

초소형드라이브를 위한 2.3mm 액추에이터

2.3mm Height Actuator for Small Form factor Optical Drive

정영민*·이진원**·김광**·강종태**

Young Min Cheong, Jin Won Lee**, Kwang Kim** and Jongtae Kang**

Key Words: Mobile Actuator, Horizontal magnetic circuit(고감도 자기 회로), Fine Pattern Coil

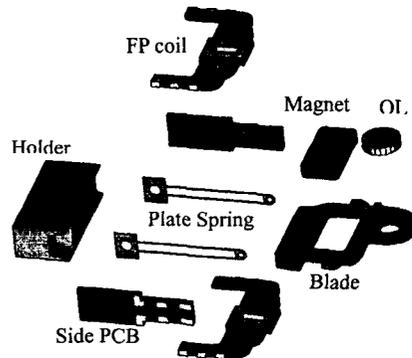
ABSTRACT

Recently, as the requirements of several mobile products come to the front, to cope with the market needs, various mobile storage applications have appeared. Therefore, the core components and technologies for mobile optical disc drives have been developed continuously. In case of the optical storage, the small sized optical pickup is necessary to realize the mobile optical disc drive, because the optical pickup height is determined by the optical parts and an actuator. In this paper, we propose the optical pickup actuator using the horizontally arranged magnetic circuit, and apply to 5mm height Small Form-factor Optical Drive.

1. 서 론

최근 급속한 정보화발전으로 디스크미디어를 이용한 정보기록장치가 보편화되고 있으며 드라이브의 고배속화와 더불어 고밀도화가 가속화되고 있다. 또한 각 정보기기들의 모바일환경에서의 요구가 대두됨에 따라 이를 만족하기 위한 Mobile Storage 가 이슈화되고 있다. 이에 따라 광디스크를 이용한 모바일 광드라이브를 위한 핵심부품 및 기술들이 개진되고 있다. 특히 모바일광디스크드라이브의 전체 높이를 결정하는 광학계 및 렌즈구동부의 개발이 필수조건으로 대두되고 있다. 그리고, 모바일 환경에서의 부품은 매우 좁은 공간에서 성능확보를 해야 하기 때문에 주요 소형부품의 저효율성, 조립에 의한 성능저하를 피할 수 없게 된다. 따라서, 고효율의 부품 및 조립단계를 최소화하여 전체 드라이브 성능을 최대화해야 한다. 본 논문에서는 모바일 광픽업에 적용하기 위한 Actuator 의 높이를 낮추기 위하여 새로운 수평 구조의 자기회로를 도입하여 광픽업의 소형, 경량화에 이바지하였다.

2.3mm 이하의 Actuator Assy 에 관한 것이다. 기존 Slim Optical Drive 용 Actuator 는 높이 4~5mm 이었고, 자기회로는 포커스구동방향벡터와 트랙구동방향벡터가 만드는 평면에 다수의 마그네트가 평행하게 배치되었고, 이로 인해 발생한 자기장 속에 코일을 배치하여 코일에서 발생하는 전자기력을 이용하여 각 방향구동력을 얻었다. 그러나, 기존 자기회로구조를 사용해서는 2.3mm 이하의 Actuator 를 설계하기가 어려웠다. 따라서, 기존 슬림 액추에이터에서 사용하던 자기회로에서 탈피하여 새로운 자기회로를 고안하게 되었다. 상세한 배치와 전체 Layout 은 Figure 1 과 같다.



(a) Exploded diagram of assembled actuator

2. Design & Experimental Result

2.1 설계(Design)

본 논문에서 의해 제시된 광픽업 액추에이터는 Mobile Optical Pick Up 에 대응하기 위한 Height

* 삼성전자(주) DM 연구소 Media Solution Team
E-mail : mina001@samsung.com
Tel : (031) 200-3868, Fax : (031) 200-3195

** 삼성전자(주) DM 연구소 Media Solution Team



(b) Photograph of assembled actuator

Fig.1 Layout and structure of actuator

또한 Actuator 조립공정에서 발생할 수 있는 제작 및 조립오차를 줄이기 위해서 Blade, Holder, Plate Spring type Suspension 을 사출금형내에서 조립되도록 일체사출공법을 사용하였다.

