

# 반도체산업에 있어서 기술선택이 경쟁력에 미치는 영향

1991. 10.

양 희 승

과학기술정책연구소

# 반도체산업에 있어서 기술선택이 경쟁력에 미치는 영향

1991. 10.

양 희 승

과학기술정책연구소

# 목 차

제1장 서론 .....	1
제1절 연구의 필요성 .....	1
제2절 연구의 목적 .....	3
제3절 연구의 방법, 범위 및 한계 .....	4
1. 연구의 방법 .....	4
2. 연구의 범위와 한계 .....	4
제2장 반도체 산업의 동태적 분석 .....	7
제1절 반도체, 현대산업발전의 요체 .....	7
1. 반도체의 성격 및 분류 .....	7
2. 반도체 제조상의 기술적 제여건 .....	11
3. 반도체 산업의 특성 .....	13
제2절 반도체 산업의 시장구조 .....	21
1. 반도체의 수요, 공급 및 무역 .....	21
2. 반도체 제품구조와 전문화 .....	24
3. 반도체의 공급구조 .....	28

제3절 반도체 산업의 경쟁력 .....	32
1. 국제경쟁력의 현주소 .....	32
2. 소위 “반도체전쟁”에 대하여 .....	37
<b>제3장 반도체 산업의 기술변화와 경쟁력 .....</b>	<b>43</b>
제1절 기술변화의 방향과 형태 .....	43
제2절 반도체 산업의 경쟁요인변화 .....	55
1. 경쟁변수의 변천 .....	55
2. 반도체 산업의 경쟁력 결정요인 .....	62
<b>제4장 국가 반도체 산업의 발전과정과 대응전략 .....</b>	<b>71</b>
제1절 미국의 반도체 산업 .....	71
제2절 일본의 반도체 산업 .....	83
제3절 유럽의 반도체 산업 .....	94
<b>제5장 우리나라의 반도체 산업 .....</b>	<b>104</b>
제1절 우리나라 반도체 산업의 발전과정 .....	104
제2절 우리나라 반도체 산업의 현주소 .....	116
1. 반도체 산업의 생산 및 수요구조 .....	116
2. 반도체 생산업체 현황 .....	122

제3절 우리나라 반도체 산업의 문제점 .....	127
<b>제6장 결론과 제언 .....</b>	<b>139</b>
제1절 결 론 .....	139
제2절 제 언 .....	141
 <b>부속자료</b>	
부록 인터뷰 대상자 명단 .....	156
참고문헌 .....	158

## 표 목 차

<표 2- 1> 반도체 기업의 매출액 대비 연구투자 비율	14
<표 2- 2> 각세대 DRAM 양산에 소요되는 기계설비의 변화	15
<표 2- 3> 세계 반도체 시장의 수요추이	21
<표 2- 4> 세계 반도체 생산의 지역별 변화추이	22
<표 2- 5> OECD 국가의 반도체 수출입	23
<표 2- 6> 제품별 반도체 시장 구조	24
<표 2- 7> 지역별 반도체 생산 구조	27
<표 2- 8> 분야별 반도체 수요 구조	28
<표 2- 9> DRAM 시장의 과점화 진행 추세	29
<표 2-10> 주요 반도체 기업의 생산활동	31
<표 2-11> 세계 10대 메모리 생산업체의 변천	33
<표 2-12> 세계 10대 MOS 생산기업의 변천	34
<표 2-13> 세계 10대 반도체 장비업체의 변천	35
<표 2-14> 각국 기업의 지역별 반도체 시장 점유율	36
<표 2-15> 미국과 일본의 기술력 비교	38
<표 2-16> SIA 제소 이유와 일본측의 반론	41
<표 2-17> 반도체 관련 제소사례	42
<표 3- 1> 반도체 기술 발전사	47
<표 3- 2> 시장 수요 구조가 기술개발 방향에 미치는 영향	54

<표 3- 3> 주요 반도체 제조장치 제조업체 .....	57
<표 3- 4> 대표적 반도체 기업의 경쟁력 위상 .....	63
<표 3- 5> 반도체 분야별 경쟁력 요인의 차이 .....	70
<표 4- 1> 국가간 세계 반도체 시장의 점유율 .....	72
<표 4- 2> 미국 반도체 수요의 변화 .....	74
<표 4- 3> 미국 반도체 기업의 기술제휴 .....	82
<표 4- 4> 일본의 기업별 반도체 시장 점유율 .....	84
<표 4- 5> 미국 기업이 일본 기업에의 반도체 기술 공여 ...	85
<표 4- 6> 미·일 반도체 제조업체의 반도체사업 비중 .....	91
<표 4- 7> 생산 초년도에 일본 반도체기업의 DRAM 시장 점유율 .....	91
<표 4- 8> 일본 5대 반도체 기업의 해외 생산기지 확대 현황 .....	93
<표 4- 9> 유럽 반도체 시장에서의 매출 순위 .....	95
<표 4-10> 지역별 반도체 수요 .....	97
<표 4-11> IC생산에 있어서 미국과 유럽 반도체 기업의 격차 .....	98
<표 5- 1> 우리나라 반도체 산업의 웨이퍼가공과 조립 .....	105
<표 5- 2> 우리나라 반도체 산업의 투자 .....	110
<표 5- 3> 특정 연구개발 사업중 반도체분야 연구개발비 지원 .....	113
<표 5- 4> 우리나라 DRAM의 위상변화.....	114
<표 5- 5> 우리나라 반도체 산업의 시장점유율 .....	117
<표 5- 6> 반도체 생산 동향 .....	118
<표 5- 7> 우리나라의 반도체 생산중 DRAM의 점유율.....	119

<표 5- 8> 반도체 수출입 동향 .....	121
<표 5- 9> 지역별 반도체 수출집중도 .....	121
<표 5-10> 우리나라 반도체 업체 현황 .....	123
<표 5-11> 우리나라의 반도체 생산 형태 .....	123
<표 5-12> 반도체 기업의 생산구조 비교 .....	124
<표 5-13> 주요 업체의 시설투자 및 판매실적 .....	125
<표 5-14> 반도체 관련 기술도입 추이 .....	128
<표 5-15> 반도체 기술 도입의 내용 .....	129
<표 5-16> 대표기업의 특허 보유 현황 .....	130
<표 5-17> 우리나라 반도체 기업의 특허 도입 현황 .....	131
<표 5-18> 우리나라 반도체 기업의 국제 협력 내용 .....	132
<표 5-19> 반도체 제조설비 국산화 실태 .....	136



## 그 림 목 차

<그림 2- 1> 반도체의 분류 .....	9
<그림 2- 2> 디지털 IC의 분류 .....	10
<그림 2- 3> 반도체 집적회로의 제조공정 .....	12
<그림 2- 4> 반도체 산업의 경기순환적 주기 .....	13
<그림 2- 5> 반도체 산업의 연구개발비와 설비투자액의 증가추세 .....	16
<그림 2- 6> 반도체 산업에 있어서 K시대와 M시대의 기술적 차이 .....	17
<그림 2- 7> DRAM 각 세대에 있어서 양산개시에 소요되는 기간과 생산량 .....	18
<그림 2- 8> 반도체 산업의 기업간 전략적 연계 .....	20
<그림 2- 9> 반도체 시장의 제품수요 동향 .....	25
<그림 2-10> 세계 반도체 생산의 지역별 점유율 변화추이 ...	32
<그림 3- 1> 반도체의 집적도 향상 .....	44
<그림 3- 2> 전락용 LSI 단가의 추이 .....	45
<그림 3- 3> 반도체 산업에서의 누적적 기술진보 방향 .....	51
<그림 3- 4> IC의 기술예측과 주요 제조장치의 동향 .....	59
<그림 3- 5> 반도체 산업의 경쟁력에 영향을 미치는 변수 ...	64
<그림 3- 6> 메모리 반도체 산업의 핵심 성공요인 .....	66
<그림 4- 1> MOS 메모리 반도체의 시장점유율 .....	89

<그림 5- 1> 반도체 산업의 불황과 호황 .....	111
<그림 5- 2> DRAM의 개발 및 양산시점 비교.....	115
<그림 5- 3> 우리나라 반도체 기업의 DRAM 판매구조.....	122
<그림 5- 4> 주요 반도체 기업의 전략도 .....	126

## 부 속 자 료

1. 반도체의 분류 .....	145
2. DRAM의 기술변화 추이 .....	147
3. 반도체 관련 국가간 마찰 .....	148
4. 우리나라 반도체 산업의 발달과정 .....	150

# 제1장 서론

## 제1절 연구의 필요성

기술의 진보가 생산성 증가와 경제 발전의 원동력이라는 사실은 오래전부터 인식되어 왔으나, 기술개발이 산업 혹은 기업의 경쟁력을 제고시키는 주요한 수단이라는 인식은 비교적 최근의 일이다.

현재, 세계 각국 특히 기술선진국이나 신생공업국들은 국제경쟁에서의 우위를 확보하기 위하여 그 어느 때 보다도 기술개발에 박차를 가하고 있으며, 대외적으로는 무역자유화를 표방하고 있으면서도 대내적으로는 자국의 산업 및 기업의 보호를 위하여 기술보호주의를 채택하고 있을 뿐만 아니라 경제, 산업, 기술적 수준 제고를 위한 여러가지 국가주도의 정책수립과 모색에 최선을 경주하고 있다.

이러한 세계적인 산업, 무역, 기술보호주의 추세에 따라, 우리나라 역시 산업의 전반적인 경쟁력 제고를 위한 여러가지 노력을 꾸준히 경주하여 왔다. 주지하다시피, 최근의 여러 산업 분야에서 일어나고 있는 첨단기술제품의 출현은 정부 및 기업의 기술수준 향상을 위한 부단한 노력의 결실이며, 이러한 노력은 인건비 상승, 무역장벽 등의 요인으로 인한 우리 제품의 국제경쟁력의 약화 추세에 따라 더욱 가속화될 것으로 보인다.

이러한 기술개발투자와 관련하여 당면한 문제로서는 기술개발에 관련한 가용자원 및 인력의 효율적 배분과 개발 전략이다. 다

시 말하면, 선진기술제국과 비교하여 상대적으로 열세에 있는 기술 개발 자원 및 기술 인력을 여하히 배분함으로써 효율적으로 기술 개발 생산성을 향상시키고 경쟁력을 제고시키려는가 하는 것이다. 이를 위하여는 산업의 발전동향과 기술혁신의 추세를 정확히 파악함과 아울러, 기술변화가 어떻게 국제 경쟁력 요인을 변화시켜 왔으며, 수요·공급적 측면에서의 시장환경의 변화에 대한 파악이 중요하다. 몇년전 국내 반도체 산업의 선두기업이 64K Dram개발에는 성공하였으나 시장환경의 변화로 인하여 제품생산으로 연결시키지 못하고 생산라인을 유명무실화 시킨 것은 대표적인 일례라고 하겠다.

우리나라에서의 산업기술 및 정책동향에 대한 연구는 비교적 꾸준하게 양적·질적인 발전을 거듭해 왔으나, 기술과 정책동향의 괴리현상으로 인하여 체계적인 분석이 이루어지지 않음으로써, 효과적인 기술 정책 수립에 있어 제한적인 역할만 담당하여 왔다. 이는 거시적인 접근방법을 택함으로써, 생동감있는 산업연구가 되지 못하였고, 특히 기술변화의 시장환경과의 상호연계성 - 기술진보가 기존 시장구조에 미치는 영향 및 이러한 시장구조의 변화가 기술개발에 미치는 영향 - 에 대한 인식부족으로 인하여 기술과 산업을 동태적으로 연계시키지 못함으로써, 효율적인 기술정책 수립에 있어 합리적인 근거의 틀을 제시하지 못하였다.

본 연구는 우리나라 기술개발정책의 효과적인 정책수립이라는 대명제를 두고 급변하는 시장 및 기술환경하에서 기술적 선택이 경쟁력에 어떻게 영향을 미치는가를 반도체산업을 중심으로 하여 파악하고자 하였다. 반도체산업은 기술개발의 속도가 매우 빠르며 또한 산업제품의 mechatronics화 경향에 따라 타 산업에 미치는 영향이 지대할 뿐 아니라 새로운 산업의 생성에 있어 증추적인 역할을 담당하고 있다.

## 제2절 연구의 목적

기술혁신, 즉 주요한 기술의 변화는 시장구조의 변화를 가져 오며, 기존의 산업 혹은 기업의 경쟁력과 존립에 지대한 영향을 미치게 된다. 이러한 경우, 국가 혹은 기업은 새롭게 대두되는 기술 환경에 대하여 어떻게 전략적으로 대응할 것인가 하는 딜레마에 직면하게 된다. 그러나 새로운 기술에 대한 국가 혹은 기업의 대응전략은 일반적으로 제각기 처한 상황에 따라 다르게 되며, 새로운 변화에 대응하고자 하는 일련의 전략적 선택은 새롭게 형성되는 시장환경에 있어서의 최적의 의사결정이라고 할 수 있다.

본 연구는 반도체 산업에 있어서 기술변화와 시장환경변화의 상호 관련성을 경쟁력 측면에서 고찰하여 봄으로써, 기술정책수립에 있어 전략적 준거의 틀을 제공하고자 하는데 그 목적이 있다. 다시 말하면, 동태적인 측면에서 반도체기술의 진보가 반도체산업의 시장구조 및 경쟁력 요인을 어떻게 변화시켜 왔으며, 또한 어떠한 시장환경이 특정한 기술의 개발을 선도하고 영향을 미쳐왔는가를 살펴 봄으로써 기술정책수립의 전략적 요소-기술적 선택, 목표시장(targetted market), 그리고 타이밍(timing)들에 대한 선택이 어떻게 반도체산업의 경쟁력을 결정하는 가를 규명하고자 한다.

반도체 산업에 있어서 기술정책수립의 전략적 요소에 대한 선택이 어떻게 기업 혹은 국가산업의 경쟁력 수준에 영향을 미치는 가를 규명하기 위하여는 아래의 문제들에 대한 실증적인 검토가 필요하다.

- 1) 반도체산업에서의 주된 기술진보와 그 성격
- 2) 기술의 변화가 시장구조와 경쟁력 요인에 미친 영향과 수요

- 및 공급체계의 변화가 기술변화 패턴에 미치는 영향
- 3) 미국·유럽·일본 등의 반도체 산업의 시장환경적 요인
  - 4) 우리나라의 반도체 생산에 관련한 기술선택이 산업 또는 기업에 있어서의 경쟁력에 미치는 영향

### 제3절 연구의 방법, 범위 및 한계

#### 1. 연구의 방법

최근 강화되고 있는 기술보호주의에 따라, 반도체기술에 관련된 기술정보의 취득은 매우 어려운 실정이다. 기존의 자료는 2~3년간의 시간적 괴리를 가지고 있어 현실성이라는 측면에서 빠르게 변화하는 상황을 정확히 나타내지 못하는 약점을 가지고 있다.

이러한 점들을 감안하여, 본 연구의 추진방법은 기존자료의 이용뿐 아니라, 국내의 출장을 통한 전문가와의 면담을 실시함으로써 반도체 산업의 현황을 실체적으로 파악하도록 하였다. 부록에 나타나 있는 바와 같이 우리나라를 비롯하여 미국, 일본, 유럽의 반도체 산업에 종사하고 있는 1) 재미 한국인 과학 기술자, 2) 외국인 과학 기술자 및 3) 정책관련 인사들과 면담을 실시하였다. 이과정을 통하여 기존 자료의 사실여부를 확인할 수 있었을 뿐 아니라, 많은 귀중한 경험과 지식을 얻어낼 수 있었다.

#### 2. 연구의 범위와 한계

본 연구의 실증적인 조사의 범위는 아래와 같다.

첫째, 전술하였다시피 본 연구의 대상은 반도체 산업이다. 반도체

체 산업은 현대 산업의 요체로서 1947년 트랜지스터가 개발된 이후 지난 40여년간 많은 기술적 변화를 경험하여 왔으며, 산업경쟁력과 국가안보의 측면에서 또한 경제적, 기술적 측면에서 매우 중요한 전략적 의미를 가지고 있으며, 또한 지적소유권보호 등 통상마찰의 주요 대상으로 부상하여 왔다.

둘째, 본 연구의 분석대상은 미국, 일본 그리고 우리나라의 반도체 산업이다. 특히 미국과 일본의 반도체 산업은 1980년대에 있어 경쟁력 측면에서 많은 변화를 경험하여 왔으며, 이들 두 나라에 대한 분석은 우리나라 반도체 산업의 발전전략을 수립하는데 있어 많은 시사점을 던져 주었다. 유럽의 반도체 산업은 필요한 경우 산업수준에서 미국, 일본과 비교하는데 그쳤다.

셋째, 사회·문화적 요소, 그리고 기업조직 등은 고려하지 않았다. 때때로 이러한 요소들은 경쟁력 측면에서 매우 중요한 영향을 미치기도 하지만, 많은 연구에서도 지적되었듯이, 궁극적으로 이러한 요소들은 시장환경 및 기업전략과 경영에 직·간접적으로 연결이 되어 있기 때문이다.

넷째, 반도체 산업을 대상으로 하였지만, 주된 분석대상은 대량생산이 가능한 메모리 반도체 분야이다. 그러한 이유는 이 분야가 전체 반도체 생산의 약 60%를 차지하고 있을 뿐 아니라, 점점 더 증가되는 추세에 있기 때문이다. 반도체 종류가 매우 다양하기 때문에, 연구대상을 반도체 소재, 반도체 장비, 반도체 화합물, 비메모리 반도체로 확대할 경우 연구수행에 있어 많은 문제가 있을 것으로 예상되어, 분석대상은 메모리 반도체 분야에 국한하도록 하였다.

다섯째, 반도체 산업은 전통적으로 과학에 근거한(science-base)산업이지만, 대부분의 경우 기술 발명적 활동보다는 기술 혁신적 활동에 보다 중점을 두었다. 이것은 일반적으로 기술 혁신



과정상에 있어서 설계, 생산 그리고 마케팅이 매우 밀접하게 관련되어 있기 때문이다. 그러나 최근의 반도체 산업은 과학과 더불어 기술에 근거한(technology-based) 면모를 동시에 공유하고 있다.

여섯째, 인터뷰 대상이나 기업 단위 분석의 대표성 문제이다. 그러나 제2장에서 언급되었다시피, 반도체 산업의 집중도는 세계적으로 상당히 높으며 대부분의 인터뷰 대상자들이 반도체 산업에 대하여 비교적 오랜 경험과 지식을 축적하고 있어서, 대표적인 기업에 대한 분석과 전문가들의 의견종합으로 반도체 산업에 대한 설명과 분석은 비교적 충분할 것으로 예상된다.

## 제2장 반도체 산업의 동태적 분석

“현대산업의 쌀” 혹은 “정보사회의 요체(building blocks)”라고 불리워지는 반도체의 응용분야는 매우 다양하다. 반도체는 소위 첨단산업발전의 기수로서, 가정용 전자제품으로부터 우주, 통신에 이르는 거의 모든 제조업분야에 있어 생산성증가(increase in manufacturing productivity)의 주된 원동력이 되고 있다. 새로운 제품이나, 공정의 개발에 있어서, 반도체는 새로운 기술의 전달모체(a transmission center for the diffusion of new technology)로서의 중추적인 역할을 하고 있다.

반도체 산업에 있어서 두드러진 변화는 2가지로 보여 진다. 하나는 기술적인 측면에서 반도체의 기술진보가 매우 빠르고, 반도체 응용이 급속히 확산되어 왔다는 것이며, 다른 하나는 반도체의 수요와 공급의 측면에서 미국과 유럽의 점진적인 쇠퇴와 일본과 한국을 위시한 소위 신생공업국가의 대두이다.

본 장에서는 반도체 산업에 대한 지난 30여년간의 변화를 시장구조 측면에서 살펴 보고자 한다.

