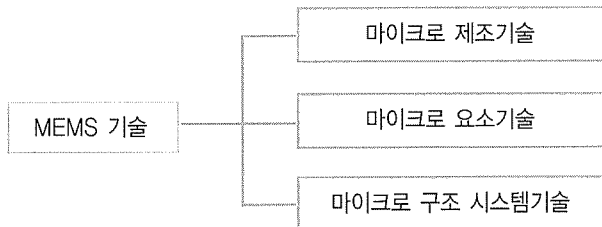


# 초소형 정밀기계 기술응용

발명진흥회

## I. 기술의 개요 및 PM분석범위

MEMS는 Micro Electro Mechanical Systems의 약어로서, 마이크로 전기기계시스템에 관련된 기술의 총칭이다. 주로 미국에서 활발히 사용되며 보통 초소형의 기계구동부와 그것을 구동하는 전자 회로부로 이루어진다. 여기서는 실리콘 제조기술 등을 이용하여 제작되는 초소형 구조체, 센서, 액츄에이터 및 디바이스 등 MEMS 관련 기술 전반을 대상으로 한다. MEMS라는 용어는 일본에서는 마이크로머신, 유럽에서는 마이크로시스템 기술 (Micro System Technologies: MST)이라고 하는 경우가 많다. 또 광기술과 관련해서는 광마이크로머신, 광MEMS 또는 Micro Opto Electro Mechanical System(MOEMS)으로 칭하기도 한다. MEMS 기술은 아래 그림에 표시된 바와 같이 마이크로 제조 기술, 마이크로 요소기술 및 마이크로 구조시스템 기술로 구성된다.



### MEMS 시장 동향 및 전망

20여년의 짧은 역사에도 불구하고 MEMS 산업은 새로운 비즈니스 창출, 고용증대 및 신규 산업 부문으로의 애플리케이션 다양화 등을 통해 향후 거대한 시장을 형성할 것으로 전망되고 있다.

MEMS 제품에는 현재 시판가격이 5~20달러 정도의 비교적 단순한 센서를 비롯하여 밸브 및 노즐 등이 출시되어 있지만, 앞으로 1~2년 내에 매우 다양한 종류의 새로운 제품이 양산되어 관련업계의 판도가 크게 달라 질 전망이다.

앞으로 20년 내에 MEMS 산업을 촉진할 기술적 요인에는 생체호환(bio-compatible) 재료와 기능 합성을 통한 MEMS의 통합 성능이 포함되며, 고성능 모델링 및 시뮬레이션 도구의 개발과 MEMS에 특화된 장비업체의 성장 등도 MEMS의 미래에 영향을 미칠 중요한 기술적 요인이 될 것으로 보인다.

### 해외 기술/산업 동향

미국, 유럽, 일본 등은 80년대 초반부터 민수 및 군사기기, 운송, 의료 등의 응용을 목적으로 대대적인 연구 프로젝트를

진행하여 왔다.

향후 5년 내에 MEMS 기술을 미 확보한 민수 전자부품 업체는 도태되리라 예측되는 등 그 파급효과는 반도체기술 경우보다 훨씬 클 뿐만 아니라 장 기간에 걸쳐 산업구조 자체를 변화시킬 가능성이 있는 것으로 전망하고 있다.

특히 2000년대에 들어서는 바이오, 복지, 광통신, 무선부품용 핵심 소자 분야에 집중 투자가 이루어지고 있다.

### 국내 기술/산업 동향

현재까지의 국내 MEMS 연구는 역사가 짧아 대학 및 대기업을 중심으로 압력센서, 유량센서, 가속도계 등 단순 센서부품과 DMD 디스플레이, 광픽업(pick-up), 기초적인 저장장치 등의 분야의 연구가 수행되었다.

최근 2~3년간 일부 국책연구기관과 대기업을 중심으로 바이오칩, 무선소자, 광통신 응용 등 보다 고부가가치 분야에의 연구가 시작되고 있다.

