

# BD/DVD/CD 대응 드라이브를 위한 고감도 1OL 액츄에이터

이영빈<sup>†</sup>, 장대중\*, 이종국\*

## High Performance Single OL Actuator for BD/DVD/CD Compatible Optical Drive

Young Bin Lee, Dae Jong Jang, Jong Koog Lee

**Key Words :** Optical Storage, Pickup Actuator, BD, 3 파장

### ABSTRACT

Nowadays, HD(High Definition) broadcasting is popular all over the world. Many people want to record the HD level contents. BD(Blu-ray Disc) is developed to satisfy the needs. BD player for home movie system was manufactured already. ODD maker will produce BD Drive for PC(Personal Computer) within few months. Backward Compatibility is very important point in BD Drive. Until now, two OL(Object Lens), two optical pickup and two deck system are proposed. We suggest Single OL system in this paper. Single OL is composed of two optical parts and it's weight is heavy. We introduce the magnetic circuit composed of two 3-Pole magnets. In Spite of heavy OL, We achieve the New Actuator which has high performance.

### 1. 서론

1980 년대에 상용화되기 시작한 CD 는 멀티미디어 기능과 저장공간의 확대를 필요로 하는 사용자들의 요구에 따라 DVD 재생 및 기록기에 이르게 되었다. 최근에는 HD 방송이 널리 보급되기 시작했으며, HD 급 영상의 기록 및 재생이 가능한 AV 용 BD 기록기기가 이미 출시 되었다.

또한, PC 용 ODD 제조사들은 BD 드라이브 출시를 서두르고 있다. PC 용 ODD 의 경우 기존 미디어와의 호환성( Backward Compatibility)이 중요한 이슈 중 하나이다. 지금까지는 미디어 호환성을

위하여 2 대의 Deck 를 사용하는 방법, 2 개의 광픽업을 사용하는 방법, 2 개의 대물렌즈를 사용하는 방법<sup>(1-3)</sup> 등이 소개되었다. 그러나, 기존의 방법들은 많은 부품수로 인하여 제조가 어렵고 비용도 많이 들게 된다. 본 논문에서는 하나의 대물렌즈를 사용하여 BD/DVD/CD 미디어를 대응 할 수 있는 액츄에이터의 설계, 제작 및 결과를 제시하고자 한다. BD/DVD/CD 대응 대물렌즈의 경우 현재 까지 개발된 사양으로는 2 장의 광부품이 원통형상으로 결합된 형태이며, 그 중 하나는 유리로 되어 있어 총 무게가 120mg 에 달한다. 이는 기존 DVD 기록 기기등에 사용되는 대물렌즈에 비하여 6 배 가량 무거우며, 액츄에이터의 감도저하 원인이 되기도 한다. 이러한 대물렌즈의 무게문제를 극복하기 위하여 본 논문에서는 3 분극 마그네트와 내요크를 이용한 자기회로를 구성하였으며, 고성능을 갖는 액츄에이터를 설계, 제작하여 그 결과를 제시하고자 한다.

---

<sup>†</sup> TSST Korea 차세대개발팀  
E-mail : ybin.lee@samsung.com  
TEL : (031)200-5147 FAX : (031)200-7890

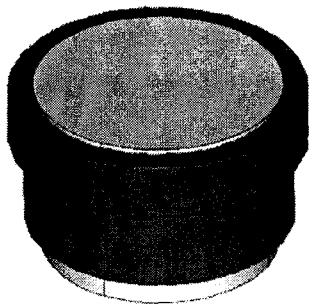
\* TSST Korea 차세대개발팀

---

## 2. 설계 및 해석

### 2.1 설계

본 논문에서 제시하는 1-OL 액츄에이터의 경우, 반경방향 또는 접선방향으로 2 개의 대물렌즈가 놓인 것에 비하여 CD/DVD 렌즈와 BD 렌즈의 상대 각도문제가 없으며, 디스크의 내주 및 외주에서 접선방향 대물렌즈의 위치차이에서 발생할 수 있는 트랙 에러신호의 위상변동이 없다. 또한, 간단한 구조로 제조가 용이하다. 그러나, 현재까지 개발된 BD/DVD/CD 3 파장 모듈을 대응하는 대물렌즈의 경우 아래의 Fig.1 과 같이 2 장의 광부품과 이것을 연결하는 원통구조로 이루어져 있으며 그 중 상면렌즈의 경우 재질 또한 유리로 되어 있어 그 무게가 기존 DVD 기록기에 사용되어 왔던 대물렌즈에 비해 6 배 가량 무겁다. 대물렌즈 사양은 아래 Table.1 과 같다.