### 제1절 반도체 : 현대산업발전의 요체

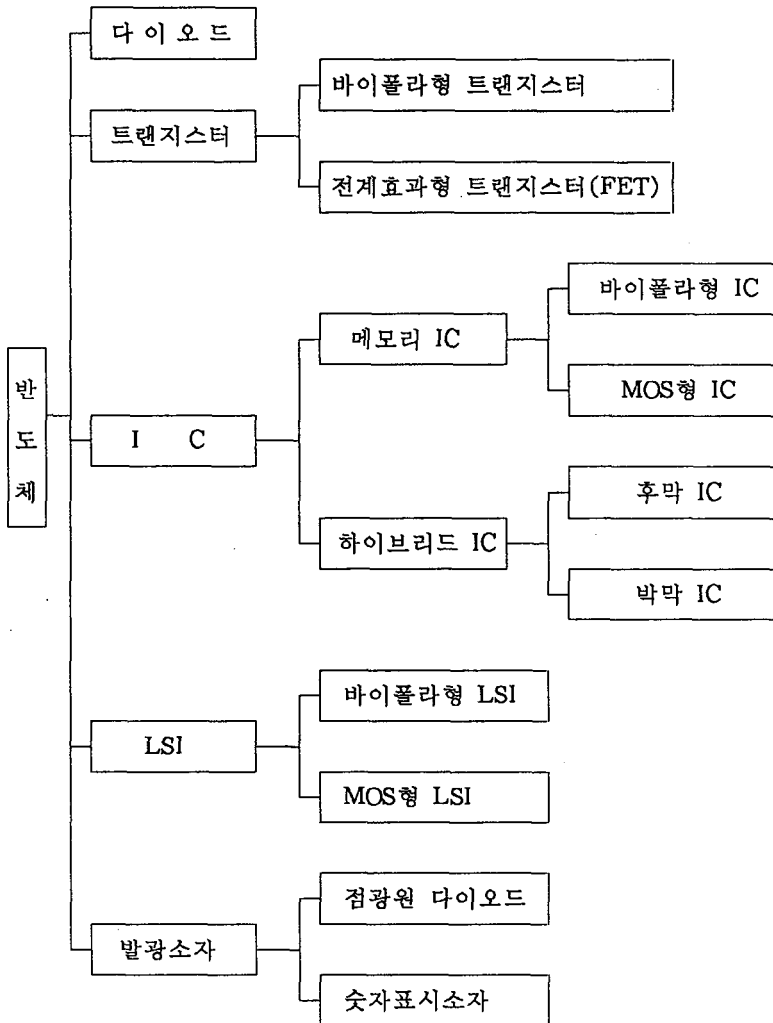
#### 1. 반도체의 성격 및 분류

반도체란, 지구상에 존재하는 흔한 물질인 모래, 물 그리고 알

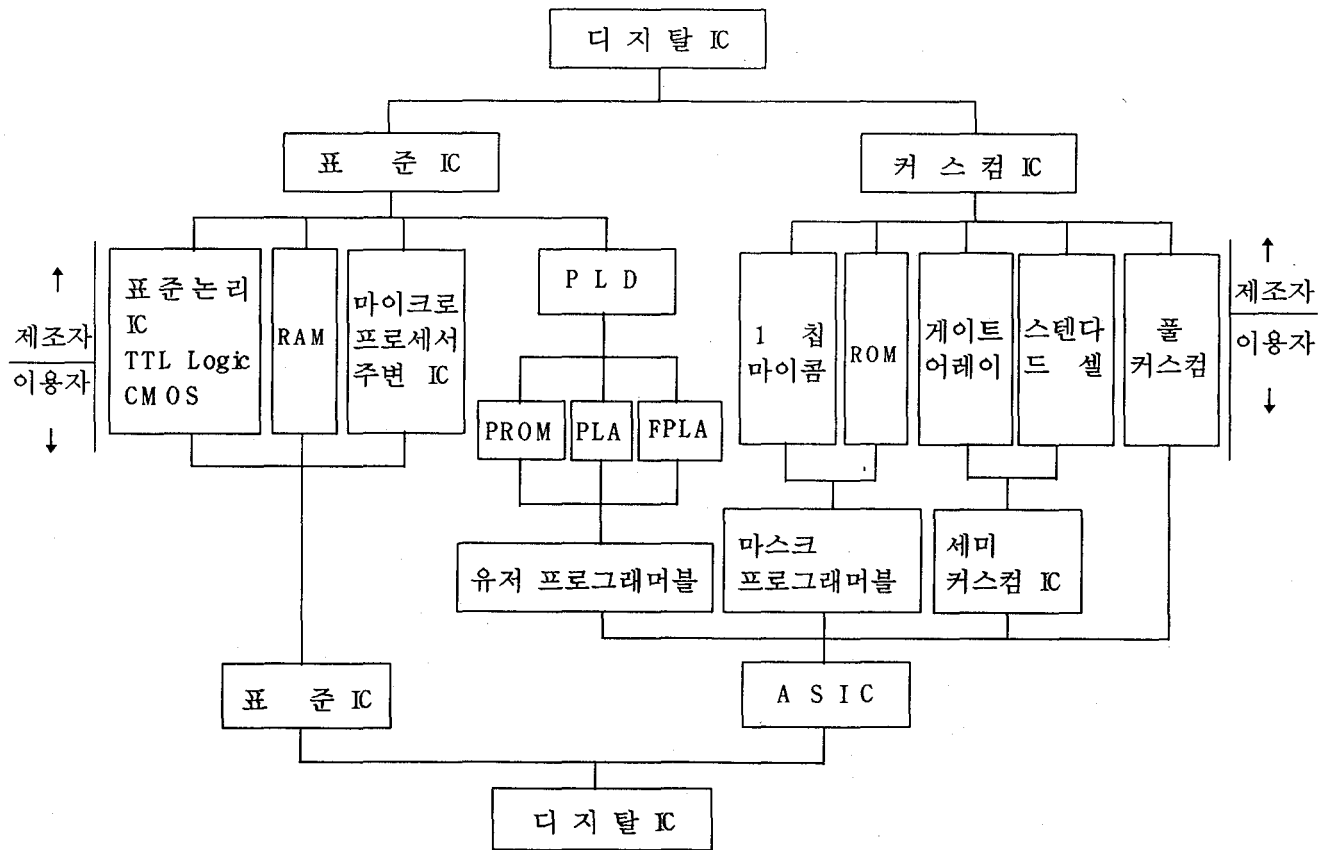
루미늄 등을 원재료로 하여 복잡한 제조공정을 거쳐 만들어지는 전자재료이다. 이렇게 만들어진 전자재료는 광적자극의 변화에 따라 전도성이 변화하는 특성을 가지며, 이러한 특성들이 요구되는 전자기기의 부품으로 사용되어 진다. 일반적으로 반도체 소재의 대표적인 물질로서는 실리콘, 게르마늄, 세렌 등 화학주기표상의 제4족 원소와, 유화 카드뮴 등의 제Ⅱ-5족, 갈륨비소 등의 제Ⅲ-5족 화합물이며, 현재는 실리콘이 가장 많이 사용되고 있으나, 갈륨비소가 최근에 들어 많이 사용되고 있다.

반도체는 그 구조와 용도에 따라 집적회로(integrated circuit), 개별 반도체(discrete devices), 그리고 혼성집적회로(hybrid integrated circuit)로 나누어 지며, 기능상 기억형 반도체(memory devices, 이하 메모리 반도체라고 부름), 논리형 반도체(logic devices) 그리고, 선형 반도체(linear devices)로 나누어 진다. 현재 국내외적으로 기술개발 경쟁이 치열하고, 수요가 계속 증가하고 있는 분야는 메모리 반도체와 로직형 반도체 중 마이크로프로세서이다. 반도체에 대한 자세한 분류는 <그림 2-1>에 나타나 있다. <그림 2-2>는 반도체의 주종제품인 디지털 반도체(digital IC)의 자세한 종류를 보여 주고 있다.

<그림 2-1> 반도체의 분류



<그림 2-2> 디지털 IC의 분류



## 2. 반도체 제조상의 기술적 제여건

반도체는 지구상의 아주 흔한 물질로부터 만들어지나 그 제조에 있어서는 250개 이상의 매우 복잡한 과정을 거치며 많은 고도의 기술이 요구된다.

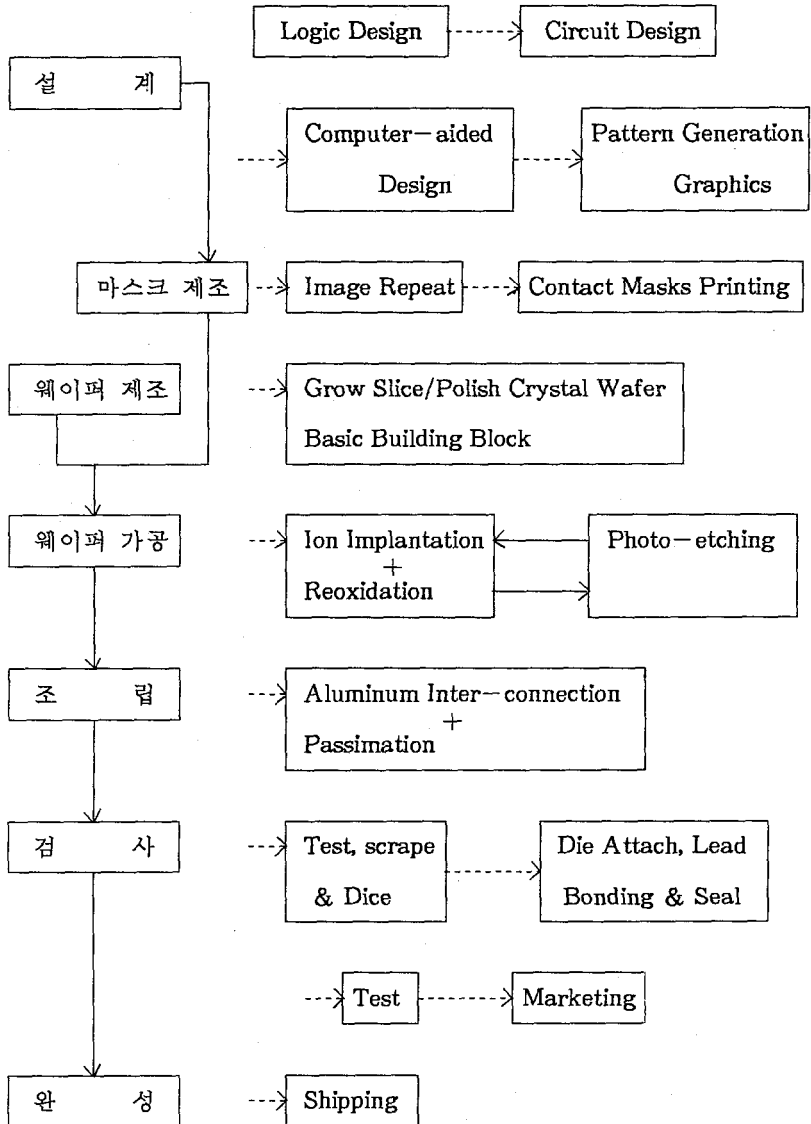
<그림 2-3>에 나타나 있는 바와 같이, 반도체 생산에 필요한 일반적인 기술적 사항은 반도체 재료기술, 설계기술, 마스크(mask) 제조기술, 웨이퍼(wafer) 가공기술, 조립기술, 그리고 시험 및 검사기술을 들 수 있다. 이러한 기술적 요인은 일반적으로 제품기술(product technology)과 공정기술(process technology)로 나누어 볼 수 있는데, 재료기술과 설계기술은 전자에 속하며, 나머지 기술들은 후자에 속한다. 특히 반도체 공정기술은 소위 학습효과(learning by doing)와 매우 밀접한 관계를 가지고 있으며, 반도체 산업의 경쟁력을 좌우하고 있는 생산수율(yield rate)에 증대한 영향을 미치고 있다.

그러나 1980년대에 들어 와서 급속한 기술발전에 따라 “경쟁력 있는 반도체”를 만들기 위한 기술적 요인은 많은 변화를 거듭하고 있다. 이것은 기본적으로 반도체의 전후방 효과가 매우 크며, 반도체 응용(chip application)의 확대에 따른 것이라고 보겠다. 경쟁력 있는 반도체를 생산하기 위하여는 첫째, 시스템 수준에서의 디자인 능력(systemization), 둘째, 회로설계능력(circuit design), 셋째, 문장 기술(device technology), 넷째, 제조 기술(process technology), 다섯째, 포장(packaging)에 관련된 조립 기술(assembly technology) 등이 요구된다. 또한 위의 기술들을 지원하기 위한 기술로서는 컴퓨터 이용 디자인 기술(CAD technology), 모사 기술(simulation technology), 그리고 시험 기술(testing technology) 등이다.<sup>1)</sup>

---

1) 산업제와의 인터뷰

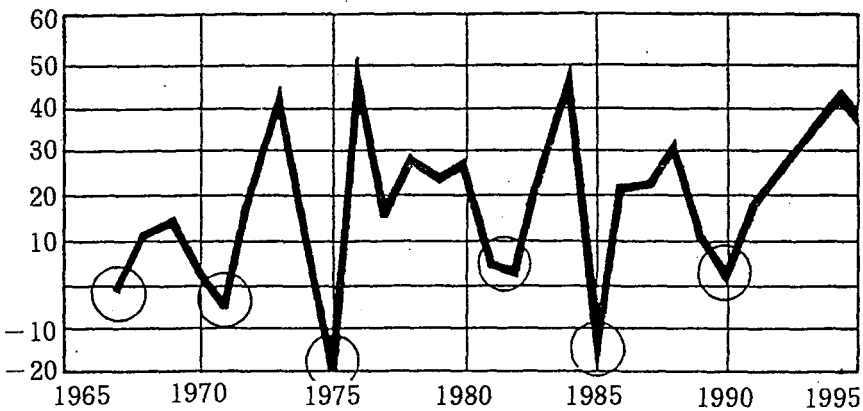
<그림 2-3> 반도체 집적회로의 제조공정



### 3. 반도체 산업의 특징

전술하였다시피, 반도체 산업은 산업구조의 기술고도화를 선도하는 기간산업이며 소위 실리콘주기(silicon cycle)라고 하는 호황과 불황을 주기적으로 경험하는 산업이라는 특징 이외에도 몇가지의 특징을 가지고 있다.

<그림 2-4> 반도체산업의 경기순환적 주기



첫째, 기술집약산업이며 장치산업이다. <그림 2-3>에서 알 수 있다시피, 반도체 제조는 물리, 화학, 재료 등 기초과학으로부터 현재 250여개 이상의 설계 → 공정 → 생산의 복잡한 과정을 요구하는 기술집약적, 지식집약적 산업이다. 더우기 반도체 산업이 VLSI시대에 진입하게 됨에 따라 요구되는 기술의 수준이 급격히 상승하기 때문에 연구개발투자가 매우 높아지고 있다. <표 2-1>에서 보는 바와 같이 반도체 제조업체의 매출액 대비 연구



투자 비율은 10%를 상회하고 있다. 또한 요구기술의 고도화에 따라 이를 충족시켜줄 기계 및 장치의 고도화가 병행되어야 하기 때문에 반도체 제조의 각 공정이 복잡다기하고 고정밀성이 요구되며, 집적도 향상을 위한 설비전환에 막대한 투자가 요구되어 장치산업화하고 있다. 뿐만 아니라 고집적도하에서 생산수율을 높이기 위하여는 거의 모든 공정이 자동화되는 것을 요구하고 있다. 전문가와의 인터뷰에 의하면 4M Dram의 경우 350백만불, 64M Dram의 경우 750백만불의 생산설비 투자액이 소요될 것으로 추정하고 있다.

<표 2-1> 반도체기업의 매출액 대비 연구투자비율(1989년)

(단위 : %)

일 본	미 국	한 국*			
NEC	Motorola	삼성	현대	금성	평균
14	9.5	11.8	11.1	33.8	13.0

주 : 우리나라 반도체 산업의 연구투자비율을 선진기술국과 비교하는 경우에는 주의를 요한다. 우리나라의 연구개발 투자비에는 기술료가 포함되어 있어서 실제적인 매출액 대비 연구개발투자율은 명목적인 숫자보다 매우 낮다.

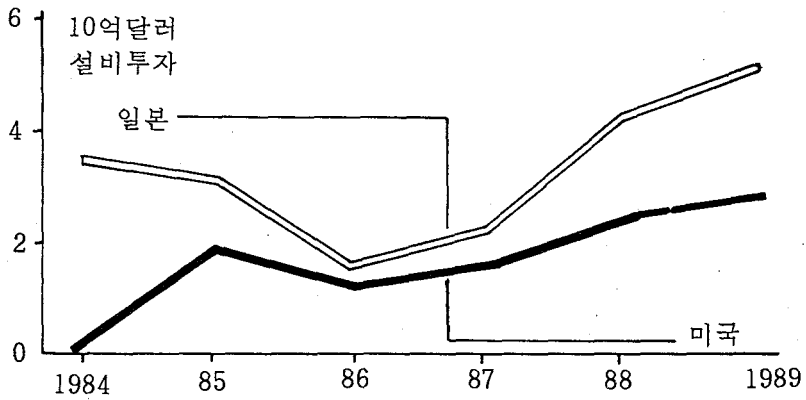
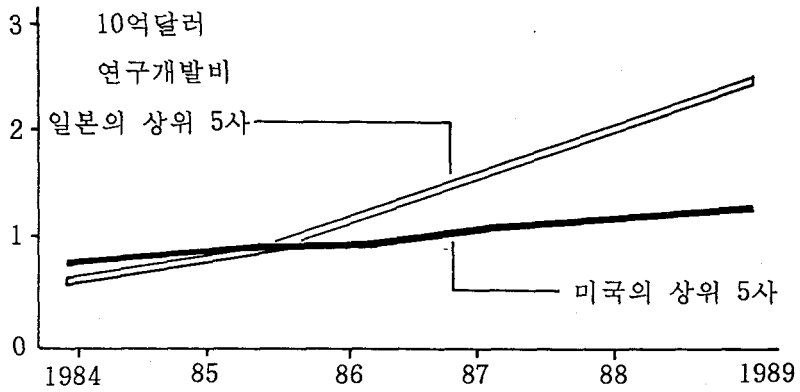
자료 : 상공부, 반도체산업 발전방향, 1990년 7월

<표 2-2> 각 세대 Dram 양산에 소요되는 기계설비의 변화

	256K Dram (C-MOS)	1M Dram	4M Dram
Stepper	20대	30대	40대
Ion-implanter	10대	20대	30대
Sputter	5대	10대	15대
Etcher	10대	20대	40대
C V D	7대	10대	20대
Duffusion Furnace	15대	20대	20대
Resister	7-8대	15대	30대
Dicer	3대	3대	3대
Mounter	8대	8대	8대
Bonder	15대	15대	20대
총 투 자 액	250억 ¥	450억 ¥	600억 ¥

자료 : 노무라종합연구소, 출처미상 자료에서 재인용

<그림 2-5> 반도체산업의 연구개발비와 설비투자비의  
증가추세



자료 : Dataquest, 출처미상의 자료에서 재인용

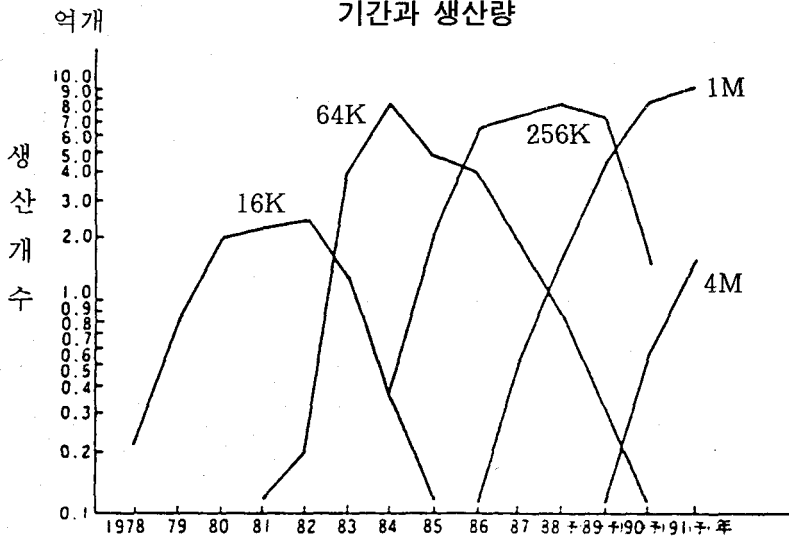
**<그림 2-6> 반도체산업에 있어서 K시대와 M시대의  
기술적 차이**

	K 시 대		M 시 대
이미지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미크론</li> <li>• 평면구조(2차원)</li> <li>• 양산증시</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서브, 미크론</li> <li>• 입체구조(3차원)</li> <li>• 가격증시</li> </ul>
년 대	1980	현재	1990 2000
회로선폭	미크론 단위		미크론 이하
구 조	평면		입 체
노광장치	프로젝션 1/10 스테퍼		1/5 스테퍼
위 치	웨이퍼 레벨		칩레벨
형 식	N-MOS P-MOS		C-MOS bic-MOS
공 정 수	100-150		300 이상

자료 : 노무라종합연구소, 출처미상 자료에서 재인용

둘째, 반도체 산업은 기술혁신 속도가 빠르고 제품주기가 매우 짧은 산업이다. 반도체 산업은 약 5~10년 주기로 각 분야에서 새로운 기술이 나타나고 있으며, 특히 주종제품인 메모리 반도체의 경우에는 <그림 2-6>에서 보는 바와 같이 2~3년마다 집적도가 거의 4배로 증가하고 있다. 또한 제품 주기상의 가격차이가 매우 심하고, 제품의 주기가 짧아 개발초기에 양산체제에 진입하여야 경제성을 확보할 수 있다. 또한 반도체 생산단가는 누적생산량이 2배가 되면 약 30% 하락이므로 단기간에 양산체제를 확립하지 못하면 가격경쟁과 시장점유율 제고를 기대할 수 없는 경우가 대부분이다. 앞으로 반도체 산업의 기술개발 경쟁은 더욱 치열할 것으로 예상되어 기술 및 제품의 주기는 보다 단축될 전망이다.

<그림 2-7> Dram 각 세대에 있어서 양산개시에 소요되는  
기간과 생산량

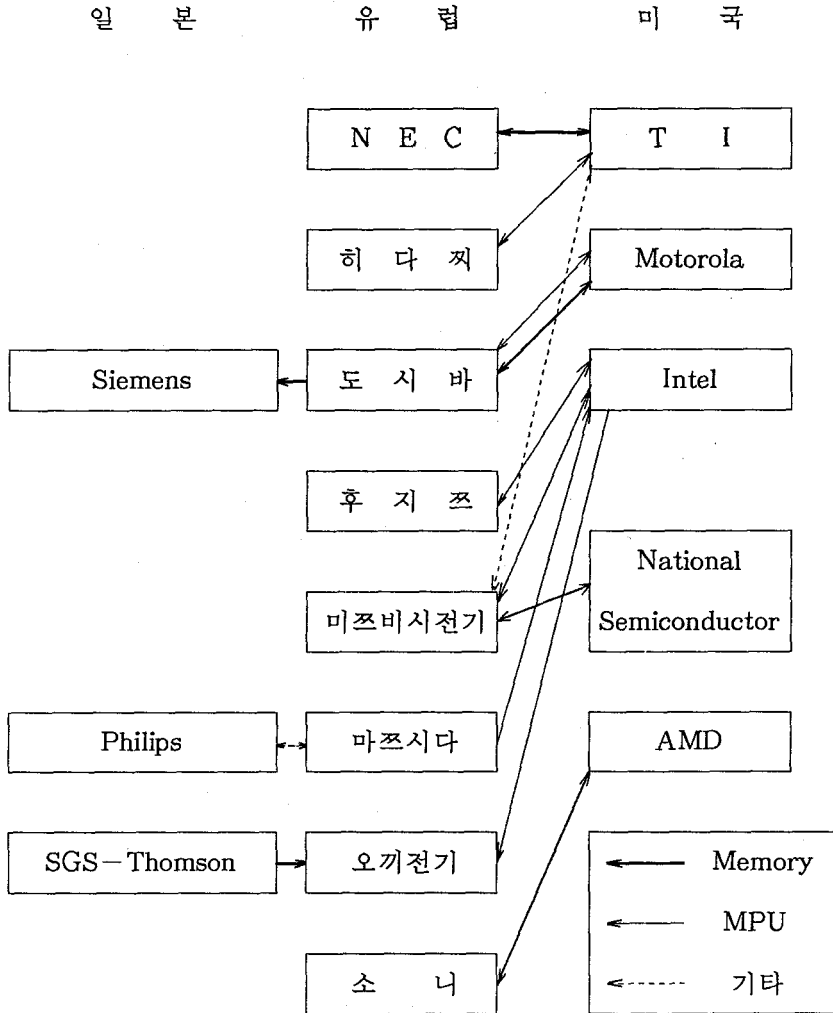


주 : 양산은 월생산량이 100만개 이상일 때를 의미

자료 : 노무라종합연구소, 출처미상 자료에서 재인용.

셋째, 반도체 산업은 국제적 생산 및 기술의 연계가 높으면 집중도가 높은 산업이다. 연구개발의 소요비용, 위험도가 높아지고, 시장진출에 따른 비용과 노력이 과다하게 요구됨에 따라 반도체 기업간의 생산과 기술부문에 있어 연계가 점점 높아지고 있다. 따라서 미국기업에서의 반도체설계, 일본기업에서의 Wafer 가공, 그리고 유럽기업에서의 판매 등의 기능분화적 연계가 늘어나고 있는 경향을 보이고 있다. 한편, 경쟁의 첨예화에 따라 기술적·경제적 능력이 부족하게 되는 기업들은 반도체 사업 자체를 포기하게 되는 경향을 띠게 됨에 따라 특히 Dram시장에서의 과점화가 진행되어 왔다.

