

MEMS 기술 개요 및 동향

전 국 진

서울대학교 전기컴퓨터 공학부

I. 서 두

MEMS(Micro Electro Mechanical System) 혹은 micromachining은 작은 전기/기계 소자를 통칭하는 용어로 사용되고 있다. MEMS 소자가 동작하는 영역에서는 기존의 macro한 세계에서 적용되던 설계 규칙이나 동작 원리가 그대로 적용되지 않는 기존의 상식을 뒤집는 새로운 개념이나 원리가 가능하다. 일례로 미시 세계에서는 중력이나 관성력보다는 원자간 인력이나 표면 장력이 더 큰 영향을 미치는 세계인 것이다.

불과 20여년의 역사밖에 가지지 않은 MEMS 분야에서 수년 전부터 다양한 응용 제품이 쏟아져 나오고 있으며, 대표적인 예로는 inkjet 프린터 카트리지, 자동차 airbag 작동용 가속도 센서, 그리고 극소형 로봇등을 들 수 있다. MEMS 시장은 급속히 거대한 시장을 형성하고 있으며 최근의 조사 결과에 의하면 97년 100억불 규모에서 2002년 340억불 규모로 급성장 할 것으로 전망된다.

MEMS 기술은 Silicon 혁명이 가져다 준 이후 가장 유망한 미래 기술로 주목 받고 있다. 반도체 산업이 최초의 IC가 나온 이후 불과 수십여년 만에 우리 일상의 모든 면에 크나큰 변혁을 가져다 주었다. 반도체 IC 산업의 성장은 지수함수적인 급격한 집적도의 향상에 힘입은 바 크며, 그 결과 대형의 고가 시스템들이 점차 작고 더 우수한 성능의 저가 집적회로로 대체 되었다. 앞으로 다가올 미래 사회에서 반도체 산업은 순

수한 집적도 증가보다는 다기능화의 방향으로 발전할 것이 분명하다. 즉 단순한 회로 소자로서가 아니라 감지를 하고 조작을 하고 처리 및 통신을 하는 system on a chip의 형태로 전개 될 것으로 전망되고 있으며 이를 가능하게 하는 핵심 기술이 바로 MEMS이다. 본 원고에서는 MEMS 기술 개발 현황과 전망에 대해 서술 하고자 한다.

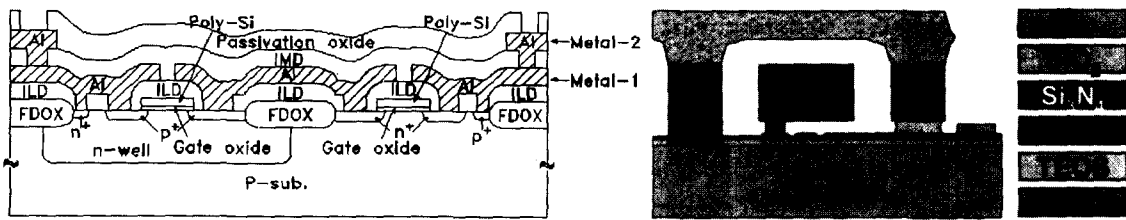
II. MEMS 기술 개요

MEMS는 기본적으로 반도체 가공 기술을 기반으로 하고 있지만, 기존의 회로 제작 기술을 넘어서는 새로운 근원적인 기술이 필요하다. 이를 토대로 MEMS는 크기, 중량, 전력소모를 줄이면서 다기능화를 위한 key technology의 역할을 하고 있다. 본 장에서는 일반 독자의 이해를 돕기 위해 기존의 반도체 IC와 MEMS 소자의 특징을 살펴보고 MEMS를 가능하게 한 대표적인 공정 기술에 대해 간략한 소개를 하고자 한다.

1. MEMS vs. IC

MEMS는 IC 제작 기술로부터 파급된 기술이기 때문에 상당부분 유사성이 있으나, 큰 차이점도 역시 갖고 있다. 먼저 MEMS와 IC의 유사성을 정리해 보면 다음과 같다.