본 논문에서 제안된 Mobile Actuator 는 일반적인 슬림액추에이터와는 달리 코일에서 발생하는 두가지 힘, 즉 로렌츠힘과 솔레노이드힘을 이용한다. 마그네트와 코일배치는 위 그림과 같이 디스크평면과 평행하게 배치되어 있고 가운데 배치된 2 극 분극된 마그네트의 상하에서 자기장이 발생하고 2 개의 사각 트랙코일과 4 개의 원형포커스코일에 의해 2 축구동가능하도록 자기회로가 구성되어 있다. Actuator 의 전체 높이는 하측 코일에서 렌즈 상면까지의 거리가 2.2mm 이다. 코일과 마그넷사이의 Gap 은 0.3mm 으로 설계되었다. 그림에서 알 수 있듯이 Actuator 는 구동형태가 Moving magnet type 이며 권선코일이 사용하지 않고 Fine Pattern Coil 을 2 장 사용한다. 즉 도금과 에칭기법을 이용한 PCB Type 의 Coil 을 사용하여 다수의 Coil 을 사용하는데 있어 인출선정리 및 전체 두께와 크기를 소형화하고 조립성을 개선하는데 주안점을 두었다.

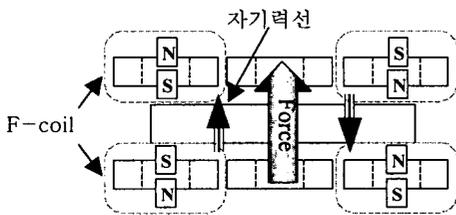


Fig. 2 Focus 구동원리의 모식도

Figure 2 는 Solenoid Force 를 이용한 Focus 구동원리를 설명한 것이다. 4 개의 원형 포커스코

일은 전류가 인가되면 작은 전자석이 되고 마그넷과 상호작용에 의하여 마그넷은 상하방향의 힘을 얻게 된다. 특히 오른쪽과 왼쪽으로 Focus coil 을 나누어서 구동하게 되면 차동형 Tilt 구동 또한 가능하다.

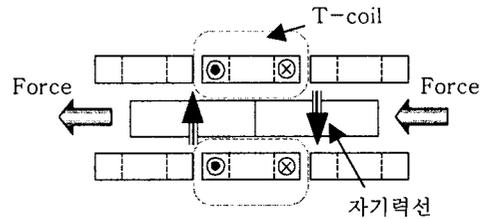


Fig. 3 Track 구동원리의 모식도

Figure 3 은 Lorentz Force 를 이용한 Track 구동원리를 설명한 것이다. 2 개의 사각 트랙코일은 코일과 마그넷사이에서 발생하는 전자기력(로렌츠힘)에 의해 좌우방향구동을 하게 된다.

2.2 실험결과 (Experimental Result)

상기 설계에 따라 제작된 액추에이터에 대한 구동특성을 Table1 에 나타내었다.

Table.1 Performances of the proposed actuator

Items		Performance
F O C U S	Resistance [ohm]	4.1
	Q factor [dB]	18
	DC sensitivity [mm/V]	0.3
	1 st Natural frequency [Hz]	109.4
	AC sensitivity [G/V]	14.9
	2 nd resonance frequency [kHz]	19
T R A C K	Resistance [ohm]	3.0
	Q factor [dB]	15.8
	DC sensitivity [mm/V]	0.36
	1 st Natural frequency [Hz]	109.4
	AC sensitivity [G/V]	17.4
	2 nd resonance frequency [kHz]	50

Actuator 의 구동거리는 focus 방향은 0.6mm 이고 track 방향은 0.4mm 이며 peak-to-valley 값들이다.

Mobile Application 에서의 소비전력은 중요한 문제이기 때문에 상기 제시된 감도를 높이기 위해

Sheet Yoke 를 적용하여 감도개선을 시도하였다. Figure 4 는 sheet yoke 가 적용된 actuator 를 나타낸 것이다. Sheet Yoke 의 재질은 Sus Plate 이며 에칭작업에 의해 제작되었다.

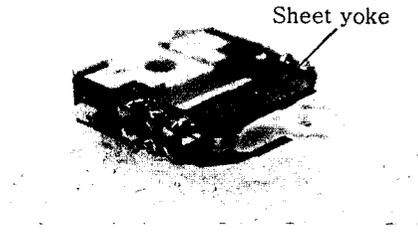


Fig. 4 Sheet yoke 가 적용된 Actuator

설계초기에는 구동코일 주위에 형성되는 자기장의 세기를 증가시켜 감도 개선하려 하였으나 예측한 것과는 달리 Focus 방향의 stiffness 값에 영향을 주어 DC 감도에만 영향을 주었다. 본 논문에서 제시된 Moving Magnet Type Actuator 의 구조상 Magnet 과 Sheet Yoke 의 거리가 가까워짐에 따른 인력발생이 1 차 공진주파수의 감소로 이어졌고, 이에 DC 감도의 증가로 나타났다. Figure 5 는 sheet yoke 의 두께를 증가시킴에 따른 Bode Plot 의 변화를 나타낸 것이다.