<그림 2-8> 반도체 산업의 기업간 전략적 연계



자료 : Dataquest, 출처미상의 자료에서 재인용.

## 제2절 반도체 산업의 시장구조

### 1. 반도체의 수요·공급 및 무역

현재 세계 반도체 시장의 규모는 약 500억달러를 넘고 있다. 반도체의 세계 수요는 1960년대 25%, 1970년대 14%, 그리고 1980년대에는 약 17%의 연평균 성장율을 보이므로써 지난 30년간 제조업중 가장 빠른 성장을 하여 왔다. 세계적으로 불황기였던 1985년의 마이너스성장을 제외한다면, 1980년대 반도체 수요증가율은 약 20%에 달한다.

<표 2-3> 세계 반도체시장의 수요 추이

(단위 : %, 억달러)

연도 지역	1979	1983	1985	1987	1989
북 미	41	44	38	32	31
일 본	25	31	35	39	39
유 럽	27	19	21	19	18
기 타	7	6	6	10	12
세계전체	\$ 111	\$ 197	\$ 215	\$ 320	\$ 489

자료 : World Semiconductor Trade Statistics, 1989 Autumn  
Montreal Forecast에 의거 작성.

반도체 수요에 있어 주목할 점은 세계 반도체 수요의 약 90%가 OECD 국가에 편중되어 있으며, 최근들어 비OECD 국가인 한국, 대만, 싱가포르, 홍콩 등에서의 수요가 급증하고 있다는 것이다. 반도체에 대한 지역별 수요를 살펴 보면, 미국을 주도하는 북미시



장이 1983년의 44%를 정점으로 하여 계속 하향추세에 있는 반면, 일본이 반도체 최대 수요국으로서 급상하고 있다. 또한 아시아의 신생공업국에서의 반도체 수요가 꾸준히 증가하고 있으며, 유럽시장에서의 수요는 1980년대에 들어와 세계 전체 수요의 1/5 수준에서 정체되어 있다.

반도체의 지역별 생산추이를 살펴 보면, 1978년의 경우 미국이 세계 생산의 55%를 차지하였으나, 1988년에는 일본이 세계 생산의 51%를 차지함으로써 반도체 최대 생산국으로 대두하게 되었다. 자체 수요형 반도체 업체(captive chipmaker)를 제외한다면, 미국과 일본의 반도체 생산에 있어서의 종주국으로서의 역전은 이미 1986년부터 시작되었다. 유럽의 경우는 1978년 세계 생산의 16%를 차지하였으나 계속적으로 그 비중이 감소하여 1988년에는 세계 생산의 10%를 차지하고 있을 뿐이다. 반도체 생산에 있어 또 하나의 두드러진 현상은 한국, 말레이시아, 싱가포르를 중심으로 한 신생공업국의 출현이다. 반도체 단순조립으로부터 시작한 이들 국가의 반도체 산업은 1980년대에 들어와 급속한 성장을 보임으로써(1982~88 기간중 연평균 17~18%의 생산증가), 세계 반도체 시장에서의 자리를 점점 확고히 굳혀가고 있다.

<표 2-4> 세계 반도체생산의 지역별 변화 추이

(단위 : %)

연 도	1970	1978	1985	1987	1989
미 국	57	55	45	39	35
일 본	16	29	42	48	51
유 럽	27	16	12	11	10
아 시 아	0	0	1	2	4

자료 : World Semiconductor Trade Statistics, 1989 Autumn  
Montreal Forecast에 의거 작성.

세계 반도체 시장의 수출입구조를 살펴 보면 <표 2-5>와 같다. 1988년 기준으로 반도체의 수출입에서 미국의 경우 1,140백만 달러의 적자를 기록하고 있는 반면, 일본의 경우는 대조적으로 4,800백만달러의 무역흑자를 기록하고 있다. 특히 여기서 두드러진 현상은 일본의 낮은 수입의존율(14%)과 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 캐나다 등에서의 높은 반도체 수입율과 수출율이다. 이것은 일본과 미국을 제외한 국가에서는 국내 소비용 반도체는 수입에 많이 의존하는 한편, 국내 생산의 반도체는 거의 수출을 하는 특이한 수급구조를 가지고 있음을 시사해 주고 있는 것이라고 하겠다.

<표 2-5> OECD 국가의 반도체 수출입(1988년)

	국제수지(백만 \$)	수입율(%)*	수출율(%)**
미 국	-1,140	32	28
일 본	4,800	14	34
영 국	-375	83	77
독 일	-94	82	80
프랑스	-24	70	70
이태리	-290	87	82
캐나다	-330	97	75
호 주	-30	83	19

주 : \*수입/전체소비

\*\*수출/전체생산

자료 : OECD/DSTI Working paper, 저자미상, p.11에서 인용.

## 2. 반도체 제품구조와 전문화

세계 반도체 시장에서의 제품구조(product mix)를 살펴 보면, 집적회로(IC)가 전체의 약 80%를 차지하고 있으며, 개별소자가 약 20%정도를 점유하고 있다. IC가 전체 반도체에서 차지하는 비율은 당분간 점점 더 증가할 것으로 보인다.

IC의 구조를 살펴 보면, <표 2-6>에 나타나 있는 바와 같이 ASIC, 마이크로프로세서 등을 포함하는 논리형 반도체와 Dram을 포함하는 메모리가 IC 전체의 각각 30%, 29%를 차지함으로써 주종품목을 이룬다. 특히 메모리의 증가율은 매우 높아 1987~88년간 109%, 1988~89년간 32%을 나타내었다. 전문가들의 예측에 의하면 이 두가지 품목은 계속적으로 성장할 것으로 판단하고 있으며, 특히 주문형태의 논리형 반도체의 성장은 괄목할만 하다고 예견하고 있다.(1988년 중 비율은 전체 반도체의 약 17%)

<표 2-6> 제품별 반도체 시장 구조(1989년)

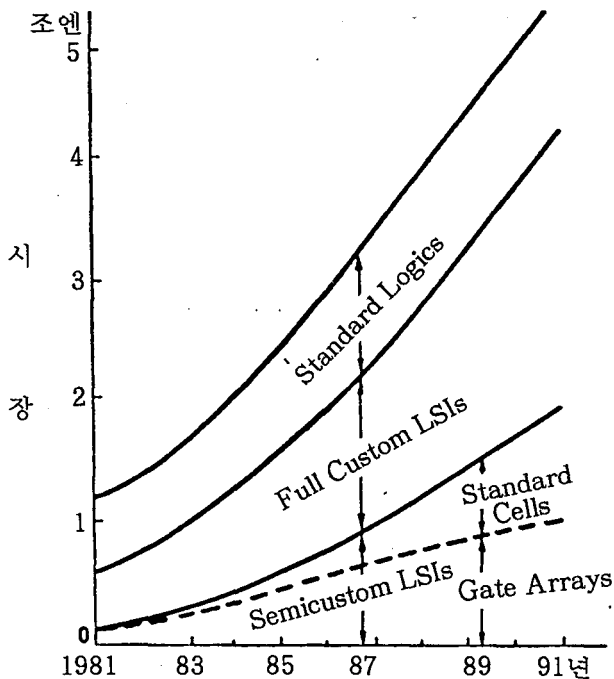
반도체 형태	판매액	비율	전년대비증가율
반도체 전체	48,763	100.0	8.4
I C	39,888	81.8	11.1
MOS Logic	14,589	29.9	12.2
MOS Memory	14,277	29.3	30.8
Bipolar Digital	4,083	8.4	-14.1
Analog	6,939	14.2	-4.0
Discrete Devices	8,875	18.2	-2.6

자료 : World Semiconductor Trade Statistics, 1990년 4월에서 인용.

최근에 있어서 반도체제품의 발전경향을 살펴보면, 첫째, IC에서 주된 발전분야는 디지털(digital)분야이다. 디지털IC는 컴퓨터 산업에서 많이 사용될 뿐만 아니라, 새로운 제품의 확대에 따라 그 사용이 증가일로에 있으며, 또한 기존 아날로그(analog)제품의 디지털화에 따라 넓게 응용되고 있다.

둘째, 디지털 IC중에서도 MOS 기술이 가장 넓게 사용되고 있다. MOS IC는 고집적 기억소자와 마이크로프로세서의 제조에 사

<그림 2-9> 반도체시장의 제품수요 동향



자료 : World Semiconductor Trade Statistics, 1989 Autumn  
Montreal Forecast에 의거 작성.

용되는 기술로 이 중에서도 CMOS는 낮은 에너지의 소모로 인하여 고집적 회로기술과 결합되어 고집적 회로의 대표적 제품으로 대두되었다. 한편, 바이폴라의 경우는 빠른 처리속도의 장점으로 인하여 특수분야에 주로 응용되고 있다.

세째, 가장 급속한 기술변화가 이루어진 분야로는 메모리 반도체와 마이크로프로세서 분야를 들 수 있다. 메모리의 발전은 제조기술의 급속한 발전에 의해 가능한 반면 마이크로프로세서의 경우는 시스템 노우하우(system know-how)와 소프트웨어의 능력에 주로 의존하여 발전해 왔다.

네째, 이미 이용되고 있는 PROM과 마이크로프로세서 이외에도 주문형 IC의 중요성이 부각되고 있다. 게이트어레이(gate-array)는 점점 그 응용분야를 넓혀가고 있으며, 완전주문형 IC의 경우는 그 중요성이 점점 높아지고 있다.

지역별 반도체 제품의 생산구조를 통하여 지역별 반도체 생산의 전문화 정도를 살펴 볼 수 있다. <표 2-7>에 나타나 있는 바와 같이 1988년을 기준으로, 미국의 경우는 세계 Dram 생산의 15%만을 차지하고 있는 반면, 기타 기억형 반도체 58%, 마이크로프로세서 70%, 그리고 주문형 반도체의 55%를 생산함으로써 비메모리분야 중심의 전문화가 이루어지고 있는 것을 알 수 있다. 일본의 경우를 살펴 보면 Dram의 생산이 세계 생산의 72%를 차지하여 이 분야에서의 제품전문화를 나타내고 있음을 알 수 있다. 그 다음이 주문형 반도체로 35%의 점유율을 나타내고 있으며, 기타 기억형 반도체가 32%, 마이크로프로세서가 18% 순으로 생산전문화가 이루어져 있다. 한편, 유럽의 경우는 마이크로프로세서와 주문형 반도체가 각각 9%로서, 이 분야에 전문화가 이루어져 있으며, 아시아의 신흥공업국의 경우는 Dram이 가장 높은 비율인 80%로 이 분야가 생산전문화를 나타내고 있다.

<표 2-7> 지역별 반도체 생산구조(1988년)

(단위 : %)

	미 국	일 본	유 럽	NICs
Dram	15	72	5	8
기타메모리반도체	58	32	7	3
마이크로프로세서	70	18	9	3
주분형반도체	55	35	9	1

주 : merchant chipmaker의 생산만을 포함.

자료 : World Semiconductor Trade Statistics, 1989 Autumn  
Montreal Forecast에 의거 작성.

반도체는 최종제품을 생산하기 위한 중간부품의 역할을 하며, 따라서 반도체 수요는 각종 전자관련 제품의 수요와 정(+ )의 상관관계를 갖는다. 반도체의 최종수요(end-use)는 크게 소비자 부문, 산업 부문 그리고 정부/군수부문으로 나뉘어 진다. 주지하다시피, 반도체의 수요구조는 국가에 따라 다르며, 이런 특이한 수요구조는 반도체 산업의 경쟁력과 전문화에 대단히 중요한 영향을 주게 된다. 미국의 경우 1988년을 보면 컴퓨터 분야가 47.3%를 차지하여 가장 높은 비율을 보이고 있고 산업용기기가 15.5%, 통신기기가 1.9%, 정부부문이 11.4% 그리고 자동차가 7.9%, 가정용 전자제품이 5.9% 순으로 이루어져 있다. 일본의 경우도 가장 높은 반도체 수요부문은 미국과 마찬가지로 컴퓨터 분야로 36.8%이나, 가정용 전자제품이 34.7%를 차지하고 있어 미국과 큰 차이를 보인다. 한편, 산업용기기가 13.6%, 통신기기가 11.2%를 차지하고 있으며, 자동차 및 정부/군수분야가 각각 3.5%, 0.2%를 차지하고 있다. 유럽의 경우도 컴퓨터가 27.4%로 가장 높은 비율을 보이고 있으며 그 다음이 소비자 전자제품으로 21.6%, 통신기

기가 20.4%, 산업용기기가 18.0%, 자동차가 6.9%, 정부/군수분야가 5.8%로 나타나고 있다. 유럽의 경우, 타지역에 비해 통신기기용 반도체의 비중이 높은 것이 특징이다. 한편, 아시아를 비롯한 기타 국가에서는 가정용 전자제품 용도가 39.9%로 가장 높고 컴퓨터 34.4%, 통신기기 11.4%, 산업용기기 9.1%, 자동차 3.2%, 그리고 정부/군사부분이 2.0%로 나타나고 있다.

<표 2-8> 분야별 반도체 수요구조(1988년)

(단위 : %)

	미 국	일 본	유 럽	아시아	세계전체
컴퓨터	47.3	36.8	27.4	34.4	40
가정용제품	5.9	34.7	21.6	39.9	20
통신장비	1.9	11.2	20.4	11.4	15
산업기기	15.5	13.6	18.0	9.1	12
수송장비	7.9	3.5	6.9	3.2	5
군사용	11.4	0.2	5.8	2.0	8

자료 : OECD/DSTI Working paper, 저자미상, p.11에서 인용.

### 3. 반도체의 공급구조

세계 반도체 산업은 전술하였다시피 전체 생산의 약 55%가 상위 10개 기업에 의해 공급되는 상당히 집중된 산업구조를 갖고 있다. 1988년의 경우, 10개의 일본기업과 7개의 미국기업 그리고 3개의 유럽기업이 세계 반도체의 75%를 차지하는 등 생산의 집중현상이 두드러지게 나타나고 있다.

<표 2-9> Dram시장의 과점화 진행 추세

(단위 : %, 기업)

1978년		1982년		1985년		1988년	
16K Dram		64K Dram		256K Dram		1M Dram	
Mostek	24%	Hitachi	16%	Hitachi	25%	Toshiba	33%
NEC	16	NEC	16	NEC	30	Hitachi	20
TI	13	TI	11	Fujitsu	20	Matsushita	18
Hitachi	10	Fujitsu	11	Toshiba	8	NEC	15
Fujitsu	9	Mostek	10	Matsushita	6	기 타	14
Motorola	7	Mitsubishi	9	Oki	4		
Toshiba	5	Motorola	8	기 타	7		
Intel	5	Oki	6				
National	3	기 타	13				
Fairchild	3						
기 타	5						
미국기업	12	미국기업	5	미국기업	3	미국기업	2
일본기업	6	일본기업	18	일본기업	11	일본기업	7

자료 : World Semiconductor Trade Statistics, 1989 Autumn  
Montreal Forecast에 의거 작성.

1988년의 세계 반도체 산업의 공급구조를 지역별로 살펴 보면 다음과 같다. 먼저 미국의 경우 반도체 산업구조가 다양한 생산업체로 구성된 특징을 갖고 있다. IBM과 같이 자체 소비용 반도체만을 위해 생산하는 기업(captive chipmaker)으로부터 Intel이나 National Semiconductor와 같이 판매전문 생산자(merchant chip-maker)에 이르기까지 다양한 기업군이 존재한다. 이들 각 기업군



의 생산비율을 살펴 보면, 전체 생산의 15%는 IBM과 같은 수직적으로 통합된 자체 소비용 제조업 공급자인 대기업에 의해 생산되고, 27% 정도가 판매와 자체소비 양자에 참여하지만, 주로 자체 소비용으로 반도체를 공급하는 다양한 전자, 항공우주 분야의 기업에 의해 생산되며, 24% 정도는 Motorola와 Texas Instruments와 같이 대부분을 판매를 위해 반도체를 생산하는 다양한 전자업체에 의해 공급되며, 20%는 Intel과 National Semiconductor와 같이 다양한 반도체 제품을 생산-공급하는 판매전문 반도체업체에 의해 생산되며, 나머지 14% 정도는 전문화된 제품만을 생산하고 있는 소규모의 판매전문 업체에 의해 생산되고 있다.

일본의 반도체 산업을 살펴 보면, 자체소비와 판매를 겸하고 있는 기업이 약간 있으나 대부분은 판매전문으로 반도체를 생산하는 대규모의 전자업체로 구성되어 있다. NEC, Toshiba와 Hitachi 등의 상위 10개 일본기업들은 기업의 총매출액중 반도체의 판매액 구성비가 약 25% 미만으로 구성된 수직적으로 통합된 전자업체이다. 그러나 이중 상위 5개 기업은 일본 전체 반도체 생산의 60% 정도, 그리고 집적회로 생산의 경우는 75%를 차지함으로써 일본의 반도체 산업은 대단히 집중된 구조를 나타내고 있다.

유럽의 반도체산업의 경우는 Philips, Siemens, SGS-Tomson과 Telefunken 같은 기업들이 유럽반도체 생산의 80% 이상을 공급하고 있으며, 아울러 특수용도의 반도체 시장에서 중요한 위치를 차지하고 있는 영국의 INMOS와 Plessey 같은 기업들이 소수 존재하여 반도체를 공급하고 있다.

한편, 신흥공업국가군(NIES)에서의 반도체 생산은 우리나라와 대만의 대기업들이 공급을 주도하는 실정이다. <표 2-10>은 세계 반도체 산업을 구성하고 있는 주요 생산기업의 판매액과 시장점유율을 나타낸다.

<표 2-10> 주요 반도체 기업의 생산활동(1988년)

(단위 : 백만불, %)

순위	기 업	국적	추정판매액	세계시장점유율
1	N E C	일본	4,543	8.1
2	I B M	미국	4,400	7.9
3	Toshiba	일본	4,395	7.8
4	Hitachi	일본	3,506	6.3
5	Motorola	미국	3,035	5.4
6	T I	미국	2,741	4.9
7	Fujitsu	일본	2,607	4.2
8	Intel	미국	2,350	4.1
9	Mitsubishi	일본	2,312	4.1
10	Matsushita	일본	1,883	3.4
11	Philips	화란	1,738	3.1
12	National	미국	1,650	2.9
13	SGS-Tomson	유럽합작	1,087	1.9
14	A M D	미국	1,084	1.9
15	Sanyo	일본	1,083	1.9
16	Sharp	일본	1,036	1.9
17	Sony	일본	950	1.7
18	Oki	일본	947	1.7
19	Samsung	한국	905	1.6
20	AT & T	미국	859	1.5
21	Siemens	독일	784	1.4

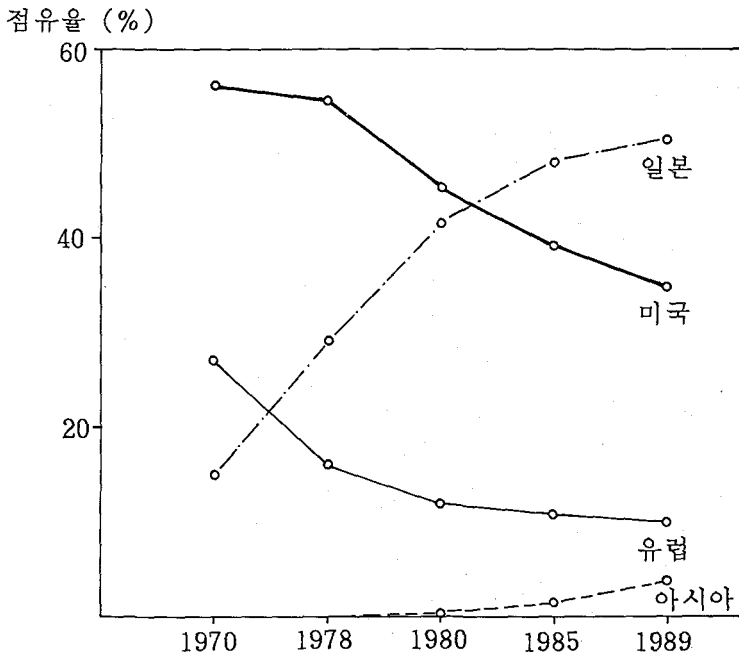
자료 : Dataquest, 1989년에서 인용.

### 제3절 반도체 산업의 경쟁력

#### 1. 국제경쟁력의 현주소

1980년대 세계 반도체 시장에서 나타난 두드러진 현상은 미국의 퇴보와 일본의 대두이다. 1970년대 IC 메모리가 최초로 상품화 되었을 때 일본의 점유율은 영(0)%이었으며, 미국의 생산업체들이 거의 대부분의 세계 반도체 시장을 지배하였다. 그러나 지난 10년간 미국 반도체 업계의 경쟁력은 점차적으로 약화되어 왔으며, 세계 반도체 시장에서의 지도자적 역할은 일본 반도체 업체들이 보유하게 되어가는 추세를 보이고 있다.

<그림 2-10> 세계 반도체 생산의 지역별 점유율 변화추이



자료 : World Semiconductor Trade Statistics, 1989 Autumn  
Montreal Forecast에 의거 작성.

세계 반도체 시장의 주종품목이라고 일컬어지고 있는 Dram 분야에 있어서 일본 반도체 업체들의 시장 점유율은 거의 80%에 다다르고 있다. 주지하다시피, 메모리 분야에서 기술·경제적 경쟁력 확보는 반도체 산업의 거의 모든 분야에 있어서 경쟁력 확보의 밑받침이 된다. Dram 반도체 산업에 있어서의 기술선도적 역할(technology driver)은 반도체 장비와 소재개발이 메모리 분야에서 대부분 최초로 개발·확산됨으로써 여타 반도체 분야의 장비 및 소재개발에 상당한 영향을 미치기 때문이다. <표 2-11>에서 보는 바와 같이 1970년대의 1K, 4K, 16K 및 64K Dram 분야에서의 미국의 우위가 1980년대의 256K 그리고 1M Dram 분야에서 일본의 우위로 옮겨 가는 것을 알 수 있다.

<표 2-11> 세계 10대 메모리 생산업체의 변천

1972	1975	1978	1981	1984	1987
1K Dram	4K Dram	16K Dram	64K Dram	256K Dram	1M Dram
TI	TI	TI	Motorola	Hitachi	Toshiba
Motorola	Fairchild	Motorola	TI	NEC	Hitachi
Fairchild	National	National	NEC	Fujitsu	Mitsubish
RCA	Intel	Intel	Hitachi	Toshiba	NEC
GE	Motorola	NEC	National	ATT Tech	Oki
National	Rockwell	Fairchild	Toshiba	Mitsubishi	Fujitsu
GI	GI	Hitachi	Intel	Oki	TI
Corning	RCA	Signetics	Philips	TCMC	Matsushita
Westinghouse	Signetics	Mostek	Fujitsu	TI	
AMD	AMD	Toshiba	Fairchild	Intel	

자료 : The Economist, "A Survey of Japanese Technology." 1989.  
12. 2에서 인용.