- 초기 투자 비용이 많은 장치 산업
- 유사한 제작 공정을 사용
- 장시간의 공정 개발 시간 소요



〈그림 1〉 대표적인 반도체 IC와 MEMS 소자의 단면도

〈표 1〉 반도체 소자와 MEMS의 차이점

	반도체 소자	MEMS
특성	전기적인 특성 ⇒ 전기적인 특성	전기적 특성 ⇒ 기계적 특성 (Comb drive, Micro motor, mirror) or 기계적 특성 ⇒ 전기적 특성 (XL, Gyroscope, 등 Sensor)
Noise	주위 환경에 대한 Noise 특성을 고려해야 함	기계적인 움직임은 Noise에 강
사용 공정	Oxidation, diffusion, LPCVD, lithography, epitaxy, sputtering,...	Bulk micromachining, surface micromachining, wafer bonding, deep silicon RIE, LIGA, micro moldi
Scale	Scale : 수천 Å ~ 1 μm	MEMS용의 식각장비와 증착장비 요구 Scale : 1 μm ~ 수백 μm

- 양산 체제 구축 후 단시간에 양질의 제품을 대량 생산이 가능
- 저 비용으로 고성능의 제품 개발
- 신뢰성 및 재현성이 우수
- 저 에너지에서의 고속 동작이 가능
- 군사용에서 상용까지 넓은 응용분야
- 반도체 소자와 MEMS 소자의 유기적 결합이 가능

〈그림 1〉은 IC와 MEMS소자의 대표적인 개략도를 보인 것으로, 반도체 IC와 MEMS 소자의 주요한 차이점은 다음 〈표 1〉과 같다. 기존의 반도체 소자와는 차별화 되는 특수한 제작 공정이 필요하며, 특성면에서도 전기적 신호와 기계적 신호가 상호 교류하는 transducer의 역할이 주요한 기능이다.

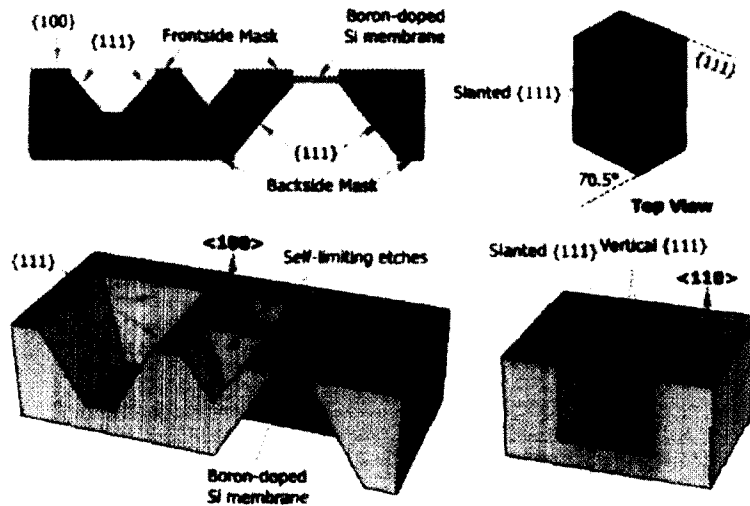
2. MEMS 제작 공정 기술

불과 20여년의 개발 기간에 불과한 MEMS가

현재 미래 유망 기술로 성장한데에는 특이한 제작 공정의 기술 개발에 힘입은 바가 크다. 본 절에서는 MEMS의 핵심기술이며 반도체 IC산업과 차별되는 주요한 MEMS 제작 기술에 대해 간략한 소개를 하고자 한다.

1) Silicon bulk micromachining
(실리콘 몸체 미세 가공기술)

단결정 실리콘의 이방성 습식 식각 특성을 이용한 것으로, 식각 방지막 등을 이용하여 정밀한 구조물의 제작이 가능하다. 그러나 가공 원리상 inkjet의 nozzle이나 diaphragm을 이용하는 압력센서, 유체 제어나 광섬유 인도관으로 사용하는 V형 groove등과 같은 일부 특수한 형태의 가공만 가능하기 때문에 설계의 자유도가 떨어지는 문제가 있다. 〈그림 2〉는 이방성 습식 식각 특성을 이용한 bulk micromachining의 대표적인 예를 도시한 것이다.



〈그림 2〉 실리콘 몸체 가공의 예

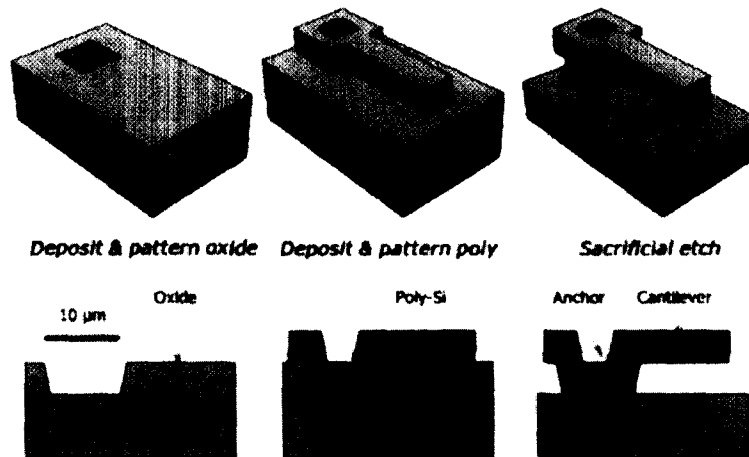
2) Silicon surface micromachining
(실리콘 표면 미세 가공기술)

