

MEMS 기술 및 시장동향

권재홍

고려대학교 공과대학 전기전자공학과

Jhkwon@korea.ac.kr

주병권

전기전자전파공학부 교수

bkju@korea.ac.kr

I. 개요

II. 기술 동향

III. 시장 동향

IV. 발전 방향

I. 개요

지난 수년간 주요 부품소재들의 핵심기술의 발전은 크기의 축소에 많은 초점이 맞추어져 있었다. 이러한 경향은 기계 분야에서도 예외는 아니어서 마이크로 스케일 시스템 즉 초소형 시스템에 대한 관심과 기대가 갈수록 증대되고 있다. MEMS(Micro Electro Mechanical System)로 일컬어지는 초소형 정밀기계산업은 첨단 기술산업으로 21 세기에 들어와 우리나라를 비롯한 세계 각국에서 연구개발과 투자가 활발하게 이루어지고 있는 산업 분야이다. 초소형 정밀기계 기술적 특징으로는 소형화, 경량화, 다기능화, 고속화, 지능화 등이 있으며, 이러한 기술적 특징은 첨단 기술산업으로서 연구개발을 통해 상용화되는 제품경쟁력의 핵심이며, 고부가가치화를 이룰 수 있는 주요 요인이라 할 수 있다. 또한 MEMS 산업은 기계산업과 전자산업의 기술적 융합을 통해 다양한 산업 분야로의 응용이 가능하다. 현재 MEMS 기술의 주요 응용분야로는 IT 주변기기, 정보통신, 자동차, 의료 분야 등이 있으며, 향후 지속적인 연구와 개발로 수요가 크게 증가할 것으로 전망되고 있다. 기계 및 전자산업의 선진국인 미국과 일본, 그리고 독일 등의 국가에서는 국가차원의 적극적인 연구개발 지원이 이루어지고 있으며, 우리나라도 1995 년부터 초소형정밀기계 기술개발 사업을 지속적으로 추진하고 있다.

II. 기술 동향

이제 “MEMS” 는 생소하지 않은 기술 분야가 되었다. MEMS 란 “Micro Electro Mechanical System = 微小전기기계 시스템” 의 약자로, 1980 년대 후반 미국에서 생겨난 개념이다. 종래 일본에서 널리 사용되었던 “마이크로머신(micro-machine)” 이 주로 “단순히 작은 기계” 를 뜻하는데 반해 MEMS 는 반도체 미세가공기술을 이용하여 웨이퍼에 액츄에이터(actuator)와 같은 기계적인 기능을 부여해 회로와 일체화된 소자를 만드는 기술을 뜻한다. MEMS 는 다양한 제품의 부가가치를 높이는 핵심 기술로 또는 기반 기술로 크게 기대받고 있다. 또한 때마침 일어난 나노테크놀로지 붐에 따라 기존 마이크로보다 더 미세한 나노미터의 구조체를 제작하고 혁신적인 기능을 실현하는 연구 활동도 활발해지고 있다. 앞으로 MEMS 분야의 혁신 속도는 더 가속될 것으로 기대된다. MEMS 는 군사, 항공우주, 자동차, 정보통신, 바이오, 의료, 가전, 엔터테인먼트, 환경, 산업 프로세스 등 광범위한 응용 분야에 적용할 수 있는 기술이다. 지금까지 상업적으로 성공한 MEMS 디바이스의 예로 잉크젯프린터 헤드, 압력센서, 가속도 센서, 디스플레이 소자 등이 거론되는데 아직까지는 매우 한정적으로 사용되고 있는 실정이다. 그 이유는 여러 가지가 있지만 일단 반도체와 MEMS 기술의 차이에 기인하는 부분이 있다 <표 1>. 즉 MEMS 는 입체 구조를 형성하는 기술임으로 제조 프로세스는 다양하고 복잡하다. 따라서 현재의 반도체 LSI 제조 설비를 모으는 것만으로는 다품종에 대응한 MEMS 개발은 할 수 없다. LSI 에서는 디바이스, 프로세스가 표준화되어 있으므로 고액의 설비투자를 해도 LSI 를 대량 생산해 자금 회수를 단기적으로 할 수 있는데 반하여,

