

# 선형성을 갖는 스위치타입 MEMS 압력센서 제작 및 평가

## Evaluation of Linearity switch type MEMS pressure sensor

\*정윤진<sup>1</sup>, 박종성<sup>2</sup>, 박종호<sup>3</sup>, 한윤종<sup>4</sup>, #이동원<sup>2</sup>

\*Y.J. Jeong<sup>1</sup>, J.S. Park<sup>2</sup>, J.H. Park<sup>3</sup>, Y.J. Han<sup>4</sup>, #D.W. Lee<sup>2</sup>(mems@jnu.ac.kr)

<sup>1</sup>전남대학교 대학원 기계공학과, <sup>2</sup>전남대학교 기계시스템공학부 <sup>3</sup>한국기계연구원, <sup>4</sup>(주)JCA몬트롤

Key words : Pressure sensor, Switch type, ITO

### 1. 서론

마이크로 머시닝공정을 이용하여 만들어진 실리콘 기반의 압력센서는 히스테리시스 현상이 없기 때문에 직선성이 우수하며 가격대비 성능이 우수하고 소형화, 고성능화 및 대량생산이 가능하다는 장점이 있으나, 인가압력에 따른 압력강도가 낮고 온도 드리프트의 영향이 크며, 반도체 공정에 의해 형성되는 다이어프램의 두께 및 균일성에 근소한 차이가 존재한다는 단점을 가지고 있다. 따라서 고감도 및 온도 의존성이 낮고 소비전력이 작은 용량형 압력센서로의 대체가 필요하다.

본 연구는 반도체형 압력센서의 장점을 활용하면서 기존의 단점들을 극복하기 위해 설계된 마이크로 압력센서에 대한 연구로서, 압력에 의해 탄성 변형되는 전도성의 다이어프램과 마이크로 스위치 어레이를 구성하는 금속 박막과의 접촉에 의한 저항 변화를 이용하여 압력을 검출하는 압력센서로써 전기적 신호증폭기가 불필요하기 때문에 심플한 구조로 자체진단 및 데이터 전송 등이 가능하다.

### 2. 설계

본 연구에서 제안한 마이크로 스위치 어레이를 이용한 압력센서의 구조는 그림 1과 같다. Pyrex glass는 전도성 박막(ITO) 위에 전극(Au/Cr)들이 직렬로 배열되고 인가압력에 의해 탄성 변형되는 실리콘은 15 $\mu$ m 두께와 6mm X 6mm의 넓이를 갖는 다이어프램이 형성 된다.

인가압력에 따른 접촉 길이를 해석하기 위해 유한 요소법을 이용하여 접촉 길이에 대한 해석을 수행하였다. 그림 2는 유한요소법을 통해 해석된 접촉 길이 결과를 나타낸다. 해석 값에 따르면 제작한 압력센서는 200kPa의 인가압력부터 저항 값의 변화를 측정할 수 있다.

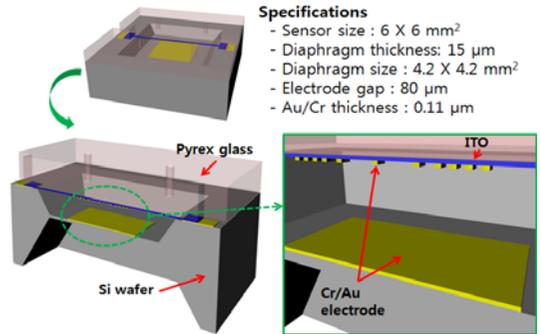


Fig. 1 Schematics of switch type pressure sensor and basic specification

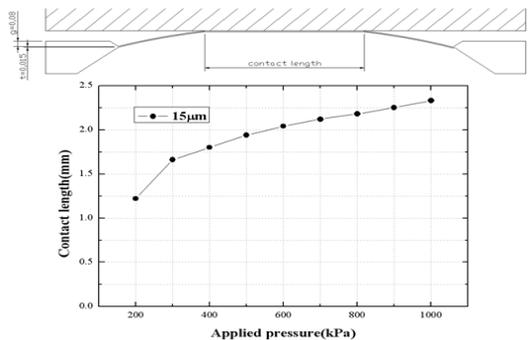


Fig. 2 Simulation result contact area between silicon diaphragm and ITO film on glass at pressure

### 3. 제작

그림 3은 Pyrex glass 부분과 실리콘 웨이퍼 부분의 제조 공정을 간략히 나타낸다.

Pyrex glass 부분은 두께 525 $\mu$ m의 Pyrex glass에 ITO 100nm를 증착하고 PR 패터닝 후에 ITO etchant를 이용하여 ITO 패턴을 형성한다. ITO 패턴 위에 Cr/Au Lift-off를 실시하여 Metal 패터닝을

실시한 후 Glass Sanding 실시하여 제작을 완료한다.

