

# 탐침형 정보저장장치용 이차원 구동기의 내진 구조

이경일<sup>†</sup>, 김성현\*, 조진우\*, 최영진\*\*, 신진국\*

## Design of X-Y Actuator with High Vibration Resistance for Probe-based Data Storages

Kyoung Il Lee, Seong Hyun Kim, Jin Woo Cho, Young Jin Choi, and Jin Koog Shin

**Key Words :** Probe based data storage, AFM, SPM, Electromagnetic actuator, Vibration resistance

### ABSTRACT

We report the new design of a miniature electromagnetic actuator for probe-based data storage with anti-vibration mechanism. The actuator consists of a media substrate, silicon frame, 2 pairs of magnets, a spacer, and a printed circuit board (PCB). The total area of the device is 11.2 x 11.2 mm<sup>2</sup> while the data recording area is 7.4 x 7.4 mm<sup>2</sup>. A net momentum free structure was included for high vibration resistance. The simulation shows that the lateral vibration can be reduced to below 100 nm for 1 G acceleration if the counter mass is adjusted with 1% difference. The peak power for  $\pm 50 \mu\text{m}$  displacement is below 50 mW for an actuator with a resonance at 200 Hz.

### 1. 서 론

휴대용 정보통신기기에서 요구되고 있는 대용량 정보 저장 기능을 충족하기 위해 플래시 메모리의 집적도 개선과 하드디스크의 소형화가 이루어지고 있으나 가격 대 용량 증가 추세가 지금과 같이 이어질 수 있을지에 대해서는 의문이 제기되고 있기 때문에 이를 극복하기 위한 대안 중의 하나로 탐침 기술을 이용한 정보저장장치가 연구되고 있다. IBM 에서는 "Millipede"라는 이름으로 폴리머 박막에 요철을 형성하는 방식을 연구 중이며[1] 이밖에도 박막의 전기전도도나 분극 방향을 조절하여 정보를 기록하는 방식[2,3] 등이 있다. 탐침형 정보저장장치는 빠른 기록, 판독 속도를 구현하기 위해 수천, 수만 개의 탐침을 동

시에 구동해야 하므로 탐침을 이차원으로 배열할 경우 저장 매체의 상대적 움직임은 회전형보다는 직선형이 바람직하다. 따라서 이를 위한 초소형 이차원 구동기에 대한 연구도 정보저장 기구 규명과 함께 진행되어 왔다. 그러나 휴대용 기기에서 요구되는 내충격 구조를 구현하기 위해 운동량 상쇄 구조를 도입할 경우[4], 그로 인한 면적의 증가로 인해 전체 체적 대비 면적 비율이 낮은 단점이 있다.

본 논문에서는 이러한 상쇄 구조를 저장 매체 아래 쪽으로 배치하여 면적 효율을 높인 이차원 구동기를 제안하고 그 특성을 보이고자 한다.

### 2. 설계

#### 2.1 구동기의 구조

구동기는 그림 1 과 같이 실리콘 SOI 기판을 초미세 가공하여 저장 매체 기판과 구동부를 분리한 실리콘 구동부와 그와 이격된 PCB 로 구성된

<sup>†</sup> 전자부품연구원 나노정보에너지연구센터

E-mail : leeki@keti.re.kr

TEL : (031)789-7374 FAX : (031)789-7389

\* 전자부품연구원 나노정보에너지연구센터

\*\* 명지대학교 물리학과

다. 실리콘 구동부의 경우 SOI 기판의 소자 층이 저장 매체 기판 역할을 하며 아래쪽 실리콘 층이 구동부를 이룬다. 구동부에는 고종횡비 스프링과 운동량 상쇄 구조가 형성되어 있으며 여기에 X, Y 축을 각각 구동하기 위한 자석쌍이 집합되어 있다. PCB 에는 다층 코일이 형성되어 있어 전류 인가 시 자석쌍을 움직일 수 있도록 되어 있다.

그림 2 는 본 구동기의 평면도인데 각 축의 자석쌍이 한쪽 방향으로 움직일 경우 지렛대 구조로 인해 저장 매체 기판이 고정되는 안쪽 프레임은 그와 반대 방향으로 움직이게 된다.