미국 반도체 업계의 기술 및 시장경쟁력의 상실은 반도체 산업에서 가장 크고 빠르게 성장하고 있는 MOS 분야에서도 나타난다. <표 2-12>에 나타나 있는 바와 같이, 세계 10대 MOS 생산업체에 들어 있는 미국기업이 1973년대에는 8개이었으나 1988년에는 3개 기업이 들어 있을 뿐이다. 한편 세계 최대의 반도체 기업도 1970년대에는 미국기업인 Texas Instruments이었으나 1980년대에 들어와서는 일본의 NEC에게 왕좌를 넘겨 주었다.

<표 2-12> 세계 10대 MOS 생산기업의 변천

(단위 : 백만불)

순위	1973		1978		1983		1988	
1	TI	65	Intel	283	NEC	786	NEC	3,114
2	AMI	56	Ti	238	Intel	720	Toshiba	2,546
3	Intel	41	NEC	183	Motorola	679	Intel	2,328
4	Rockwell	40	Motorola	143	Hitachi	638	Hitachi	1,885
5	Mostek	39	Hitachi	139	TI	572	Fujitsu	1,437
6	NEC	37	Mostek	125	Toshiba	458	Mitsubishi	1,399
7	Hitachi	35	National	95	Fujitsu	406	Motorola	1,399
8	RCA	35	Toshiba	88	Mostek	315	TI	1,271
9	National	21	AMD	71	National	280	Matsushita	882
10	Mil	20	AMI	71	Mitsubishi	247	Oki	841
Total Market		591	2,332		7,951		26,964	

자료 : 1973~1988년은 National Advisory Committee on Semiconductors(1989), p.11에서 인용.

미국 반도체 산업의 침체를 보여 주는 또 하나의 예는 반도체 장비분야에서의 시장경쟁력 상실이다. 최근, 미국의 주요 반도체 장비업체인 Material Research Corporation사가 일본 SONY사에 매수되었고, Perkin Elmer사도 반도체 리소그래피 사업을 처분할 계획에 있으며, 또한 반도체 재료의 주공급원이었던 Monsanto의 반도체 재료사업이 독일의 Huels사에 흡수된 것 등은 미국 반도체 산업의 기반이 흔들리고 있다는 것을 시사해 주는 것이라고 하겠다. <표 2-13>에서 보는 바와 같이 1970년대까지 세계 반도체 장비의 약 50%를 공급하였던 미국 반도체 장비업체의 시장 경쟁력 약화는 미국의 반도체 산업 뿐 아니라 이와 관련된 여러 산업에까지 막대한 영향을 미치고 있다. 부속자료 2는 미국의 주요 반도체 제조장치 및 재료의 해외 의존도를 보여 주고 있다.

<표 2-13> 세계 10대 반도체장비업체의 변천

(단위 : 백만불)

순위	1982		1988	
1	Perkin Elmer	162	Nikon	521
2	Varian	100	Tokyo Electron	508
3	Schlumberger	96	Advantest	385
4	Takeda Riken	84	Applied Materials	382
5	Applied Materials	84	General Signal	375
6	Eaton	80	Canon	290
7	Teradyne	79	Varian	211
8	Canon	78	Perkin Elmer	205
9	General Signal	77	Teradyne	190
10	Nikon	58	LTX	180

자료 : 1973~1988년은 National Advisory Committee on Semiconductors(1989), p.11에서 인용.

한편, 각국 기업의 지역별 반도체 시장 점유율을 살펴 보면, 1989년 경우 미국국적을 가진 기업은, 미국시장에서 약 65%를 차지하고 있고 일본시장의 10%, 유럽시장의 41%를 차지하고 있는 반면, 일본국적 기업의 경우는 미국시장의 24%, 일본시장의 89%, 유럽시장의 20%, 기타 시장의 41%를 차지하고 있어 일본 반도체기업의 높은 경쟁력을 말해 주고 있다. 유럽기업의 경우는, 미국시장의 6%와 유럽시장의 37%, 그리고 기타 지역에서 11%의 점유율을 가지고 있다.

<표 2-14> 각국 기업의 지역별 반도체 시장점유율(1989년)

(단위 : %)

	미국(캐나다포함)	일본	유럽	기타지역
미국기업(캐나다 포함)	66	10	41	32
일본기업	24	89	20	41
유럽기업	6	1	37	11
기타지역기업	4	0	2	16

자료 : Dataquest, 1990년에서 인용.

미국의 반도체 장비업체들이 현재까지도 기술적 우위를 확보하고 있음에도 불구하고 시장경쟁력을 확보하지 못하고 있는 이유는 제4장에서 자세히 언급될 것이나, 반도체 산업의 막대한 전후방효과를 고려하여 볼 때, 일본의 세계 반도체 시장에서의 지배는 다른 산업분야의 경쟁력에도 큰 영향을 미칠 것으로 보인다.

일본 반도체 기업의 세계 반도체 시장에서의 우위는 기술적인 측면에서도 나타난다. <표 2-15>에 나타나 있는 바와 같이 미국 국방성 조사에 의하면, 반도체 제조와 관련된 25개 분야의 기술군 중, 미국이 우위에 있는 기술분야는 5개인 반면, 일본이 우위에 있는 분야는 12개였다. 또 한가지 놀라운 사실은, 지난 30여

년간 반도체에 있어서 독보적인 기술적 우위를 누려온 미국의 기술력이 25개 기술분야 중 19개 분야에서 약화되어 가고 있으며, 오직 6개 분야에서 계속적인 우위력을 유지하고 있다는 것이다.

## 2. 소위 “반도체 전쟁”에 대하여

소위 “반도체 전쟁”이라고 불리워져 있는 주요 반도체 생산국간의 불협화음은, 기본적으로 “21세기로 향한 지정학적, 경제적인 면에서 우위를 결정할지도 모를 한 산업과 기술에 있어서 우위력을 확보하려고 하는 노력의 산물(a worldwide struggle for dominance of an industry and technology that may well determine the geopolitical and economic leadership of the twenty-first century)”로 표현된다. 이러한 국가간의 반도체 산업에 대한 경제심과 자부심의 배경은 지금까지 창의성을 바탕으로 한 미국의 기술적 우월감이 반도체 핵심분야에서 경쟁력을 발휘하지 못할 경우 기존의 기술·경제적 우위를 점하고 있는 통신, 컴퓨터, 의료기기 및 기타 산업전자기기분야에 있어서도 경쟁력을 잃어버릴 것이라는 우려에서 비롯된다.

<표 2-17>은 반도체와 관련한 국가간의 통상마찰을 요약하고 있다. 1977년 미국의 반도체업체가 반도체공업협회(Semiconductors Industries Association : SIA)을 설립하였으며, 반도체에 관한 미·일간 마찰의 시작은 SIA가 반일 캠페인을 전개하는 것으로부터 시작된다.

미국 반도체 수요에서 일본 반도체가 차지하는 비중이 높아지기 시작하자, 1983년 SIA는 일본의 반도체 산업정책에 대하여 비판적인 보고서를 발표하게 되었고, 이에 따라 제1회 미·일간 첨단기술협회가 개최되었다. 1984년에는 미국의 반도체 보호법이 발표되었고, 그 다음해는 미국과 일본이 동시에 반도체에 대한 관세를 철폐하였다.



<표 2-15> 미국과 일본의 기술력 비교

		일본우위	미·일동등	미국우위
실 리 콘 제 품	D-RAMs	←		
	S-RAMs	←		
	Eproms		0	
	Microprocessors			←
	Custom logic			←
	Bipolar	←		
비실리콘 제 품	Memory	←		
	Logic	←		
	Linear			0
	Opto-electronics	←		
	Hetero-structures	←		
재 료	Silicon	←		
	Gallium arsenide	←		
제조장치	Optical lithography		←	
	E-beam lithography			←
	X-ray lithography		←	
	Ion implantation			←
	Chemical Vapour Deposition		0	
	Deposition, Diffusion		0	
	Energy assisted processing	←		
	Assembly		0	
	Packaging	←		
	Test	←		
	CAE		0	
	CAM	←		

주 : ← 미국기술력의 쇠퇴, → 미국기술력의 유지

자료 : 미국방성, 반도체의 대외의존도(1987), Borrus(1988) pp. 24~25에서 재인용.

그러나 본격적인 미·일간의 반도체 전쟁은 1985년 6월 SIA가 일본의 반도체업계를 상대로 하여 통상법 제301조 위반으로 미무역위원회에 제소한 것과 동시에 Micron Technology사가 일본의 반도체 7개업체를 상대로 반덤핑위반혐의로 미상무성에 제소하면서 부터이다. 이에 따라 미·일간의 반도체에 대한 정부간 교섭이 시작되었고 1986년 9월 양국간에 반도체협정이 체결되었다. 이러한 통상마찰의 직접적인 원인은 1985년에 불어닥친 반도체시장의 불황으로 미국 반도체업체가 고용자 해고, 감산 및 영업손실 등의 비상국면에 다달았기 때문이었다.

미·일간의 반도체에 대한 불협화음이 나타난 배경을 아래 몇가지로 요약된다. 첫째, 일본 반도체 업체들은 2중가격제도(two-tier pricing)를 유지함으로써, 일본 국내시장 특히 정부수요부문에 서의 반도체 가격을 높게 책정하여 미국수출용 반도체에 대하여 생산가 이하의 가격을 유지할 수 있도록 실질적인 수출을 보조하였으며, 둘째, 일본 반도체 업체는 미국 시장에서의 점유율을 높이기 위하여 일본 국내용 반도체를 미국에서 수입하는 한편 자체 생산분의 미국 수출을 의도적으로 늘였으며, 셋째, 일본 정부가 반도체 연구개발에 있어 VLSI프로젝트 등의 지원을 통하여 각종 보조와 지원을 하였을 뿐만 아니라, 연구개발과 시설투자에 있어 특혜금융을 제공하였다는 것이다.

그러나, 미·일간의 반도체 전쟁은 기본적으로는 일본의 반도체 관련 통상정책에 대한 불만이 누적되었기 때문이며, 제1차 미·일 반도체협정에 의하면, 첫째, 일본 정부는 일본시장에 있어서 해외 반도체의 구입을 확대하도록 권장하며, 둘째, EPROM 및 256K 이상의 Dram에 대하여 일본기업체들은 미국 상무성에 제조원가에 대한 자료를 제출하고, 이에 따라 일본업체는 미국 상무성이 산정한 미국 시장에서의 판매가격 이상으로 수출·판매하며, 셋째,

Sram 등 6개 품목에 관하여는, 일본 통산성이 제3국을 포함한 수출을 감시하도록 하는 것으로 되어 있다.

그러나 재미있는 사실은, 미·일간의 제1차 반도체협정이 체결된 이후 미국 반도체시장에서의 일본기업의 시장점유율은 더욱 높아졌다는 것이다. 이것은 기본적으로 반도체제조와 관련한 기술 및 판매전략에 있어 일본 기업들이 미국 기업들에 비하여 우위에 있다는 것을 시사하고 있다. 어떻게 일본이 1980년대 이후에 세계 반도체시장을 지배하게 되었는가는 제4장에서 자세히 논의될 것이다.

1986년에 체결된 제1차 반도체 협정의 만료와 함께 1991년 미국과 일본은 새로운 반도체 협정에 조인을 할 예정이다. 1991년 제2차 협정의 조건은 일본 반도체 시장의 20%를 외국회사들에게 개방하도록 할 것과, 이와 함께 미국은 일본산 퍼스널 컴퓨터 수입에 부과된 100%의 덤핑관세를 폐지할 것을 포함하고 있다. 1, 2차 반도체 협정의 주된 차이점은 1991년 협정이 제3국의 반도체 덤핑에 대하여 미국-일본의 공동 대응을 불러 올 것이라는 점이다. 다시 말하면 이들은 세계 반도체 시장에서의 그들의 주도권에 도전하는 제3국을 묵인하지 않겠다는 것이다.

<표 2-16> SIA의 제소이유와 일본측의 반론

	SIA의 제소 이유	일본측 반론
시장의 폐쇄성	일본의 반도체시장은 일본 정부의 정책에 의해 구조적으로 폐쇄되어 있다. 일본은 폐쇄된 시장에서 안정된 수요를 기초로 설비투자의 확대를 꾀하여 저가격으로 수출공세를 취하고 있다.	반도체를 자유화한 1975년 이전은 육성책을 취하고 있었지만 지금은 하지 않고 있다. 미 통상법 301조에서 과거의 시책을 묻는 것은 취지에 어긋난다.
시 장 점유율	일본시장에서의 미국제품의 시장점유율은 현재 약 11%로 증가하고 있지 않다. 유럽시장에서는 외국제품의 시장점유율은 55%이다. 한편, 미국시장에서의 일본기업의 시장점유율은 5년간에 2배로 증가한 17%에 달하고 있어 불공평하다.	일본에 진출한 미국기업과 동남아시아 공장으로부터의 출하를 합하면, 일본시장에서의 미국제품의 시장점유율은 19.1%이다. 한편, 미국시장은 자체 소비용 시장을 포함하지 않고 있으며, 이를 포함할 경우 미국시장에서의 일본제품의 시장점유율은 9.5%이다. 이것은 일본시장에서의 미국기업의 시장점유율보다 적으며 문제가 없다.
덤 평	일본정부는 일본기업이 미국산 반도체의 사용율을 높이도록 권장해야 할 것이다. 또 코스트 플러스모델(원가+적정이익)을 정하고 미국시장에서의 덤핑을 감시해야 할 것이다.	정부가 조달의 목표를 정하는 것은 자유시장을 붕괴시킨다. 덤핑은 감시하지만, 제조원가는 민간기업의 영업비밀이며 또 기술혁신이 급격하므로 코스트 플러스모델을 만드는 것은 곤란하다.

<표 2-17> 반도체 관련 제소사례

	건 명	대상제품	제 소 자	법적근거	관할정부기관	피제소자	제소일
1	SIA 301조 제소	전체반도체	SIA	미통상법 제301조항	USTR	일본정부	85. 6.14.
2	64K Dram 덤핑제소	64K Dram	Micron Technology	미관세법 반 덤핑규칙	미상무성, ITC	일본기업	85. 6.21.
3	EPROM 덤핑제소	EPROM	AMD사, Intel, National	미관세법 반 덤핑규칙	미상무성, ITC	일본기업	85. 9.30.
4	256K Dram 덤핑제소	256K이상의 Dram	미상무성	미관세법 반 덤핑규칙	미상무성, ITC	일본기업	85.12. 6.
5	미법무성조사	EPROM	-	미독점금지법	미법무성	Hitachi	85. 8. 6.
6	64K Dram 독점금지법 제소	64K Dram	Micron Technology	미독점금지법	아이다호	일본기업	85. 9. 6.
7	특허침해	Dram	TI	미특허법	미 정	일본기업 한국기업	86. 1.24.
8	Dram 337조 제소	Dram	TI	미관세법 제337조항	ITC	일본기업 한국기업	86. 1.24.

자료 : SIA.

## 제3장 반도체 산업의 기술변화와 경쟁력

기술의 발전이 수요의 구조와 경쟁력 요인을 변화시켜 왔으며, 또한 수요 및 경쟁력 요인의 변화가 기술발전을 촉진하여 왔다는 것은 일반적으로 잘 알려져 있는 사실이다. 전자산업에 혁신을 불러 일으키고 많은 산업의 기술발전에도 지대한 영향을 미치고 있는 반도체의 출현은 비록 그것이 기술혁신(breakthrough)의 형태에 의해 나타났음에도 불구하고 계속적인 연구개발의 결과가 새로운 형태의 제품을 창출하고 또한 수요를 계속적으로 확대하고 있다.

본 장에서는 반도체 산업에 있어서 기술진보의 방향과 형태를 조명해 보고, 어떻게 경쟁력 요인이 변화하여 왔는가를 살펴본다.

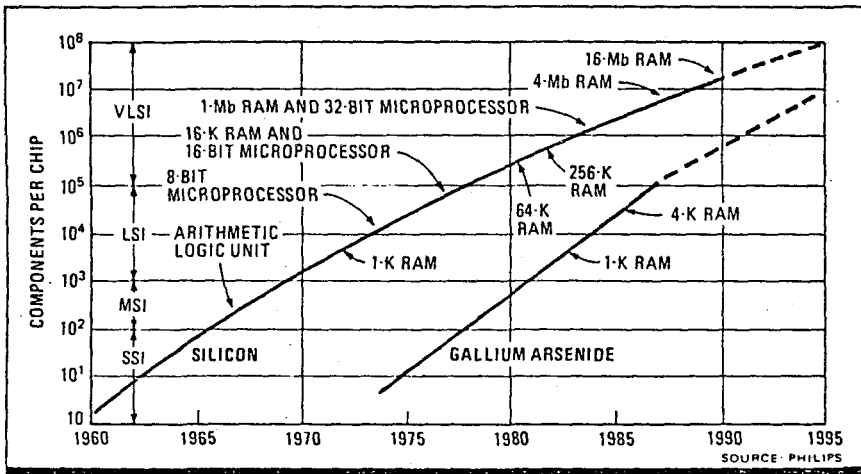
### 제1절 기술변화의 방향과 형태

1947년 미국의 Bell 연구소가 트랜지스터를 개발함으로써 반도체가 진공관을 대체하기 시작한 이래, 반도체 산업은 지난 40년간 괄목할 만한 기술발전과 함께 기간산업으로서의 성장을 계속하여 왔다. 트랜지스터의 발명은 그 당시 진공관을 바탕으로 한 전자산업에 혁신을 일으켰으며, 집적회로의 도입은 트랜지스터에 기초한 반도체기술을 극적으로 변화시켜 놓았다. 또한 마이크로프로세서

의 개발은 반도체 응용에 완전히 새로운 장을 열어 놓았다.

기술·경제적 측면에서 고려하여 볼 때, 트랜지스터의 개발이후 현재까지 반도체 산업에 있어서의 기술진보는, 고집적화(increasing miniaturization), 고속도화(increasing speed), 고신뢰화(increasing reliability)의 방향으로 진행되어 왔으며 반도체 가격의 급격한 하락과 응용범위의 확산은 수요를 폭발적으로 증가시켜 왔다.<sup>1)</sup> <그림 3-1>은 반도체 한개속에 들어가는 부품의 수를 나타내는 집적화 추세를 나타내고 있다. 이 그림에 의하면 한개의 칩속에 장치되는 부품의 수가 매년 두배로 증가함을 밝힌 “무어의 법칙(Moore’s Law)”<sup>2)</sup>이 적용됨을 알 수 있으나, 최근들어 기술

<그림 3-1> 반도체의 집적도 향상 추이



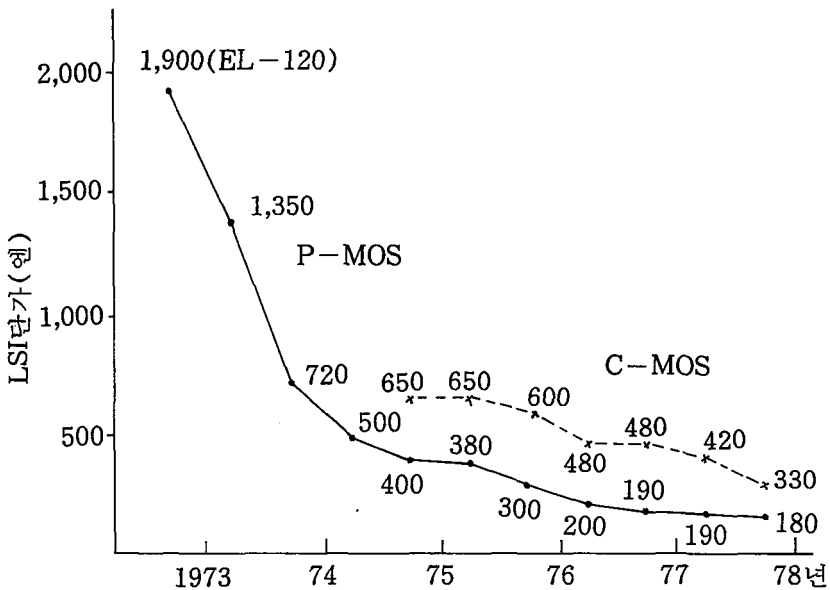
자료 : 출처미상 자료에서 재인용.

1) 기술영역(technological regime)과 기술파라다임(technological paradigm) 개념에 관하여는 Sahal(1981)과 Dosi(1982) 참조.

2) Scientific American(1977)과 Nico Hazewindus(1982) pp.9~12 참조.

수준 향상이 점점 어려워져 감에 따라 집적도 향상비율은 낮아지고 있다. <그림 3-2>는 반도체생산에 있어서 제조단가의 하락추세를 보이고 있다. 일반적으로 반도체의 가격은 개발초기에 급격한 하락추세를 나타내고 있으며 양산화가 진행됨에 따라 하락율이 감소한다.

<그림 3-2> 전탁용 LSI 단가의 추이



자료 : 출처미상 자료에서 재인용.

기술적인 측면에서 반도체 기술의 발전요인을 살펴 보면, 산업 초기인 1950년대에는 주로 고체물리학(solid-state-physics)이론과 공정엔지니어링의 발달에 힘입어 과학과 기술의 상호연관속에 진보가 이루어진 반면, 1960년대에는 주로 Photomasking 또는 Planar 등 공정의 혁신과 Diffused material같은 반도체 재료의 개발



에 의해 주도되어 왔다. 한편 1970년대 이후에는 새로운 반도체 개발과 제조공정의 상호연관속에서 주로 반도체 자체적인 기술발전 메카니즘(internal technology mechanism)을 중심으로 발전하여 왔다.

그러나 반도체 산업에 있어서의 기술발전은 일반적으로 과학적 이론개발-기술확립-경제성 실현-산업적 응용확대의 순환적 과정을 이루어 오면서 진행되어 온 것으로 보인다.<sup>3)</sup> 반도체 산업에 있어 3단계에 걸치는 기술적 패라다임의 변화과정, 각 기술영역에서의 점증적 기술진보와 생산엔지니어링에 의한 기술 및 관련 반도체 제품의 세련화 현상을 살펴볼 때, 반도체 산업에 있어서의 기술진보의 패턴에 대한 설명과 그 결정요인에 관한 분석은 분석 단위 기간에 따라 달라질 수 있으며, 또한 반도체 산업이 산업주 기상에 있어 어디에 위치하고 있는가 하는 주관적인 평가에 의해 달라질 수 있다는 점에 주의를 요한다.

반도체 산업에 있어서의 기술진보는 기술영역(technological regime) 또는 기술적 패라다임의 변화에 의해 진행되었다는 특징을 가지고 있다.<sup>4)</sup> 트랜지스터시대, 집적회로시대, 그리고 마이크로 프로세서시대라고 불리워지는 기술영역의 변화를 통하여 반도체 기술은 급속한 발전을 이룩하였다. 이러한 면에서 반도체 산업에서의 기술영역의 변화는 반도체 기술에서의 혁신과 일치하고 있다.