<표 1> MEMS 와 반도체 LSI 의 비교

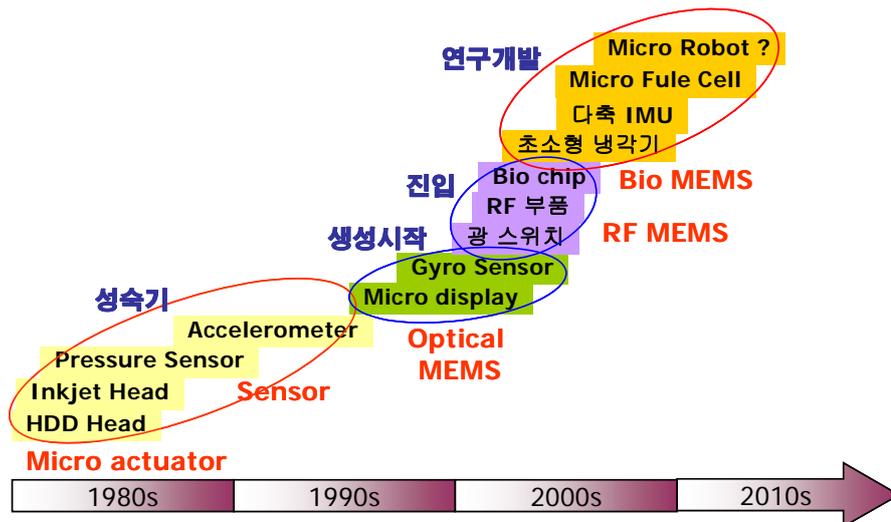
비교 항목	MEMS 기술	LSI 기술
제품의 품종	많다	적다
단품 생산량	소량	대량
웨이퍼 크기 (인치)	3 ~ 6	6 ~ 12
기판재질	Si, 유리, 금속, 수지	Si
제조라인 투자액	고액 (중고 사용으로 감소)	초고액 (최신 설비)
장치의 종류	반도체용과 MEMS 용이 필요	반도체용
제조공정의 표준화	어렵다	쉽다
고부가 가치 대응	직접화 MEMS	3 차원화
산업 규모	크다 (상승기)	크다 (성숙기)
소자 구조의 특징	입체화	평면화

<자료> COSAR, 2005.

MEMS 에서는 다품종 소량 생산으로 고가 설비를 사용해서는 채산을 맞출 수 없다. 현재 다품종 MEMS 디바이스 프로세서를 연구 개발하고 있는데 전체 생산 규모는 아직 소량이다. 이것을 크게 발전시키기 위해서는 유연하고 전환이 잘되는 개발 체제를 통해 MEMS 전용 제조 장치를 개발하고 새로운 MEMS 용 프로세스를 구축해 나갈 필요가 있다. 현재의 상황은 반도체 산업이 트랜지스터에서 IC, LSI 로 이행했던 과정에서 많은 제조 장치를 개발해 제조라인에 도입해 온 시기의 방법과 매우 비슷해 참고가 되는 경우가 많다.

한편 MEMS 기술의 진화를 살펴보면(그림 1), 1980 년도의 HDD 의 헤드, HP 및 Canon 사의 잉크젯 프린트 헤드로부터 시작하여, 1990 년도의 압력 및 가속도 센서의 상용화가 시작되었다. 1990 년 중반 광통신의 붐을 타고 많은 MEMS 회사들이 광통신 MEMS 소자의 개발에 참여하였으나, 90 년대 후반 광통신 시장이 침체되면서 많은 MEMS 회사들이 사라지기도 하였다. 현재에는 무선통신에 사용되는 RF MEMS 및 Bio MEMS 관련 분야에 많은 회사들이 참여하고 있다. 현재 삼성 제품에도 MEMS 제품이 사용되고 있는데 잉크젯 프린터 헤드, DLP TV 의 Micro Mirror 및 RF Filter 등이 있다. 흥미로운 것은 초기 MEMS 사업을 시작하였던 HP, Analog Device, Texas Instrument 사 등이 leading 업체로서 아직까지 독보적인 위치를 유지하고 있는 것이다.

