

# 초소형 MEMS 마이크로폰의 제작공정 및 기전특성 측정 연구

## Fabrication process and electro-mechanical measurement of miniature MEMS microphone

\*#허 신<sup>1</sup>(shur@kimm.re.kr), 정영도<sup>1</sup>, 이영환<sup>1</sup>, 이규항<sup>1</sup>

\*#S. Hur<sup>1</sup>, Y. Jung<sup>1</sup>, Y. H. Lee<sup>1</sup>, K. H. Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국기계연구원 자연모사연구실

Key words : MEMS microphone, Capacitive, electro-mechanical measurement

### 1. 서론

기존의 일렉트릭 콘덴서 마이크로폰은 열과 습도에 따른 감도 변화가 발생하고, 다른 전자부품과의 조립공정에서 표면실장에 제약이 있다. 이에 반해 MEMS 마이크로폰은 반도체 공정 생산기술의 장점, 즉 대량생산이 가능하고, 열, 습도 등에 강하고 표면실장이 가능해 기판 설계의 단순화 및 조립공정의 비용 절감, 균일한 감도 특성 등과 더불어 CMOS 신호변환기를 MEMS 마이크로폰의 진동막 구조물과 동일 칩에 통합할 수 있는 장점이 있다. 또한 초소형, 저전력 특성을 바탕으로 휴대폰, 디지털카메라, 랩톱, 헤드셋, 개인용 오디오/비디오, 보청기 등에 적용되고 있으며 시장 점유율 또한 증가하는 추세이다<sup>[1,2]</sup>. 본 논문에서는 정전용량식의 MEMS 마이크로폰에 대해서 특성설계를 한 다음, MEMS 공정을 이용하여 제작을 수행한다. 또한 마이크로폰 소자의 기전특성을 파악하기 위해 실험장치를 셋업하고, 진동막의 변위 및 정전용량 값을 측정하고 MEMS 마이크로폰을 구동시키는 바이어스 전압을 결정한다.

### 2. MEMS 마이크로폰의 제작 공정

4인치 웨이퍼 2장을 이용하여 멤브레인부와 후판부를 각각 공정 후 접합시켜 소자를 완성시킨다. 멤브레인부는 양면 연마된 실리콘 기판에 저응력 질화막(SiNx)를 LPCVD(Low Pressure Chemical Deposition)법으로 증착하며, Ti/Au 전극을 전자선 증착시킨 후, 후면을 DRIE 비등방 식각하여 멤브레인 전극을 형성한다. 후판부는 KOH 습식식각을 통해 후면부의 두께를 약 300 μm 정도로 하고, Ti/Au 전극형성 후 전면부 DRIE를 통해 다수의 에어홀과 에어슬롯을 관통 식각한다.

마지막으로 양 기판에 미리 증착된 Au/Sn 솔더

메탈을 이용하여 기판 공용접합 한다. 완성된 소자의 현미경 사진으로 나타내었다 (Fig. 1).

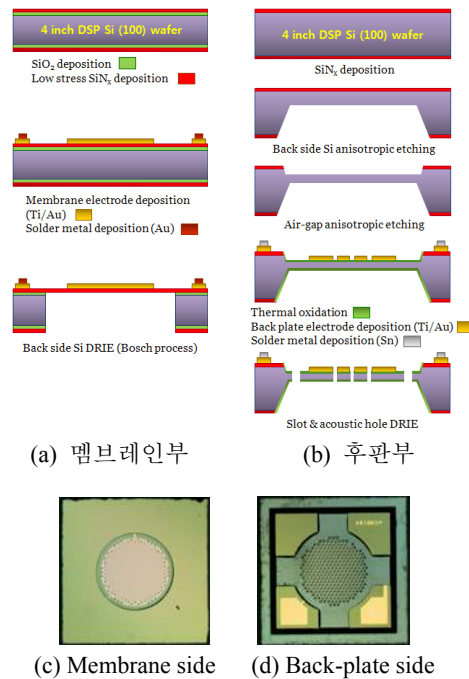


Fig. 1 Fabrication process and microscope images of 2-chip type MEMS microphones(D=2000 μm).

