

# 한국정밀공학회

## 2013년도 춘계 학술대회

- 일 자 : 2013년 5월 29일(수) ~ 5월 31일(금)
- 장 소 : 라마다프라자제주호텔
- 주 최 : 사단법인 한국정밀공학회
- 후 원 : 한국과학기술단체총연합회

[Information](#)

[Table of Contents](#)

[Mobile Homepage](#)

## ● 논문발표목차

13S100	레이저 소식 후면 에칭과 초음파의 복합공정을 통한 유리 관통가공 .....	151
	*박민수(서울과학기술대학교), 김혜미(서울과학기술대학교)	
13S101	MEMS 기반의 스마트 4단자 탐침 개발 .....	153
	*김지관(전남대학교), 이동원(전남대학교)	
13S102	고감도 센서가 집적화된 폴리머 캔틸레버의 제작 .....	155
	*안준형(전남대학교), 이동원(전남대학교)	

### 나노마이크로기술-3

13S103	대면적 초소수성 금속 표면을 위한 연속 금속 복제에 관한 연구 .....	157
	*김호광(연세대학교), 김태경(연세대학교), 노희진(연세대학교), 강신일(연세대학교)	
13S104	고해상도 PCB 패터닝을 위한 Micro contact printing .....	159
	*김광(한국산업기술대학교), 지장덕(한국산업기술대학교), 최예찬(한국산업기술대학교)	
13S105	플라스틱 미세유체소자의 사출성형 및 패키징에 관한 연구 .....	161
	*유영은(한국기계연구원), 우상원(한국기계연구원), 김윤상(한국기계연구원), 이경호(한국기계연구원), 장성환(한국기계연구원), 김정엽(한국기계연구원)	
13S106	나노코팅 연속생산공정장비 개발 및 공정연구 .....	163
	*김동수(한밭대학교)	

## 임 의 형 상 제 조 시 스 템

### 임의형상제조시스템

13S046	희생층 공정 기술 기반 외이 재생용 3차원 인공지지체의 개발 .....	167
	*이정섭(포항공과대학교), 조동우(포항공과대학교), 정진우(포항공과대학교), 홍정민(포항공과대학교), 심진형(포항공과대학교), 오정훈(가톨릭대학교 의과대학)	
13S047	자유형상제작 기반 골 형성 단백질 탑재형 3차원 PCL/PLGA/collagen 인공지지체의 토끼 요골 재생에 미치는 영향 .....	169
	*심진형(포항공과대학교), 박주영(포항공과대학교), 조이딕 쿤두(포항공과대학교), 조동우(포항공과대학교), 김세은(전남대학교), 강성수(전남대학교)	
13S048	세포프린팅 기술 기반 간 조직 공학을 위한 혈관생성이 고려된 3차원 공생배양 인공지지체의 제작 .....	171
	*이진우(포항공과대학교), 조동우(포항공과대학교), 용운재(포항공과대학교), 최영진(포항공과대학교), 심진형(포항공과대학교), 강인혜(포항공과대학교), 이남우(포항공과대학교), 박재성(포항공과대학교)	
13S049	고성능의 잉크젯 프린팅된 유기 박막 트랜지스터 제작을 위한 TIPS Pentacene 결정 구조 제어 .....	173
	*강병주(한양대학교), 오제훈(한양대학교)	

## | 포 | 스 | 터 | 발 | 표 |

### 정밀가공

13S134	Physical Cleaning Process 기술 최적화를 통한 PRE(Partical Removal Efficiency) 및 Pattern Damage 개선에 관한 연구 .....	179
	*배인광(삼성전자), 홍진석(삼성전자), 백재직(삼성전자), 김종규(삼성전자)	
13S135	자유 형상 제작 시스템을 이용한 폴리머/세라믹 하이브리드 인공지지체 개발에 관한 연구 .....	181
	*사민우(안동대학교), 김종영(안동대학교)	
13S136	정밀연마기를 사용한 가공특성에 관한 연구 .....	183
	*김우강(한국기초과학지원연구원), 김건희(한국기초과학지원연구원), 원종호(충남대학교), 양순철(오송첨단의료산업진흥재단)	

# 고감도 센서가 집적화된 폴리머 캔틸레버의 제작 Fabrication of polymer cantilever with integrated highly strain sensor

\*안준형<sup>1</sup>, #이동원<sup>2</sup>

\*J. H. Ahn<sup>1</sup>, #D. W. Lee(mems@chonnam.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>전남대학교 기계공학과, <sup>2</sup>전남대학교 기계시스템공학부