실리콘 웨이퍼 부분은 두께 300 $\mu\text{m}$ 의 실리콘 웨이퍼에 산화막을 형성하고 앞면 PR(Photo resistor) 코팅 및 패터닝 처리를 한 후에 BHF에서 산화막을 패터닝한다. 이후 웨이퍼 클리닝을 통해서 PR을 제거한 후 TMAH에서 실리콘 식각을 실시하여 Pyrex glass와 다이어프램과의 갭(80 $\mu\text{m}$ )을 형성한다. 실리콘 앞면에 금속박막(Au/Cu)를 증착한 후 Lift-off를 실시하여 다이어프램의 상부 패턴을 완성한다. 이후 실리콘 백사이드에 비슷한 공정을 실시하여 다이어프램의 두께가 15 $\mu\text{m}$ 가 되도록 실리콘을 식각한다. 그림 4의 (a)와 (b)는 Pyrex glass 부분과 실리콘 웨이퍼 부분을 나타낸다. 제작된 Pyrex glass 와 실리콘 웨이퍼는 양극접합(온도 350~500 $^{\circ}\text{C}$ , 전압 1000~1200V)을 통해서 결합시켰다. 그림 5는 양극접합된 압력센서의 사진을 나타낸다.

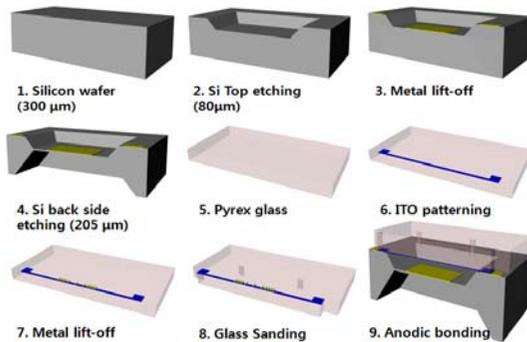


Fig. 3 Schematics process flow

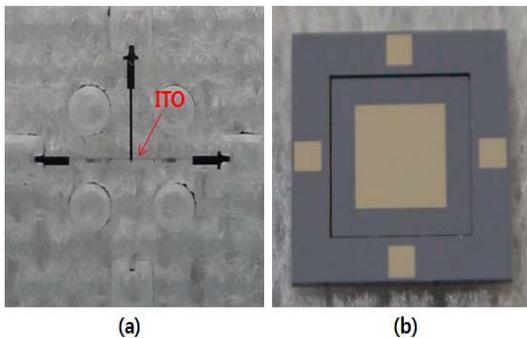


Fig. 4 Fabricated devices (a) Pyrex glass (b)silicon diaphragm

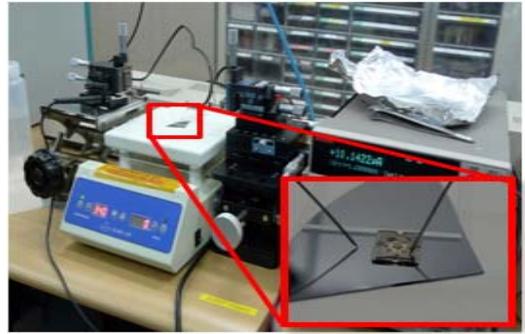


Fig. 5 Bonding process glass to silicon used anodic bonding technology at 350 $^{\circ}\text{C}$  and 1000V

#### 4. 결론

제작된 ITO 저항체는 길이 4mm 폭 70 $\mu\text{m}$ 이며, 약 1.8~2kohm의 저항을 갖는 것을 확인하였다. 본 연구에서는, 탄성변형이 되는 전도성 다이어프램과 마이크로 스위치 어레이를 구성하는 금속박막과 접촉에 의한 저항 변화가 고저항체인 ITO 저항의 길이를 상쇄하면서 신호를 출력하게 된다.

제작된 압력 센서와 실험 결과를 바탕으로 하여 인가된 압력에 대한 출력 저항 값의 단순 확인을 통하여 압력센서로서의 가능성을 확인할 수 있다. 또한, 구조가 간단하고 반도체 공정을 이용하기 때문에 소형화 및 대량생산과 저소비 전력으로 신호증폭을 위한 별도의 회로기술이 불필요하다는 장점 등이 있어 반도체형 압력센서 이용 가능할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 후기

“이 과제(논문)는 2011년도 정부(지식경제부)의 재원으로 연구개발특구육성사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 1415119538).”

#### 참고문헌

1. W.P. Eaton and J.H. Smith, 1997, "Micromachined pressure sensor: review and recent developments", Smart Mater. Struct, Vol. 6, pp. 530-539.
2. R.J. Singo, L.L. Ngo, H.S. Seng, F.N.G. Mok, "A Silicon Pizoresistive Pressure Sensor", IEEE Computer Society, 2002.