---

3) 이에 대한 자세한 논의는 Albrecht and Kant(1978)참조.

4) 기술영역(technological regime)과 기술패라다임(technological paradigm)개념에 관하여는 Sahal(1981)과 Dosi(1982) 참조.

<표 3-1> 반도체 기술발전사

개발년도	주요내용	분야
1904	2극진공관 발명	진공관
1906	3극진공관 발명	
1947	트랜지스터 발명	트랜지스터
1949	접합형 트랜지스터 설계이론	
1951	접합형 트랜지스터 시제품개발	IC           MSI
1952	IC개념 발표(영국)	
1958	IC시제품(TI)	
1960	Planar법에 의한 IC제품기술(Fairchild)	
1960	IC생산개시(TI, WE)	
1961	RTL개발(Fairchild)	
1962	DTL개발(Signetics)	
1963	ECL개발(Motorola)	
1964	MOS IC개발(TI)	
	TTL개발(Sylvania)	
1965	IC의 기본특허공개(TI)	
1968	NMOS 메모리 개발(NEC, Toshiba, Fujitsu)	
1968	CMOS IC개발(RCA)	

개발년도	주요내용	분야
1971	최초 MPU i4004 개발(Intel)	LSI
1972	Bipolar RAM 개발(Fairchild)	
1973	4K MOS RAM개발(Intel, Mostek, TI)	
1976	8bit MPU 발표 64K bit NMOS 메모리 개발	
1984	256K DRAM 양산본격화	VLSI
1985	1M DRAM 개발 32bit MPU i80386 개발(Intel)	
1986	4M DRAM 개발	
1987	1M DRAM 양산	
1989	32bit MPU i80486 개발(Intel)	
1989	16M DRAM 개발	

자료 : 일본전자공업협회 자료의 여러곳에서 인용.

산업에서 기술변화율과 기술 방향의 형성에 기여한 요소로는 슈퍼터적 기술혁신(major-breakthrough)가 점증적 기술혁신(incremental innovation), 그리고 생산엔지니어링의 발전을 들 수 있다. 슈퍼터적 기술혁신은 어떤 시기에 나타나는 불연속적인 기술진보를 의미하는 한편, 점증적인 기술혁신은 시간에 따라 연속적으로 나타나는 기술진보를 의미한다. 반도체 산업에서의 슈퍼터적 기술혁신의 역할은 Tilton(1971), Wilson, Ashton과 Egan(1980) 등 연구에서 파악되었으나<sup>5)</sup> 점증적인 혁신과 생산엔지니어링의

5) Freeman(1982)와 Braun and McDonald(1982)참조.

발전의 역할에 대한 관심은 비교적 최근에 발생하였다.<sup>6)</sup>

트랜지스터-집적회로-마이크로 프로세서의 기술-경제적 변화과정에서 우리는 전통적인 슈페터적 동태성(Schumpeterian Dynamics)-불연속적, 불균형적 기술발전형태-을 발견할 수 있다. 진공관-트랜지스터, 트랜지스터-집적회로, 그리고 집적회로-마이크로 프로세서의 기술적 패러다임의 변화는 “새로운 생산 방법의 조합(new combinations of productive means)”를 형성함으로써, 기존의 시장구조를 개편하고 나아가서는 새로운 시장질서를 창출시켜 왔다.<sup>7)</sup> 기술패러다임의 변화에 따른 핵심기술 혹은 디자인(core technology or design)의 변화는 기존 시장구조에서 존재하였던 경쟁력 요인의 변화를 초래함으로써 새로운 기준에 의한 새로운 질서를 만들어 왔다.<sup>8)</sup> 뿐만 아니라 반도체산업에서의 기술혁신은 컴퓨터, 통신, 산업기기, 가정용 전자제품 등에 이르는 관련산업의 기술변화에도 극적인 영향을 미침으로서, 이들 산업에서의 산업구조를 변화시키는 요인으로 작용하기도 하였다.

각 기술영역시대에 있어서의 주된 기술개발 방향을 살펴 보면, 각 시대의 지배적이었던 기술패러다임은 반도체 산업에서의 기술적 발전경로(technological trajectory)를 한정지우는 역할을 수행해 온 것을 알 수 있다. 1950년대를 통하여 지속적으로 이루어진 기술개발은 트랜지스터기술의 진보에 중점이 주어졌으며, 1960년

---

6) Rosenberg(1976, 1982)와 Sahal(1981) 참조.

7) 새로운 제품의 출현, 새로운 제조방법의 도입, 새로운 시장수요의 개척, 새로운 기업의 출현과 시장구조의 개편을 의미한다. 이에 대한 자세한 논의는 Schumpeter(1984, 1950) 참조.

8) 기술변화와 경쟁력 요인의 변화에 대한 자세한 논리는 Abernathy(1985) 제2장 참조.

대 초반 집적회로의 개발은 수많은 개별부품들이 하나의 칩(chip) 속에 장치되는 시대를 전개하였고, 1970년대 초에 개발된 마이크로 프로세서는 컴퓨터의 중앙처리장치(CPU)를 하나의 칩으로 만들어 “칩의 다기능화”를 실현하는 새로운 시대를 열었다. 그 후 1980년대 들어서는 “칩의 고집적화”가 가속됨으로써 반도체의 응용이 다각적으로 이루어져 왔다. 요약하면 트랜지스터시대(1950년대)의 기술경로는 신뢰성과 성능향상, IC시대(1960년대)는 소형화, 그리고 마이크로 프로세서시대(1970년대와 80년대)는 소형화와 집적화의 방향으로 진전하였다.

그러나 반도체 산업에서의 기술진보는 단지 슈퍼터적 혁신에 의해서 이루어진 것이 아니라 점증적인 기술개발과 생산엔지니어링의 개선 등을 통하여 이루어져 왔음을 간과해서는 안된다. 기술 변화 과정에서 점증적인 혁신의 확인과 분석은 현실적으로 많은 어려움이 있으나, 슈퍼터적 혁신 이상으로 점증적인 형태의 기술 혁신이나 생산엔지니어링의 개선은 기술적 우위의 확보와 경쟁력 우위에 있어 보다 중요한 원천으로 최근에는 더 많이 이해되고 있다. Brinkman이 표현한 바와 같이 “반도체 산업은 새로운 혁신적 제품의 출현보다는 각 제품세대에 있어서 다양한 기능성과 높은 집적도를 위한 개발노력이 경주되는 단계에 와 있는 것이다.”<sup>9)</sup>

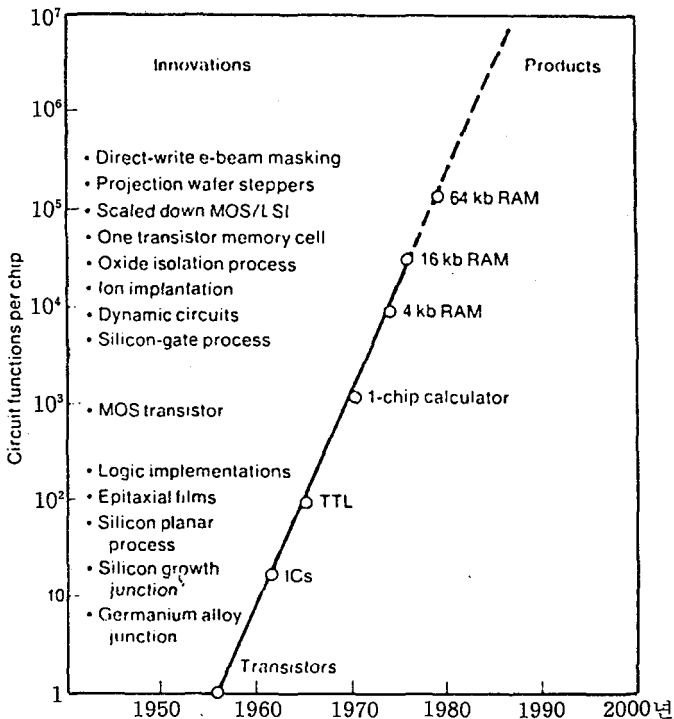
이것은 반도체 산업에 있어서의 기술발전이 한편으로는 각기 새로운 기술적 패라다임 하에서의 기술경로가 누적적인 성격을 가지면서 진행되어 왔음을 의미하는 것이다. 1950년대와 60년대 초 동안에는 Oxidation-mask과 확산공정(Diffusion 공정) 위에서

---

9) William F. Brinkman, “Cooperative R&D Ventures : Collaboration in the Semiconductor Industry.” in Industrial R&D and U.S. Technological Leadership, National Academy Press, Washington, D.C. 1988, p.37에서 인용.

Planar 공정이 확립되었고 Epitaxial 공정은 다시 Planar 공정위에서 확립된 것이었다. 1960년대의 Bipolar IC의 첫 형태는 Resistor-transistor Logic(PTL) 형태이었고, 이는 다시 Diode-transistor Logic(DTL)의 형태로 변화되었으며, 마침내는 Transistor-transistor Logic(TTL) 형태로 변화되었다. 그리고 1970년대 들어 와서는 MOS Dram이 1970년의 1,000bit(1K)에서 1973년에는 4K, 1976년에는 16K, 1978년에는 64K, 그리고 1984년에는 256K로 발전하였다가, 마침내 1985년에는 1M, 1986년에는 4M, 그리고 1989년에는 16M 순으로 발전하였다. 한편 마이크로 프로세서의 경우도 1971년에 4비트에서 1973년에는 16비트, 그리고 1980년 32비트가 개발되는 기술진보의 경로를 보여 왔다.

<그림 3-3> 반도체산업에서의 누적적 기술진보 방향



자료 : 출처미상 자료에서 재인용.

일반적으로 반도체 산업에 있어서 기술변화의 원인을 설명하는 데는 크게 3가지 관점이 존재한다. 첫번째는 수요지향적 기술진보(demand-pull)의 관점으로, 기술변화의 결정요인으로 시장력(market force)을 고려하는 입장이며, 두번째는 기술창출적 진보(technology-push)의 관점으로, 기술의 발명에서 부터 제품 및 공정혁신에 이르기까지의 과정에서 과학과 기술의 역할을 강조하여, 기술을 자율적 또는 이와 유사한 요소로 규정하는 입장이다. 세번째는 기술공급적 입장에서 출발하여 수요구조를 포함한 기술환경적 요소를 고려하는 관점으로, 새로운 기술의 발생과 그 변화 과정에서 발생하는 기술혁신에서의 연속성과 불연속성 모두를 설명하고자 하는 입장이다.

Malerba는 유럽의 반도체 산업을 분석하면서, 기술적으로 미국과 동등한 위치에 있었던 유럽의 반도체 기업이 왜 쇠퇴의 길을 걷게 되었는가에 대한 설명에서, 유럽 반도체 산업의 몰락은 “기술적 열위”에 기인한 것이 아니라 기술개발 방향과 개발된 기술의 확산에 영향을 미치는 수요구조상의 취약성에 그 원인이 있다고 설명하고 있다. 다시 말하면, 미국에 비해 상대적으로 정부 및 국방부문과 그리고 컴퓨터부문에서의 수요가 적었던 반면 산업용 전자기기와 가정용 전자제품 부문에서의 수요가 강하였던 유럽에서는 반도체분야에 대한 기업의 참여도가 상대적으로 낮았기 때문에 유럽의 반도체산업이 성장하지 못하였다는 것이다. 그러나 1970년대에 들어서는 반도체기술과 시스템기술의 수렴화 경향에 따라 유럽의 반도체산업이 LSI기술분야에 적극적으로 참여하게 되었다고 한다.<sup>10)</sup>

한편, Mowery는 반도체 산업에서의 기술혁신을 기술자체의 내

---

10) Malerba(1985) 참조.

적 논리의 작동으로 보면서 반도체 산업에서의 주요한 기술혁신인 Point-contact 트랜지스터와 Silicon 트랜지스터, 그리고 Planar 기술과 IC의 개발 및 마이크로 프로세서의 개발이 시장수요 곡선의 형태변화보다는 광범위한 기술적 matrix의 발전에 의해서 더 큰 영향을 받았다고 주장하고 있다.<sup>11)</sup> 다시 말하면, 반도체 산업의 시장구조와 기술혁신의 전개는, 시장수요나 과학기술의 변화에 의한 것이라기 보다는 반도체 기술에 내재되어 있는 논리성의 작용에 의한다는 것이다. 특히 집적회로시대에 있어서의 많은 기술혁신과 반도체 산업의 구조변화는 반도체 제조공정의 혁신에 의해 주로 결정되어 왔으며, 이러한 현상은 반도체 제조공정에 있어서의 장치 및 부품의 성능과 생산수율에 영향을 미치게 되어 반도체 산업에서의 제품기술과 공정기술간의 상호의존성을 가지고 있게 된다고 주장하고 있다.

따라서, Mowery의 주장에 의하면, 첫째, 반도체 산업은 공정혁신과 제품혁신이 밀접하게 연결되어 있다는 면에서 다른 첨단기술산업과 다르며, 둘째, 반도체 산업에 있어서 제품혁신을 위한 공정혁신의 중요성은 산업초기의 국방부문으로부터 민간부문으로의 기술확산 관계가 이제는 민간부문으로부터 국방부문 방향으로 역전시켜 가고 있으며, 셋째, 반도체 산업에 있어서, 시장수요의 역할은 매우 제한적이었다고 말하고 있다.

또 하나의 이론은 Dosi의 중도적인 입장으로 반도체 기술변화에 대한 위의 두가지의 견해인 demand-pull 이론과 technology-push 이론을 비판하면서 기술혁신에서의 연속성과 불연속성, 양자를 설명하는 모델을 제시하고 있다.<sup>12)</sup> 그는 신기술의 발생과정과

---

11) Mowery(1983) 참조.

12) Dosi(1982), pp.147~162 참조.



<표 3-2> 시장수요구조가 기술개발 방향에 미치는 영향

	Tr 시대 (1947-59)	IC 시대 (1959~71)	LSI 시대 (1971~80 초반)	VLSI 시대 (1980 중반 이후)
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>-소비자예의 합수 (라디오, TV)</li> <li>-기업내적 수요</li> <li>-불순물확산 Tr 및 메사(mesa) Tr</li> <li>-가격</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-소비자 및 산업수요</li> <li>-Ge메사개발소자 및 선형 IC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-수요의 집중현상 (컴퓨터, 전기통신 및 전자제품시장)</li> <li>-마이크로프로세서</li> <li>-디지털화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-수요의 집중현상</li> <li>-마이크로프로세서</li> <li>-디지털화</li> <li>-초고집적, 초고속화를 위한 신기술 개발중</li> <li>* 경쟁력 회복을 위한 국가간(EC)협력체제 구축</li> </ul>
일본	상 동	<ul style="list-style-type: none"> <li>-60년대 전반: 상동</li> <li>-60년대 후반: 소비재수요 및 휴대용 계산기</li> <li>-디지털 IC</li> <li>-국내시장 보호</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-수요의 집중현상</li> <li>-컴퓨터 및 휴대용 계산기 수요</li> <li>-디지털 IC(MOS type)</li> <li>* 경쟁력 보유 (메모리)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>상 동</li> <li>* 경쟁력 보유 (메모리)</li> </ul>
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>-정부 구매 및 컴퓨터 수요</li> <li>-기업외적 수요</li> <li>-실리콘 Tr</li> <li>-신뢰성 및 성능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-정부구매 및 컴퓨터수요</li> <li>-실리콘 플레너 지를 IC 및 마이크로프로세서</li> <li>-유럽시장에서의 수출 및 해외 직접 투자</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-수요의 집중현상</li> <li>-전체 반도체 소자의 우세</li> <li>-높은 이익 전유성 (appropriability)</li> <li>-누적성 및 연속성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>상 동</li> <li>-기억소자의 열세</li> <li>-높은 이익 전유성</li> <li>* 경쟁력 보유 (논리형 반도체)</li> </ul>

자료 : Malerba(1985), pp.283~197에 의거 작성.

이후의 기술진보에는 어떠한 규칙성이 존재하고 있는가에 대한 해석을 시도하면서 자연과학으로 부터 채택된 원리와 유형적 기술에 기초하여 채택된 기술적 문제해결의 형태 및 모형으로 정의되는 기술파라다임과 기술파라다임의 바탕위에서 나타나는 정상적(normal) 문제해결활동의 형태로 정의되는 기술경로(technology trajectory) 개념을 제시하는 한편, 이를 반도체 산업의 기술변화에 적용시키고 있다. 다시 말하면, 1950년대와 1960년대에 있어서는 과학이론의 발전이 기술발전의 방향을 제시하였으나, 기술진보의 방향과 시장구조가 확립된 이후의 기술발전은 각 국가와 기업이 처한 경제구조에 적합한 시장환경과 적절한 유인책의 유무에 의해 결정지워 진다는 것이다.

## 제2절 반도체 산업의 경쟁요인 변화

### 1. 경쟁변수의 변천

1960년대 많은 merchant chipmaker들이 기업가 창업정신(spinner-off)에 의해 설립되고 소위 실리콘밸리가 형성될 당시, 대부분의 기업들은 비교적 같은 수준의 경험과 기술을 보유하고 있었다. 이 시기에 있어서 새로운 아이디어나 기술개발은 소위 “second sourcing system”에 의하여 비교적 빨리 확산되었으며, 따라서 이 시기에 있어 성패는 “어떻게 범용적 장치를 가지고 여하히 색다른 반도체제품을 만들어 낼 수 있는가”에 달려 있었다.<sup>13)</sup>

13) 이 시기에 있어서의 주된 전략에 관하여는 Science, Vol 195, No 4283, 1977. 3.

18. p.1110 참조.

1970년대에 들어서 LSI기술에 의한 메모리 반도체가 개발됨에 따라 반도체 산업에 있어서의 경쟁력 요인은 많은 변화를 하게 된다. 이 당시의 메모리 반도체는 디자인이 비교적 간단하기는 하였지만, 대규모의 시장을 형성하고 있었기 때문에 “어떻게 반도체를 상대방보다 값싸고, 빠르며 좀 더 낮게 만드느냐” 하는 것이 성패의 요인으로 대두되었다. 예를 들면, 기존의 응용가능한 메모리회로에 기초하여 어떻게 여러가지의 기능을 가지는 신제품을 싸가격으로 대량 생산할 수 있는가 하는 것이 기업의 성패를 가름하게 되었다. 따라서, 반도체 제조 및 검사용 장비들은 대부분 최신기술을 이용한 자동화장치였으며 반도체 설계기준이 확립됨에 따라, 반도체 대량제조에 따른, 설계, 생산 및 검사에 이르기까지의 전 제조공정을 완전히 습득한 기업들만이 성공할 수 있었고 좀 더 발전된 logic circuit를 효과적으로 생산할 수 있었다.

1980년대에 들어 반도체 산업의 기술발전이 가속화되고 VLSI시대가 도래하게 됨에 따라 기술적 기반형성, 대규모 연구개발 그리고 자동화에 의한 대량생산을 요구하게 되었다. 저밀도 반도체 생산에 있어서는 자동화 제조공정이 없어도 경제적으로 제조할 수 있었으나, 반도체 산업이 장치산업으로 탈바꿈하게 됨에 따라 저임금에 의한 원가절감효과는 더 이상의 경쟁력 요인이 되지 못하게 되었다.<sup>14)</sup> 이것은 경쟁력에 중요한 영향을 미치는 생산수율의 문제에서 뚜렷이 나타난다. 회로설계의 폭이 좁아지게 됨에 따라 불량율을 낮추기 위해서는 “사람의 손이 거의 안닿게 하는 것이 최고의 방법”이 되었고 이에 따라 반도체 제조공정은 노동집

---

14) 미국의 제조업체들은 전체 생산의 약 80% 정도를 동남아시아 등에서 저임금을 바탕으로 하여 조립생산하였으나, VLSI시대의 도래로 미국의 가격우위는 급격히 떨어지게 되었다. 반면 일본은 whole corporate integrity의 손상을 꺼려 가능한 한 해외 현지생산을 기피하여 왔다.

약적 방법에서 자동화에 의한 자본집약적 방법으로의 변화가 필요하게 된 것이다.<sup>15)</sup>

<표 3-3> 주요 반도체 제조장치 제조업체(미국)

	1935~1950	1951~1955	1956~1960	1961~1965
반도체공업 의 주된 개 발사	1947년 트 랜지스터의 발명	1954년 의 최초의 실 리콘 트랜 지스터 발표	1958년 IC 의 발명	1961년 최 초의 시판 IC 출현
설립수	7사	2사	5사	13사
	1966~1970	1971~1976	1976~1980	1981~1985
반도체공업 의 주된 개 발사	1967년 최 초의 시판 64비트 ROM 출현	1975년 세 계의 반도 체 출하액 50억달러를 초과	1979년 세 계의 반도 체 출하액 100억달러 를 초과	1981년초 LSI의 생산 개시
설립수	15사	16사	12사	7사

자료 : VLSI Research, 출처미상 자료에서 재인용.

15) 일반적으로 VLSI시대에 있어서 생산수율(qualification yield)검사에 있어서는 4단계를 거치며 소위 Qum(qumulative) yield가 70%를 넘을 경우 대량생산으로 이행하게 된다. 물론 생산수율검사 이외에도 신뢰도검사(reliability test)가 행해진다.

따라서, VLSI 이후 기술진보의 속도가 빨라짐에 따라 경쟁의 성패는 새로운 사고와 대량생산으로의 전환능력에 따라 결정되게 되었으며, 이것은 설계로부터 개발, 제조에 이르기까지의 전 반도체 공정을 시스템화 하여야 하는 문제를 낳았다. 이것은 다시 반도체 제조의 개별공정과 제조장비에 대한 정확한 계획과 함께 이를 개발하기 위한 막대한 투자를 요구하기에 이른다. 특히 메모리생산에 있어 최신의 제조시설을 가지고 있는 기업만이 대량생산에 의한 제조원가의 절감을 이룰 수 있으며, 막대한 시설투자가 이루어진 이후에도 대부분의 반도체 제조장비들이 3~5년 사이에 진부화 되는 까닭에, 어떻게 최단시일에 이들 투자비용을 회수할 수 있는가 하는 것이 매우 중요한 요인으로 나타나게 되었다.