## II. 특허기술 개발동향

### ■ 기술의 분류체계

#### 한·중·일 전자산업의 강약점 비교

대응종류	세력 분류	기술력/개발/생산/용도
센서류 소자	거리 간극 속도	거리, 변위 미소간극 측정
	가속도	에어백용, 항공/우주산업용
	각속도	손 떨림 방지 및 관성항법시스템에 사용
	압력	절대압력/상대압력 측정
	가스	유독성 가스, 폭발성 가스 감지
	유량	자동차 배기량, 엔지오일과 연료 상태측정
	적외선	영상획득 장치
	열유동량	극저온에서의 열전도 측정
	화학/생물	의료진단, 병리요인분석, 병역체계모니터링
	액츄에이터 및 미소부품 소자	액츄에이터
복합소자	기계부품	미소기계요소, 미소구조물
	열유체부품	미소 열전달 및 미량의 유체전송에 사용
	전기부품	기본적인 전기요소
	전자기파부품	발신, 수신, 신호처리용
	광부품	미소광학요소와 마이크로 액츄에이터 결합
	저장기	HDD, optical disk, MR head
	인쇄기	잉크젯 프린트헤드
	진단분석기	분광기, 질량분석기
	열교환기	미소 냉각장치/열교환기, 미소 열파이프, 미소 스테어링 엔진
	조립기	micro robot, micro positioner, micro stage
바이오/메디칼	마이크로 조작기, 마이크로 약제전달시스템, 마이크로 생체진단장치, DNA칩, Protein칩	

■ 분석기술의 검색방법

(1) 한국특허

- 데이터베이스: KIPRIS
- 데이터 범위: 1999. 1. 1 ~ 현재에 국내에서 공개된 출원
- 선정된 검색건수: 551건

(2) 외국특허(미국, 일본, 유럽)

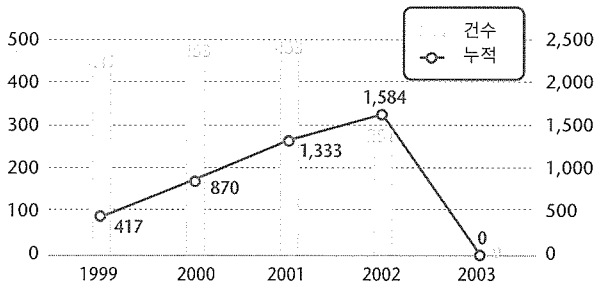
- 데이터베이스: Delphion (US:Granted Patents, JP:PAJ, EP:Access)
- 데이터 범위: 1999. 1. 1 ~ 현재에 미국에서 특허된 출원
- 검색필드(Field): all
- 선정된 검색건수: US - 7,971건, JP - 1,301, EP - 728

(3) 검색건수

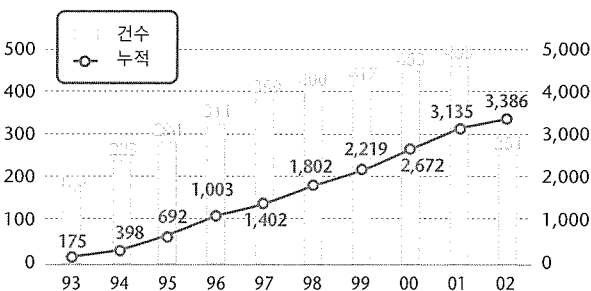
전체 데이터 수	7,971	501	465
중복건 제외시 데이터 계	6,850	272	342
1차 선정 유효 데이터 계	2,272	227	286
2차 선정 유효 데이터 계	1,010	143	167
핵심특허 선정 데이터 계	67	12	13

