


# 한국정밀공학회 2012년도 추계학술대회

- 일 자 : 2012년 10월 24일(수) ~ 10월 26일(금)
- 장 소 : 광주과학기술원(GIST) 오룡관
- 주 최 : 사단법인 한국정밀공학회, 광주과학기술원
- 후 원 :  광주산업건설선부회

## ■ 2012 추계학술대회 주요일정

1. 일시 : 2012년 10월 24일(수) ~ 10월 26일(금)
2. 장소 : 광주과학기술원(GIST) 오통관
3. 행사일정
  - ▶ 10월 24일(수)
    - \*Leaders' Forum, 추계학술대회 준비회의
  - ▶ 10월 25일(목)
    - \*초청특강(13:20, 제2,3발표장) : 조규종(전남대 교수, 한국광산업진흥회 부회장)
    - \*Young Engineers Luncheon(13:20)
    - \*Beer & Soft Drink Party(오통관로비, 17:20)~2012 추계학술대회 부문별 최우수논문상 시상식 함께 진행
    - \*일반세션(구두) - 정밀가공, 정밀측정, 로봇 제어 자동화, 설계 및 재료, 공작기계, 나노마이크로기술, 생체공학, 녹색생산기술
    - \*일반세션(포스터) - 정밀가공, 정밀측정, 설계 및 재료 1, 공작기계, 나노마이크로기술, 생체공학
    - \*특별세션 - 차세대반도체 MCP기술, BIS기반 자율지능 사출시스템, 철도공학, 맞춤형제조실행 개발 및 적용, c-MES(맞춤 보급형 제조실행) 플랫폼 기술
    - \*과학재단 우수연구과제 발표(112호 포스터발표장)
    - \*KEIT : 제조기반산업원천 연구성과 발표(제7발표장)
  - ▶ 10월 28일(금)
    - \*정기총회(11:00, 제2,3발표장)
    - \*초청특강(11:00, 제2,3발표장) : Prof. Kazuhiro Hane(Tohoku Univ., 일본)
    - \*일반세션(구두) - 로봇제어자동화, 생산시스템, 설계 및 재료, 임의형상제조시스템, 녹색생산기술
    - \*일반세션(포스터) - 로봇제어자동화, 생산시스템, 설계 및 재료 2, 임의형상제조시스템, 녹색생산기술
    - \*특별세션 - Bio-Energy, 정밀금형, 기계장비정밀도 시뮬레이션, 메카트로닉스기술지원사업, 스마트생산요소기술
    - \*세미나(제2발표장, 13:20) - 연구자들을 위한 저작권 관리 및 침해 대응 노하우(특허청 김명찬 사무관)
4. 기업 및 연구기관 전시회 : 25일(목) 09시 ~ 26일(금) 16시, 로비

## ■ 한국정밀공학회 회의 일정

- ◆ 2012년 제9차 이사회 및 임원간담회 : 2012.10.25(목) 19:00
- ◆ 2012년 제3차 평의회 : 2012.10.26(금) 08:00
- ◆ 2012년 정기총회 : 2012.10.26(금) 11:00
- ◆ 설계 및 재료 부문위원회 회의 : 2012.10.25(목) 13:20
- ◆ ISGMA 2013 조직위원회 : 2012.10.26(금) 12:20

## ■ 조직위원회

- ☑ 조직위원장 : 이선규(광주과학기술원)
- ☑ 부위원장 : 홍대희(고려대학교, 학술), 박천홍(한국기계연구원, 진행)
- ☑ 조직위원 : 학술 : 김규만(경북대학교), 김동욱(전북대학교), 김재환(인하대학교), 김동성(포항공과대학교), 민병권(연세대학교), 이계한(명지대학교), 이석우(한국생산기술연구원), 함영삼(한국철도기술연구원), 홍성욱(금오공과대학교)
- 진행 : 고태조(영남대학교), 김경석(조선대학교), 김병희(강원대학교), 박기환(광주과학기술원), 박철우(한국산업기술대학교), 안동규(조선대학교), 안형준(숭실대학교), 양승한(경북대학교), 이춘만(창원대학교), 장민호(고려대학교), 정성호(광주과학기술원), 정해도(부산대학교), 조규진(서울대학교), 홍정화(고려대학교)