표면 미세 가공은 희생층을 이용하여 박막을 선택적으로 증착 및 식각하는 일련의 과정을 통해 소자를 제작하는 기술이다. 특히 고단면비의 구조물 제작을 위한 다양한 반응성 이온 식각 공정이 개발 되어 있으며 poly-Si 또는 epitaxy Si을 이용 10~20um, 심지어 80um이상의 두꺼운 구조물 제작이 가능하다. 몸체 가공 기술에 비해 갖는 주요한 장점은 결정 방향과 무관하게 구

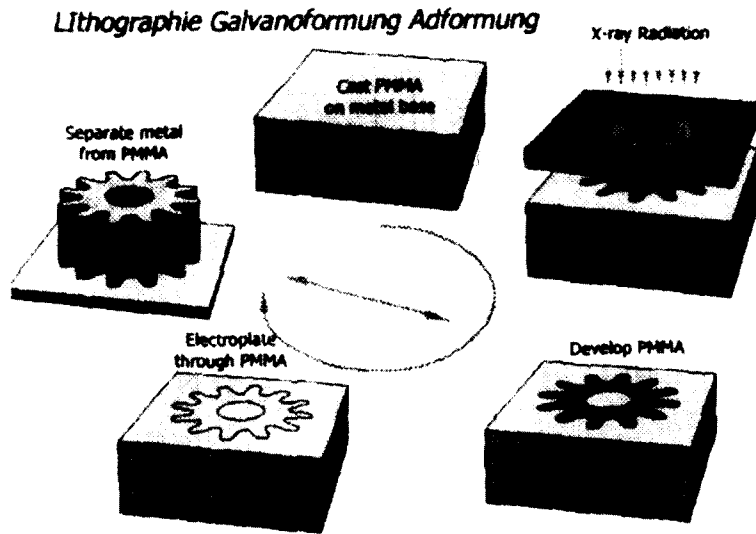
조를 제작할 수 있는 설계 자유도에 있으며, CMOS IC와의 공정 호환성도 우수한 편이다. 그러나 증착하는 물질의 기계적 특성이 단결정 실리콘 보다 나쁘기 때문에 재현성이 극히 떨어진다. 이를 극복하기 위해 개발된 공정이 silicon epitaxy를 이용하는 방법으로 최근 사용이 증가하는 추세이다.

3) LIGA 공정

LIGA 기술은 x ray를 이용하여 고 단면비를



〈그림 3〉 실리콘 표면 가공의 예



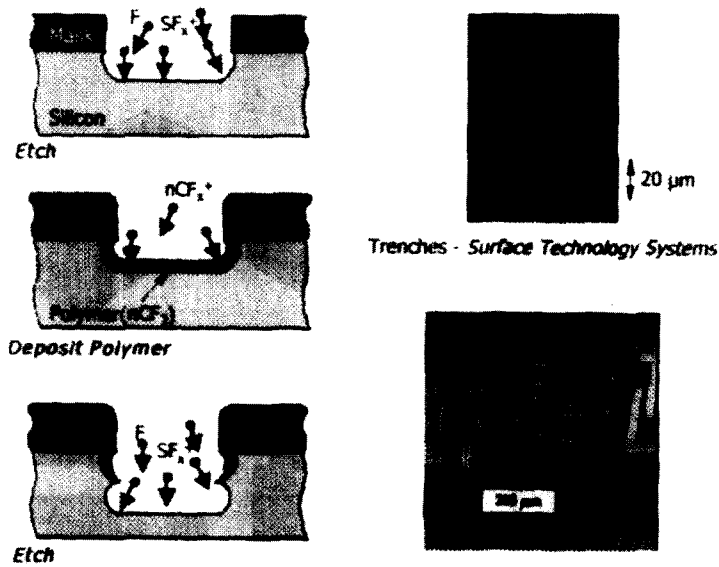
〈그림 4〉 LIGA 공정 및 제작 레

갖는 구조를 형성하고, 이를 도금을 이용 금속 틀을 제작한 뒤 플라스틱이나 기타 다른 물질로 전사하는 과정으로 구성되는 기술이다. 주요한 장점은 100um이상 500um정도까지의 단면비가 극히 높은 구조를 제작할 수 있고, silicon이 아닌 다른 물질로 소자를 제작할 수 있다는 점이다. 반면 단점으로는 x-ray를 만들어내는 synco-

