

MEMS 기술을 이용한 광 Scanner의 효율 개선

김 흥근*, 박 경일*, 신 광호**, 사공 건***

동아대학교전기공학과, 경성대학교 멀티미디어공학과*, 동아대학교 전기전자컴퓨터공학부**

Efficiency of Optical Scanner by Utilizing MEMS Technology

Kim, Hung-Gun*, Park, Kyung-Il*, Shin, Kwang-Ho**, Sa-Gong, Geon***

Dong-A Univ.*, Kyung-sung Univ.**

Abstract

본 연구에서는 광 스캐너 반사경(mirror)의 torsion bar모양을 변화시키고, 반사경 밑 양단에 magnet를 장착시켜 낮은 구동전압에서 동작되게 함으로써 Scanner의 효율을 개선하였다. torsion bar의 모양은 I형에서 S형 타입으로 변화시킴으로써 일반적인 광 스캐너의 공진주파수(50Hz)보다 낮은 주파수(35.8Hz)에서 높은 반사각(약10°)을 얻을 수 있었다. 또한 광 스캐너에 일반적으로 사용되는 정전 액츄에이터 대신 자기 액츄에이터를 사용함으로써 공기 중의 먼지나 습기 등 외부요인을 감소시켰다.

Key Words : MEMS. Optical scanner. Magnetic actuator, Torsion bar, 스캔효율

1. 서 론

MEMS(Micro-Electro Mechanical System)기술은 여러 가지로 분류할 수 있지만 그 중 표면 미세 가공 기술은 마이크로 구조물의 제작을 위한 중요한 기술 분야라 할 수 있다[1]. 마이크로시스템 기술은 마이크로미터 단위의 3차원 구조물 및 디바이스를 제작하는 관련기술을 말하는 것으로 이를 구성하는 기술은 마이크로일렉트로닉스와 마이크로머시닝(micromaching)이다. 마이크로일렉트로닉스는 실리콘 칩 위에 전자회로를 생성하는 기술이고, 마이크로머시닝은 마이크로기술에 의한 디바이스로 이루어진 구조물 및 운동부를 제작하는 기술이다[2]. 마

이크로시스템 기술은 마이크로머시닝으로 제작된 구조물에 마이크로일렉트로닉스 집적회로를 집적화시켜 완성된 시스템(즉 마이크로 칩)을 말한다.

현재 바코드 인식, 레이저프린트 및 의학 분야의 X-선 단층촬영 등에 응용[3]되고 있는 광 스캐너의 소형화를 위해서 mm단위의 반사경(mirror)이 낮은 구동전압에서 동작되기 위한 관련연구가 요구되고 있다.

본 연구에서는 micromachining기술을 이용하여 광 스캐너의 구조를 변화시키고, 그에 따른 스캐너 효율을 개선하였다. 이를 위해 습식 식각을 이용하여 광 스캐너 반사경의 torsion bar의 모양을 I형에서 S형 타입으로 변화시켰으며, magnet를 양쪽에

장착시켜 낮은 구동전압에서 동작되게 함으로써 scanner의 효율개선에 대해 연구하였다.

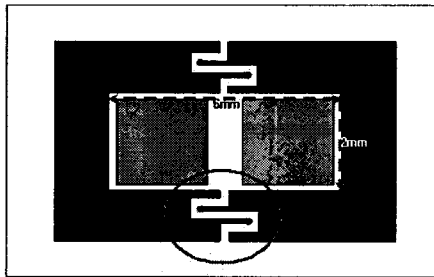
또한 광 스캐너에 일반적으로 사용되고 있는 정전 액츄에이터는 공기 중의 먼지나 습기 등 외부요인에 영향을 받는 결점을 갖고 있다. 이를 개선하기 위해 낮은 입력 임피던스와 누설임피던스를 가지는 자기 액츄에이터를 사용하였다.

2. 실험방법

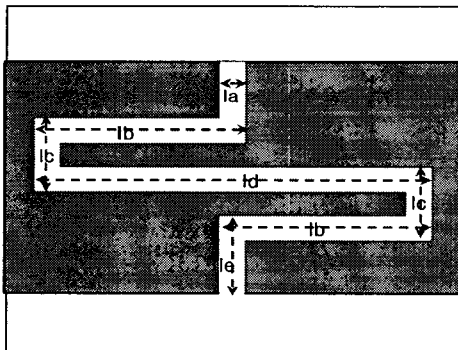
2. 1. 광 스캐너 반사경의 제작

광 스캐너 반사경의 패턴을 만들기 위해 사용한 마스크의 모양을 그림 1에 나타내었다.

그림 1(a)는 광 스캐너 반사경(mirror)부분을 나타낸 것으로 그 크기는 가로 6mm, 세로 2mm이다. 그림1(b)는 그림 1(a)의 torsion-bar 부분(0표시된 부분)을 확대한 것이다. 이 패턴을 얻기 위해 사용된 마이크로 마스크의 크기는 la:100 μ m, lb:900 μ m, lc:300 μ m, ld:1800 μ m, le:300 μ m이다.



