

## 유독물질 질량분율 실시간 측정용 정전용량센서 제작

김영수\* · 오정석\*\*

### Fabrication of capacitance sensor for real time harmful substance mass fraction measurement

Young-Su Kim\*, Jeoung Seok Oh\*\*

#### ABSTRACT

In this study, a method of using a capacitance sensor was investigated as a means to measure the mass fraction of a type of harmful substance. Using MEMS process, we developed a capacitance sensor and studied the real time mass fraction with harmful substance mixture liquid.

**Key Words** : Capacitance sensor, MEMS, harmful substance, mass fraction(5개 이내)

산업에서의 유독 혼합물은 공업약품, 폭약, 용제, 염료, 의약품 및 농약의 중간체로 폭넓게 사용된다. 유독약품은 단독 또는 혼합물형태로 거래되며 질산화합물 같은 경우에는 세계시장 총계 약 1,000만톤/년, 국내시장 75만톤/년에 이를 정도로 화학산업의 기초 물질이다. [1]

본 연구에서는 유독물질의 혼합비율 측정을 위한 센서개발에 관한 것으로, 유독물질의 혼합정도를 측정하여 산업에서 손쉽게 혼합비를 알 수 있고, 유독물질을 사용 전 사고 및 환경오염을 예방 할 수 있다. 질량분율 실시간 측정용 정전용량센서는 유독물질에 국한되지 않고 유전율을 알고 있는 어떠한 용액이라도 혼합농도를 측정 가능하다. 개발된 질량분율 측정센서는 MEMS공정을 통해 대량생산이 가능하며, 가격면에서도 이점이 있다. 또한 소형의 센서로 공간활용에 유용하여 커패시턴스 측정방법을 채택하게 되었다.[3]

MEMS공정을 통한 질량분율측정 센서는 우선 SOI Wafer의 사이즈는 top 실리콘 40 $\mu\text{m}$ , back side 실리콘 450  $\mu\text{m}$ , 절연층으로 사용되는 실리콘 산화물( $\text{SiO}_2$ ) 0.8  $\mu\text{m}$ 이다. 공정 순서는 Fig.2에서 진행방법으로 top실리콘에 포토레지스트를 덮고나서 Fig. 3에서 마스크 1번으로 패터닝을 진행한다. 골드를 증착시켜 전극을 만든 후에

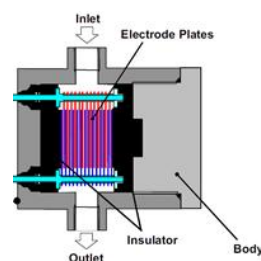


Fig. 1 Structure of the capacitance sensor. [2]

포토레지스트를 lift off하면 1번 마스크로 패터닝했던 부분에만 골드가 남게 된다. 전극으로 사용될 골드 하부에 콤의 간격은 100  $\mu\text{m}$ , 200  $\mu\text{m}$ , 300 $\mu\text{m}$ , 400 $\mu\text{m}$ 로 총 4가지에 대해 진행하였다. 그 후에 Top layer에 포토레지스트를 덮고 Fig. 3에서 마스크 2번을 통해 패터닝을 진행하면 콤이 만들어 지는 부분만 포토레지스트가 남게 된다. 포토레지스트가 없는 부분에는 D-RIE공정을 통해 40  $\mu\text{m}$ 의 실리콘을 제거하여 정전용량센서의 콤이 생성 된다. 그 후에 하부에 포토레지스트를 덮고 Fig. 3에서 마스크 3번을 통해 패터닝을 하여 D-RIE공정을 통해 450  $\mu\text{m}$ 의 실리콘을 제거하면 완성할 수 있다. 제작되는 칩은 1cm $\times$ 1cm의 크기로 정전용량식 질량분율 센서가 제작된다. Fig. 4에는 동전과 실제 센서의 크기를 비교하였고, 6인치 웨이퍼에 132개의 질량분율 센서가 동시에 제작가능하다.

