

## 초정밀 스캐닝 스테이지를 위한 고분해능, 대변위의 MEMS 용량형 변위센서

\*김일환, 김현철, 전국진

서울대학교 전기컴퓨터공학부 (cliffman@mintlab.snu.ac.kr)

### 1. 서론

SPM, 반도체 장비 등의 초정밀 스캐닝 스테이지로 사용되는 flexure의 움직임을 제어하기 위해서는 변위를 감지할 수 있는 센서가 필수적이다. 기존에 사용되던 센서는 움직이는 flexure 사이의 간극 변화를 감지하는 원리를 사용해왔지만, 이러한 센서는 동작 범위가 짧고 분해능이 떨어지는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해서 본 논문에서는 MEMS 기술을 이용한 comb 형태의 용량형 변위 센서를 제안하였다. 본 논문에서 제안하는 변위 센서는 flexure 사이의 간극 변화가 아닌 센서의 겹쳐지는 면적 변화 방식을 이용하기 때문에 동작 범위가 넓고, 센서의 선형성이 증가하며, MEMS 기술을 이용한 미세 가공으로 분해능 또한 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서는 위에서 제시한 MEMS 용량형 변위 센서의 설계, 공정 및 측정 결과에 대해 기술하였다.

### 2. 요약

본 논문에서는 MEMS 용량형 변위 센서의 제작과 함께, 미세 변위 측정을 위한 테스트 샘플을 제작하였다. 아래의 그림 1, 2는 각각 스테이지에 장착할 MEMS 용량형 변위 센서 및 미세 변위 측정을 위한 테스트 샘플의 개념도를 보여주고 있다.

테스트 샘플의 감지 부분은 스테이지에 장착할 센서와 정확히 일치될 수 있도록, 미세 변위를 주기 위해서 comb-drive actuator 형태의 운동부를 두었다. 운동부에서는 DC 및 AC 전압을 인가함으로써 미세 변위를 얻을 수 있었으며, 사용된 DC 전압은 20V였으며, 1.4kHz의 AC 전압을 크기를 변화시키며 인가하였다.

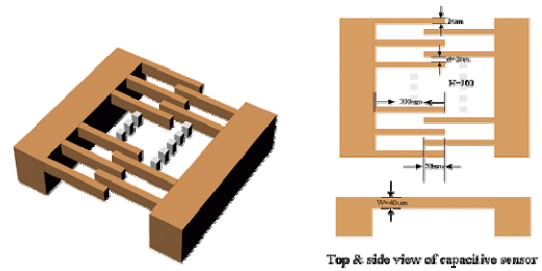


그림 1. 스테이지에 장착할 MEMS 용량형 변위 센서의 개념도

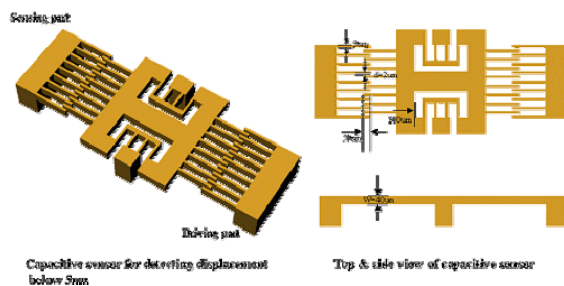


그림 2. 미세 변위 측정을 위한 테스트 샘플의 개념도

MEMS 용량형 변위 센서의 제작은 SOI wafer를 이용하였으며, 그림 3과 같은 공정 순서를 따른다.

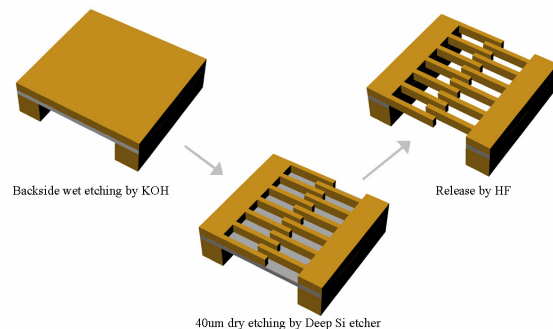


그림 3. MEMS 용량형 변위 센서의 제작도  
먼저 TMAH에 의한 (100)-type Si wafer의 비등방성 식각으로 바닥면을 정의하고, Deep Si etcher에 의해 40µm 두께의 comb 부분을 정의

하였다. 마지막으로 HF에 의한 SiO<sub>2</sub> 식각으로 Release 공정을 수행하였다. 제작된 MEMS 용량형 변위 센서 및 테스트 샘플은 그림 4와 같다.