그러나 최근 많은 반도체 업체들이 통신, 바이오 및 자동차 분야에 MEMS 를 적용하기 위한 타당성 검토를 본격적으로 하고 있는 중이며, 일부에서는 개발 및 연구가 상당히 진행된 곳도 있다. 특히 연간 6 억대의 생산 대수가 예상되는 휴대전화기에 사용될 무선통신 소자의 경우 RF MEMS



(그림 1) MEMS 와 반도체 LSI 의 비교

기술이 매우 필요하며, 이에 따라 많은 반도체 회사들이 이에 대한 연구에 참여하고 있다. RF MEMS 기술은 기존의 RF 소자에 비하여 저손실, 저전력 동작 및 높은 아이슬레이션 특성에 장점이 있으며, 특히 반도체 공정의 적용이 수월하고 소자의 크기도 매우 작게 만들 수 있기 때문에 현재 각광을 받고 있다. 향후 사용이 예상되는 RF MEMS 단위 소자로는 필터, 스위치, 인덕터, 가변 커패시터, 안테나 소자 등이 있다. 현재 RF 필터로서 이미 Agilent 사의 FBAR (Film Bulk Acoustic Resonator) 필터가 휴대폰에 채용되고 있다. 또한 무선통신 시장이 3G(3 세대), 4G(4 세대)로 진보하면서 이용하는 주파수 범위가 커지고, RF ID 태그, health sensor, 관성 센서 등의 다양하고 부가적인 센서의 개발이 요구될 가능성이 높기 때문에 MEMS 기술을 이용한 센서의 개발이 빠르게 성장할 것으로 예측된다. 현재 통신소자는 MMIC(모노리식 마이크로파 집적회로)가 주류이다. 그러나 MEMS 기술을 이용하면 필터, 스위치, 안테나 등을 1 칩화 할 수 있다. 또한 주변의 센서들도 동시에 1 칩화 할 수 있기 때문에 저가격과 초소형화에 강점을 갖고 있다. 궁극적으로 MEMS 기술은 SoC(System on Chip) 기술을 달성하기 위한 필수적인 기술로서 이렇게 되면 MEMS 와 SoC 가 결합되는 MEMSoC 의 새로운 개념이 나타날 것이다.

1. 국내 기술 동향

우리나라에서 MEMS 기술에 대한 관심은 1980 년대 말 이후부터라고 할 수있다. 이러한 사실은 특허 출원 숫자를 통해서 알 수 있다. 1980 년 말부터 특허 출원이꾸준하게 증가하였고, 초소형 정밀기계 기술 관련 학술논문수도 세계 4 위권에 이르고 있다. 현재 우리나라의 MEMS 시장은 주로 정보통신, IT 주변기기, 가전, 자동차, 의료분야를 중심으로 형성되어 있고, 주요 특징으로는 기술의 해외 의존성을 줄이거나 제거할 수 있는 자체 기술개발과 응용분야 지향적인 개발 등에 초점이 맞추어져 있다는 것이다.

우리나라의 초소형 정밀기계는 1990 년대에 들어와 연구개발이 시작되었으며, 1995 년부터 2002 년까지 정부에서는 각종 기술개발 지원 사업을 통하여 총 830 억 원을 초정밀 기계기술 개발 사업에 투자하였다. 이러한 기술개발 사업을 통해 20 여 개의 벤처기업이 창업을 하였고, 이들에 대한 정책적인 지원이 이루어져서 대기업과 벤처기업이 공동으로 정보통신 및 전자산업과 관련된 제품개발이 이루어지기도 하였다. 이미 미국, 일본 등 선진국에서는 마이크로 스케일 열전달 연구