■ 전체기술동향

[그림 1] 전체 연도별(최근 5년) 특허출원동향

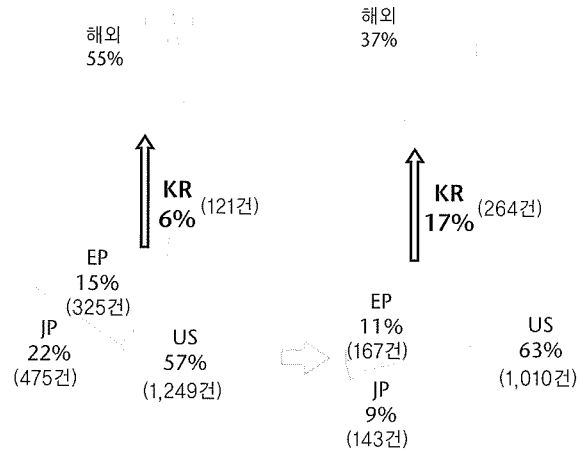


[그림 2] 전체 연도별(최근 10년) 특허출원동향



[그림 1]은 “초소형 정밀기계 기술응용” 분야의 최근 5년간의 연도별 출원동향을 나타내며, [그림 2]는 최근 10년간의 연도별 출원동향을 나타낸 그래프이다. 두 그래프 모두 출원건수가 완만히 증가하는 것이 본 기술 분야가 특성상 급격한 발전보다는 꾸준히 발전하고 있음을 알 수 있다. 2003년도에 0건으로 나타난 것은 출원 이후 1년 6개월이 지나야 공개가 되는 특허정보의 특성이 반영된 것으로 당연한 결과이다.

[그림 3] 전체 국가별 특허출원(미국: 등록) 비율



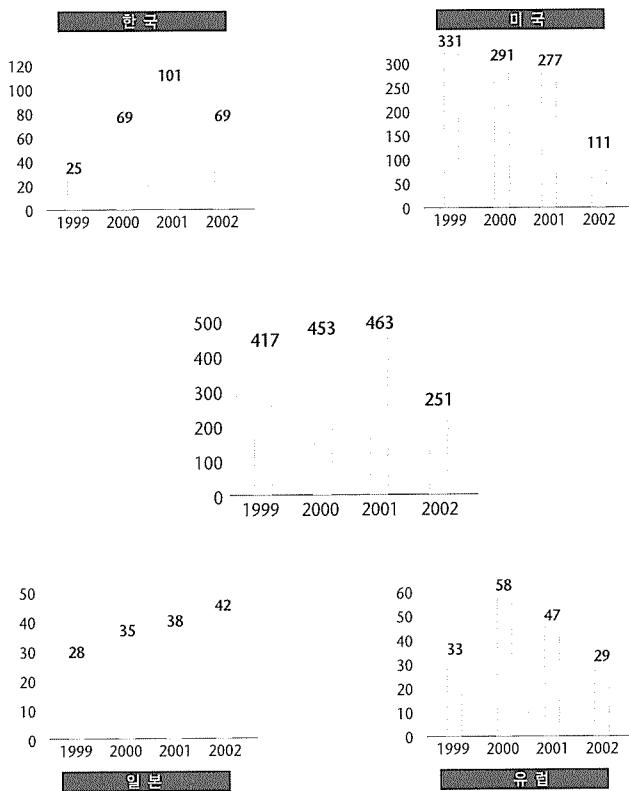
[그림 3]은 전체 특허에 대한 국가별 비율을 나타낸 그래프이다. 2001년도 분석 데이터와 비교해 보면 미국이 여전히 기술개발에 두각을 나타내고 있으며, 전체 특허 중 차지하는 비율도 상승하였으며, 일본과 유럽이 다소 감소한 반면 한국이 2배 이상 출원이 신장하였다. 특이한 것은 1977~2000년의 한국 출원특허 중 외국 출원인의 출원건수가 67건으로 약 55%를 차지하였으나, 1999~2000년까지 최근 5년의 한국의 외국 출원인의 출원건수는 97건으로 약 37%로 그 비율이 낮아진 것으로 이는 국내의 기술개발이 타 국가에 비하여 활발히 진행되고 있는 것으로 분석된다.

