

MEMS'97 참관기

이 승 기

(단국대 공대 전기공학과 교수)

1. 개 관

MEMS 관련 국제 학술회의 중 가장 비중 있는 두 가지 학술회의는 매년 1월말에서 2월 초 사이에 개최되는 International Workshop on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS workshop)와 격년으로 홀수 해의 6월 셋째 주에 개최되는 International Conference on Solid-State Sensors and Actuators (TRANSDUCERS)를 들 수 있다. 이 중 TRANSDUCERS는 센서 및 액츄에이터 분야를 총망라하고 발표 논문 수도 400편이 넘는 등 그 규모가 매우 큰 학회라고 볼 수 있는 반면, MEMS workshop은 말 그대로 MEMS 기술 및 응용에 관한 비교적 그 범위가 한정되어 있는 학회라고 할 수 있다. 그러나 1987년 제1회 MEMS workshop이 개최된 이후¹⁾ 전체 발표 논문 수의 제한, 단일 session의 견지 등의 원칙이 아직도 계속되어져 오고 있어, 규모가 작은 학회라기 보다는 경쟁률이 매우 치열한 학회라고 보는 것이 타당할 것이다.

MEMS workshop은 1990년 이후로 미국, 일본, 유럽을 순회하며 개최되어져 오고 있으며²⁾ 제10회를 맞게 된 올해는 일본의 Nagoya에서 1월 26일부터 30일까지 개최되었다.

MEMS 97'에는 총 91편의 논문이 발표되어졌으며 241편의 abstract가 접수되어 전체적으로는 38%의 채택 비율을 나타내었다. (표 1 참조) 91편의 논문 중에는 oral presentation이 35편, poster presentation이 56편이었는데 poster session에 할당된 시간이 2시간뿐이어서 지나치게 시간이 적게 할당되었던 것으로 보인다.

표 1. 논문 발표수 및 채택 비율

구분	논문발표수
총 abstract 제출 수	241
총 논문 발표 수	91
※ 채택 비율 : 38 %	
Key Note Speech	1
Invited Talk	3
Oral Presentation	35
Poster Presentation	56

1 Hyannis에서 열린 제1회 workshop은 Micro Robots and Teleoperators Workshop이란 이름으로 개최되었다. 1988년에는 열리지 못했고 1989년 이후로는 MEMS workshop이란 이름으로 개최되어 왔다.

2 1989년 Salt Lake City, 1990년 Napa Valley에 이어 이후 Nara, Travemünde, Fort Lauderdale, Oiso, Amsterdam, 그리고 1996년에는 San Diego에서 개최되었다.

참관기

각 지역 별로 논문 제출 수 및 채택 수는 표 2에 나타난 바와 같이 미국이 약간 높은 비율을 보이고 아시아 및 유럽은 비슷한 수준이었다.

표 2. 지역별 논문 제출 수 및 채택 비율

지역	제출 수	채택 수	채택 비율
아시아	134	47	35 %
미국	52	25	48 %
유럽	55	19	35 %
전체	241	91	38 %

전체 참가자 수는 15개국 435명이며 (1월 29일 기준) 국가별 참가자 수는 표 3과 같다. 우리나라의 경우 27명이 참가하여 사상 최대의 참가 인원이었으며 일본, 미국에 이어 세 번째로 많은 인원이 참가한 것으로 나타났다. 논문 발표 수는 삼성 종합 기술원, KAIST, 서울대, ETRI 등에 의해 4편의 논문이 발표되었으며 이는 일본, 미국, 스위스, 독일에 이어 네덜란드와 함께 다섯 번째로 많은 논문을 발표한 것으로 나타났다. 참가자 수가 이와 같이 많아지게 된 것은 학회의 개최 장소가 일본이라는 이유도 무시할 수는 없을 것이나 무엇보다도 MEMS 분야에의 높아진 관심을 나타내고 있는 것으로 보인다. 또한 참가 인원 27명 중 산업체 소속 참가 인원이 14명으로 산업체에서의 높아진 관심을 보여주고 있다. (표 4 참조)

표 3. 국가별 참가자 수 및 논문 발표 수

국가	참가자 수	논문발표 수*
일본	290	42
미국	57	25
한국	27	4
스위스	19	8
독일	11	5
싱가포르	7	0
네덜란드	5	4
대만	5	0
스웨덴	4	2
영국	3	0
덴마크	3	0
홍콩	1	1
이스라엘	1	0
네팔	1	0
방글라데시	1	0
합계	435	91

*논문발표 수는 제 1 저자의 국가를 기준으로 한 것임.