의 중요성을 이미 인식하고 상당 부분에서 연구가 진행되고 있는 상황이나, 국내에서는 마이크로 열전달에 대한 연구가 부분적으로 진행되고 있지만, 본격적이고 체계적인 연구는 수행되지 않고 있는 실정이다. 국내 기술은 그 기반과 기술이 절대적으로 부족한 가운데 있다. 특히 초소형 열교환기의 제작기술은 우선 그 부속 부품들의 초소형화와 초정밀 가공을 위한 기반 기술의 연구가 시급히 필요한 실정에 있고, 초소형 채널 가공기술과 초소형 히트파이프 제작기술에 있어서는 아직 연구단계에 머물러 있으며, 그 제작 자체가 단순히 열유체 관련분야에서만뿐만 아니라 가공 및 제조공정의 신기술이 함께 병행되어야 하는 복합적인 연구분야이므로 앞으로는 이를 고려한 통합적인 연구개발이 필요할 것으로 전망된다. 향후 국내 초소형 열교환기 기술은 전자기기의 소형화와 고성능화 추세에서 기초기술의 개발과 응용분야의 개발이 시급히 요구되고 있으며, 특히 전자.통신과 의료장비, 그리고 항공 및 우주 분야 등 국가적으로 장기적인 안목에서 집중 육성하고 있는 분야에서의 초소형 장치 개발이 절실하게 필요할 것으로 예상된다. 국내 회사들의 특허출원의 흐름을 살펴보면 90년대 중반에 최고점을 나타내며 90년대 후반에 국내 경제사정이 악화되어 출원이 다수 감소하였으나, 차츰 회복되어가고 있는 추세이다. 90년대 중반 출원의 대부분은 국내업체인 삼성, LG, 대우의 가전제품 관련 특허가 집중되어 있다. 초소형열교환기 관련 국내 최근 등록특허를 살펴보면 다음과 같다. 국내 출원의 경우 외국기업에 의한 출원과 대기업의 출원이 대다수를 차지하고 있고, 벤처기업의 출원도소수 존재하며, 출원의 내용은 가전제품, IT, 통신기기 등에 사용되는 열교환기의 튜브, 마이크로채널 열교환기, 반도체 칩의 냉각 등에 관련된 건들이 주를 이루고 있다. 특허 출원 명세서 상에 나타난 초소형 열교환기의 기술에 대해서 살펴보면 다음과 같다. (주)에이펙에서 출원한 초소형 냉각장치의 경우는 소형화 및 고발열화되어 가고 있는 반도체 칩의 열을 효과적으로 방출하기 위한 냉각장치로 초소형으로 제작할 수 있으면서도 높은 냉각 효율을 가질 수 있도록 한 것이다. 이 냉각장치는 발열체에 결합되는 초소형 냉각장치의 본체 내부에 증발부와 상기 증발부 출구와 증기 이송관을 통해 연통되며 지그재그식으로 형성되는 응축부와, 상기 응축부 단부와 증발부 입구 사이에 연결되는 액체 이송관으로 이루어지는 구조로 되어 있다. 삼성전자(주)에서 출원된 마이크로 냉각장치의 경우는 모세관력에 의하여 열 발생부까지 냉매의 유입이 이루어지는 미소채널 어레이를 구비하는 마이크로 냉각장치에 관한 특허이다. 상기 특허의 특징은 냉각효율이 우수하고 구성이 간단하며 소형박막화가 용이한 장점과 함께 냉매순환을 위한 별도의 부가장치가 필요하지 않고 미소채널 어레이의 단가를 낮출 수 있는 효과가 있다. LG 전자(주)에서 출원한

<표 2> 마이크로 머시닝 정부지원 현황

과제명	G7 초소형 정밀 기계기술 개발산업	Milli-structure 생산기술개발 산업	지능형 마이크로시스템 개발 산업
개발목표	MEMS 소자와 마이크로머시닝 기술 개발	차세대 생산기반 기초기술 및 mill-structure 급 단품화 기술 개발	캡슐내시경 시스템 개발과 마이크로 PDA 개발
연구기간	7년(1995-2002)	9년 (1999-2008)	11년 (1999-2010)
기금지원	산업자원부	산업자원부	과학기술부
기금지원	800 억원 정부지원 400 억원 민간투자 400 억원	540 억원	2,550 억원 정부지원 1,000 억원 민간투자 900 억원 현물투자 650 억원

<자료> ATIP, 2001.

마이크로 멀티채널 열교환기 튜브의 경우는 튜브 내부의 채널 단면적을 변경하여 열교환 효율을 높이려는 것으로, 튜브내의 냉매 증발속도를 동일하게 하여 냉매의 유동저항을 저감하고, 이러한 유동저항의 저감으로 인하여 열교환기전체를 효율적으로 활용하고자 하는 것이 특징이며 동일 용량의 열교환기보다 소형화가가능한 특징이 있다.

2. 국외 기술 동향

마이크로(micro) 및 나노(nano)과학 등 초소형 과학기술은 컴퓨터를 비롯한 IT 분야에서뿐만 아니라 다양한 산업 분야에서도 적용되고 있다. 초소형 열교환기 기술은 초소형 전자장치 및 기계, 항공 우주 설비 및 장치, 의료장치, 생명 및 재료 공학 등 많은 분야에서 폭넓게 사용되고 있다. 최근에는 컴퓨터 기술과 레이저 기술, 그리고 박막 제조기술 등에 발전에 따라 칩 수준에서 시스템 수준에 이르기까지 자체 내에서 발생하는 많은 열적 문제들의 해결책으로 초소형 열교환기가 중요시되고 있다. 미국, 일본 등 선진국에서는 마이크로 스케일 열전달 연구의 중요성을 이미 인식하고 많은 부분에서 연구가 진행되고 있는 상황이다. 초소형 정밀기계 기술은 다양한 기술이 융합된 기술로서 국가적 차원의 연구와 지원이 필수적이다. 현재 초소형 정밀기계산업의 선도국가로는 미국, 일본, 독일 등이 있으며, 미국은 주로 실리콘을 이용한 센서 집적화에서, 일본은 금속재료를 이용한 초소형기계가공에서 앞서 나가고 있다. 일찍이 미국은 실리콘 분야 등에서 1987년부터 반도체