■ 국가별 특허기술개발동향

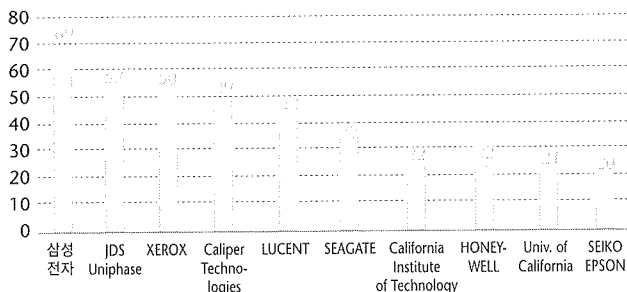
[그림 4]는 전체 분석대상 특허 1,584건에 대한 연도별 특허출원동향을 국가별로 나타낸 그래프이다. 최근 5년의 출원동향은 전체적으로 완만히 상승세를 보이고 있으나, 국가별 출원동향은 다소 다른 양상을 보이고 있다. 한국과 일본은 증

가 추세에 있는 반면 미국과 유럽은 근년 들어 다소 줄어드는 현상을 보이고 있는 것을 알 수 있다. 미국의 경우 분석을 위한 기본 데이터로서 등록특허를 사용하였기 때문에 출원일 이후 등록이 될 때까지의 소요되는 기간의 영향으로 감소한 것으로 보이는 것으로 판단된다. 특히 한국은 전체적 누적 건수는 선진국에 비하여 절대적으로 적지만 최근 5년 특허출원이 활발히 진행되고 있음을 알 수 있다.

[그림 4] 국가별 특허출원동향



[그림 5] 주요 출원인(상위 10사) 특허 출원건수

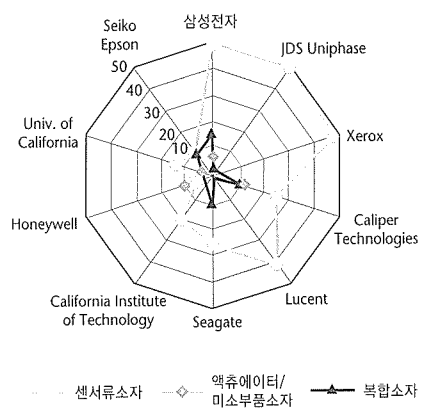


출원인별 특허기술개발동향

[그림 5]는 전체 출원인 중 상위 10개 업체의 특허건수를 나타낸 그래프이다. 전체 1,584건의 특허 중 상위 10개사가 출원한 특허는 439건으로 약 28%를 차지한다.

특이한 분석결과는 한국의 삼성전자가 가장 많은 출원을 하고 있는 것으로 나타났으며, 삼성전자의 특허는 대부분 반도체 제조공정과 관련된 특허로서 “액츄에이터 및 미소부품소자” 관련 특허가 49건으로 71%를 차지하며, “복합소자” 관련 특허가 15건, “센서류소자”가 5건으로 구성되어 있다.

[그림 6] 주요 출원인(상위 10사) 특허 출원건수



[그림 6]은 특허출원 상위 10개사의 기술별 특허동향을 나타내는 그래프이다. 삼성전자, JDS Uniphase, Xerox, Lucent의 경우 “액츄에이터 및 미소부품소자” 분야의 특허가 강세를 보이고 있으며, 반대로 Seiko Epson, California 대학, Honeywell은 동일 분야의 특허출원이 거의 없는 것으로 분석된다. 또한 Caliper Technology는 “액츄에이터 및 미소부품소자”와 “복합소자”의 특허출원이 활발하고, Honeywell은 “센서류소자” 분야의 특허출원이 강세를 보인다.

10대 출원인의 대부분이 미국 기업으로 1977년 이후 20년간의 누적 특허의 건수와 그 흐름을 같이하고 있는 것이 지속적인 기술개발이 진행되고 있음을 간접적으로 확인할 수 있다.