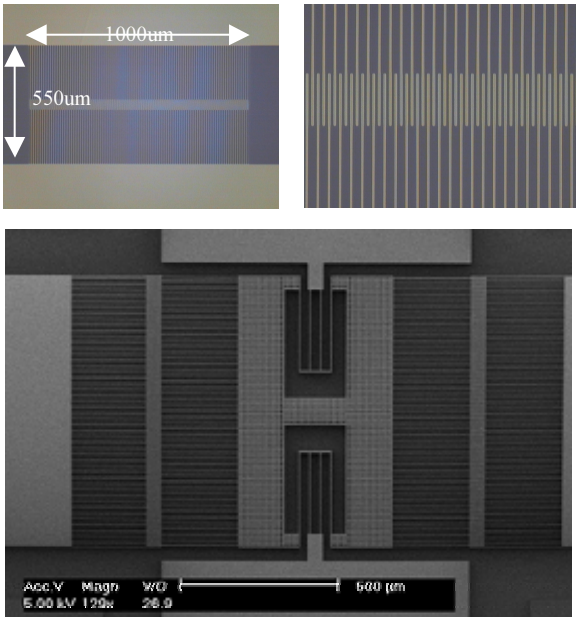


그림 4. 제작된 MEMS 용량형 변위 센서 및 테스트 샘플

제작된 MEMS 용량형 변위 센서는 그림 5와 같이 스테이지에 장착되었으며, 장착 후 양쪽 comb의 분리를 위해서 laser dicing을 이용하였다.

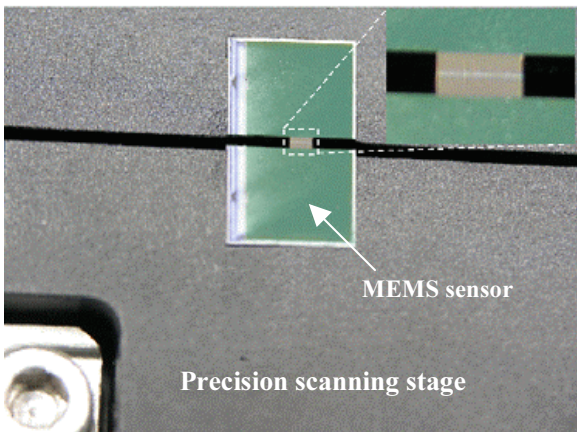
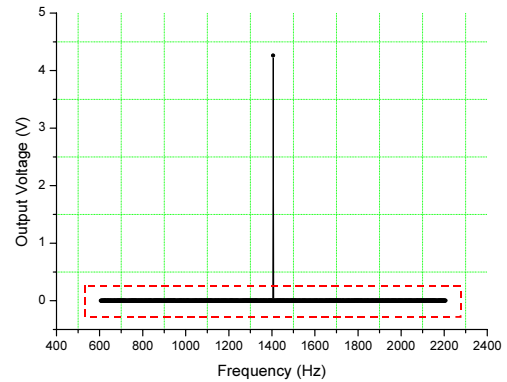


그림 5. 스테이지에 장착된 MEMS 용량형 변위 센서

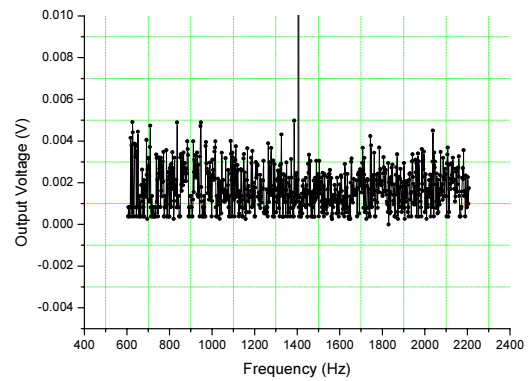
### 3. 실험 결과

제작된 변위 센서의 분해능 평가를 위해서 신호 대 잡음 비를 관찰하였으며, 그 결과는 그림 6과 같다. 주어진 그림은 8µm의 변위에 대한 출력 특

성을 나타낸 것이다.



(a) 8µm 변위에 대한 신호 대 잡음



(b) 8µm 변위에 대한 잡음 신호의 확대

그림 6. 제작된 변위 센서의 SNR

위의 결과로부터 제작된 변위 센서의 분해능은 4.7nm 였으며, 입력에 대한 출력 신호의 비선형성은 0.45%로 측정되었다.