기술을 이용하여 초소형 정밀기계 기술분야에 대한 연구가 진행되었으며, 1990년대 초 인프라를 구축하였다. 2000년 이전에는 미국방성의 지원 하에 마이크로 시스템 생산기술 위주의 마이크로 시스템 추진장치나 프로세스를 개발하는 것을 주목적으로 하고 있었으나, 2000년 이후부터는 기계적인 가공방법과 조립방법을 중시하는 쪽으로 기술의 흐름이 바뀌고 있다. 또한 미국은 초소형 정밀기계 기술개발에 연간 1억 달러의 연구개발비를 투입하고 있다. 미국의 특허 출원의 추세를 살펴보면, MEMS 기술의 연구동향과 같이 2000년대까지 꾸준한 증가를 보여주다가 2000년 이후 서서히 감소하고 있다. 기술의 패러다임이 MEMS에서 M4로 바뀔에 따라 마이크로 연료전지, 마이크로 열펌프, 초소형 열교환기 등의 제조방법 및 제조장치 관련 출원이 향후에 증가할 것으로 예상된다. 일본의 통산성에서는 1991년부터 10년간 250억 엔을 투자하여 초소형 정밀기계에 대한 산업과학기술 프론티어 프로그램을 시행하였다. 일본에서 마이크로시스템 생산기술의 연구개발 기본계획은 전, 후기 각 5년간의 2단계로 나뉘어 있으며, 전기의 기본계획은 1991년에 결정되어 공업기술원 기계기술연구소, 전자기술 종합연구소, 계량연구소, 신에너지.산업기술종합개발기구(NEDO), 동 기구로부터 프로젝트의 연구수탁을 받고 있는 마이크로 머신센터를 중심으로 연구개발을 추진해 가고 있다. 2010년까지 마이크로 시스템 생산기술로 생산될 마이크로시스템의 시장이 1조 3,000억 엔~1조 9,000억 엔의 규모로 예측된다. 일본의 초소형 정밀기계산업은 주로 초소형 정밀기계의 개발에 중점을 두고 있는데, 이는 기존 초소형 전자 및 정밀공학 등에서 비교우위를 지니고 있다는 점에서 다른 국가에 비해 강점이라고 할 수 있다. 즉, 소형화 기술뿐만 아니라 소형 가공기술에 있어서도 일본은 높은 기술력을 보유하고 있다. 유럽의 경우에는 유럽공동체의 공동투

<표 3> 국외 마이크로 머시닝 프로그램

	미국(1998)	독일(1990)	일본(1991)
R&D programs	MEMS (NSF, DARPA, NIH, DOD)	MST (NEXUS, EUROPRACTICE)	Micromachine (MITI)
R&D 협력업체	University-Industry	National Lab.-University	Industry-University
목표(접근방식)	iMEMS (Parallel)	μ-TAS (System)	μ-Robot (System)
Device (응용분야)	Detector, Modulator (Defense & Industry)	Pump, Microparts (Biochemical)	In-pipe device (Medical & Industrial)
핵심재료	Poly-Silicon	Metal, Polymer	Bulk-Silicon, Glass
공정기술	Surface μ-machining & Integration	LIGA & Bonding	Precision machining & Assembly

<자료> 특허청 patent map, 2000.

자를 계획하여 매년 5,500 만 달러에서 2 억 달러에 달하는 금액을 초소형 정밀기계의 연구개발에 투자하고 있다. 한편, 유럽의 마이크로머신 생산기술 개발을 위한 NEXUS(Network of Excellence in Multi functional Micro-system)는 현재 유럽 14 개국 30 개 기업과 50 개의 연구기관이 참가하고 있다. NEXUS 는 ESPRIT(European Strategic Programme for Reseach in Information Technology)에서 자금을 지원하며, 유럽기업이 마이크로시스템의 세계시장에 대응하기위한 유럽 공동사업으로 시작하고 있다. 효율 좋은 산업기술로 이용되도록 하기 위해서 M4 생산기술은 유럽 전체의 많은 연구기관에서의 긴밀한 학술적 공동연구에 따라 개발이 이루어지고 있다. 유럽의 경우 미국이나 일본과 비교하면 제품의 소형화보다는 소형품 생산하기 위한 효과적인 방법에 대한 연구가 활발하여 제품의 소형화에 대한 기술은 미국이나 일본에비해 뒤떨어졌다고 볼 수 있다.