■ **2012 추계학술대회 일정표 10월 25일(목)** (부문별일정)

	제1발표장 103강의실	제2발표장 201강의실	제3발표장 202강의실	제4발표장 203강의실	제5발표장 204강의실	제6발표장 301강의실	제7발표장 302강의실
09:30~10:50	정밀가공-1	특별세션 차세대반도체 MCP기술	특별세션 철도공학	나노마이크로기술-1	특별세션 맞춤형제조실행 개발 및 적용	설계 및 재료-1	제조기반산업 원천성과발표회
10:50~11:00	* Coffee Break						
11:00~12:20	정밀가공-2	특별세션 BIS기반 자율지능 사출시스템	정밀측정	나노마이크로기술-2	특별세션 C-MES 플랫폼 기술	설계 및 재료-2	제조기반산업 원천성과발표회
12:20~13:20	* 점심시간						
13:20~14:00	* 초청특강-1 · 조규중(전남대 교수, 한국광산업진흥회 상근부회장) - 광산업과 기계공학의 만남						
14:00~14:10	* Coffee Break						
14:10~16:10	생체공학	공작기계	로봇제어자동화-1 로봇제어 알고리즘	나노마이크로기술-3	녹색생산기술-1 나노백막적층기술 및 응용	설계 및 재료-3	제조기반산업 원천성과발표회
16:10~16:20	* Coffee Break						
16:20~17:20	* 포스터 발표-1 : 112호 및 로비						
17:20~18:00	* Beer Party						

- \* 포스터 발표-1 · 일반세션 : 정밀가공, 정밀측정, 설계 및 재료1, 공작기계, 나노마이크로기술, 생체공학  
 · 특별세션 : 차세대반도체MCP기술, BIS기반 자율지능 사출시스템, 철도공학  
 · 과학재단 우수연구과제 발표

■ **2012 추계학술대회 일정표 10월 26일(금)** (부문별일정)

	제1발표장 103강의실	제2발표장 201강의실	제3발표장 202강의실	제4발표장 203강의실	제5발표장 204강의실	제6발표장 301강의실	제7발표장 302강의실
09:30~10:50	특별세션 Bio-Energy	생산시스템 임의형상제조시스템	로봇제어자동화-2 로봇시스템	특별세션 기계장비정밀도 시뮬레이션-1	녹색생산기술-2 친환경공작기술 및 응용	설계 및 재료-4	특별세션 스마트생산 요소기술-1
10:50~11:00	* Coffee Break						
11:00~11:40	* 초청특강-2 · Kazuhiro Hane(Professor, Tohoku Univ., Japan) - Education of Creative Design in Tohoku University						
11:40~12:20	* 정기총회						
12:20~13:20	* 공식오찬						
13:20~15:00	특별세션 정밀금형	세미나(특허청) 연구자들을 위한 저작권 관리 및 침해 대응 노하우	로봇제어자동화-3 로봇응용	특별세션 기계장비정밀도 시뮬레이션-2	녹색생산기술-3 나노스케일 생산기술응용	특별세션 메카트로닉스 기술지원사업	특별세션 스마트생산 요소기술-2
15:00~15:10	* Coffee Break						
15:10~16:10	* 포스터 발표-2 : 112호 및 로비						

- \* 포스터 발표-2 · 일반세션 : 로봇제어자동화, 생산시스템, 설계 및 재료2, 임의형상제조시스템, 녹색생산기술  
 · 특별세션 : Bio-Energy, 정밀금형, 기계장비정밀도시뮬레이션, 메카트로닉스기술지원사업

## 실리콘 기반의 aN 캔틸레버 개발

## Developement of atomic scale sensitivity cantilever using Silicon

\*김대연, 박종성, #이동원

\*D. Y. Kim, J. S. Park, #D. W. Lee(MEMS@jnu.ac.kr)