\* 한국가스안전공사 기기연구개발부

† 연락처자, dbstar@kgs.or.kr

TEL : (043)750-1461 FAX : (043)750-1948

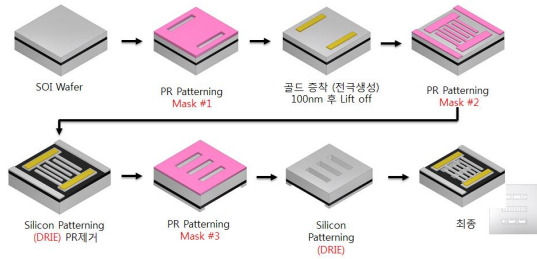


Fig. 2 Schematic diagram of micro capacitance sensor fabrication process



Fig. 3 Gold and silicon masks for gold deposition and silicon etching for micro capacitance sensor

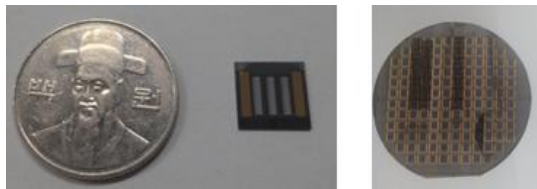


Fig. 4 After MEMS process compare the size of the coin and oil mass fraction sensor

제작된 오일질량분률 센서를 챔버와 PCB연결을 통해 측정시스템을 구축하였다. 1cm×1cm 센서를 PCB에 PDMS를 이용하여 고정시킨 후 칩의 전극과 PCB 전극을 와이어본더를 이용해서 연결하였다. 유체가 정전용량 칩으로 흐르도록 챔버를 외부 지름4cm, 내부지름은 2cm로 제작하였다.

Fig.5 에서 센서, PCB, 챔버를 연결한 사진이다. 유전율을 알고 있는 두가지 유독물질을 섞어 유전율을 다르게 만들어 Syringe Pump(고정밀시린지 펌프)를 이용해 챔버내로 유독물질의 유량을 조절 할 수 있도록 하였다. PCB전극에 AD7747 평가 보드를 연결하여 유전률에 따른 커패시턴스 값을 측정할 수 있다.

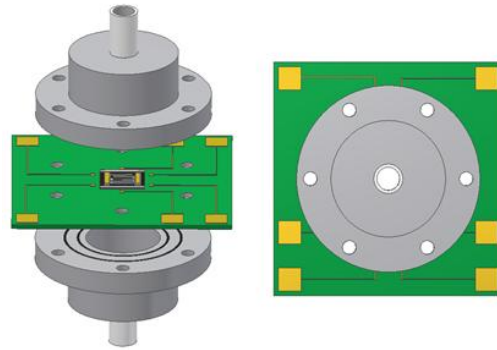


Fig. 5 Oil mass fraction sensor on top of PCB board was covered with chamber.

본 연구는 향후 유독물질의 사고 및 환경오염을 예방하고, 질량분율 실시간 측정용 정전용량센서는 다양한 산업분야에 적용할 수 있도록 설계 및 연구를 진행할 예정이다.

### 후 기

“본 연구는 산업통상자원부에서 지원하는 성장거점연계지역산업육성사업의 지원으로 수행되었습니다.(과제번호 : R0003289, 과제명 : 사물네트워크(IoT) 기반 스마트 안전관리 및 사고대응/예측 시스템 개발)”

### 참고 문헌

- [1] 환경기술 기술동양보고서 제품 환경성 향상 기술 2011
- [2] Baustian, J.J., Pate, M.B., Bergles, A.E. “Properties of oil - refrigerant liquid mixtures with applications to oil concentration measurement: part II - electrical and optical properties,”ASHRAE Trans 1986, 92 (Pt. 1),74 - 92.
- [3] CHANG LIU, “Foundations of MEMS”, Pearson Education India 2006.