VLSI시대로 진입하면서 반도체 산업의 특성은 두가지면에서 변화를 하게 되었다.<sup>16)</sup> 첫째, 제조공정(manufacturing)과 제품기술간에, 그리고 회로디자인(circuit design), 응용(application)과 소프트웨어간에 있어 상호 연관성이 반도체 산업에 있어서 기술진보의 방향을 결정하는 요인으로 대두하게 됨에 따라, 반도체의 응용범위(the range of possible application)가 반도체 회로 그 자체의 구조와 성능에 내재화(embodied) 되는 것이다. 이것은 회로기술과 시스템기술의 수렴현상(progressive convergence)으로서, 최종시스템이 반도체 회로에 일체화되는 것을 의미하는데, 이러한 현상은 특히 마이크로 프로세서와 주문형 VLSI분야에서 더 높은 성향을 나타내고 있다. 이와 함께 하나의 반도체에 더 많은 응용다양성을 포함시킬수록 소프트웨어비용이 현저히 낮아지는 것도 기술·경제적인 면에서 비교우위를 갖게 하는 요인으로 작용하고 있다.

---

16) Dosi(1984), pp.66~68 참조.

둘째, 반도체 기술이 그 제조장치에 내재화되어 감에 따라, 제조장비의 기술진보가 매우 중요해 졌다는 것이다. 이것은 반도체 제품의 혁신자체가 제조장비의 혁신에 의해서만 가능해 졌을 뿐 아니라, 반도체 제조공정상의 혁신은 주로 반도체 제조장비업체에 의해서 주도되고 있다는 사실에서 엿볼 수 있다. 또한 반도체의 집적화가 급속히 증가함에 따라 반도체 생산수율에 있어 결정적인 요인으로 작용하는 “오염의 정도”를 낮추기 위해서는 노동력에 의한 생산으로는 이제 그 한계에 와 있으며, 따라서 제조장치의 자동화에 의해서만이 가능해 졌기 때문이다.

<그림 3-4> IC의 기술예측과 주요 제조장치의 동향

	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	
D ram 의 집적도	64K			256K			1M	2M
논리소자게이트수	5,000		10,000	20,000		40,000		80,000
최 소 선 폭 (um)	← 3 → ← 2 → ← 1.5 → ← 1 → .....							
마 스 크 기 술	← 광학조면장치 → ← 전자빔조면장치 → .....							
전 사 기 술	← 밀착로광장치 → ← 1:1 투영로광장치 → ← 5:1 및 10:1 축소투영노광장치 → .....							
	전자빔노광장치 .....							
	X선 노광장치 .....							
에 칭 기 술	← 습식 에칭 장치 → ← 플라즈마 에칭장치 → ← 반응성 스퍼터 에칭장치 → .....							
불순물 도입기술	← 중농도, 고농도 이온 주입장치 → .....							
절연막형성기술	← 감압 CVD 장치, 플라즈마 CVD 장치 → .....							
알루미늄배선기술	← 스퍼터 장치 → .....							
에픽택셀 성장	← 상압반구형 성장장치 → ← 감압원통형성장장치 → .....							

반도체의 제품주기가 매우 빨라지고 이에 따라 연구개발비가 폭발적으로 늘어 나게 됨에 따라<sup>17)</sup> 반도체 연구개발은 대기업에서만 가능하여 지게 되었다. 그러나 대부분의 대기업들도 연구개발의 규모가 기하급수적으로 늘어 남에 따라 반도체제조에 관련된 모든 기술을 개발하기는 불가능하며, 특정 기술분야에 집중을 하게 된다. 이러한 결과, 비특정 필요기술은 기업간 제휴에 의해 충족되어야 함에 따라, 기술제휴는 반도체 산업에 있어서 하나의 추세로 등장하게 되었다. 따라서 반도체 기업이 기술을 개발할 경우에는, 개발된 기술의 상용화 뿐만 아니라 다른 기업으로부터 필요한 기술을 취득하기 위하여 개발된 기술을 이용하는 두가지의 측면에 대한 고려가 필요해 진다.

뿐만 아니라, 반도체의 다기능화가 계속 촉진됨에 따라 표준화(standardization)와 응용다양화(customization)간의 역의 관계(trade-off)를 극복하고자 하는 노력과 아울러, 회로의 사용 비용, 즉 회로의 주문화에 따르는 생산비용과 기존 반도체의 응용비용 사이의 역의 관계를 개선하는 소프트웨어적 애로를 극복하고자 하는 노력이 지속될 것으로 보인다. 반도체 산업에 있어서 기술의 급격한 진보와 대규모 투자소요에 관련하여 기술적인 측면 이외의 경쟁력 결정의 변수는 마케팅기술과 경험, 서비스 능력 장기계획 및 정부의 간여이다.

최근 반도체 산업에 있어서 나타나고 있는 경쟁력 향상을 위한 노력은 아래와 같다.

첫째, 더욱 개선된 서비스의 형태와 고객지향적인 움직임이다. 수요자와의 밀접한 관계를 유지하기 위하여 반도체 생산업체들이

---

17) 디자인비용이 높아짐에 따라 컴퓨터 디자인 등이 이용되게 되며, 이는 다시 연구개발비를 높이는 결과를 가져 온다.

고객과의 정보통신망을 개설하여 고객의 제품주문에 적절히 대응하며,<sup>18)</sup> 아울러 재고 상황 등의 정보서비스를 생산업체가 수요자에게 제공하며 철저한 제품의 품질검사를 통하여 실수요자에서의 제품검사단계를 생략하도록 할 뿐 아니라, 제품을 설계할 수 있는 디자인센터 등을 소비지에 개설함으로써 수요자의 주문에 즉각적으로 대처할 뿐 아니라 응용범위를 넓혀가는 것이다.

둘째, 기술가격의 인상과 전략적인 기업간의 제휴이다. 이것은 기술가격(price of technology)을 높임으로써, 새로운 기업의 진입이나 연구개발 재원이 미약한 기업의 성장을 저지함으로서, 그 결과 주로 대규모 기업간의 cross licensing을 통한 기업의 기술제휴 현상을 일으키게 되는 것이다. 뿐만 아니라 서로 비슷한 수준의 기업들이 전략적으로 제휴관계를 맺음으로써, 시장 및 기술정보를 포함한 모든 정보교환을 통하여 규모의 경제를 향상시키는 한편, 서로 다른 기술영역에서도 이들의 정보 및 기술을 이용하기 위한 전략적 제휴가 급속하게 이루어지고 있다.

셋째, 반도체제품의 주기가 2~3년으로 빨라짐에 따라, 다음세대의 제품에 대한 장기계획(주로 3년)의 필요성이 높아지고 있다. 이것은 특히 새로운 제조설비를 갖추고 일정수준의 생산수준에 도달하기까지에는 약 2년간이 소요되기 때문에 장기적인 기업활동을 하기 위해서는 필수적이다.

넷째, 자국의 반도체산업보호를 위한 정부의 간여가 증대되고 있다는 것이다. 제2장에서 자세히 언급된 바와 같이, 1980년대에 들어서 소위 “반도체 전쟁”의 유발에 따라 각국 정부는 연구개발 지원에서부터 통상문제에 이르기까지 적극적인 개입을 하고 있다.

---

18) Texas Instruments가 이러한 노력을 처음 시작하였으며, 최근 이러한 움직임은 확산되고 있다.



## 2. 반도체 산업의 경쟁력 결정요인

반도체 산업에 있어서의 경쟁력 요인은, 전술하였다시피 반도체 산업의 발전단계에 따라 다르고 또 그 중요성의 정도가 변화하여 왔지만, 일반적으로 기술적 요인, 경제적 요인 그리고 시장환경적 요인으로 나누어 진다. <그림 3-5>는 반도체 산업에 있어서의 경쟁력을 개괄적으로 표시한 것이다.

반도체 산업에 있어서의 기술적 요인에 대하여는 이미 언급하였다시피, 반도체 제품의 기능, 성능 및 신뢰도와 공정기술에 있어 기술적 우위를 갖는가 하는 것으로 요약되어 진다. 반도체 생산과 관련한 경제적 요인으로는 주로 반도체 제조회사 및 시장가격동향에 관한 사항들이 여기에 속한다. 최근 반도체 제조에 있어 장비의 가격이 기하급수적으로 증가함에 따라 장비의 감가상각비와 장비 및 연구개발에 관련한 낮은 이자의 자금조달 가능성 등을 포함한 자본력이 중요한 변수로 대두되었다. 또 하나의 중요한 사항은 소위 실리콘 주기라고 하는 반도체 수요의 변동으로, 이로 인한 반도체 가격의 급격한 변화에 신속히 대응하기 위한 생산량의 조절과 유휴 생산시설이 존재하였을 경우 효율적인 이용이 매우 중요하게 되었다. 뿐만 아니라 반도체 수요의 질과 양이 변화하는데 적절하게 대응하는 적시성(timing)문제가 기업의 경쟁력에 매우 큰 영향을 미치고 있다. <표 3-4>는 대표적인 반도체 기업의 경쟁력을 요소별로 살펴 본 것이다.

<표 3-4> 대표적 반도체기업의 경쟁력 위상

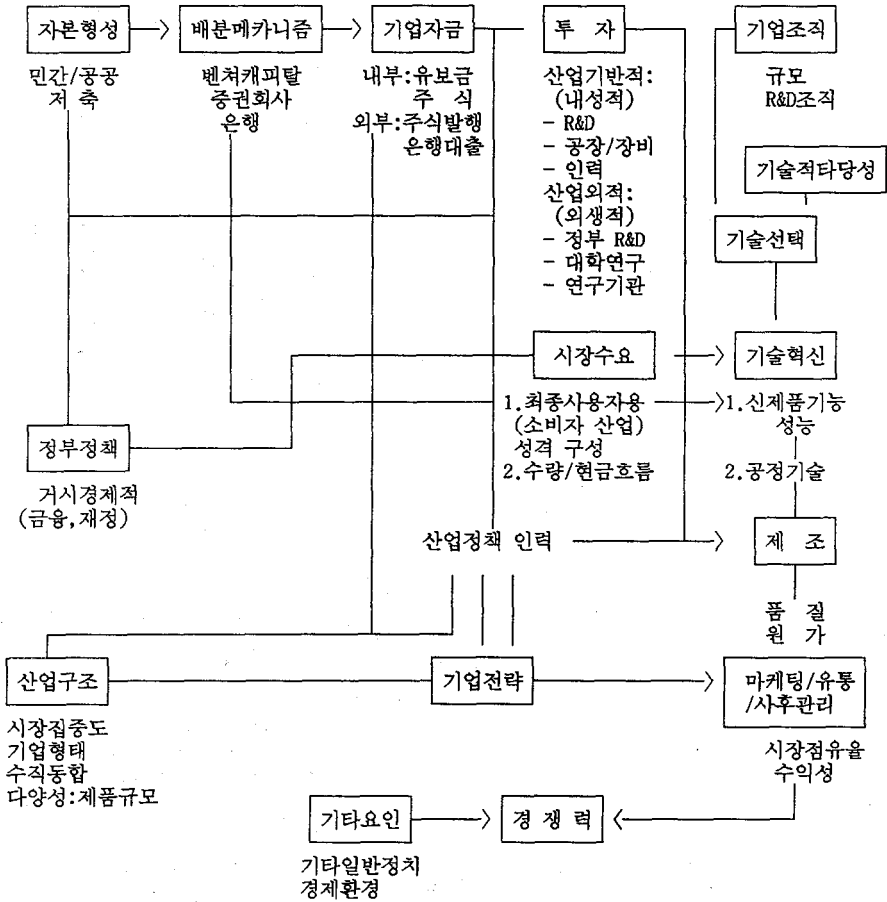
요 인	가중치	A	B	C	D
제 품 기 능	40%	6	8	10	3
품 질	30%	5	9	9	5
가 격	15%	10	8	7	4
인도/공급가능성	5%	8	9	9	6
서비스/신뢰도	10%	6	8	10	4
경쟁력		6.4	8.4	9.2	4.0
시장점유율		25%	10%	40%	25%

자료 : 상공부, 반도체 산업의 발전전략, 1990년 7월.

수요에 관계되는 요소는 시장의 규모, 성장율 및 수요구조가 있다. 일반적으로 시장의 규모와 성장율의 확대는 시장점유율을 높이기 위하여 기업이 연구개발 활동을 촉진시켜 기술의 변화를 촉진시키는 것으로 알려지고 있으나 이보다 더욱 중요한 것은 수요구조의 형태이다. 수요구조는 국가마다 각기 다른 형태로는 특정 반도체에 대한 선호를 유발시킴으로써 기술변화 및 기술개발의 방향에 영향을 미치게 되는 중요한 요인으로 작용한다.

공급에 관련한 요소로는 기업의 조직, 기업의 형태 및 전략, 그리고 산업구조를 들 수 있다. 첫째, 기업의 조직은 연구개발과 생산조직의 수직적 통합에 관한 사항과 최종제품 및 반도체 장비와의 관계에 대한 기업의 선택이 포함된다. 둘째, 기업의 형태 및 전략은 기업의 반복적 생산활동의 형태와 기업의 장기계획에 관한 사항을 의미한다. 다시 말하면, 과거의 경험과 성과, 학습(learning-by-using)의 결과로 나타나는 구체적인 기술과 생산능력의 축적을 바탕으로 한 주관적인 의사결정의 내용을 포함하

<그림 3-5> 반도체 산업의 경쟁력에 영향을 미치는 변수



자료 : Okimoto et. al. (1984), p.178에서 인용

고 있다. 세째, 산업구조는 반도체산업의 집중도와 유사기업 및 전략적 집단의 구성에 관한 사항으로 자체시장 및 해외무역에서의 경쟁도를 포함한다.

정부 정책 요소로는 지원의 규모와 추진전략 그리고 각종 정책

수단 등을 들 수 있다. 정부지원의 규모는 기술혁신적 반도체에 대한 정부구매, 장비 등을 포함하는 반도체 관련 연구개발 활동에 의 지원, 대학, 정부출연연구기관 등을 포함하는 정부수행의 연구개발 그리고 기타 민간부문에 대한 각종 보조 등의 정도를 말한다.

또한 정부는 각종 정책의 목적설정 및 산업활동에 관한 조정 등을 통하여 산업에 막대한 영향을 미치게 된다. 이러한 산업 및 기술개발정책의 전략에는 전체적인 기술수준의 제고를 위하여거나 특정한 기술분야의 개발 또는 국내기업과 외국기업 사이의 기술격차 및 생산시차의 감소 등이 될 수 있다. 이러한 정부의 전략적 목표를 추구하기 위한 구체적 행동에 관한 의사결정은 국가에 따라 정부, 기업, 또는 정부와 기업이 공동으로 할 수 있다. 그러나 대부분의 경우 정부는, 공기업에 대해서는 직접적인 세부계획 또는 프로그램의 설정을 통하여 정부의 전략을 수행하게 된다.

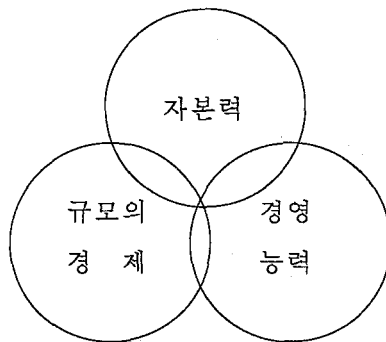
정부의 정책수단으로는 정부구매, 기업의 연구개발 활동지원, 그리고 정부자재의 연구개발 활동을 들 수 있다. 정부구매는 특정 제품의 품질, 성능, 효율을 높이기 위한 정부규격을 달성하기 위한 목적 또는 신규 제품개발에 대한 시장의 보장, 신규 개발을 위한 기업의 비용을 충분히 보상하기 위한 목적 등으로 사용된다. 정부의 기업연구개발에 대한 지원은 기술적 불확실성의 감소 또는 특정한 기술분야에서의 기업의 능력을 단기간에 축적할 수 있는 여건을 조성하는 것 뿐만 아니라, 기업이 연구개발의 결과를 생산으로 빠른 시간에 연결시키는 역할을 수행하기도 한다. 마지막으로 정부의 연구개발 활동은 기초과학 및 기술의 향상과 그 하부구조인 과학기술정보, 디자인서비스, 기술지도 등을 통하여 행하여 진다. 이러한 정부의 연구개발 활동은 기술혁신과정에서의 불확실성을 줄임으로써 기업의 기술혁신의 확산을 촉진하는데 기

여하게 된다.

전문가와의 인터뷰에 의하면, 급속한 기술진보에 따른 새로운 반도체의 출현이 일반적인 현상으로 이해되고 있는 반도체 산업에서 경쟁력 요인의 우선 순위는 시기(timing) - 품질(quility) - 제품선호도(product preference) - 정책(policy) - 차세대 제품개발(next generation product) - 연구개발/관리(R&D/management)의 순으로 나타나고 있다.

특히 반도체 생산의 주종을 이루고 있는 메모리 반도체 분야에 있어서 핵심적 성공요인은 3S, 즉 규모의 경제(economics of scale), 자본력(financial strength : stamina), 그리고 경영능력(business system skills)로 나누어 진다.

<그림 3-6> 메모리 반도체산업의 핵심 성공요인



자료 : 과학기술처, 반도체소재개발 관련기술 심층정보수집 사업  
보고서, 1990년 7월.

## (1) 규모의 경제

연구개발과 시설투자에 있어서 높은 고정비용이 발생하므로 경쟁력을 갖기 위해선 규모가 커야 한다. 메모리 반도체 사업의 비용구조를 살펴 보면 제조원가의 90%가 고정비임에 비추어 규모의 경제를 갖지 못할 경우 이익을 기대하기는 어렵다. 구체적으로 연구개발에 있어서는 4M Dram 제조기술개발(프로젝트의 시작에서부터 working die가 나올 때 까지를 말함)에 400~500백만불이 소요된다.

한편, 시설투자면에 있어서는 4M Dram의 생산라인당 장비설치비가 400~500백만불 정도 소요되는데 경쟁력을 갖기 위해서는 2~3개의 생산라인이 필요하다. 따라서 연구개발과 시설투자에 필요한 총 소요자금은 약 12억 내지 20억불이며 이 모든 투자를 2~3년 내에 회수를 하여야 하는데 그 이유는 제품주기가 짧아져서 매 3년마다 새로운 세대의 제품이 개발되기 때문이다. 또한 손익분기점 매출액은 4M Dram의 경우 약 30억불/년이며 16M Dram의 경우는 50~60억불/년이 된다. 즉 고정비 증가율은 매년 약 30%씩 증가하는데(즉 3년에 2배) 시장은 매년 15%밖에 성장하지 못할 것으로 예측되기 때문에 향후 Dram 산업에서 잔존하는 기업수는 몇몇 큰 규모의 기업들만이 살아 남고 계속 줄어들 것으로 전망된다.

## (2) 자본력

반도체 산업의 경우 아래와 같은 구조적 요인들로 인하여 경기의 불황과 호황의 심한 주기를 경험하게 됨에 따라 경기하강기를 견디낼 수 있는 스테미너를 갖지 못하는 기업은 생존하기 어렵다.

첫째, 공장건설에 적어도 18개월 내지 2년의 소요기간이 필요하므로 물량 공급능력이 불연속적(step function)으로 증가한다. 둘째, 일단 생산을 시작하면 최상의 생산성을 발휘시키기 위하여 공정을 최대한으로 가동하여 공급량을 증가시킨다. 셋째, 반도체 산업 내에서는 경제적 이유보다는 전략적인 이유(strategic reason), 예를 들면 국가적 목표/당위성, 기업가의 욕심, 다른 관련 전자제품의 경쟁력 확보 목적 등으로 이 산업에 진입하는 새로운 기업군이 존재한다. 넷째, 새로운 생산방법, 새로운 자료의 등장이 fabrication 비용의 부담을 가중시키고 있다. 다섯째, 시장에서 경쟁하기 위해선 적어도 15% 정도의 시장점유율을 가져야 된다고 생각하는 반도체 산업의 일반적인 경쟁원칙 때문에 공급의 과잉 가능성을 가지고 있다.

이상의 요인들로 인하여 반도체 메모리산업에는 항상 과잉공급의 위험이 도사리고 있으며 불황기의 손실은 흔히 전단계인 호황기까지의 이익을 거의 상쇄시키므로 따라서 경기불황이 닥쳐올 경우 이 기간을 견디낼 만한 자본력을 가지지 못할 경우 해당기업은 반도체사업을 포기할 수 밖에 없는 경우가 많다.

### (3) 기업 경영능력

반도체 산업에서 경쟁우위를 확보하기 위해 기본적으로 갖추어야 할 부문별 경영능력은 다음과 같다.

연구개발	기초기술의 능력을 확보함으로써 신제품개발 및
부문 제조	신공정개발에 대한 준비가 선행되어야 한다. 대량생산단계까지 시설을 빨리 가동시킬 수 있는 능력과 더불어 각 생산단계마다 수요자의 요구를 고려하는 능력이 필요하다.
마케팅	과거에는 반도체가 상품(commodity good)이었으므로 과다한 마케팅능력이 요구되지 않으며 단지 판매망이 중요한 것으로 인식하여 왔으나 점차 소비자 요구에 대한 적시충족에 초점이 맞추어짐에 따라 진정한 동반자(partnership)개념이 중요해지며 단순 판매를 벗어나 반도체 디자인 단계부터 최종제품 생산자(system maker)와 함께 참여하는 문제해결자(problem solver)로서의 역할을 수행하여야 한다.
조직	수직통합(vertical integration)을 통한 조직화의 연계(synergy)효과를 창출하여야 한다.

마지막으로 규모의 경제라는 단순개념으로부터 규모의 경제와 범위의 경제(economic of scale)의 복합개념으로 전환되고 있는데 그 이유는 연구개발 비용의 상승으로 인하여 규모의 경제도 중요하지만 다양한 제품 공급능력의 중요성이 대두됨에 따라 범위의 경제 또한 중요한 경쟁요인으로 부각되고 있기 때문이다. 이에 따라 기업간 전략적 제휴(atrategic alliance)의 적극적 활용이 중요시 되고 있다.

반도체 산업에 있어서, 기업들이 자신의 사업을 독자적으로 영위하기 보다는 타 기업과의 전략적 제휴를 통해 사업을 영위해 나가려고 하는 이유는 위험분산, 규모의 경제활용, 보완자산의 공



유, 시장접근, 팀웍형성 등이다. 특히 반도체 산업에서는 투자비용과 위험의 분산, 기술원천의 산재 및 급속한 발전 등의 속성으로 인한 기술정보의 감지와 공동연구 개발을 통한 기술변화에의 대응, 반도체 협정 등의 무역장벽 및 높은 퇴출장벽 극복, 불황기를 견딜 수 있는 스테미너 양성 등을 위해 전략적 제휴의 필요성이 더욱 요구된다.

한편, 반도체 산업에 있어서는 메모리 관련사업과 비메모리 관련사업 사이의 특성에 있어 많은 차이가 있으며, 이에 따라 경쟁력 요인은 달라지게 된다. <표 3-5>는 사업분야별 경쟁력 요인의 차이를 보여 주고 있다.