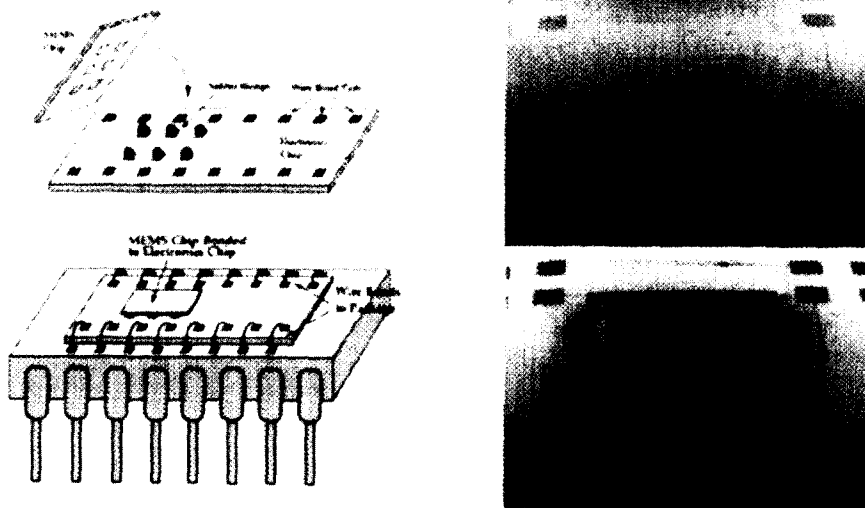
tron이 고가이며 노광 시간이 많이 걸린다는 점을 들 수 있으나 틀을 한번 형성하고 나면 대량 생산시 큰 비용이 소요되지 않는다고 볼 수 있다.

4) 고단면 식각 기술

기존의 몸체 가공과 표면 가공의 장점을 모두 살리기 위해 Bosch process를 이용한 deep



〈그림 5〉 Deep reactive ion etching 개념도



<그림 6> flip-chip packaing의 개념도 및 제작 레

RIE등과 같이 이방성 습식 식각을 하지 않으면서 고 단면비 구조물 제작을 위한 다양한 공정이 개발되었다. 이를 이용하여 실리콘 단결정 웨이퍼를 접합하여 고단면비의 구조물을 재현성 있게 제작하기 위한 복합형 미세가공(mixed micro-machining) 기술이 최근 널리 사용되는 추세이다.

5) 기타 제작 공정

위에서 기술한 제작 공정 외에도 Quartz를 이용한 미세가공이 실리콘을 대신하는 재질로 사용이 활성화되고 있다. Quartz는 자체로 압전 특성을 갖고 있을 뿐 아니라 실리콘처럼 이방성 습식 식각이 되면서도 자체가 부도체이기 때문에 다양한 설계 자유도를 제공할 수 있다.

이밖에도 강자성물질이나 생체 호환형 물질을 이용한 다양한 MEMS 응용 제품이 적용되는 추세이다.

6) Packaging

패키징은 소자 제작에 필적하는 중요한 공정으로 기존의 IC에서는 표준화된 기법을 사용하고 있지만 MEMS의 경우 다양한 방법이 존재하며 기술적으로 해결해야 할 많은 문제가 있다. 패키

징은 그 자체로 소자의 보호를 해야 할 뿐 아니라 이 과정에서 소자의 특성에 영향을 주지 않아야 하며 최소한의 공정비용이 소요되어야 한다. 패키징에서 중요한 이슈로는 가격을 줄이기 위한 기판단위의 일괄 공정 방법과 전체 모듈의 크기를 최소화 하기 위해 flip-chip bonding 형태의 조립 공정등이 있다.

III. 시장 동향 및 분석

MEMS는 기존의 반도체 산업에서 구축한 인프라를 사용하여 복잡하고 극히 작은 형상의 소자를 제작하지만, 상대적으로 새로운 기술이라고 볼 수 있다. 이러한 MEMS 기술을 이용한 system on a chip들은 다양한 기능(센싱, 액츄에이션, 통신)을 할 뿐 아니라 상용에서 준수용까지 무궁무진한 응용처를 보유하고 있다.

지속적으로 변화하고 발전하는 제작 공정 기술과 다양한 소재 연구 결과에 힘입어 MEMS를 이용한 소형, 저전력, 초경량, 초저가, 고품능의 집적형 시스템이 실생활에 가능해지고 있다. 대표적인 응용분야는 다음과 같다.