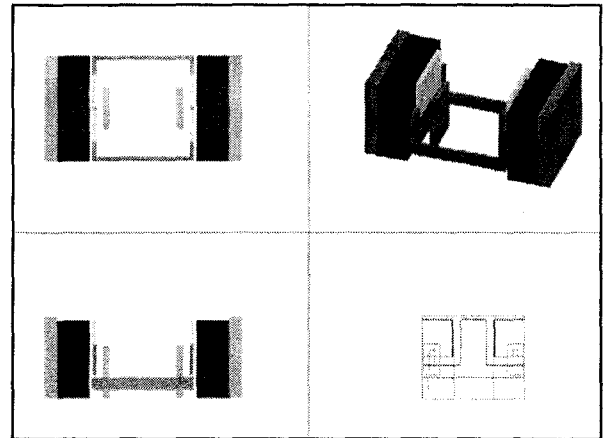


[ Fig.1 The Appearance of Objective Lens ]

[ Table.1 The Specification of Objective Lens ]

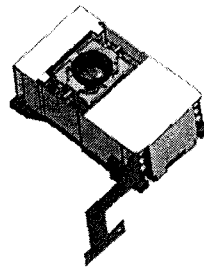
| USE           | unit | BD     | DVD  | CD   |
|---------------|------|--------|------|------|
| Focal Length  | mm   | 2.2    | 2.28 | 2.45 |
| NA            |      | 0.85   | 0.65 | 0.45 |
| 유효경           | mm   | 3.74   | 2.96 | 2.21 |
| Wavelength    | nm   | 408    | 658  | 785  |
| Lens Diameter | mm   | φ 5.4  |      |      |
| Weight        | mg   | 118    |      |      |
| WD            | mm   | 0.72   | 0.48 | 0.32 |
| Cover Glass   | mm   | 0.0875 | 0.6  | 1.2  |

이러한 무게 문제를 극복하기 위하여 내요크를 사용한 새로운 자기회로를 구성하였으며, Fig.2 와 같다.



[ Fig.2 Magnet Circuit ]

Fig.1 의 대물렌즈와 Fig.2 의 자기회로를 채용한 Actuator 의 외관은 아래의 Fig.3 과 같다. 대물렌즈의 위치는 BD의 Information 영역을 대응하기 위하여 모터 중심에서 21mm 이내에 있어야 하며, LightScribe 기능을 대응하기 위하여 21.4mm 이내에 있어야 한다. 둘 다 만족하기 위하여 대물렌즈의 위치는 모터센터에서 21mm 이내에 위치하도록 설계하였다.



(a)



(b)

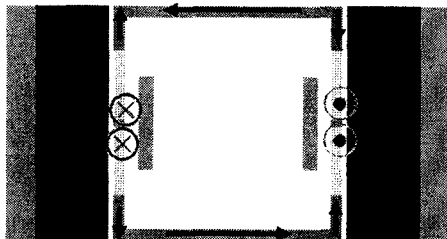
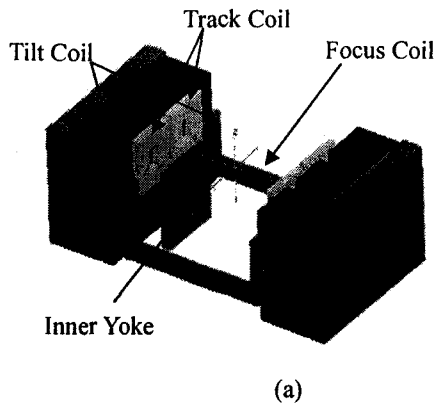
[ Fig.3 The Appearance of 3-axis actuator ]

(a) 3D Model (b) Photograph of actuator

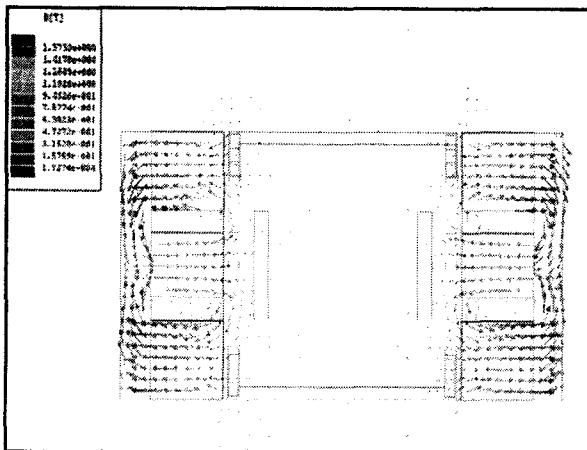
### 2.2 해석

#### 2.2.1 자기회로 해석

Fig.2 와 같이 구성된 자기회로의 상세 구조는 Fig.4 와 같다.