Key words : SU-8, Full-bridg, Polymer cantilever

## 1. 서론

1980년대 중반 G. Binnig등에 의하여 개발된 STM(Scanning, Tuning Microscope) 및 AFM(Atomic Force Microscope)이 개발되면서 원자를 보고 만지고 움직일 수 있게 되었으며, STM 및 AFM은 수영장의 다이빙 보드와 같은 모양의 마이크로 캔틸레버라고 하는 특유의 탐침을 이용한다. 탐침과 시료사이에 작용하는 원자간의 힘을 이용하여 단 원자나 분자의 크기로 다양한 샘플 표면을 3차원적으로 측정 할 수 있다.<sup>(1-2)</sup> 원자현미경을 이용한 초창기 연구는 샘플 표면의 극소 이미지를 측정하는 것이 주를 이루었지만, 최근에는 탐침과 샘플간의 상호인력을 측정하거나, 나노리소그래피 및 표면마찰계수 측정 등 다양한 분야에서 활발하게 응용되고 있다. 일반적으로 접촉모드에서의 원자현미경의 해상도는 외팔보 팁의 곡률반경 및 탄성계수에 의해 결정되며, 샤프한 팁은 좁은 영역에서 우수한 수평해상도를 얻을 수 있다. 수직적 해상도는 외팔보의 유연성에 의해 결정되며, 작은 분자간의 힘에 의해 휘어지는 것을 측정하기 위해서는 낮은 탄성계수를 요구한다.

원자현미경에 사용되는 외팔보 재료로는 실리콘(Si) 및 질화실리콘(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)을 주로사용하며, 이들 재료들은 높은 탄성계수( $E_{Si}=160\text{GPa}$ ,  $E_{Si_3N_4}=304\text{GPa}$ )를 갖고 있다. 그러므로 실리콘 및 질화실리콘을 이용하여 1N/m이하의 탄성계수를 갖는 외팔보를 제작하기 위해서는 외팔보 두께가 작아져야 하며, 두께가 작은 외팔보를 제작하기 위해서는 특수 웨이퍼 (SOD)를 이용해야 하므로, 제작공정이 복잡해지고, 제작비용이 증가하는 한라는 단점을 갖는다. 이러한 단점을 보완하기 위해 최근 SU-8를 이용하여 외팔보를 제작하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

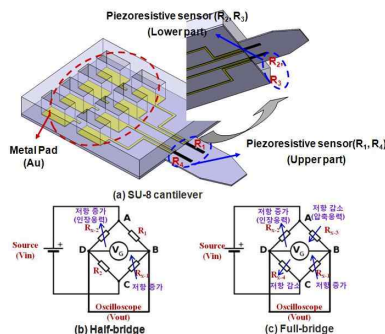


Fig. 1A schematic diagram of the SU-8 cantilever with integrated Half-bridge and Full-bridge.

본 연구에서는 SU-8를 이용하여 Half-bridge 및 Full-bridge가 집적화된 고감도를 갖는 폴리머 외팔보를 제안하였으며, 폴리머 외팔보는 SU-8의 낮은 탄성계수(2GPa)로 인하여 원자현미경에서 수직적 해상도를 높일 수 있으며, 또한 이러한 수직적 해상도를 전기적 신호로 검출할 수 있는 압저항체(Au)를 Half-bridge 및 Full-bridge 형태로 구성하여 일반적으로 1개의 압저항체를 갖는 폴리머 외팔보보다 약 2~4배 높은 분해능을 갖는 고감도 폴리머 외팔보를 제작할 수 있다.

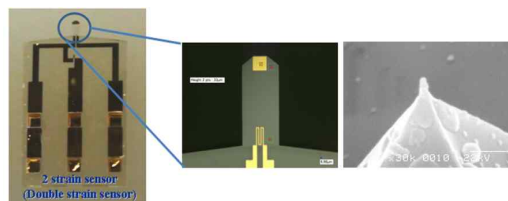


Fig. 2 The fabricated SU-8 cantilever and SEM image of the tip.