- Inertial measurement units for munitions, military platforms and personal navigation
 - Electromechanical signal processing
 - Distributed control of aerodynamic and hydrodynamic systems
 - Distributed sensors both for condition-based maintenance and for structural health and monitoring
 - Distributed unattended sensors both for asset tracking and for environmental/security surveillance
 - Atomic resolution data storage devices
 - Miniature analytical instruments
 - Non-invasive biomedical sensors
 - Optical fiber components and networks.
- 최근 SPC에서 조사한 바에 의하면 지능형 마이크로 머신 관련 시장이 연 백억불 규모를 형성할 전망이다.

〈표 2〉 주요 MEMS 제품 특징

응용 제품	주요 기술	특징
Pressure sensor	압전형, 용량형, 공진형, 광학형	전체의 50% 이상이 MEMS 기술을 이용하는 대표적인 MEMS 제품이다. 초기 압전형의 온도 의존성과 같은 단점은, 저가 고성능 ASIC의 기술 발전에 의해 대부분 해결되어 저가의 고성능 상용 센서로 시판되고 있다.
Gas sensor	반도체 metal oxide gate형, SAW형, 열전도성 변화형, 광학형, spectrometer	다양한 gas 종류를 검출하고 계측하기 위한 여러 종류의 기술이 개발되고 있으며, 향후 단독 시스템에서 여러 종류의 gas를 센싱할 수 있는 electronic nose 등이 중요한 issue로 대두되고 있다.
Pumps & valves	압전형, 발열형, 정전형, 전자력형, 전기 유동형	Ink jet printing head, drug delivery, fluid and gas pumping 등에 사용되며 기술적으로 효율, 유속, 압력, 수명, 유체 종류 등에 따라 다양한 형태로 적용된다. 일반적으로 압전형이 주로 사용되나 일괄 제작 공정상의 난점으로 정전력 또는 전자력형이 주류를 형성할 전망이다.
Flow sensors	멤브레인형, 마이크로 브릿지형	기존의 센서에 비해 점유율은 낮으나 자동차 전장용 air flow meter에 채용이 급격히 증가하는 추세이다.
Accelerometer	압전형 (bulk), 용량형 (surface), 터널링형, Quartz (bulk 용량), Quartz (압전형)	가장 급격한 시장 증가율을 보이는 MEMS 제품으로 특히 차량에 적용하기 위해 여러 기업에서 연구를 진행 중이거나 상품을 출시한 상황이다. 응용 분야는 Airbag용 high G sensor, ABS용 low g sensor, 항법 장치등이 있다.
Angular rate sensor	광학형, Quartz (압전형), 압전 ceramic, 용량형 (surface)	향후 수년내 MEMS 소자의 성능과 가격이 개선되면 거대한 신규 시장이 예상되는 분야로 차량 항법장치에 가장 크게 이용될 것으로 전망된다.
Display device	I Mod, GLV, FED, DMD	전자 산업에서 대규모의 시장을 형성하고 있는 분야로 매년 30% 이상의 성장세를 보이고 있다. TI사의 DMD는 회로와 MEMS가 집적된 형태로 현재 대형 display분야에 사용중이다.
Optical communication devices	—	주 적용 분야는 다음과 같다. (능동 소자와 광섬유 또는 광섬유간 정렬, waveguide, switch, modulator, 증폭기, optical bench, 주파수 체배기)
Inkjet printer	압전형, bubble jet ...	96년에만 소모성 printer head 8000만개가 소비될 정도로 거대한 시장이며 현재 HP, Xerox, Canon, Epson, Olivetti 등이 시장을 주도하고 있다.