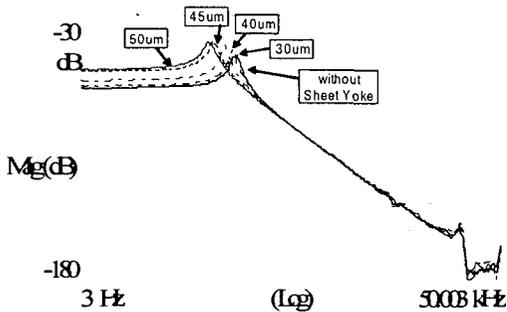


Fig 5 Sheet yoke 두께변화에 따른 동특성변화

상기 Bode Plot 에서 보는 바와 같이 Sheet Yoke 를 적용하기 전과 비교할 때 고주파영역 (AC 영역)은 Gain 의 변화가 거의 없고, 1 차공진 주파수의 위치가 저주파수영역으로 이동하면서 DC 영역의 Gain 값이 상승하고 있다. 이는 Magnet 과 Sheet Yoke 간의 인력에 의한 Stiffness 저하현상을 확인할 수 있다. 50um 의 Sheet Yoke 도 측정이 되었지만 가동부와 FP

coil 간의 접촉이 발생하고, 불안한 양상을 보이는 바 안정적 동특성을 나타내는 45um Sheet Yoke 를 적용하였고 1 차 공진주파수는 109.4Hz 에서 61.8Hz 로 감소하였고, DC 감도는 0.3mm/V 에서 0.93mm/V 로 증가하였다.

3. Application

3.1 Optical pickup & performance

Figure 5 는 액추에이터가 적용된 픽업을 나타낸 것이다. 405nm 의 Blue LD, 높이 2mm 이하의 광부품 (CL, PBS, Grating, etc) 을 사용하였고 적용된 대물렌즈의 사양은 0.85 NA, 유효경 1.0mm, working distance 는 0.1mm 이다.

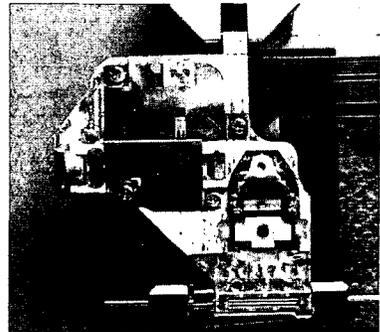


Fig 5 photograph of the optical pickup

Figure 6 은 3.3GB ROM Disc (외경: 46mm) 를 사용한 높이 5mm 의 proto type mobile drive 를 나타낸 것이다.

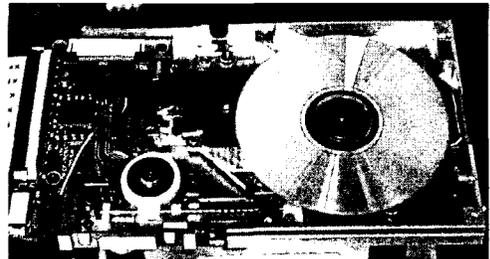


Fig 6 photograph of the entire SFO Drive

Figure 7 은 Limit EQ 를 적용한 readout signal 을 나타내었고, 측정된 jitter 값은 7.6%를 얻었다.

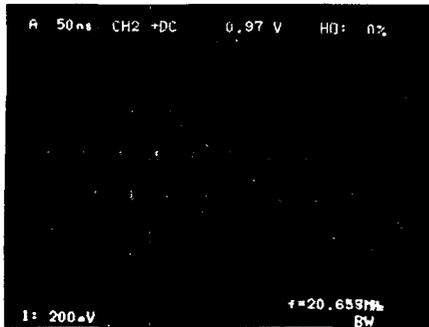


Fig 7 Readout signal with Limit EQ
(Jitter: 7.6%)

4. 결론

본 논문에서는 모바일픽업을 위한 전체 높이 2.3mm 의 초박형 Moving Magnet type Actuator 가 설계되었으며, 본 액추에이터에 사용된 자기회로는 디스크평면과 평행하게 코일 및 마그넷이 배치된 수평형 자기회로를 채택하였다.

권선코일이 아닌 2 장의 Fine Pattern Coil 과 분극된 Magnet 1 개를 사용하여 자기회로를 구성하였다. 또한 모바일기기의 소비전력문제를 대응하기 위하여 Sheet yoke 를 사용하여 Focus DC 감도를 개선시켰다. 따라서, 모바일 픽업을 위한 각 구동방향의 구동거리 및 성능을 확보하면서 초슬림 액추에이터가 설계되어 픽업 및 전체 드라이브의 높이를 낮출 수 있었다.

참고 문헌

- (1) In-Ho Choi et al., "Miniature Optical Drives for Mobile Application", ODS2004
- (2) Mitsuhiro Togashi et al., "Miniaturized Optical Pickup and Mechanism for Mobile Optical Drive", ISOM2003
- (3) M.A.H. van der Aa et al., "Small Form factor Optical Drive: Miniaturized Plastic High-NA Objective and Optical Drive", Proceedings of ISOM/ODS2002