표 4. 국내 기관별 참가자 수

	소속	인원
산업체	삼성종합기술원	7
	대우전자	4
	삼성전자	1
	LG 전자기술원	1
	만도기계	1
연구소	전자부품연구소	3
	전자통신연구소	1
대학	KIST	1
	서울대	3
	KAIST	2
	고려대	1
	아주대	1
	단국대	1
	합계	27

전체 91편의 발표 논문 중 3편 이상의 논문을 발표한 기관은 표 5에 나타난 바와 같이 모두 11개 기관인 것으로 나타났다. 대체적으로 지금까지 활발히 연구를 진행해 오고 있는 곳으로 알려진 기관들이 대부분인 것으로 나타나, 일관성 있게 꾸준히 동일 연구에 몰두하는 것이 다른 무엇보다 중요하다라는 사실을 간접적으로 확인할 수 있었다.

표 5. 3편 이상의 논문을 발표한 기관들

	기관	논문편수
아시아	U. Tokyo	9
	NTT	5
	Nagoya U.	5
	AIST/MITI	4
미국	UCLA	7
	UCB	4
	CalTech	3
	CWRU	3
유럽	ETH	6
	U. Twente	4
	U. Neuchatel	4

*기관은 모든 저자의 소속 기관별로 분류한 것임.

2. 발표 논문의 내용

전체 논문의 내용을 devices and applications, fabrication and materials 등의 두 가지로 대별하여 간략히 개략적인 동향 및 방향을 살펴보도록 하겠다.

그러나 대부분의 논문들이 비교적 명확한 응용 분야를 염두에 두고 제작 공정이나 소자의 구조 등을 설계, 제작하는 것이므로 위와 같은 분류는 어느 정도 필자의 주관적 판단이 포함되어 있는 것임을 미리 언급하여 둔다.³⁾

MEMS 기술의 응용 측면에서 이번 학회에서 다른 어떤 분야보다 두드러지게 부각되었던 분야는 광학 및 유체 분야라고 할 수 있다.(표 6, 7, 8 참조)

이 중 몇 가지를 살펴보면, polyimide를 이용한 마이켈슨 간섭계 형태의 변위센서[1], Si의 deep RIE에 의한 optical fiber용 vertical mirror[2], Ni plating 및 comb drive에 의한 광통신용 Ni mirror[3] 등의 내용이 발표되어졌다. 광학용으로 제작된 xyz stage[4]는 scratch drive actuator와 hinge 등 기존의 기술들을 merge하여 응용한 예라고 할 수 있다. 유체 관련 응용 분야로는 planar mixer의 modeling[5], silicone rubber를 membrane 형태로 이용한 valve[6] 등이 있었고 W mass와 polymer 스프링을 이용한 3축 가속도계[7]의 내용도 발표되어졌다. 그 밖에 comb actuator로 구동되는 resonator에 의한 electronic band-pass filter[8], scanning force microscope용 PZT cantilever[9], quartz를 이용한 microwave antenna[10] 등에 관한 연구들이 발표되었다. Actuator에서는 curved beam 방식을 이용하여 저진압에서도 많은 변위가 발생할 수 있는 정전형 actuator[11]가 새로운 아이디어로 발표되었고 HexSil process를 이용한 micro tweezer[12]는 micro region과 macro region을 연결하는 mechanical interface의 제작을 보여 주었다.

제작 공정과 관련된 논문은 논문 수가 상당히 많았으나 새로운 공정이라기 보다는, 기존 공정의 결합이나 새로운 응용 쪽에 가까운 논문들이 대부분이었던 것으로 보인다. 공정 상에서의 두드러진 특징은 많은 연구자들이 금속 구조물의 이용에 많은 관심을 갖고 있는 것이라고 볼 수 있으며 대부분의 경우에서 aspect ratio가 큰 구조물의 제작이 일반화되어 가고 있는 느낌이었다. Material 측면에서 많은 사람들의 관심을 끌었던 논문은 스위스 IBM과 연방 공과 대학의 연구 그룹에 의해 발표된 SU-8이라고 하는 새로운 photoresist에 관한 논문으로서[13] 이것을 사용하여 line width 65 μm , 높이 1200 μm 의 구조물을 제작한 예를 보여 주었다. 이는 비싼 입자 가속기 없이도 LIGA process에서와 같은 high aspect ratio 구조물을 제작할 수 있는 가능성을 보여 주는 것이라고 할 수 있다. 이 밖에도 난류 제어 목적을 하는 shear stress 센서를 flexible skin의 형태로 제작하는 연구나[14] 지금까지 발표된 구조물의 release 방법을 비교한 연구[15] 등도 발표되었다.