〈표 3〉 주요 MEMS 시장별 응용 제품과 특징

주요 시장	응용 제품군	특징
Automotive	Pressure & air flow sensor, Airbag accelerometer, Yaw sensor, Optical sensor, radar sensor, rotation sensor, temp sensor, IR imager....	MEMS 제품의 가장 큰 응용분야로 대두되고 있으며, airbag 작동용 가속도계와 MAP sensor는 이미 큰 시장을 형성하고 있다. 이외에도 가까운 미래에 적용이 가능한 분야는 rain sensor, fingerprint key, proximity warning, autocruise control, tire pressure monitoring, smart headlight, night vision 등 대부분의 자동차 전장품에 응용이 가능하다.
Medical	Blood pressure transducer, smart heart pacemaker,	일회용으로 사용할 수 있는 저가 제품의 공급이 가능해지고, 저전력 기술의 발전으로 체내 이식형 제품이 확산되고 있다. 주 응용 분야로 automated diagnostic systems for clinical use, minimally invasive surgery, analysis system, drug delivery and pumping system 등이 가능하다.
Display	DMD, PDP, FED...	DMD의 경우 고해상도, 고반사율, 고휘도를 낼 수 있기 때문에 대형의 투사형 display에 적합하다.
Sensing & control	industrial sensing and control, domestic and building application, environment monitoring, color measurement, x-ray imaging	Industrial sensing and control 분야가 가장 크고 성장세가 빠른 시장을 형성중이며, 정유공장이나 화학 공장, 발전소 등에서 process monitoring용으로 압력, 유량 센서 등을 이용하고 있다. 최근에는 다양한 sensor network을 표준화 하는 노력이 진행중이다.
Communication	WAN, LAN용 fiber 정렬기, filter	Fiber 연결부에 적용이 확대되고 있으며, fiber optic coupling, optical modulator, optical switch, laser packaging 등에 시장을 형성할 전망이다.
Printer	Inkjet printer	기존 laser printer가 주류를 이루고 있었으나 현재는 inkjet printer가 상당부분 점유를 했으며 매년 10% 이상의 성장을 지속하여 2002년 약 100억불의 시장을 형성할 전망이다.
DNA probe and blood analysis	DNA probe, diagnostic device, blood analysis	현재 혈액 분석기는 상용화가 일부 되었으며 가까운 미래에 DNA probe가 실용화 될 것으로 전망된다.
Bio sensors	Clinical/medical, industrial, agriculture, security, defense, environmental applications	Bio sensor 기술은 현재 초기 단계로 기존의 제품을 대체하고 있지 못한 상황이지만, 처리 속도를 빠르게 할 수 있고, 다중 센서를 이용 성능을 높이고 부가 기능을 더하는 방향으로 개발중이다.
Aerospace & defence	항공기, 위성, 군사 장비	항공기에 사용되는 압력/유량 센서나 항법 장치용 관성센서 등이 주류를 이루고 있으며, 향후에는 전자파의 영향을 배제하기 위한 광학형 센서등이 사용될 것으로 전망된다. 이외에도 항법, 계측, 추진 장치등을 모두 갖춘 micro 위성이 미래 제품으로 각광을 받을 것으로 전망된다.

1. 주요 MEMS 제품

흥미 깊고 학술적인 분야로서 논의가 시작된 MEMS 기술은 불과 20년 미만의 사이에 일용품

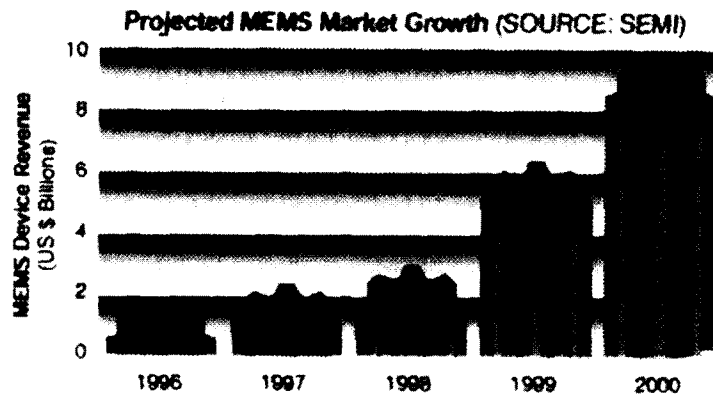
에 적용되기에 이르렀다 MEMS는 이제 더 이상 신비로운 기술이 아니다. MEMS는 대부분의 사람에게 있어서 익숙해진 초소형 기계부품에 몇가

지의 전자회로와 함께 실장되고 있다. 이러한 MEMS 기술의 실용화에는 다소의 시간이 필요했다. 실제로 MEMS 기술을 주요제품에 채용하는 것은 이제 막 시작됐다고 할 수 있다.

앞의 <표 2>는 우리 일상에 일반적으로 많이 사용되고 있는 MEMS 제품에 대해 사용 기술 및 특징에 대해 정리한 것이며, <표 3>은 주요 시장별 응용 제품과 특징을 정리한 것이다.

2. 시장 전망

조사 기관별로 MEMS 시장 전망에 약간의 차이가 있긴 하지만 공통적으로 지적하는 사항은 21세기를 기점으로 급속한 시장 발전기가 도래할 것이라는 점이다. NEXUS 보고서에 의하면 96년 130억불 수준의 세계 시장은 2000년에 들어 200억불을 넘어서고 2002년에는 약 400억불 규모의 시장으로 성장한다고 전망하고 있다. 세계



<그림 7> MEMS 시장 전망 (source : SEMI)

<표 4> 전세계 MEMS 제품 시장 전망 (source : NEXUS)

