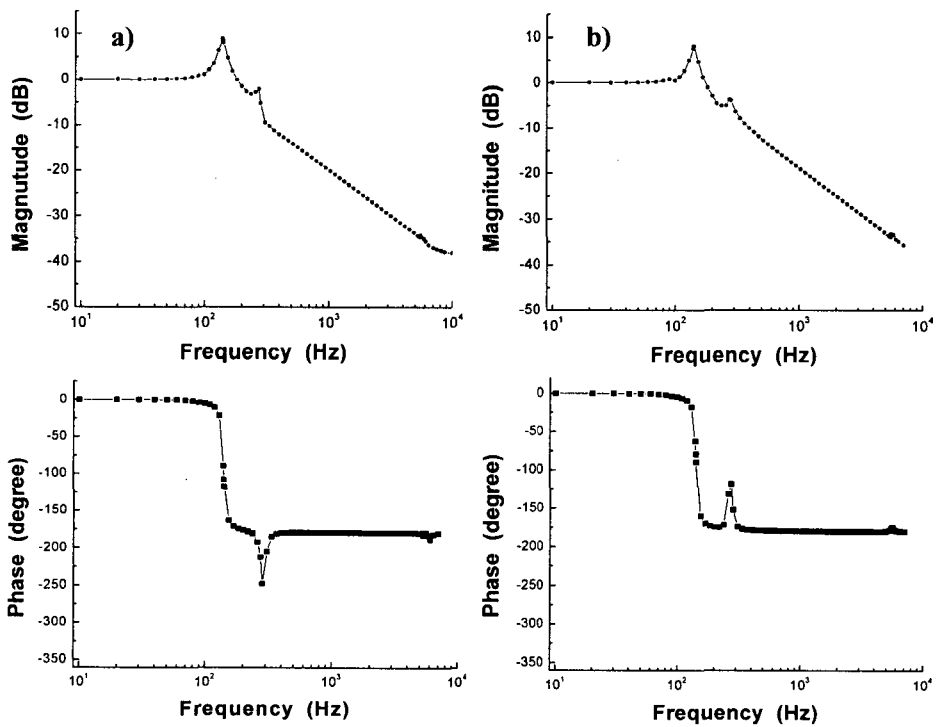


Fig. 6 FRF of (a) focusing direction and (b) tracking direction