전남대학교 기계시스템공학과

Key words : MRFM, Sensitivity, Cantilever, Spring Constant, Quality Factor

## 1. 서론

최근 마이크로/나노 제작 기술 및 관련 분야에 대한 기술이 발전함에 따라, 수 나노 급 영상 분석 장비에 대한 수요가 증대되고 있다. 그에 따른 영향을 받아 이를 위한 연구가 더욱 활발히 진행되고 있으며 세부적으로는 자연계에서 발생하는 생명 발생의 원리 및 원자 스케일의 분석을 위한 연구가 진행되고 있다. 현재는 캔틸레버를 이용한 수 나노 미터의 높은 해상도를 갖는 자기 공명력 현미경 (Magnetic Resonance Force Microscope; MRFM)의 실시간 영상장비를 통하여 기존에 파악하지 못했던 공학적 원리를 알 수 있는 중요한 영상 장비로 활용되고 있다. 그러나 그것은 현재 세계적으로 단 1대만이 약 4nm해상도의 나노영상을 제한적으로 산출할 수 있는 실정이므로, sub-나노 해상도를 가질 수 있는 MRI 나노현미경의 신속한 개발이 연구 개발시장에 대한 새로운 시장을 개척할 수 있는 분야이다. 그 때문에 높은 민감도를 갖는 캔틸레버가 개발되어야 한다.

본 연구에서는 마이크로 머시닝 공정을 이용하여 저온(4K)에서 5aN의 열잡음 힘을 측정할 수 있는 초고감도 캔틸레버를 설계하고 제작하는 것을 목표로 한다. 고감도 캔틸레버를 제작하기 위한 소자를 유한요소법을 이용하여 최적화 하고, Quality factor값 100,000이상의 민감도를 낼 수 있는 계측 시스템 및 관련된 단위 요소 기술을 개발하였다.

## 2. aN 캔틸레버 설계

MRFM 캔틸레버 제작은 마이크로머시닝 공정을 이용하여 길이 400um, 폭 5um, 두께 500nm의 초 고감도 캔틸레버를 설계, 이 때 추정된 캔틸레버의 힘 민감도는 약 10aN 정도이며, 곡률 반경은

1.5um로 설계하였다. 설계된 캔틸레버의 스프링상수와 공진 특성은 Table 1과 같다.

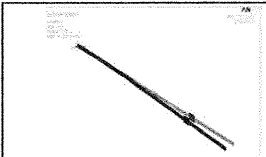
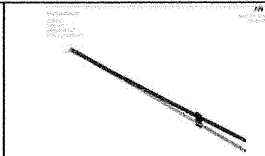
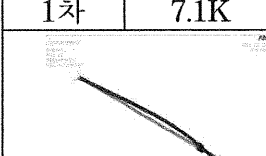

	
1차	7.1K
	
3차	71K
4차	0.13X10 <sup>6</sup>
스프링상수 : 9X10 <sup>-4</sup> N/m	

Table 1. Resonance frequency and spring constant data using Finite Element Analysis

## 3. 제작 및 특성평가

최적화된 디자인 및 공정 기술을 바탕으로 하여 민감도 5aN를 만족시킬 수 있는 고감도 캔틸레버를 제작하였다. Figure1은 캔틸레버 제작공정도이며, 제작된 캔틸레버는 Figure 2와 같다.

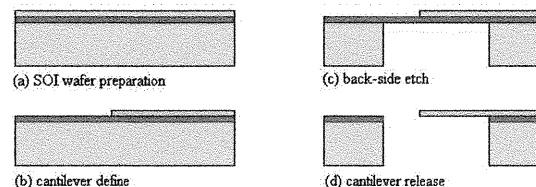


Figure 1. SIMOX wafer process flow chart

초고감도 캔틸레버의 평가는 실온(300K) 및 고진공(5X10<sup>-5</sup>Torr) 분위기의 챔버에서 캔틸레버의 기초적인 실험을 수행하였다. 1차 공진에 의한 주파수는 9,360Hz(Figure 3)으로 나타났으며, 이 때 얻어진 Quality factor값은 11,200, 힘 민감도는 0.462fN으로 예측되었다.