PRODUCT	1996		2002	
	Unlts (Millions)	\$ (Millions)	Unlts (Millions)	\$ (Millions)
Drug Delivery Systems	1	10	100	1000
Optical switchers	1	50	40	1000
Lab on Chip (DNA, HPLC ...)	0	0	100	1000
Magneto Optical Heads	0.01	1	100	500
Projection Valve	0.1	10	1	300
Coil on Chip	20	10	600	100
Micro Relays	—	0.1	50	100
Micromotors	0.1	5	2	80
Inclinometer	1	10	20	70
Injection Nozzles	10	10	30	30
Anti Collision systems	0.01	0.5	2	20
Electronic Nose	0.001	0.1	0.05	5
Total		107		4200

〈표 5〉 미래 MEMS 주요 시장 전망(source: NEXUS)

PRODUCT	1996		2002	
	Units (Millions)	\$ (Millions)	Units (Millions)	\$ (Millions)
Head Hard Disk Drive	530	4500	1500	12000
Inkjet Printer Head	100	4400	500	10000
Heart Pacemakers	0.2	1000	0.8	3700
In Vitro Diagnostics	700	450	4000	2800
Hearing Aid	4	1150	7	2000
Pressure Sensor	115	600	309	1300
Chemical Sensor	100	300	400	800
Infrared imager	0.01	220	0.4	800
Accelerometer	24	240	90	430
Gyroscope	6	150	30	360
Magnetoresistive Sensor	15	20	60	60
Microspectrometer	0.006	3	0.150	40
Total		13033		34290

시장의 지역별 분포를 보면 미국이 대략 60%, 유럽과 아시아가 각 20% 정도씩을 형성할 것이라는 전망이다.

전술한 바와 같이 현재 MEMS 시장은 hard disk용 pickup 및 inkjet printer head등이 시장을 주도하고 있으며, 가까운 미래에는 drug delivery system이나 DNA 분석기 등과 같은 의료기기 관련 시장이 크게 대두될 것이다. 〈표 4〉는 현재 주류를 이루고 있는 MEMS 제품에 대한 시장 동향을 보인 것이고, 〈표 5〉는 미래형 제품에 대한 전망 결과이다.

IV. 연구 개발 현황

1. 국외 동향

MEMS 기술 개발의 역사는 불과 30년이 채 안되지만 눈부신 기술 발전이 이루어 졌다. 외국의 경우 MEMS를 국가 차원에서 확보해야 할 중요한 기술로 인식하고 연구개발에 과감한 투자

를 시행했기에 가능한 결과라 볼 수 있다. 미국의 경우 NSF(National Science Foundation)나 DARPA(Defence Advanced Research Project Agency), NIH(National Institute of Health), DOE(Department of Energy), NASA(National Aeronautics & Space Administration), DoD(Department of Defense 등에서 MEMS 분야의 연구를 지원해 왔다. 이처럼 산학연간의 긴밀한 공조 하에 체계적인 기술 개발이 진행되어 옴에 따라 다양한 MEMS 상품들을 출시하고 있다. 대표적인 제품으로 ADI(Analog Devices Inc.)에서 93년에 차량 airbag용 가속도계 ADXL50을 출시한 이후, 2000년에 2축을 동시에 측정할 수 있는 ADXL 202를 시판함으로써 이 분야에서 시장을 장악하고 있다. 이밖에 SNL(Sandia National Lab)의 경우 MEMS 상업화하기 위한 MEMX라는 이름의 회사를 설립하였다. 이 새로운 회사는 Summit V라고 알려진 5단계 폴리 실리콘 표면 미세 가공 기술을 이용하여 통신 산업에서 사용될 광학 스위치를 생산하는데 주력할 예정이다.

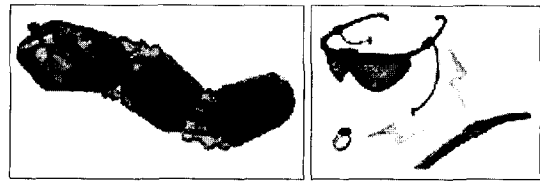
최근 들어 산업계에서 MEMS 분야의 시장성을 높게 평가하여 최근에는 인텔과 Corning, Honeywell, Xactix, Xerox 등 5개 회사는 MEMS 산업 분야의 교역을 지원할 특별 그룹인 'MEMS Industry Group' (MEMS-IG)을 신설하기로 했다고 발표했다. MEMS-IG에서는 미국 MEMS 칩 및 관련 시스템 업계의 요구를 통합, 전달하는 동시에 MEMS 산업 발전을 위한 청사진을 마련하고 표준을 제정하는 역할을 담당하게 된다. 이와 함께 MEMS-IG는 MEMS 기반 칩과 시스템 기술의 발달 상황과 시장 정보도 제공할 계획이다.