[ Fig.4 Detail View of magnetic circuit ]  
 (a) overview of magnetic circuit (b) Direction of Current Flow



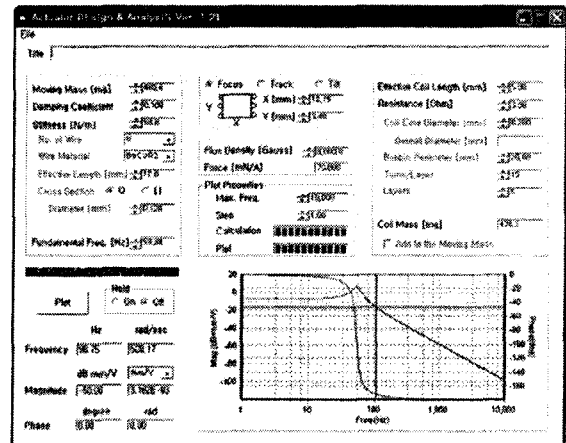
[ Fig.5 Flux density distribution of magnetic circuit ]

내요크의 형상은 보빈의 구동거리 간섭을 회피하는 범위에서 AC 감도를 극대화 하며 음색특성을

최적화 할 수 있도록 폭과 높이를 결정하였다.

### 2.2.2 감도 해석

2.2.1 절에서 수행한 자기회로 해석결과를 바탕으로 하여 강제모드 해석을 아래 Fig.6 과 같이 ADEAS(TSST 제작)를 이용하여 수행하였다. 3 파장 대응 1 렌즈 액츄에이터의 경우 그 형상이 대칭으로 설계 가능하여 비대칭으로 설계되는 2 렌즈 액츄에이터에 비하여 부공진(Rolling, Yawing, Pitching) 문제를 쉽게 해결 할 수 있는 장점을 갖는다. 또한 2 렌즈 액츄에이터에 비해 보빈의 크기를 작게 할 수 있어 2 차 공진 주파수 특성에도 큰 장점이 있다. 다만, 현재까지 개발된 3 파장(BD/DVD/CD)대응 대물렌즈의 경우 그 무게가 기존 DVD 기록기기용 대물렌즈에 비하여 6 배이상 무거우며 이는 감도에 악영향을 미치는 요인이 된다. 강제모드(감도) 해석결과는 아래 Table.2 와 같다.



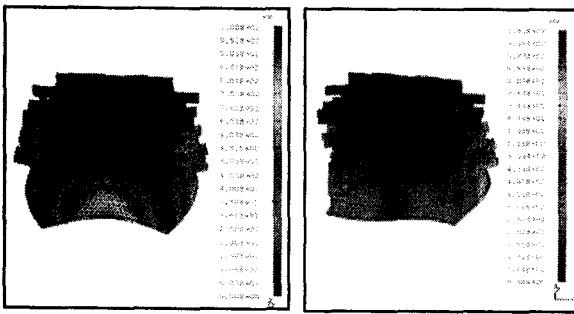
[ Fig.6 Sensitivity analysis using ADEAS ]

[ Table.2 Result of Sensitivity Analysis ]

| Items                           | Focus | Track | Tilt         |
|---------------------------------|-------|-------|--------------|
| 1 <sup>st</sup> Res. Freq. (Hz) | 56    | 56    | 100          |
| DC Sensitivity (mm/V @ 5Hz)     | 1.3   | 1.4   | 2.26 (deg/V) |
| AC Sensitivity (μm/V @ 200Hz)   | 100   | 105   | N.A          |

### 2.2.3 모드해석 ( Flexible Mode Analysis )

액츄에이터에서 발생하는 유연체 모드(Flexible Mode)는 광드라이브의 고배속 기록 재생시 시스템 안정과 깊은 연관이 있으며, 배속이 증가 할수록 고유진동수가 높고 유연체 모드의 공진폭이 낮을 것을 요구한다. 가동부의 유한 요소해석 결과는 아래의 Fig.7 과 같다.