### III. 결론

#### 특허출원 동향에 대한 정리

전체 특허에 대한 국가별 비율을 2001년도 분석 데이터와 비교해 살펴보면, 미국이 여전히 기술개발에 두각을 나타내고 있고 전체 특허 중 차지하는 비율도 상승하였으며, 한국이 2배 이상 출원이 신장한 점이 주목된다.

최근 5년의 출원동향을 살펴보면 한국은 전체적 누적 건수는 선진국에 비하여 절대적으로 적지만 최근 특허출원이 활발히 진행되고 있음을 볼 수 있다.

#### 핵심특허로 본 마이크로시스템의 각 분야별 향후전망

##### (1) 센서류

향후의 마이크로 요 레이트센서는 종래의 문제점들을 점차 극복하여, 간단한 구조를 가지고, 넓은 온도 범위에서 양호한 온도 안정성으로 동작하고, 선형 응답성을 가지며, 출력 신호를 용이하게 처리하고 패키징이 용이하며, 장기간 안정성이 높고, 검출 질량체의 치수 변경에 따른 감도 및 다이내믹 레인지의 조정이 용이한 장점을 가지는 것들이 나올 것이다.

가속도센서는 회로와의 집적인 어려운 문제와 정전용량의 신호왜곡 및 비선형성의 문제를 해결하기 위한 노력이 진행될 것으로 전망된다.

센서들은, 특히 반도체 제조 공업에서 일반적으로 사용되는 마이크로머신 가공 장치로 대량 생산하기에 적합하게 될 것으로 전망된다.

##### (2) 액추에이터 및 미소부품 소자류

- 액추에이터 : 향후 마이크로 액추에이터는, 제조 가공의 안정화를 도모하고 수율을 향상시키는 것이 가능하게 하는 것이 주된 목적으로 개발될 것으로 전망된다.
- 동력원 : 향후 마이크로머신 가스 터빈은 격벽 및 외벽의 온도를 절감하고 벽면으로부터의 열 손실을 절감함으로써 더욱 열효율을 높이는 것이 계속 개발될 것으로 보이며 이에 따라 MEMS 및 여러 산업분야에서 MEMS에 의한 마이크로 가스터빈의 사용이 증대될 것으로 전망됨.

##### (3) 복합소자

MEMS를 이용한 정전기 구동 잉크젯 헤드와 종래의 단점을 극복함에 따라 거대한 잉크젯헤드 시장에서 열구동방식과 피에조방식의 틈새시장으로서 MEMS구동 잉크젯헤드의 개발과 시장의 빠른 성장이 기대된다.

#### 전체적인 국내외 향후 전망

MEMS 기술은 모든 제품의 소형화, 저가격화, 고부가가치화를 통해 전산업 분야에 새로운 기회를 제공할 것이고, 특히 정보 인프라와의 결합을 통해 엄청난 시너지 효과를 발휘할 것으로 전망된다.

MEMS 기술에 의해 모든 기기가 초소형화 될 경우 전자공간과 물리공간이 연결되는 진정한 유비쿼터스(ubiquitous) 사회가 구축될 수 있다.

현재 전 세계적으로 다양한 MEMS 응용제품이 출시되는 초기 시장단계를 거치고 있으며, 앞으로는 MEMS 기술과 VLSI의 접목으로 응용분야의 급격한 확대와 시장 규모의 비약적인 성장이 예상되고 있다.

MEMS 산업의 성장을 가속화하기 위해서는 표준화를 통해 기본적인 라이브러리를 설정하여 MEMS 제품을 설계할 수 있도록 하고, 이를 기반으로 분업화를 통한 생산기술 확보와 신기술개발이 함께 이루어져야 할 것이다.

MEMS 산업은 이제 막 도약을 시작한 산업이므로 국내 업체가 진입하여 성공할 기회가 충분히 있으

며, MEMS 기술은 반도체 공정과 비슷해 반도체 제조에 강한 우리나라가 기존의 인프라를 잘 활용한다면 충분히 세계 시장을 주도할 수 있을 것으로 전망된다.