일본은 91년부터 10년간 250억엔 규모의 마이크로 머신 프로젝트에 20여개의 회사가 참여하고 있다. 이 프로그램에서는 공용 기초기술, 고기능 장치기술과 제한된 영역에서 동작하는 Micro-machine을 조직화할 수 있는 기술 등의 연구를 수행하고 있고, 응용기술로는 발전 설비에서 Tube banks의 검사·수리, 인체 내에서의 진단·치료, 그리고 생산 설비의 소형화 등이 있다.

유럽은 미국, 일본에 비해 상대적으로 늦게 출발했으나 94년부터 NEXUS등과 같은 네트워크를 구축하여 관련 연구 기관과 산업체간의 정보 교환, 공동 연구 컨소시엄 형성등을 통해 활발한 연구개발을 진행 중이다. NEXUS 외에도 EC Europractive IST 프로그램의 일환으로 유럽의 8개 MEMS 및 마이크로시스템 R&D 센터를 포함하는 MEMSOI를 형성하고 있다. MEMSOI에서는 유럽 업체들이 새로운 부품을 추진하는 데에 소요되는 개발 시간과 비용을 단축시키기 위해 입증된 마이크로시스템 기술의 네트워크 획득을 촉진시키고 있다.

2. 국내 동향

국내의 경우 기술 선진국에 비해 저변이 낮고 연구 인력도 부족한 상황이었으나 80년대 후반에 대학을 중심으로 MEMS 분야의 연구가 시작 되었으므로, 시기적으로 큰 격차가 나지 않는다고 볼 수 있다. 이 후 95년 선도기술개발 사업을 통해 초소형 정밀 기계기술 개발을 체계적으로



〈그림 8〉 체내 자율 주행 내시경과 마이크로 PDA 개념도

수행하기 시작했고, 97년 산업기반 기술 사업을 통해 서울대학교 반도체 공동연구소 내에 마이크로 시스템 기술센터(MTEC: Microsystem Technology Center)를 설립하여, 국내 산학연 인력들이 손쉽게 MEMS 설계, 제작을 할 수 있도록 하고 다양한 정보를 공유할 수 있는 계기를 만들었다.

이 밖에도 프론티어 연구개발 사업의 일환으로 2000년부터 10년간 지능형 마이크로시스템 과제를 통해 체내 자율 주행 내시경과 극소형 마이크로 PDA 개발에 약 2000억원의 연구비를 투입하는 등 다양한 국책 프로그램을 통해 MEMS 기술 개발이 활성화되고 있는 추세이다.

V. 결 론

지금까지 MEMS 기술의 소개와 이를 이용한 제품 및 시장 동향 그리고 기술 발전을 간략히 언급하였다. 현재는 INS, Bio-MEMS, RF MEMS, micro-TAS 등을 중심으로 한 활발한 연구 개발이 진행 중이며, 기존의 기술을 바탕으로 한 다양한 응용 제품 군이 출시되는 초기 단계이다. 향후에는 MEMS 기술과 VLSI의 접목으로 인체에 가까운 다양한 시스템으로 발전하여 응용분야의 급격한 확대와 시장 규모의 획기적인 성장이 예상된다.

향후 이같은 MEMS 산업의 성장을 지속하기 위해서는 표준화 작업을 통해 기본적인 library 들을 설정하여 설계할 수 있는 기술이 요구 되며, 이를 토대로 분업화를 통한 생산 기술 확보와 신

기술 개발이 병행할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- (1) "A market analysis for microsystem,"
in NEXUS task force report, October
1998
- (2) "Microstructures and Microsystem tech-
nology applications and Market 1997-
2002" in Microsystems Industry Report,
1999
- (3) "MEMS 기술의 동향" 전자공학회지, 24권
10호, 1997년
- (4) "마이크로머신의 세계", H. Hujita, 김용권
역, 대영사 1995
- (5) "지능형 마이크로시스템 사업 보고서", 2000
년

저 자 소 개

全 國 眞

1955년 3월 24일생, 1977년 2월
서울대학교 전자공학과 학사,
1981년 2월 미시간 대학교 전기
전자공학과 석사, 1986년 2월 미
시간 대학교 전기전자공학과 박
사, 1986년 3월~1989년 5월 :
워싱턴 주립 대학교 조교수, 1989년 9월~1994년 2
월 : 서울대학교 전자공학과 조교수, 1994년 3월~
1999년 2월 : 서울대학교 전자공학부 부교수, 1999년
3월~현재 : 서울 대학교 전자컴퓨터 공학과 교수,
<주관심 분야 : Microsystems, e-beam lithog-
raphy>