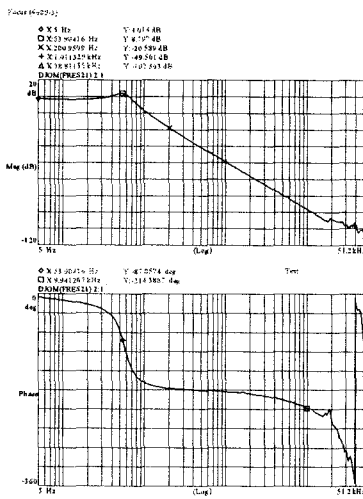


[ Fig.7 Flexible mode of moving part ]

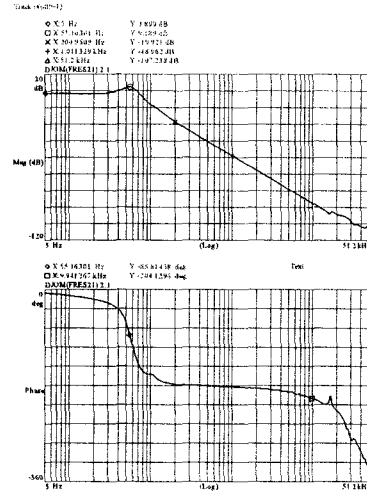
### 3. 제작 및 결과

#### 3.1 제작 및 실험결과

상기 설계 및 시뮬레이션을 거친 3 파장 대응 1 렌즈 액츄에이터를 제작하여 그 동특성을 측정하였다. 포커스와 트랙방향 보드선도는 아래의 Fig.8 과 같다. 또한, 액츄에이터의 동특성 성능값은 Table.3 에 나타내었다.



(a) Bode Plot of Focus



(b) Bode Plot of Track

[Fig.8 Bode Plot of Actuator]

[ Table.3 Dynamic Characteristics of 1 OL Actuator ]

|             | Items  | Performance |
|-------------|--|-------------|
| F<br>C<br>S | DC Sensitivity (mm/V)  | 1.55        |
|             | AC Sensitivity ( $\mu\text{m}/\text{V}$ )                                  | 92          |
|             | 2 <sup>nd</sup> Resonance Frequency (kHz)                                  | 39.5        |
|             | Gain Margin (dB)<br>(Gain difference b.t.w 2 <sup>nd</sup> Res. And 1kHz ) | 56.1        |
| T<br>R<br>K | DC Sensitivity (mm/V)  | 1.52        |
|             | AC Sensitivity ( $\mu\text{m}/\text{V}$ )                                  | 100         |
|             | 2 <sup>nd</sup> Resonance Frequency (kHz)                                  | Over 51.2   |
|             | Gain Margin (dB)<br>(Gain difference b.t.w 2 <sup>nd</sup> Res. And 1kHz ) | 58.3        |
| T<br>L<br>T | DC Sensitivity (deg/V)   | 2.18        |
|             | 1 <sup>st</sup> Resonance Frequency (Hz)                                   | 103         |

동특성 그래프와 성능값에서 알 수 있듯이 보빈구조의 간략화를 통해서 2 차 공진 주파수 및 계인 마진을 높일 수 있었다. 또한, 신규 자기회로 구성에서 내요크의 최적형상을 도출, 적용하여 고배속 대응이 가능한 높은 감도를 얻을 수 있었다.

### 4. 결론

본 논문에서는 BD 뿐만 아니라 DVD,CD 모두를 하나의 대물렌즈로 대응 가능한 액츄에이터를 제시 하였다. 3 파장을 대응하기 위하여 기존 DVD

기록기기에서 사용되는 대물렌즈보다 6 배이상 무거운 3 파장 대응 대물렌즈를 사용하였으며, 무게 문제를 극복하고 고배속이 가능하도록 하기 위하여 신규자기회로를 적용하였다. 보빈구조의 간략화로 강도를 높여 넓은 서보대역을 확보 할 수 있었다. 이로써 3 파장 대응용 1 렌즈 액츄에이터를 설계 제작하여 그 성능을 확인하였다.

### 참고문헌

- (1) SJ.Kim,YH.Lee,YM.Ahn,CS.Chung, 2002, "Study on Dual-Lenses Actuator for HD-DVD System", KSNVE
- (2) TK.Kim,SJ.Kim,YM,Ahn, 2005 , "Blu-ray Pickup Head", SISS, (pp007-011)
- (3) SJ.Kim,TY.Heor,TK.Kim,YM.Ahn,CS.Chung, 2004, "High Response Twin-Objective Actuator with Radial Tilt Function", Tech. Dig. ISOM(2004),(pp166-167)