III. 시장 전망

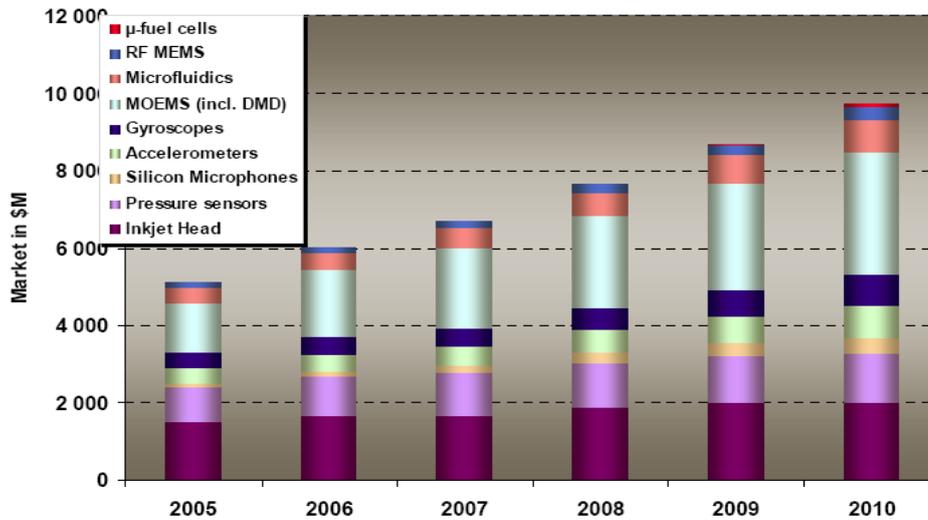
현재 MEMS 시장이 크게 성장할 징조가 나오기 시작했으며, 그 성장은 일시적인 것이 아니라, 계속적일 가능성이 높다. 시장 조사 기관인 IFSA 2006 에 따르면 2005 년 MEMS 시장은 51 억불을 점유하였으며 2005 년에서 2010 년 까지 실리콘 기반 MEMS 응용 제품 시장 규모는 지속적으로 확대될 것으로 보고 있다. 여기서 2010 년에는 15%의 연간 성장률로 97 억불 시장규모로 커질 것으로 보고 하였다(그림 2). <표 4>는 주요 MEMS 응용제품의 각각 연간 성장 시장 규모 보여 준다.

<표 4> 전세계 MEMS 시장 규모

(단위: 백만달러)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Inkjet Head	1,532	1,663	1,660	1,881	2,004	2,015
Pressure Sensor	911	1,053	1,150	1,172	1,206	1,254
Silicon Microphones	65	116	172	259	330	398
Accelerometers	394	431	472	571	699	860
Gyroscopes	398	435	506	595	691	801
Optical MEMS	1,292	1,743	2,069	2,348	2,748	3,154
Microfluidics	404	453	508	629	732	849
RF MEMS	105	128	150	199	259	331
Micro fuel cell	0	0	0	1	26	65
Total	5,101	6,022	6,687	7,655	8,695	9,727

<자료> IFSA, 2006.



(그림 2) 2005-2010 사이의 연간 MEMS 시장 규모

1. 국내 시장 동향

국내 MEMS 시장은 구체적인 시장규모를 파악하기가 어렵다. 대부분의 회사에서 아직까지 개발단계에 있으며, 현재는 대기업과 함께 벤처기업이 공동으로 휴대단말기용 고주파부품, 광통신용 부품 및 모듈, 적외선 이미지센서, 반도체검사용 프로브카드 등을 개발하고 있는 실정이다. 정부에서는 2000년부터는 프론티어 연구개발 사업의 일환으로 10년간 지능형 마이크로시스템 과제를 통해 체내 자율주행 내시경과 극소형 마이크로 PDA 개발에 약 2천억원의 연구비가 투입하는 등 다양한 국책 프로그램을 통한 MEMS 기술의 개발에 주력하고 있다. 그러나 한편으로는 2001년에 국가적인 벤처사업 육성과 기타 국책 사업으로 인해 40여 개에 달했던 MEMS 벤처기업은 2002년에 들어와 약 20%정도가 타업종으로 전환하거나 도산한 것으로 파악되고 있다. 이러한 MEMS 국내시장의 상황을 고려해 볼때, 국내 초소형 열교환기 시장 활성화는 향후 많은 시간이 요구될 것으로 전망된다.