(a)



(b)

그림 1. (a) 반사경의 모양

(b) mirror torsion bar의 미세구조

그림 2(a)는 광 스캐너 디바이스를 만들기 위해 SiO₂가 양 표면에 코팅되어 있는 실리콘 기판을 나타낸 것이다. 그림 2(b)는 micromachining기술을 이용하여 먼저 실리콘웨이퍼를 세척한 후 PR(Photoresist)을 실리콘웨이퍼 면에 스펀코팅 장치를 이용하여 AZ1500PR을 코팅한 뒤 Hot plate를 사용하여 soft baking(100 $^{\circ}$ C/90sec)한 다음 mask aligner를 사용하여 exposure(20sec)하여 실리콘웨이퍼에 패턴을 형성시킨 것이다. 이렇게 만들어진 실리콘웨이퍼를 Hard baking(120 $^{\circ}$ C/120sec)을 한 후 developing(20sec)하여 실리콘웨이퍼 위에 패턴을 얻은 모양을 도시한 것이다.

그림 2(c)는 실리콘웨이퍼의 SiO₂막을 제거한 뒤 KOH 용액으로 부식을 끝낸 실리콘기판에 magnet를 장착시킨 그림을 나타내고 있다.

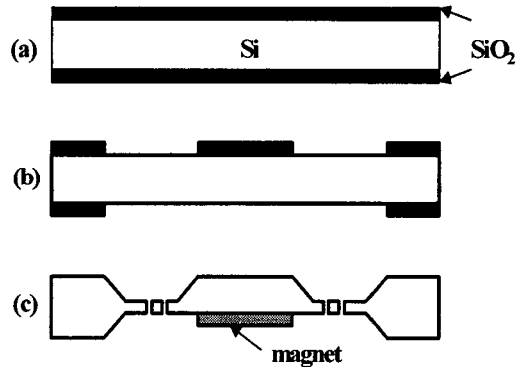


그림 2. 마이크로머시닝 공정

- (a) SiO₂피막이 코팅된 실리콘 기판
- (b) 1차 에칭을 마친 패턴
- (c) 2차 에칭을 마친 광 스캐너 반사경

그림 3에 마이크로머시닝 공정을 끝낸 광 스캐너를 나타낸 사진으로써 크기는 가로1.2mm, 세로 7mm이다.

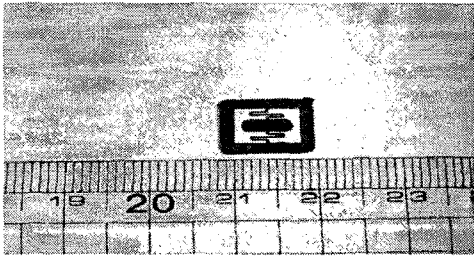


그림 3. 자체 제작한 S형 타입의 광 스캐너

2. 2 실험장치

그림 4에 광 스캐너의 반사각을 측정하기 위해 자체 제작한 광 스캐너의 개략도를 나타내었다. 광 스캐너를 구동시키기 위해 코일에 교류를 인가하였고, function-generator를 사용하여 교류전원의 주파수를 변화시켰다[6]. 교류를 인가하여 구동되는 광 스캐너의 움직임은 레이저를 이용하여 빛의 반사각을 검출기를 통해 오실로스코프로 측정하였다.

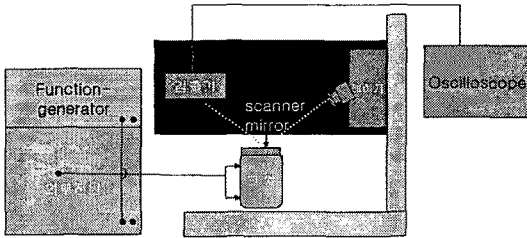
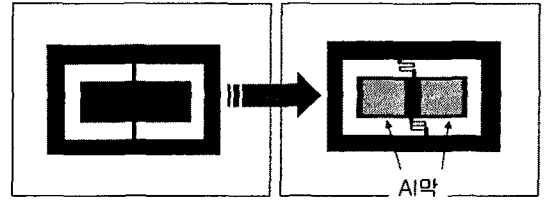
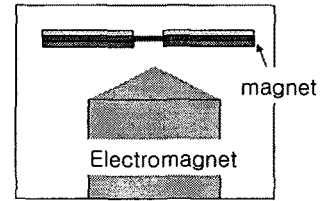


그림 4. 광 스캐너의 개략도

그림 5(a)는 광 스캐너 반사경의 평면도를 나타낸 것으로서 I형 타입의 torsion bar를 S형 타입의 torsion bar로 변화시키고[5], Al막을 입힘으로서 레이저의 반사효과를 높였다. 아울러 종래의 정전 액츄에이터 대신 그림 5(b)에서 처럼 반사경 밑 부분 양쪽에 자기 액츄에이터를 장착시킴으로써 공기 중의 먼지나 습기 등 외부요인을 감소시켰다[4].