표 6. Devices and Applications 분야의 논문 구성

구분		논문 수
Devices	actuators	3
	scanning probe	1
	가속도계, 각속도계	3
	기타	2
Applications	optics	6
	fluidics	5
	기타	3

3 Oral session에서 발표된 논문은 저자의 주관적 판단에 의해 구분하였고 Poster session의 논문들은 학회에서 나눠진 기준으로 표 8에 정리하였다.

표 7. Fabrication and Materials 분야의 논문 구성

구분		논문 수
Fabrication		6
	기타	2
Materials		4

표 8. Poster session의 논문들의 구성

구분		논문 수
Fabrication Technology		11
Packaging Technology		5
Actuators		10
Sensors		5
Applied Devices/Systems	optics	5
	fluidics	9
	기타	5
Design and Modeling		3
Material Property		3

3. 맺 음 말

이상에서 MEMS 97' 학회의 개략적인 내용을 간략히 살펴 보았다. 전체적으로 MEMS 97' 학회에 참석하여 받은 개인적인 느낌은, 대부분의 연구자들이 Si 공정을 소자나 구조물의 제작에 가장 필수적인 공정으로 이용하고 있으며 MEMS에 이용되는 Si 공정이 이제는 비교적 안정적이고 표준화된, 그래서 그 공정 자체에 대해서는 전혀 새로운 이야기를 할 필요가 없는 공정으로 자리잡아 가고 있다는 것이다. 이러한 점은 국내의 MEMS 연구자들이 깊이 생각해 보아야 할 점으로 생각되며, 앞으로 MEMS 관련 연구자들이 국내의 MEMS 연구를 어떤 방향으로 이끌어 가야 할 것인가, 혹은 우리 실정에서 어떤 방법이 가장 효율적인 연구 방법이 될 수 있을 것인가 등의 방법론적인 문제들을 깊이 있게 생각하고 토의할 필요가 있을 것이라고 판단된다. 다른 무엇보다도 MEMS 학회에서 발표하는 연구자의 수, 논문의 수가 훨씬 더 많아질 수 있도록 모든 연구자들이 혼신의 힘을 다하는 것이 가장 중요한 과제일 것이다.

참 고 문 헌

- [1] R. Sawada et al., "Integrated Micro-Laser Displacement Sensor," Proc. of IEEE MEMS Workshop, pp. 19-24, 1997.
- [2] C. Marxer et al., "Vertical Mirrors Fabricated by Reactive Ion Etching for Fiber Optical Switching Applications," *ibid*, pp. 49-54, 1997.
- [3] K. Akimoto et al., "Evaluation of Comb-Drive Nickel Micromirror for Fiber Optical Communication," *ibid*, pp. 66-71, 1997.
- [4] L. Y. Lin et al., "Microactuated Micro-XYZ Stages for Free-Space Micro-Optical Bench," *ibid*, pp. 43-48, 1997.

- [5] J. Evans et al., "Planar Laminar Mixer," *ibid*, pp. 96-101, 1997.
- [6] X. Yang et al., "A MEMS Thermopneumatic Silicone Membrane Valve," *ibid*, pp. 114-118, 1997.
- [7] J. C. Lotters et al., "Theory, Technology and Assembly of a Highly Symmetrical Capacitive Triaxial Accelerometer," *ibid*, pp. 31-36, 1997.
- [8] K. Wang et al., "High-Order Micromechanical Electronic Filters," *ibid*, pp. 25-30, 1997.
- [9] T. Itoh et al., "Independent Parallel Scanning Force Microscopy Using Pb (Zr, Ti)O₃ Microcantilever Array," pp. 78-83, 1997.
- [10] D. Chauvel et al., "A Micro-Machined Microwave Antenna Integrated with Its Electrostatic Spatial Scanning," *ibid*, pp. 84-89, 1997.
- [11] T. Yasuda et al., "CMOS Drivable Electrostatic Spatial Scanning," *ibid*, pp. 90-95, 1997.
- [12] C. G. Keller et al., "Hexsil Tweezers for Teleoperated Micro-Assembly," *ibid*, pp. 72-77, 1997.
- [13] M. Despont et al., "High-Aspect-Ratio, Ultrathick, Negative-Tone Near-UV Photoresist for MEMS Applications," *ibid*, pp. 518-522, 1997.
- [14] F. Jiang et al., "A Flexible MEMS Technology and its First Application to Shear Stress Sensor Skin," *ibid*, pp. 465-470, 1997.
- [15] J. Y. Kim et al., "Comparative Study of Various Release Methods for Polysilicon Surface Micromachining," *ibid*, pp. 442-447, 1997.

저 자 소 개



이승기(李承起)

1963년 5월 15일생. 1986년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1988년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1992년~1993년 일본 Tohoku University 특별연구원(JSPS fellow). 현재 단국대 공대 전기공학과 조교수.