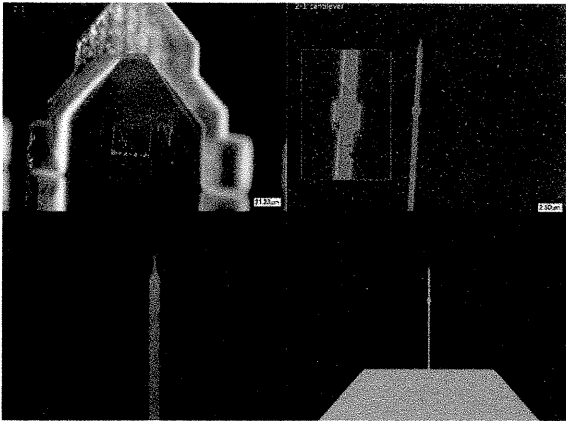


Figure 2. Ultra-high sensitivity cantilever using micro machining process

추가적으로, 캔틸레버의 표면처리 및 저온 공정을 실시하여 힘 민감도 및 Quality factor값에 대한 향상에 관한 평가를 진행하였다.(Figure 4 참조)

1st flexural mode frequency [Hz]	9,360
quality factor	11,200
$\langle x^2 \rangle$ [nm]	3.06
spring constant [N/m]	0.00135
force sensitivity (1 Hz BW) [fN]	0.462

Table 2. Physical quantity measurement of cantilever KBSI-Cheonam\_0152(High vacuum, room temperature)

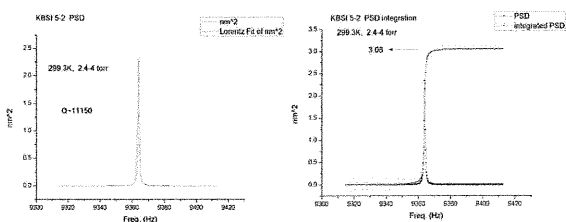


Figure 3. Power spectral density of position noise(left), and PSD integration(right) of manufactured cantilever

#### 4. 결론

높은 민감도를 얻기 위해 극저온(4K), 고진공 및 표면 처리된 고감도 캔틸레버를 이용, Quality factor 값을 최대로 끌어올리며, 이를 위해서는 잘

제어된 Chamber가 필요, 캔틸레버의 청결도의 최적화 역시 요구된다. 고감도 캔틸레버의 경우 두께가 300nm~500nm로 제어되어 있어, 충격에 의해 파손이 쉽기 때문에 이를 세정할 수 있는 공정으로 HF를 가열하여 건식방법으로 실리콘 산화막을 제거하는 기초 실험 및 실험 장치를 개발하여 깨지기 쉬운 실리콘 산화막을 효과적으로 제거에 성공하였고, 이러한 연구 결과를 이용하여 보다 높은 민감도를 갖는 고감도 캔틸레버를 형성할 수 있었다. 건식 HF처리를 통해 제작 공정중 캔틸레버가 측면에 붙는 sticktion effect를 최소화 할 수 있으며, 이는 공정 수율을 극대화 할 수 있는 공정 기법이다.

본 연구는 마이크로/나노 머시닝 기술의 응용범위를 확대함과 동시에 고감도 캔틸레버를 이용한 다양한 응용이 가능함을 입증하여 국내에서 새로운 MRFM기술 기반을 확립할 수 있는 획기적인 시도를 가능하게 한다.

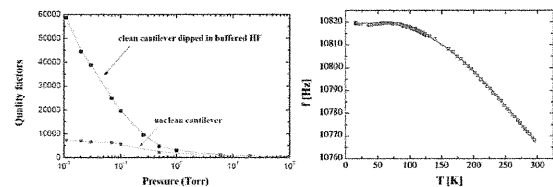


Figure 4. Surface treatment comparison before and after(left), resonance frequency change following cantilever ambient temperature

#### 후기

이 논문은 2012년도 교육과학기술부의 재원으로 한국기초과학지원연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임

#### 참고문헌

1. D. W. Lee, et. al., "Fabrication and evaluation of single-crystal silicon cantilevers with ultra-low spring constants", Journal of Micromechanics and Microengineering, 15(11), 2179-2183, 2005.
2. D. W. Lee, et. al., "Switchable cantilever fabrication for a novel time-of-flight scanning force microscope", Microelectronic Engineering, 67-68, 635-643, 2007.