## 2. 설계 및 제작

Full-bridge가 집적화된 SU-8 외팔보 개략도를 그림 1에 나타내었다. SU-8 외팔보는 길이 600 $\mu\text{m}$ /폭 220 $\mu\text{m}$ /두께 10 $\mu\text{m}$ 으로 설계하였으며, 유한 요소법(FEM) 해석 결과 0.16N/m의 스프링 상수/ 1차 공진모드에서 10kHz를 나타내었다. 샤프한 Tip 제작을 위하여 Oxidation 공정을 진행하였으며, SU-8 외팔보의 열적 스트레스를 최소화하기 위해 금속 증착 공정은 lift-off를 이용하였다. 그림 2에 제작이 완성된 SU-8 외팔보 및 Tip 이미지를 나타내었으며, Tip의 곡률반경은 <100nm이하로 샤프하게 제작되었다. 그림 3에는 PZT를 이용하여 SU-8 외팔보를 가진 시킨 후 Spectrum Analyzer를 이용하여 공진주파수를 측정하였다. 측정된 공진주파수는 유한요소법을 이용한 해석결과와 유사한 값을 보였다. 그림 4에는 휘트스톤-브리지(W.B) / 하프-브리지(H.B)/ 풀-브리지(F.B)에 따른 출력전압을 비교하였다. 1개의 센서로 휘트스톤-브리지를 구성한 SU-8 외팔보보다 4개의 센서로 풀-브리지를 구성한 SU-8 외팔보의 감도가 약4배정도 고감도인 것을 알 수 있었다. 기존 실리콘기반의 외팔보에서는 상부에만 센서제작이 가능하지만, SU-8를 이용할 경우 외팔보 상/하부에 센서를 집적화할 수 있기 때문에 풀-브리지를 구성하는 외팔보를 손쉽게 제작할 수 있다는 장점을 갖는다. 그림 5에는 온도에 따른 SU-8 외팔보의 저항변화비를 나타내었으며, 센서가 온도에 민감하기 때문에 측정온도 따라 다른 특성을 보이는 것을 알 수 있었다.

## 3. 결론

본 연구에서는 고감도 센서가 집적화된 외팔보를 제작하기 위해 탄성계수가(2GPa) 작은 SU-8를 이용하여 폴리머 외팔보를 제작하였다. 제작된 외팔보의 Tip 곡률반경은 <100nm로 샤프하였으며, 센서를 Half-bridge / Full-bridge로 구성함으로써 센서의 감도를 증가시켰다. 제작된 SU-8 외팔보는 단일 센서를 갖는 외팔보에 비해 감도가 4배 우수한 것을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. G.Binning, C.F. Quate and C.Gerber, 1986, Phys. Rev. Lett. 56, pp 930
2. D. Rugar and P. Hansma, 1990, phys. Today. 43, pp. 23

## 후기

This work was supported by the National Research Foundation of Korea through the WCU program (R32-20087)

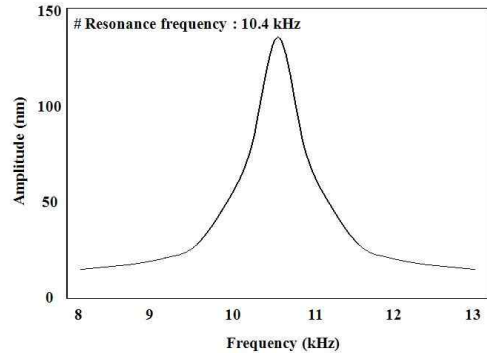


Fig.3 Experiment result of the resonance frequency.

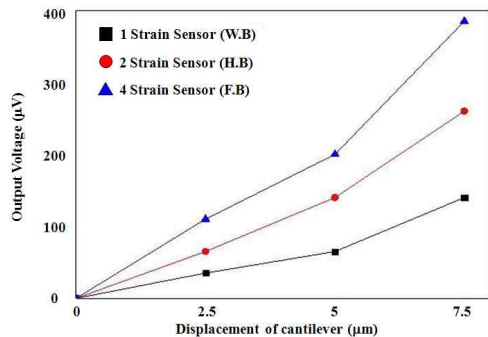


Fig. 4 Result of output voltage versus displacement of the SU-8 cantilever.

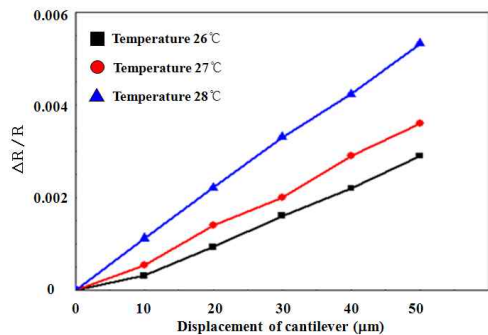


Fig. 5 Result of resistance variation rate versus temperature.