<표 3-5> 반도체 분야별 경쟁력 요인의 차이

	메 모 리 사 업	비 메 모 리 사 업
제 품	Dram, Sram, EPROM, EEPROM 등	개별소자, 마이크로프로세서(MPU) 등
요 약	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Timing이 중요</li> <li>• 조기 제품개발능력 확보</li> <li>• 최적생산, 최대생산이 목표</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creativity가 중요</li> <li>• 마케팅력 확보</li> <li>• 다양한 제품생산이 목표</li> </ul>
특 징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제조기술</li> <li>• 소품종 대량생산</li> <li>• 제품수명이 짧아 위험도 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제품기술</li> <li>• 다품종 소량생산</li> <li>• 제품수명이 비교적 길어 안정적</li> </ul>
사업관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시한형 개발 (신속성이 요구됨)</li> <li>• 집중식 생산 (공정단순화)</li> <li>• Sales-oriented</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창출형 개발 (아이디어가 요구됨)</li> <li>• 선택적 생산 (FMS)</li> <li>• Marketing-oriented</li> </ul>

자료 : 산업연구원, 전자산업의 구조와 발전전략, 1987년, p.139에서 인용.

## 제4장 국가 반도체 산업의 발전과정과 대응전략

산업의 동태성이란 해당산업에 종사할 기업군이 경쟁적 시장환경하에서 발전 혹은 쇠퇴하여가는 일련의 과정을 의미한다. 우리는 많은 예에서 한 나라의 산업 혹은 기업의 부침을 발전하게 되며, 이러한 부침의 배경을 살펴보면 국가간 혹은 기업간 시장환경과 그에 대한 전략적 대응이 동일하지 않음을 보게 된다.

지난 40여년간 반도체 산업은 급속한 성장을 하여 왔다. 이러한 성장과정에 있어서 국가 혹은 기업의 경쟁적 지위(competitive position)는 많은 변화가 있음을 엿볼 수 있다. 본 장에서는 국가산업으로서의 미국, 일본 및 유럽의 반도체 산업이 어떠한 성장과 쇠퇴의 과정을 겪어왔는가를 살펴본다.

### 제1절 미국의 반도체 산업

반도체 산업의 발생지였던 미국은 비교적 최근인 1985년까지도 세계 반도체 시장에서 지도자적 위치를 차지하여 왔다. 예를 들면 1985년 미국의 반도체업체는 세계 생산량의 48%를 차지하였으며, 세계수출량의 45%를 차지하였다. 역사적으로 볼 때, 미국의 반도체 산업은 과학기술자들의 창조성을 바탕으로 하여 발전되어 왔다. 이와 같은 창조성은 끊임없이 새로운 반도체 개발로 이어졌으며, 매우 활력있는 기업가정신(entrepreneurship)에 힘입어

1960년대 초반부터 수많은 모험기업(venture business)들을 탄생시켜 왔다. 이들 기업들 - 즉 merchant chipmaker- 은 규모에 있어서는 비교적 작았으나 기술혁신 잠재력이 매우 높아 독립적인 기술개발을 가능하게 하였으며, 1980년대초까지도 세계 반도체 시장을 지배할 수 있었다.

<표 4-1> 국가간 세계 반도체 시장의 점유율

(단위 : %)

	미 국	일 본	유 럽
1981	55	34	11
1982	54	34	11
1983	53	37	9
1984	51	39	9
1985	48	41	10
1986	43	44	11

자료 : Electronic Times, 1986. 8월 7일자 p.1에서 인용

이러한 과정, 특히 1950년대와 1960년대에 있어서 국방성(DOD)과 우주항공국(NASA)의 견인역할은 매우 컸었다. 반도체 산업에 대한 이들 두 정부기관의 적극적인 지원은 첫째, 반도체 기술발전을 촉진시키고 가속화시켰으며, 둘째, 소위 merchant chipmaker의 출현을 가능하게 하였다. 이들 기관은 반도체 연구개발에 과감한 투자를 하였으며<sup>1)</sup> 민간부문에서 개발 생산된 반도체

1) 예를 들면 1958-59년간의 반도체 연구개발비중 이들 기관이 직·간접지원액은 전체의 약 25%에 해당한다.

체의 주요한 수요처이기도 하였으며<sup>2)</sup> 또한 국방 및 우주항공분야에서 반도체 연구개발에 종사하였던 과학기술자들이 민간 반도체 회사로 옮겨감으로서 축적된 지식과 경험을 적시(timely)에 상업화하는 인적자원의 공급처이기도 하였다.

1960년대에 들어와 반도체에 대한 국방수요가 줄어들면서, 반도체 산업의 발전은 1950년대 말부터 일기 시작한 컴퓨터 산업의 발전과 더불어 가속화하게 된다. 1964년 IBM사가 discrete 반도체 기술에 360시스템을 개발하게 되자, IBM의 경쟁사들은 IC 반도체를 채용한 컴퓨터를 개발함으로써 대응하였다. 그 결과, IC 채용에 따른 계산속도 증가, 저소비전력, 신뢰성 증가 등의 기술적 우위와 함께 대량생산에 의한 IC 가격의 급격한 하락으로 인하여 IC 반도체의 수요는 폭발적으로 증가하게 되었고, IC 반도체에 대한 연구가 집중적으로 진행되었다. <표 4-2>에서 보는 바와 같이 IC 반도체의 주요 수요처는 군사/정부부문에서 컴퓨터로 옮겨가게 되었으며, 1970년대 초까지 반도체 산업은 컴퓨터 산업과 함께 병행적 확산관계(synergeric relation)를 가지면서 발전하게 된다.

IC에 대한 수요가 폭발적으로 증가하자 새로운 반도체 업체들이 대량으로 설립되었다. 1966~1972년간 새로이 설립된 반도체 기업은 30개로서, 이들은 대부분 기존의 반도체 업체에서 종사하던 과학기술자와 경영자였다. 소위 Sillicon Valley와 모험기업이 형성되는 시기로서, 이러한 현상은 미국의 반도체 산업에 있어서의 기술적 우위를 확보해 주는 발판이 되기도 하였다. 이 당시에

---

2) 군수부문에서의 트랜지스터 수요는 물론 민수용수요에 비해 크게 적었으나 구매단가에 있어서는 종류에 따라 약 5배까지도 높았다. IC시대에 있어서 초창기(1960-65년)의 수요는 거의 대부분이 군사부문이었다.

설립된 기업들은 당시 새로이 개발된 MOS 기술분야에 기반을 두고 이 분야에 주력하였다<sup>3)</sup> 이것은 당시에 시계와 탁상용 계산기 등의 가정용 전자제품, 컴퓨터 주(main)메모리장치, 그리고 마이크로프로세서부문에서 MOS에 대한 수요가 급증하였기 때문이다.

<표 4-2> 미국 반도체 수요의 변화

(단위 : 백만달러)

	1962	1965	1969	1974	1978
정부 / 국방부문	100%	55%	36%	20%	10%
컴 퓨 터	0	35	44	36	37.5
산 업 용	0	9	16	30	37.5
민 수 용	0	1	4	15	15
전 체 수 요	4	39	413	1,204	2,080

자료 : Borrus(1988), p.73에서 인용.

그러나 신규 반도체 업체들의 대량진입과 생산량의 증가는 가격경쟁을 유발하게 되었다. 그 결과 기업들의 채산성은 판매량에도 불구하고 급격히 감소하게 되었으며, 이에 따라 10여개의 Merchant chipmaker들은 자사 고유의 계산기와 시스템 등을 판매하는 forward integration을 하게 되나<sup>4)</sup>, 이 분야에 있어서의 치열한 가격경쟁과 판매의 어려움으로 인하여 1977년경에는 동분야에 대한 생산라인을 포기하기에 이른다. 이것은 미국의 시장구조의 특

- 
- 3) 새로이 설립된 이들 반도체 기업의 매출중 85%는 MOS 관련제품인 반면, 1966년 이전에 설립된 기업의 매출액중 비율은 35%였다.
- 4) 그 이유로는 첫째, 반도체 수요감퇴에 대한 방지책, 둘째, 시계, 계산기 등의 수요증가예상, 셋째, 시스템 생산으로 인한 높은 이익율기대를 들 수 있다.

성상 - antitrust law를 포함하여 - 과잉생산능력에 의한 가격경쟁 구조가 허용될 수 없었기 때문이기도 하지만, 1970년대말 일본의 저가격 위주의 반도체 판매에 길을 열어 주는 계기가 되기도 하였다.

1971년 Intel사에서 개발된 마이크로프로세서의 출현은 미국 반도체 시장에서의 전략과 구조를 바꾸어 놓았다. 기존의 반도체 제품들은 전자산업에서의 부품으로서 역할밖에 하지 못하였으나, 마이크로프로세서의 출현은 높은 부가가치를 갖는 시스템으로의 응용을 적극적으로 전개하는 계기를 만들었기 때문이다. 마이크로프로세서의 새로운 제품 혹은 공정으로의 응용은 반도체의 크기, 복잡성 또는 저전력소비에 국한되지 않고, 가격의 급격한 하락을 촉진하게 되었다. 따라서 이들 기업에서의 성패는 hardware construction에서 software application으로 바뀌어지며, 반도체 제조업체와 시스템 업계와의 보다 긴밀한 관계를 유도하게 되었다.

1970년대 후반기에 하드웨어(hardware)에서 소프트웨어(software)로의 전략변화에 따라 반도체 업계에 나타난 현상은 아래의 두가지로 요약된다.

첫째, 기업합병의 증가로서 1975~1980년 기간중 Fairchild와 Signetics를 포함한 십여개의 merchant chipmaker들이 외국회사들에 의해 합병되었을 뿐 아니라, Digital Electronics, Hewlett Packard 등의 시스템 회사들이 자체적 혹은 기존 반도체 회사들을 매수함으로써 고유의 반도체를 생산하기 시작하였다.

둘째, 많은 merchant chipmaker들이 해외시장의 확보와 저가격에 의한 미국시장에서의 보다 높은 경쟁력 확보를 위하여 해외 직접투자를 시작하게 되었다. 미국 반도체 기업들의 해외 직접투자의 이유는 기본적으로 반도체 업계에서의 가격경쟁이 심화됨에 따라 해외의 싼임금을 이용하려고 하는 것이었으나, 미국 반도체

업체들에 대하여 해외 생산반도체에 대한 관세특혜조치도 또 하나의 큰 이유였다.

1970년대에 주로 이루어진 외국 회사들의 미국 반도체 업체의 인수와 미국 반도체업체의 해외투자는 기존의 미국 반도체 산업이 향유하였던 기술적 우위를 일본에게 넘겨주는 계기가 되었다. 해외 투자에 의한 반도체 생산은 설계 - 조립 - 검사에 이르는 반도체 제조공정에 대한 지식과 경험을 제3국에서 수행되게 함으로서, 반도체 생산에 관련된 기술·경제적 필수요건들을 미래의 경쟁자들에게 무심하게 이전하였을뿐 아니라, 반도체 제조원가에 결정적인 영향을 미치는 공장수준의 경제성을 미국기업들이 향유할 수 없게 되었다. 따라서, 반도체 산업에 있어 경쟁이 첨예화되었을 때 해외 생산시설의 자동화를 통한 경쟁력 구축에 있어서 미국기업들은 이미 경쟁국인 일본에 비하여 축적된 기술과 경험이 모자랄 수 밖에 없었다.

1970년대 중반부터 시작한 반도체 산업의 경기후퇴에 대한 미국 반도체 기업들의 전략은 앞으로 다가올 경기회복에 있어서 생산력 확장의 실패로 특징지워질 수 있다. 1975년 불경기 이후로 미국 회사들은 생산력 확장에 투자를 하지 않았고, 이에 따라 16K Dram 수요의 폭발적 증가에 대하여 미국 기업들은 전적으로 무방비 상태일 수 밖에 없었다.<sup>5)</sup> 이에 반해 경기후퇴를 넘기면서 계속적으로 생산성을 축적해 온 일본은 1979년에는 16K Dram 시

---

5) 이러한 수요급증은 IBM사가 새로운 컴퓨터 생산에 필요한 16K Dram의 대량 수요에 기인하기도 한다. 한편, IBM 같이 수직적으로 통합된 기업을 제외하고, 대부분의 merchant chipmaker들은 모험자본(venture capital)을 쓸 수 밖에 없었으며, 이러한 형태의 자금으로는 지속적인 투자가 어려움에 따라 이들은 소프트웨어부문으로 방향을 돌리게 되었다.

장의 43%를 점유할 수 있었으며 미국 반도체 시장을 공략할 좋은 기회를 갖게 되었던 것이다.

1982년 경기후퇴 때에도, 1979년에 겪었던 쓰라린 교훈은 미국 반도체 산업에 많은 영향을 주지 못하였다. 미국회사의 반도체 시장에서의 지도자적 위치는 일본기업의 자동화 및 일련의 진취적인 투자에 의하여 엄격하게 제한되었다. 미국은 16K Dram 시장에서 생산능력의 추가로 일본의 도전을 잠시나마 지체시키는데 그쳤을 뿐, 일본의 차세대 반도체 시대로의 도약을 위한 노력을 저지할 수는 없었다.

1980년대의 미국 반도체 기업들의 공정자동화를 위한 투자노력은 당시의 높은 이자율에 의하여 활발히 진행되지 못하였다. 자동화에 의해 이루어질 수 있었던 높은 생산수율과 낮은 생산원가에 의한 반도체 생산의 실패는 일본이 1980년대 중반에 미국 Dram 생산업체들을 실제적으로 파산으로 몰 만큼 치명적인 것이었다. 1985년의 경기후퇴로부터 시작한 손실 보전에 실패하고 저렴한 가격의 일본 반도체의 미국시장 공략을 막지 못했던 이유로, TI와 Micron Technology를 제외한 미국 반도체 회사들은 하나씩 RAM 시장을 떠나기 시작했다. 1986년 일본 생산업체들은 RAM chip의 세계 생산을 지배하게 되었고 Dram 시장의 70%를 점유하게 되었다.

미국의 merchant chipmaker들이 가지고 있었던 산업구조는 일본과의 경쟁을 사실상 불가능하게 하는 것이었다.

첫째, 미국 회사들의 경영진은 주로 영업부와 경리부 출신이어서 기술에 대한 이해와 상황 인식이 경쟁자인 일본 회사들의 경영진보다도 부족했다는 점이다. 미국 경영진들의 관심사는 게임시에 대차대조표와 손익계산서에 있어서의 흑자기록이었기 때문에, 수익을 올리기 위한 손쉬운 수단으로 일본에게 기술을 쉽게 팔았



다. 뿐만 아니라 가격절감을 위하여 인건비가 싼 해외 생산기지 확보에 눈을 돌렸다.

둘째, 많은 모험기업들의 탄생은 기술자 스카우트 열풍을 일으켰다. 창의적인 기술개발 능력을 갖춘 기술자들의 높은 이직률은 기존기업의 기술개발 능력을 붕괴시켰고 어떤 경우에는 그들의 떠남은 곧 기업의 쇠퇴를 뜻했다.

셋째, 반도체 기업의 불안정적 성향은 호황과 불황의 주기적 현상에 의하여 더욱더 심화되었다. 불경기동안 반도체 제조 이외의 활동에 의존할 수 없었던 미국의 merchant chipmaker들은 경쟁자인 일본의 반도체 제조업체보다 수요변화에 대한 대응과 자금력에 있어 불리할 수 밖에 없었고, 그 결과 단기적인 목표하에서 처신이 비교적 제한되어 있었다.

넷째, 미국 정부의 반도체 산업에 대한 지원은 미미하였으며, 실질적인 지원을 시작하였을 때는 오히려 일본을 좀 더 강하게 만들고 한국으로 하여금 반도체 산업 참여의 문호를 개방하는 계기가 되었다.

일본의 미국 반도체 시장에 대한 대공략에 대해서 미국 반도체 산업은 4가지 전략으로 대응하였다. 첫째, Intel 같은 회사들은 일본이 지속적인 대규모 생산성 확대 및 자동화 전략으로 경쟁력을 가지고 있는 표준화된 Mos memory 시장에서 일본과의 정면전을 피하기로 결정했다. 대신에 미국 회사들은 경쟁적 우위를 유지할 수 있었던 MPU 같은 특별한 기술을 기본으로 한 부가가치가 높은 niche 시장으로 사업영역을 전환하였다.

둘째, 업계의 적극적인 노력에 힘입어 미국 반도체협회가 결성되고, 정부의 적극적인 지원을 받는 것이었다. SIA는 미국 반도체 산업의 현상과 전망을 평가한 결과 Design Technology와 영업능력에서 미국의 우위가 일본의 제조기술 우위로부터 이루어진 경

쟁력을 반전시킬 수 없다고 결론을 내리고, 제조기술 향상과 반도체 제조장비분야에서 미국의 경쟁력을 향상시키기 위하여 프로젝트를 수립하였다. Sematech<sup>6)</sup> 대한 연구보조비 지원 이외에도 1986년 미국정부는 일본으로 하여금 미국과 일본시장의 개방에 있어서 불균형을 감소시키며 좀 더 공정한 가격을 유지하게 함으로써 미국 - 일본 반도체 협정조건에 동의할 것을 촉구하였다.<sup>7)</sup>

1986년 반도체협정의 아이로니는 그 주된 수익자가 바로 일본 반도체 회사들이었다는 점이다. 반도체협정의 완결단계에 이미 많은 회사들이 반도체 산업에서 철수하였기 때문에 반도체협정 체결이 이미 사라져간 회사들을 반도체사업으로 재복귀 하도록 할 수는 없었다. 더 나아가, 공정가격규정(fair pricing clause)은 일본산 반도체의 가격을 높였고, 일본산 반도체의 주된 소비자였던 미국 컴퓨터 산업에 타격을 주는 결과를 낳았다. 당시 Dram 분야에서 저가격 전략의 채택으로 TI를 제외한 모든 미국 업체를 몰아냈던 일본 회사들은 당시 약 20억불의 심한 적자를 안고 있었다. 그러나 반도체 협정에 따른 가격상승은 거의 미국 기업과의 경쟁 없는 상태에서 일본 회사들로 하여금 독점이익을 만끽하게 하였고 덤핑으로 인한 적자를 보존하게 되었다.

---

6) Sematech은 첨단 메모리 반도체와 제조장비를 개발하고자 하는 공동연구개발 프로그램이다. 이 계획은 6년간에 걸쳐 2억 5천만불이 소요될 예정이며, 이중 1억불을 미국정부가 지원하기로 되어 있다. 기본적으로 Sematech 프로그램은 일본이 지배하고 있는 반도체분야에 있어서의 기술수준을 높이는 과정에서 개발비와 위험을 분산하고자 하는데 그 목적이 있다.

7) 동 협정의 주된 내용은 일본 반도체 기업들이 미국시장에서 덤핑을 중지할 것과 일본정부는 미국 반도체 기업들에게 일본 반도체 시장의 20%를 개방하는 것이었다.

셋째, 상송일로에 있는 반도체 연구개발의 자금과 위험을 공동 부담하기 위하여 특히 외국 회사들과의 기술개발을 추진하는 것이었다. 일본의 VLSI 프로젝트 형성시기까지만 해도, 기술이전은 미국으로부터 일본으로의 일반통행적인 것이었다. 그러나 1980년대 중반부터 미국 회사들은 Dram 경쟁에서 일본으로 하여금 기술적 주도권을 쥐게 했던 발달된 반도체 제조기술을 습득하기 위하여 기술협력의 동반자로 주로 일본기업을 택하기 시작했다.

마지막으로 미국 반도체 산업은 특허권(Patent)을 통한 적극적인 공략을 개시하였다. TI와 Intel에 의하여 주도된 이 전략은 특허권을 통상전략의 무기로 사용하기 시작했을 뿐만 아니라 특허료를 통한 수익을 높이는데 성공하였다. 그 예로 1986년에 TI는 일본과 한국의 반도체 제조회사들과 함께 특허권 사용료를 협상하였다.<sup>8)</sup> TI의 “Kilby Patent”에 대한 특허료 수익은 1990년에만 172백만불이었다. 비록 Fujitsu가 TI특허권 사용료 요구에 도전하여 현재 법정 투쟁까지 전개하고 있으나 미국회사들의 수익을 올리기 위한 특허권 사용전략은 계속될 전망이다.

미국 회사들의 경쟁적 우위를 지키려는 다각적인 노력은 몇몇의 긍정적 결과를 나타내기도 하였다. 1979년 이래 처음으로, 세계 반도체 시장에서 미국기업의 시장점유율 하락이 정체되었고, 1990년도에는 더욱 나아져서 시장점유율이 전년도의 34.9%에서 36.5%로 증가하였다. 뿐만 아니라 일본 반도체 시장의 미국기업

---

8) 일본기업인 Fujitsu, Matsushita, Toshiba, Hitachi, NEC, Mitsubishi, Sharp와 한국 의 삼성은 1986년 Kilby 특허에 대해 향후 5년간 TI에게 특허료를 지불하기로 하였다. Kilby 특허 사용에 대한 계약은 Fujitsu를 제외하고는 1990년 모두 끝났으며, 새로운 계약에는 향후 10년간 매출액의 10% 한도에서 로열티를 TI에 제공하도록 되어 있다.

점유율이 전년도의 11% 수준보다 나아진 추세를 보였고 반면에 미국 반도체 시장에서의 일본기업의 점유율은 26%에서 22%로 하락하였다.

그러나 미국기업들이 다각적인 노력에도 불구하고 미국 반도체 산업의 근본적인 구조적 취약점은 여전히 해결되지 않은 상태이다. ASIC 분야에 있어서 미국의 기술적 우위가 일본 기업에 의하여 도전을 받고 있는 중이다. 현재 실제로 일어나고 있다시피 ASIC 시장에서 조차 특수 목적용 반도체가 대규모로 양산화 되었을 때, 일본 반도체 기업의 표준형 반도체 제조기술에서의 기술적 우위는 곧바로 전략적 잇점을 제공해 주고 있기 때문이다.

값싸고 표준화된 전자제품에 대한 요구는 계속적으로 증가될 것으로 보인다. 만약 미국이 정보기술분야에서 선두주자로서 경쟁력을 계속 유지하기 위해서는 미국은 일본의 반도체 회사들이 보유하고 있는 반도체 제조기술을 반드시 추적하여야 하지만 불행하게도 미국의 반도체 회사들은 경쟁력을 유지하기 위하여 필수 불가결한 요소인 장기간에 걸친 투자 여력을 가지고 있지 못하다. Sematech이나 이와 유사한 종류의 공동협력은 아마도 미국 반도체 산업이 일본 경쟁자의 기술 및 자본 능력에 필적하는 하나의 방법이 될 수 있을지도 모른다. 창조적 파괴의 물결에만 희망을 건다면 수직적으로 통합된 외국 회사들을 이겨내기는 매우 어려울 것으로 보여진다.