2. 해외 시장 동향

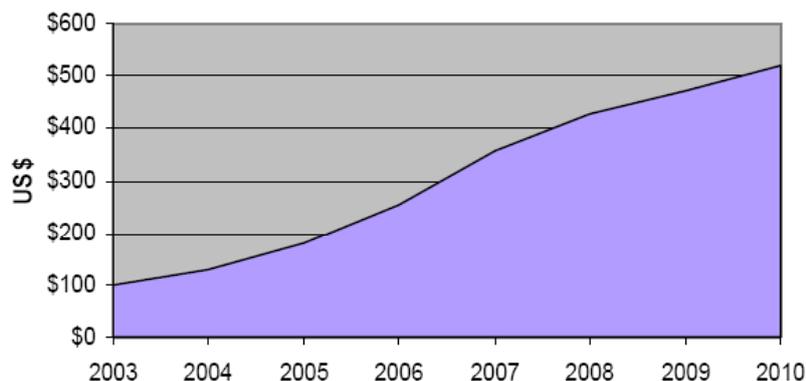
초소형 열교환기의 상위 산업인 MEMS의 세계 시장은 2001년에 센서 분야가 24억 9,600만

달러의 매출로 전체 시장의 62.9%를 점유하였고, 초소형 열교환기와 Microfluidics, 마이크로어레이 등이 포함되는 비센서 분야가 14 억 7,280 만 달러로 37.1% 의 점유율을 차지하여 총합 약 39 억 6,900 만 달러를 기록하였다. 이러한 상황은 2006 년 에 마이크로어레이의 급격한 성장에 힘입어 센서 부문이 52.5%, 비센서 부문이 47.5%를 차지함으로써 거의 비슷한 점유율을 보일 것으로 전망된다. 응용 분야별로는 2001 년 승용차, 트럭 및 모터사이클이 포함된 자동차 분야가 30.8%의 점유율을 보이면서 12 억 2,340 만 달러, PC 와 주변기기가 포함된 컴퓨터 분야가 26.2%로 10 억 4,100 만 달러, 그리고 홈 정보단말, 상용 광학기기, 농업, 환경, 에너지, 공장 자동화, 증장비, 수송, 인프라, 우주항공 및 국방 등의 포괄적인 산업 분야가 25.4%로 10 억 890 만 달러의 매출을 기록하였다.

3. MEMS 산업구조

2000 년대 초기까지만 해도 미국 MEMS 산업은 아직 개발단계에 있었다. 그런 점은 MEMS 의 성공적인 상용화를 이룬 대기업들뿐만 아니라 기술에 기반한 다수의 소규모 기업들도 참여하고 있다는 점에서 알 수 있다. 게다가 정부기관, 대학, 연구소 등의 기술개발 활동도 중요한 시기였다. 향후 MEMS 기술이 대규모 상용화 쪽으로 계속 이어진다면 MEMS 산업은 두가지 형태의 회사가 남게 될 것이다. 하나는 MEMS 전문회사 또는 미세전자공학 회사와 같이 다양한 제품과 사용자에게 적용할 수 있는 표준화된 MEMS 디자인과 제품 기술을 가진 회사이다. 다른 하나는 특정분야에 맞는 MEMS 솔루션을 제공하는 회사이다. 어떤 경우라도 대규모 상용화가 진행되면 자본력, 기술력, 마케팅/유통력을 가진 대기업이 MEMS 산업을 주도하게 될 것이다. 즉, MEMS 산업에서 대기업이 기술 기반의 소규모 회사들을 인수하는 형태로 개편되는 것이다. 그런 가운데서도 여전히 작은 회사에 있어서 기회는 있을 것이다. 특히 파운드리 서비스뿐만 아니라 MEMS 시스템 개발 능력을 제공하는 회사들에게 기회는 열려 있다. 최근 Yole Development 에서 발표된 자료에 따르면 MEMS 파운더리를 제공하는 회사들은 많아지고 있고 이에 따른 시장 또한 크게 확대될 전망이다. (그림 3)은 MEMS 파운드리 업체 및 계약 생산업체의 수입전망츠로서 2008 년에 4 억불 이상, 2010 년에 5 억불 이상의 성장을 예측하고 있다. 2003 년과 2004 년 사이에 MEMS 제품개발과 상용화에 관여했던 기업들은 약 100 개가 넘는다.