### 3. MEMS 마이크로폰의 기전특성 시험

제작된 MEMS 마이크로폰에 대해서 마이크로폰의 감도에 큰 영향을 주는 기전특성을 파악하기 위해서 실험장치를 셋업하고 실험을 수행하였다. 기전특성 시험장치는 Fig. 2와 같이 진동막의 변위를 측정하기 위한 LDV(Laser Doppler Velocimeter), 진동막 전극과 후판 전극 양단에 일정주파수의

전압을 인가하는 신호발생기 및 전압증폭기, 신호 계측을 위한 오실로스코프, 능동진동제어기 등으로 구성되었다. 측정대상인 마이크로폰의 제원은 질화막 소재의 진동막 직경은 2000  $\mu\text{m}$ , 진동막 두께는 0.5  $\mu\text{m}$ , 진동막과 후판 전극의 간격은 1.5  $\mu\text{m}$ 이다. 기전특성 실험을 위해서 진동막 전극과 후판 전극 양단에 교류전압을 인가하여 전압의 크기에 따른 진동막의 진동의 변위를 측정하였다. 진동막에 인가한 교류전압의 크기는 진동막이 깨어지거나, 진동막 전극이 후판 전극과 접합(Pull-in 발생)되지 않도록 하는 범위에서 결정되었으며, 교류신호의 주파수는 외부 노이즈의 주파수가 60 Hz 이하인 것을 고려해서 100 Hz의 신호를 사용하였다. 또한 진동막 전극이 후판 전극에 바이어스 전압을 인가했을 때의 정전용량을 측정하였고, 시험 결과는 Fig. 3과 같다. 또한 바이어스 전압에 따라 진동막 전극이 후판 전극 사이의 정전용량변화를 측정하였으며, Fig. 4와 같이, 기전특성시험을 통해 구해진 정전용량값은 이론계산 결과와 거의 일치함을 확인하였다.

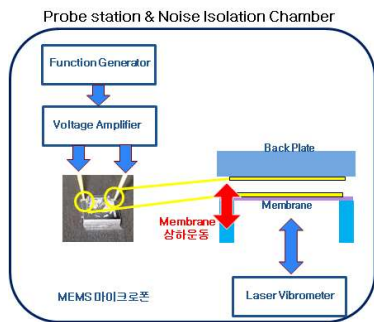


Fig. 2 Experimental setup for measuring the displacement of membrane

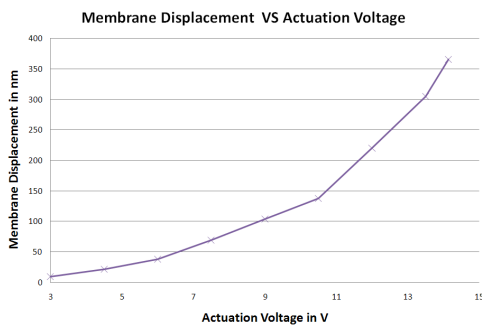


Fig. 3 Membrane displacement due to actuation voltage

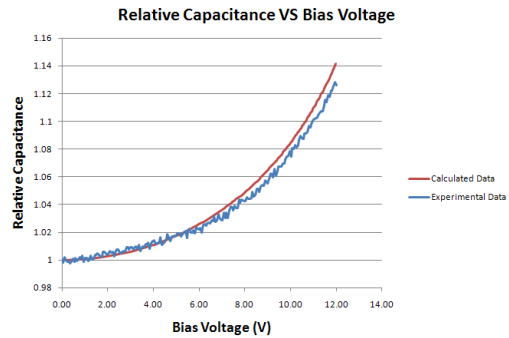


Fig. 4 Relative capacitance comparison between the measured data and the calculated data

#### 4. 결론

본 연구에서는 MEMS 공정을 수행하여 질화막을 진동막으로 하는 MEMS 마이크로폰을 제작하였고, 그 기전특성을 파악하기 위해서 실험장치를 셋업하고 실험을 수행하였다. Pull-in 전압 근방인 14 V에 대해서 측정된 진동막의 변위는 약 365 nm가 발생하였으며, Bias 전압은 약 9 V로 결정되었다. 또한 Bias 전압 9 V에서 측정된 정전용량값은 최대 26.0 pF가 측정되었으며, 실험값은 계산값과 거의 일치함을 확인하였다. 향후에는 기전특성 해석을 통해서 최적 특성설계를 하는 연구를 보완할 예정이다.

#### 후기

이 논문은 2010 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-신기술융합형 성장동력 사업(No. 2010K001127)의 지원을 받아 수행된 연구임.

#### 참고문헌

- (1) S. H. Wang, C. Quan1, C. J. Tay, 2003, "Deformation measurement of MEMS components using optical interferometry," Meas. Sci. Technol., 14, pp. 909-915.
- (2) S. Hur, H. Choi, J. Park, and Y. Kim, 2009, "Recent trends in MEMS microphone and application for hearing aid system," J. Korean Society for Precision Engineering, Vol.26, No.11 pp.20~28.