구동기 전체 크기는 11.2 mm x 11.2 mm x 0.8 mm 이며 그 가운데 기록 영역의 면적은 7.4 mm x 7.4 mm 로 바깥쪽 외각 프레임과 XY 분리를 위한 이중 구조를 제외하면 모두 기록 영역으로 사용이 가능하다. 웨이퍼의 두께는 0.4 mm, 저장 매체 기판의 두께는 0.05 mm 이며

## 2.2 구동 특성

Y 축의 경우 저장 매체 기판의 유효 질량이 16.2 mg 으로 역시 두께 0.4 mm 인 SmCo 자석에 의해 운동량 상쇄 구조가 구현되며 이때 공진 주파수 200 Hz 를 구현하기 위해서는 50  $\mu$ m 범위에서 약 2.6 mN 의 구동력이 필요하며 4 층 금속층 PCB 를 사용할 경우의 순간 최대 소비전력은 49.3 mW, 구동 전압은 0.23 V 이다. 이때 외부 진동(+/- 1 G)에 의한 변형은 X, Y 방향의 경우 1% 질량 편차에 대해 약 100 nm 이하, Z 방향의 경우는 질량 편차에 관계없이 약 100 nm 이하의 진동이 발생하였음을 FEM 을 통해 알 수 있다.

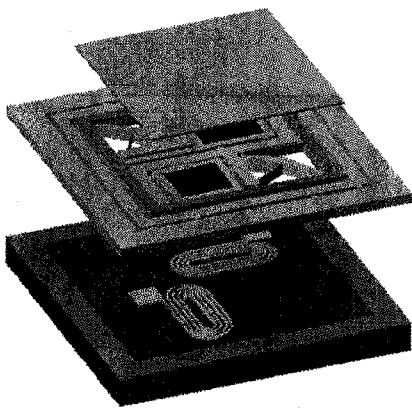


Fig. 1 schematic of the actuator

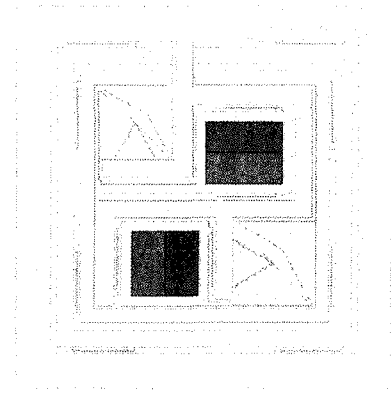


Fig. 2 front view of the silicon frame

## 3. 결론

운동량 상쇄 구조의 배치를 통해 기록 면적 효율이 높은 이차원 구동기를 설계하였으며 외부 인가 진동에 대해 비교적 작은 변위만이 발생함을 확인하였다.

## 후 기

본 연구는 산업자원부의 차세대 신기술 개발 사업의 지원을 통해 이루어졌습니다.

## 참고문헌

- (1) E. Eleftheriou, T. Antonakopoulos, G. K. Binnig, G. Cherubini, M. Despont, A. Dholakia, et. al., 2003, "Millipede-A MEMS-based Scanning-Probe Data-Storage System", IEEE Trans. Magnetics., Vol. 39, No. 2, pp. 938-945.
- (2) S. Gidon, O. Lemonnier, B. Rolland, O. Bichet, and C. Dressler, 2004, "Electrical probe storage using Joule heating in phase change media", Appl. Phys. Lett., Vol. 85, No. 26, pp. 6392-6394.
- (3) Y. Cho, K. Fujimoto, Y. Hiranaga, Y. Wagatsuma, A. Onoe, K. Terabe, et. al., 2003, "Terabit inch-2 ferroelectric data storage using scanning nonlinear dielectric microscopy nanodomain engineering system", Nanotech., Vol. 14, pp. 637-642.
- (4) A Pantazi, MA Lantz, G Cherubini, H Pozidis, and E Eleftheriou, 2004, "A servomechanism for a micro-electromechanical-system-based scanning-probe data storage device", Nanotechnology Vol. 15, pp. S612-S621.