(a)



(b)

그림 5. (a) S형 torsion bar의 모양
(b) 자기 액츄에이터의 장착

3. 실험결과 및 고찰

그림 6은 상용의 I형 타입의 torsion bar가 장착된 광 스캐너의 인가전압에 따른 반사경의 각도를 측정된 값을 나타낸 것이다. 공진주파수(50Hz)에서 초기 50mV를 인가한 후 100mV까지는 10mV씩 전압을 증가시켰고, 100mV부터 1000mV까지는 100mV씩 증가시키며 mirror의 각도를 측정된 결과이다. 이때 최대 반사각 약 5.04°를 얻을 수 있었다.

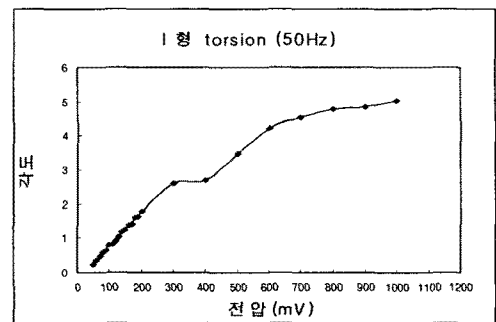


그림 6. I형 타입의 전압에 따른 반사경각도
(공진주파수: 50Hz)

그림 7은 I형 타입의 torsion bar를 S형으로 변화시킴으로써 I형 타입의 torsion bar보다 낮은 공진주파수(35.8Hz)에서 그림 6에서와 같은 동일한 전압 증가율로 인가하였을 때 반사경의 각도를 측

정한 결과를 나타낸 것이다. 최대 반사각 약 5.04°를 얻을 수 있었다.

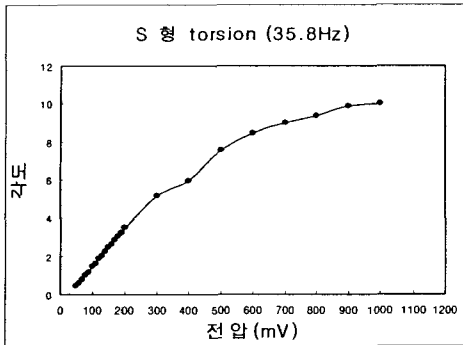


그림 7. S형 타입의 전압에 따른 mirror각도 (공진주파수: 35.8Hz)

이 측정결과에서 I형 타입의 torsion bar를 S형으로 변화시키고, 반사경 밑 양단에 magnet를 장착시켜 낮은 구동전압에서 동작되게 함으로써 일반적인 공진주파수(50Hz)보다 낮은 공진주파수(35.8Hz)에서 최대 반사각이 약 2배가량 개선됨을 볼 수 있다. 이는 반사각이 커짐으로써 스캔범위가 넓어져 광 스캐너의 스캔효율이 개선됨을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 torsion bar의 모양을 I형 타입에서 S형 타입으로 변화시키고, mirror 밑 양단에 magnet를 장착시켜 낮은 구동전압에서 동작되게 함으로써 일반적인 광 스캐너의 공진주파수(50Hz)보다 낮은 주파수(35.8Hz)에서 넓은 반사각(10.01°)이 얻어짐으로써 스캔 범위가 넓어져 광 스캐너의 스캔효율이 개선됨을 확인할 수 있었다. 또한 광 스캐너에 일반적으로 사용되는 정전 액츄에이터 대신 자기 액츄에이터를 사용함으로써 공기 중의 먼지나 습기 등 외부요인을 감소시킬 수 있었다.

참고 문헌

- [1] 노일호, 장석원, 김창교, “도금공정을 이용한 토로이드형 마이크로 인덕터의 제작 공정 개발” 전기전자재료학회논문집, 1권 p.408~411, 2003
- [2] Cho H J, Yan J, Kowel S T, Beyette F R

Jr and Ahn C H 2000, “A scanning micromirror using a bi directionally movable magnetic microactuator”, Proc. SPIE, vol 4178, pp.106-15, 2000

- [3] Judy J W, “Microelectromechanical systems (MEMS) : fabrication, design and applications”, Smart Mater, Struct. 10, 1115-34, 2001
- [4] Guckel H, “Progress in magnetic microactuators”, Microsyst., Technol. 5, 59-61, 1998
- [5] Peterson K E, “Silicon torsional scanning mirror”, IBM J., Res. Dev. 24, 631-7, 1980
- [6] Cheng H-M, Ewe M T S, Chiu G T-C and Bashir R, “Modeling and control of piezoelectric cantilever beam micromirror and microlaser arrays to reduce image banding in electrophotographic processes”, J. Micromech. Microeng. 11, 487-98, 2001