기술 기반의 소규모 회사들은 미국 MEMS 산업의 대부분의 활동성을 입증할 만큼 계속되었고 MEMS 기술의 상용화에 기득권을 가진 대기업들은 제품판매 자본력, 판매력에 있어서 우세한 위치를 유지하고 있다. MEMS 사업에서 대부분의 대기업들은 미세전자공학분야, 자동차 부품, 항공/방위산업체, 통신장비 업체에서 시작한 것이다. 사업분야의 다각화 형태로 MEMS 사업을 시작한 대기업도 있다. 미세전자공학 분야에서는 Agilgen Technologies, Amkor Technology, Analog Devices, Fairchild Semiconductor, Intel, Motorola(Freescale Semiconductor), STMicroelectronics, Texas Instruments, TriQuint Semiconductor 등이다. 자동차 분야에서는 Delphi, Robert Bosch, DENSO 가 있으며, 항공/방위 분야는 Goodrich, Lockheed Martin 이 있다. 통신장비분야는 Lucent Technologies, Nortel Networks 가 있다. General Electric, Honeywell International, Rockwell Automation, Siemens, Teledyne Technologies, Xerox 등은 사업 다각화를 위해 MEMS 를 시작하였다. 미국 MEMS 산업에는 소규모 (연매출 5,000 만불 이하) 기업의 참여가 확대되고 있다. 대표적인 기업으로는 Advanced MicroSensors, Agiltron, Akustica, Calient Networks, Coventor, Grossbow Technology, Glimmerglass Networks, Integrated Sensing Systems, IntelliSense Software, Kionix, MEMS Optical, MEMSCAP, MEMSIC, Microfabrica, Verimetra, XACTLX 등이다. 연매출 5,000 만불 ~ 3 억불인 중간 규모의 기업으로는 BEI Technologies, Measurement Specialties, Zhone Technologies 등이 있다.



(그림 3) MEMS 파운드리 업체 및 계약 생산업체의 수입전망

IV. 발전 방향

MEMS 연구는 미소영역에서의 작동원리 및 물리적 현상에 관한 심층적 이해와 미소재료의 물성에 관한 실험적 분석 및 자료 축적을 통해 마이크로미터 영역에서의 새로운 작동원리의 발굴, 과학과 공학간의 기술적 연결고리 발견, 과학과 기술의 융합지역에서의 신기술 창출 및 새로운 연구분야의 개척에 기여할 것이다. 이러한 미소 물리현상의 원리와 검증된 구현방법의 제시는 고부가가치 기전 복합제품에서 필요로 하는 핵심부품의 성능과 부가가치 향상을 통해 제품의 경쟁력 향상을 꾀함은 물론, 21 세기 첨단 산업분야에서 요구되는 정보의 검색, 기록, 저장, 표시 기술의 고도화와 극소형, 고성능, 고속, 저전력 소모형 첨단제품 개발에 기술적인 돌파구를 제공하는데 기여할 수 있을 것으로 전망된다.

< 참고문헌 >

- [1] 한국기술거래소, “기술 및 시장 동향: 초소형 정밀 기계 기술”, 2005. 5.
- [2] 고려대학교 전기 전자 전과공학부 디스플레이 및 나노시스템 연구실
(<http://diana.korea.ac.kr>)
- [3] 좌성훈, “상용화 관점에서 바라본 MEMS 산업현황”, 한국반도체연구조합 웹진, 2005.2.
- [4] 김정환, 이윤철, “전세계 MEMS 시장 동향”, IITA IT 정보단, 2003.
- [5] JC Eloy, "Status of the MEMS industry in 2006", Sensors & Transducers Magazine (S&T e-Digest), Vol.66, Issue 4, April 2006.
- [6] 백승준, “시장분석보고서: MEMS(Micro-Electromechanical System)”, KOSEN Expert Review, 2006.5.
- [7] Yole Development, “Brochure of MEMS Foundries: Analysis of the market and business trends of MEMS foundries and contact manufacturers”, 2006.1.
- [8] 문성욱, 김근태, 소대섭, 강상규, "차세대 MEMS", Nano Weekly, 제 152 호, 2005.7.