<표 4-3> 미국 반도체 기업의 기술제휴(1986년 이후)

미국기업	대상기업	기술제휴내용
Motorola	Toshiba	Motorola의 Dram 기술과 Toshiba의 MPU 기술 공유하고 공동생산
TI	Hitachi	Hitachi의 제조기술과 TI의 컴퓨터기술과 상호이용
TI	Kobe Steel	Logic 반도체의 공동생산
AT & T	NEC	NEC의 제조기술과 AT & T의 ASIC기술의 상호 이용
AT & T	Mitsubishi	AT & T가 Mitsubishi의 Sram 기술도입
LSI Logic	Kawasaki Steel	ASIC 기술과 광폭 wafer의 공동개발
AMD	SONY	컴퓨터, 통신, 가전제품, 제조기술을 위한 memory 반도체의 공동개발
Intel	NMB	NMB는 Intel의 PLD 반도체를 생산하고, Intel은 NMB의 반도체를 노트북 PC에 사용
Intel	Matsushita	Matsushita는 Intel EPROM을 사용하고 일본내에 판매
IBM	Siemens	16M Dram과 64M Dram의 공동개발

자료 : 한국경제신문 1991년 6월 18일 및 The Wall Street Journal 1990년 2월 16일자 및 3월 20일자에서 인용

## 제2절 일본의 반도체 산업

미국 Bell lab에서 트랜지스터를 발명한 지 2년후인 1948년 일본통상산업성 산하의 전자연구소(Electornic Research Laboratory)에 트랜지스터 연구팀이 만들어지면서 일본의 반도체 산업은 시작했다고 볼 수 있다. 이 연구팀에는 정부산하 연구소, 대학 및 여러 전기제품 제조회사들로부터 파견나온 고체 물리학자와 전기공학자들로 구성되었다. 이와 같이 일본 반도체 산업은 그 시작부터 산·학·연의 긴밀한 유대관계를 토대로 발전해 나가기 시작한다.

일본 정부는 일찌기 1949년부터 반도체의 중요성을 인식하고 트랜지스터의 개발을 적극 장려하고 지원하였다. 연구보조금을 포함한 이러한 정부의 지원은 산업계로 하여금 트랜지스터 생산에 적극적인 투자를 하도록 유도하였다. 이러한 정부의 계속적 지원과 지도는 그 후에도 일본 반도체 산업의 발전에 중요한 역할을 하였다.

1951년 일본은 해외로부터의 정보, 자료와 시설의 부족에도 불구하고, Point Intact Transister를 개발하였다. 그러나 미국으로부터의 기술도입 없이는 트랜지스터의 대량생산은 불가능했다. 소규모 모험기업들에 의해 주도되었던 미국 반도체 산업의 기술발전과는 달리, 일본 반도체 산업의 주도는 1950년대 미국으로부터 기술을 도입하여 반도체사업을 시작한 전기제품 제조회사들이었다.<sup>9)</sup>

---

9) 일본의 주요 반도체 기업은 가전제품, 컴퓨터, 통신 등 시스템 기기를 판매하는 수평적 기업들이다.

1950년대에서의 가장 중요한 발전은 1954년 SONY의 소용 트랜지스터 라디오의 개발이었다. SONY의 성공은 많은 일본 전기 제품 제조업체들로 하여금 대량생산된 트랜지스터를 가전제품의 주요부품으로 응용할 수 있다는 가능성을 제시하였다. 일본기업들의 가전제품 시장에서의 경쟁은 질 좋고 신뢰도 높은 트랜지스터 생산을 촉진시켰다.

<표 4-4> 일본의 기업별 반도체 시장 점유율(1950년)

기 업	시장점유율(%)	주 요 사 업 내 용
Toshiba	26	가정용 및 산업용 전자제품, 계측기기, 전기기계
Motorola	16	가정용 전자제품
Hitachi	15	산업기계 및 전기기계
NEC	15	통신 및 전자제품
SONY	11	가정용 전자제품
Kobe Kogyo	5	컴퓨터 및 음향기기
Mitsubishi	2	산업기계

주 : Kobe Kogyo는 1968년 Fujitsu에 합병

자료 : Tilton(1971), p.144에서 인용

일본정부는 전자산업육성법(Electric Industry Promotion Law)를 통과시킴으로써 강력한 외국회사들로부터 국내시장을 보호하였고 산업계와 학계에서의 반도체 연구를 지원함으로써 일본 반도체 산업의 기술발전을 지속적으로 추진하였다. 산·학·연간의 밀접한 유대관계의 성공적인 결실은 1959년부터 나타나기 시작했다. 이때부터 일본은 세계 최대의 반도체 생산국이 되었으며 이에 자극

받아 미국은 일본 트랜지스터 수입을 제한하기 시작하였다.

일본이 기존 기술을 완전히 습득할 때마다, 미국 기업들은 혁신적인 제품을 앞질러 소개함으로써 일본과의 격차를 유지하였다. 일본이 트랜지스터 기술분야에서 자신을 경쟁력을 갖게 되자 TI와 Fairchild는 집적회로를 개발하였다. 그 결과 일본은 차세대 기술에서 미국에 뒤떨어졌고 다시한번 미국 기술의 도입에 의존해야만 했다. 1960년대를 통하여 일본 반도체 시장은 수입 IC 반도체에 의존하게 되었으며 그 당시 IC 기술의 선두주자였던 NEC가 Fairchild로부터 기술을 도입하여 IC의 대규모 생산을 시작한 것이 1962년이였다.

<표 4-5> 미국기업이 일본기업에의 반도체 기술공여  
(1959~68년)

기 업	1959~60	1961~65	1966~68	합 계
NEC	—	24	25	49
SONY	4	8	3	15
Matsushita	—	—	8	8
Fujitsu	—	—	4	4
Hitachi	—	—	3	3
Toshiba	—	1	1	2

자료 : Tilton(1971), p.141에서 인용

1964년, TI는 일본에 100% 소유의 자회사를 설립하려고 추진하기 시작하였다. 외국회사에 의한 반도체 시장의 지배를 두려워한 일본정부는 TI가 일본 반도체 업체들에게 특허기술을 개방하고 SONY와 함께 합자회사 설립에 동의할 것을 전제로 TI의 일본



상륙을 저지하였다. 강력한 외국회사의 직접투자로부터 상대적으로 약한 일본의 반도체 산업을 보호하는 것 이외에도 1966년 일본정부는 IBM 컴퓨터와 맞먹는 품질의 컴퓨터 개발을 위한 6개년 계획을 추진하였는데 이 계획서는 MOS IC의 개발도 포함되어 있었다.

1960년 말에는 일본 IC 반도체 소비의 42%가 미국 기업으로부터 공급을 받게 되었다. 일본에 있어서 MOS IC 기술의 획기적 향상은 IC를 내장한 계산기의 상업화로 가속화되었다. 일본이 반도체 시장에 IC를 조금씩 출하하기 시작했을 때 미국 반도체 산업은 전보다 더 혁신적인 제품을 생산하기 시작했다. 1968년 TI가 세계 최초로 MOS LSI 반도체를 생산하기 시작한 것이다. 그러나 일본은 축적된 고체 물리 기술(solid state technology)과 반도체 연구의 오랜 경험을 바탕으로 1970년 미국제품에 필적하는 양질의 MOS LSI를 생산하였으며, 당시 차세대 반도체인 1K 메모리 반도체가 1972년에 반도체시장에 나타났을 때, 일본은 거의 미국의 반도체 기술수준을 따라 잡고 있었다.

반도체 기술의 급격한 수준향상은 많은 연구개발비와 위험을 수반한다. 이에 따라 1970년대 미국 회사들은 해외 생산기지를 확보하여 외국의 값싼 노동력을 이용함으로써 원가를 낮추려고 하는 전략을 채택하였다. 뿐만 아니라 자체 재원과 주식시장에서의 자금조달에 의존하였던 미국 반도체 회사들은 1970년대 중반 불황이 닥쳐옴에 따라 소극적인 전략을 취하였고 투자를 축소하였다. 결과적으로 미국 반도체 업체들은 질적·양적인 면에서 세계 최대의 반도체 생산국이 되지 못하였으며 1970년대 말의 반도체 수요가 급증하였을 때 속수무책일 수 밖에 없었다.

기술투자에 있어 장기적 안목을 가지고 있었고 동일 기업으로서 계열회사들과 확고한 연계를 가지고 있었던 일본 반도체 기업

들은 1970년대에 대규모의 자본투자를 할 수 있었다. 공정자동화를 통하여 일본 반도체 기업들은 임금을 낮추고 생산수율을 높이고, 생산능력을 급속히 높일 수 있었다. 이미 1970년대 말에는 CAD 계통을 제외한 거의 모든 공정에 있어서 일본 반도체기업은 경쟁자인 미국기업보다 더욱 자동화되었으며 반도체 생산의 90% 이상이 자동화 설비에 의해 제조되었다. 반도체 산업이 1970년 중반의 불경기에서 벗어나 회복기에 들어섰을 때 일본은 미국의 16K Ram 시장의 43%를 점유하게 되었다<sup>10)</sup>

차세대 반도체인 64K Dram 기술개발에 있어서 일본이 재정적, 기술적 제약을 극복하기 위하여 취한 전략은 공동기술개발(cooperative R&D), 즉 일본정부가 추진한 VLSI 프로그램(1976~1979년)이었다. 미래의 컴퓨터 시스템에서 VLSI 기술이 핵심이 될 것이라고 판단한 일본정부는 주요 반도체 업체를 공동 VLSI 기술개발 사업에 끌어들었다<sup>11)</sup> 이때 일본정부가 VLSI project를 위하여 지원하였던 금융은 무이자였으며 참여기업들이 VLSI 기술개발이

---

10) 일본 반도체 기업들의 1970년 침체기에 있어 과잉투자에 의한 재고조절의 실패(일반적으로 적절재고량은 2개월)는 우리에게 많은 시사점을 주고 있다. 내수시장이 작은 우리나라에 있어 반도체 3사의 4M Dram 분야에 대한 집중투자는 해당 세대의 제품주기가 짧아질 경우 상당한 문제점을 가져올 수 있기 때문이다.

11) 일반적으로 일본의 VLSI 프로젝트가 일본 반도체산업 진흥의 계기가 되었다고 알려져 있으나 참여업체와의 인터뷰에 의하면 VLSI의 교환을 여러 곳에서 주장되는 것 만큼 크지 않다고 한다. 즉 당시 계획에 참여한 기업간에는 공식적인 보고서를 통한 정보교환만이 있었으며 실질적인 정보교환은 거의 이루어지지 않았으며, 정부의 지원자금은 대부의 형식이었으므로 추후에 갚아야 하는 부담이 상당히 컸었다고 한다.

성공하고 상품화되어 이익이 발생했을 때에 한하여 융자금을 상환하도록 하였다.<sup>12)</sup> 공동 VLSI 기술개발 사업을 통하여 1,000개 이상의 특허가 등록되었고 일본 특유의 공동 기술개발 노력은 세계 최초의 64K 메모리 반도체의 생산이라는 결실을 맺게 되었다. 다른 종류의 반도체와 비교하여 이윤이 비교적 높았던 16K Ram의 개발·생산에 따라 일본은 세계 반도체 시장에서의 우위를 점하였을 뿐 아니라 기술적인 면에서도 미국에게 더 이상 뒤지지 않는 수준을 유지하는 계기가 되었다.

다른 사업분야에서와 마찬가지로 일본 반도체 기업은 과잉생산 능력의 단계에 육박할 때까지 계속적으로 생산능력을 확장시켰다.<sup>13)</sup> 1980년대 전반기까지 계속되었던 일본 반도체의 지속적 설비투자는 기존의 반도체 제품주기를 훨씬 단축하게 되었고, 그 결과 반도체 생산가격과 평균 판매가격을 훨씬 빠른 속도로 낮출 수 있어 저가격에 의한 가격경쟁을 가능하게 하였으며 1983년에 들어서 일본기업은 MOS 메모리분야에 있어 세계 최대의 생산국이 되었다.<sup>14)</sup>

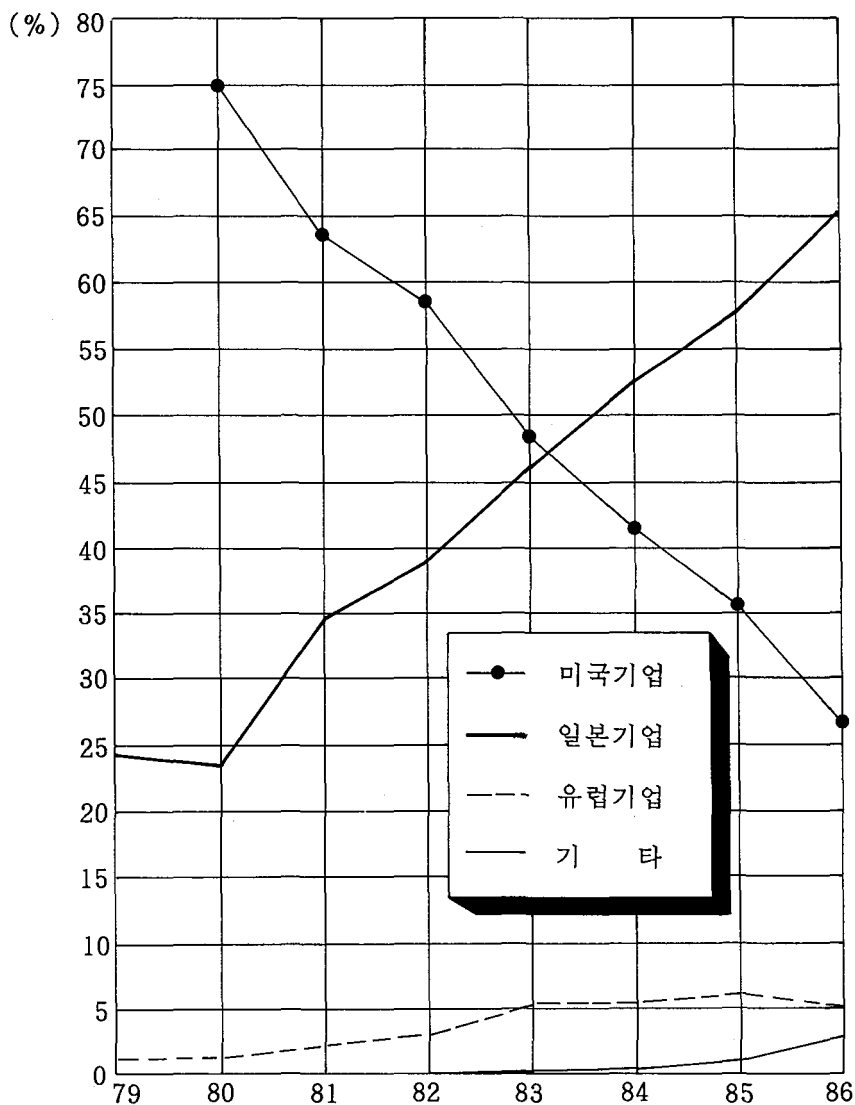
---

12) 1976~79년간 참여기업체들이 동 프로그램에 투자한 것은 약 129백만불이었으며, 정부의 무이자 금융지원은 121백만불에 달하였다.

13) 반도체산업의 불황기에 있어 설비투자는 기업경영 측면에서는 문제점이 있으나 경제적 투자측면에서는 상당한 이점이 있다. 즉, 반도체 산업이 불황이 있을 경우 반도체장비 제조업체는 더욱 심한 불황을 겪게 되며, 이에 따라 소위 SME 가격은 폭락하게 된다.

14) 일본이 세계 최대의 MOS 메모리 생산국이 되었으나, 일본 반도체 기업을 살펴보면 기술적 선택의 오류로 인하여 상당히 어려웠던 기업도 있다. 예를 들면 Fujitsu는 1M Dram 개발에 있어 기존의 N MOS 기술을 택하였으나 국제적인 일반형태가 MOS 결정됨에 따라 기술의 변경에 따른 많은 손실을 감수해야 하였다(256K Dram까지의 모든 기술은 N MOS였음).

<그림 4-1> MOS 메모리반도체의 시장점유율



자료 : Borrus(1988), p.173에서 재인용.

1985년에 들어 256K Dram의 가격이 원래 가격의 1/10정도 밖에 안되는 약 \$ 1.50로 떨어지자 미국 Merchant Chipmaker들은 Dram 시장을 포기하기에 이르렀고, 일본 생산업체는 세계 Ram 반도체 생산을 거의 독점하게 되었다. 1986년에는 일본은 최첨단 256K Dram 시장의 약 90%를, 64K Dram 시장의 55%를, 그리고 전체 Dram 시장의 70%를 점유하게 되었다. 더 나아가 이들은 미국기업보다 훨씬 앞서 1M Dram 반도체를 개발하여 시장에 내놓았다.<sup>15)</sup>

비록 1985년과 1986년의 반도체 판매가격이 생산가 보다 훨씬 낮았으나, 일본기업들은 구조적 강점과 전술하였던 1986년의 미·일 반도체 협정에 힘입어 견디어 낼 수 있었다. 일본회사들의 전체 판매중 반도체 판매 의존률이 약 10% 안팎임에 반하여, 미국기업의 경우는 매출의 대부분을 반도체 판매에 의존하였기 때문에 불경기 기간동안 일본 회사들은 다른 사업부문의 수익에 의존하여 반도체 사업을 지탱할 수 있었으나 미국기업의 대부분은 이 기간동안 기업을 지탱하기 위해 반도체시장을 떠나는 것 이외에는 다른 대응책을 가지고 있지 않았다.

일본 반도체 기업의 기술적 시장적 우위에 따라 1980년대 중반 이후부터는 첨단 반도체 디자인 기술을 보유한 미국기업이나, 싼 노동력을 가지고 새로이 반도체 산업에 진출한 신흥 아시아 공업국가들 모두 일본의 세계 반도체 시장에서의 경쟁력을 따라 잡을 수가 없게 되었다. 일본 회사들은 세계 반도체 시장의 40%의 점유율을 가지고 그들의 주도권을 유지하였고 특히 Dram 시장에서의 일본의 기술적 주도는 거의 독주하다시피 하였다. 1988년에 일본은 1986년에 체결된 협약에 따라 그 당시의 첨단 메모리 반

---

15) 실제로 1M Dram을 최초로 개발하고 생산한 것은 IBM이었다.

도체이었던 1M Dram을 상당히 높은 가격에 판매하면서 세계시장의 95%를 공급하였다. 현재 반도체 회사들은 4M Dram 시장에서도 90% 이상의 점유율을 유지하고 있다.

<표 4-6> 미·일 반도체 제조업체의 반도체사업 비중(1986년)  
(단위 : %)

일본기업	반도체비중	미국기업	반도체비중
NEC	18.8	IBM	5.9
Toshiba	12.4	AT & T	2.7
Hitachi	8.8	GM	0.4
Mitsubishi	9.1	HP	7.3
Matsushita	5.2	Motorola*	31.9
Fujitsu	12.7	TI*	36.5
Nippondenso	10.8	National*	52.5
Sanyo	10.9	Intel*	75.2
Sharp	11.9	AMD*	97.2

주 : \*는 merchant chipmaker를 표시

자료 : Gregory Tassey, "Structural Change and Competitiveness : The U.S. Semiconductor Industry", Technological Forecasting and Social Change, vol. 37(1990), p.87에서 인용

<표 4-7> 생산초년도에 일본 반도체 기업의 Dram 시장점유율  
(단위 : %)

	16K	64K	256K	1M	4M
시장점유율	40	72	91	98	95

자료 : '90년대의 반도체장비 산업전망, 한국반도체장비협회, 1990년 8월, p.53에서 인용

1986년 Motorola와 Toshiba의 기술협력을 시작으로 일본 회사들은 미국 반도체 업체에게 Ram 기술을 제공하는 한편 미국으로부터 ASIC 기술을 도입하려고 추진하였다. 그러나 이러한 미·일 간의 반도체 기술협력의 뒷 배경에는 미·일 양국간의 반도체 무역갈등을 개선하고자 하는 노력이 있었다. 1986년의 협약에 따라 일본은 자국 반도체 시장의 20%를 외국 생산업체에 개방하기로 하였지만 실질적으로 1990년에 13.3% 밖에는 이루어지지 않았다. 따라서 일본시장 개방에 대한 미국의 요구를 진정시키는 수단으로서, 일본 회사들은 미국 회사들과의 기술협력을 추진하게 된 것이다.<sup>16)</sup>

생산능력 확충을 위한 일본의 기본적인 전략은 반도체 시장에서 최대의 생산국이 된 이후에도 변하지 않고 있다. 또한 일본회사들은 세계 반도체 시장에서의 보호주의 팽배를 대처하기 위하여 해외 직접투자 전략을 적극 추진하고 있다. <표 4-8>에 나타난 대로, 일본 반도체 업체들은 그들의 주요시장인 미국, 영국 그리고 독일에 집중적인 직접투자를 하였으며, 동남 아시아지역에서는 값싼 노동력을 이용하기 위하여 투자를 했다. 1984년 이래로, 일본은 생산설비, 그리고 R&D 등으로 미국에 약 120억달러를 투자하였다. 1990년에 11개 일본 반도체 회사들의 미국시장에 투자한 액수는 8,400억엔이었다.<sup>17)</sup>

그러나 반도체 시장지배를 목적으로 일본이 추구하여 온 생산능력의 확장은 새로운 세대의 반도체 생산을 위한 생산라인 투자비의 폭등으로 인하여 그 가능성 여부가 현재 문제시되고 있다. 1990년 1월 Hitachi사는 64M Dram 시제품의 개발을 발표한 바

---

16) <표 4-3> 참조.

17) 최고의 기록은 1984년 12대 일본 반도체 기업들이 투자한 7,630억엔이었다.

<표 4-8> 일본 5대 반도체 기업의 해외 생산기지 확대현황

회사명	미 국	유 럽	아 시 아
NEC	Rosehill • 256K DRAM* • ASIC -ASIC, MICRON도 일 팔 생산계획중 -91년 가동으로 4M DRAM의일팔생산예정 (루스빌제2공장)	SCOTLAND • 256K DRAM* • 1MDRAM* DUBLIN • ASIC • MICRON	MALAYSIA • 트랜지스터 • 민생용 IC SINGAPORE • 256K DRAM • 리니아 IC
Hitachi	Dallas • 256K DRAM • 64K SRAM • MICRON -89년 5월부터 256K SRAM, GATE ARRAY도 일팔생산 예정	W/GERMANY • 64K DRAM • 256K DRAM • MICRON • LOGIC -서독에 전공정 설치 계획	MALAYSIA • 256K DRAM • 64K SRAM • 트랜지스터
Toshiba	California • 1MDRAM • ASIC -ASIC의 개발, 설계, 평가의 일팔 개발체 제 준비중	W/GERMANY • 1MDRAM	MALAYSIA • 바이폴라 • 디스크리트
Fujitsu	Oregon • 256K DRAM • MOS Memory전반 -ASIC의 일팔생산 Line 건설중	DUBLIN • 256K DRAM • MOS Memory -영국에 전공정 공장 건설중 '91년말 가동	SINGAPORE • MOS Memory
Mitsubishi	North Carolina • 256K DRAM -90년 1월부터 가동 1MDRAM 일팔생산 Line 건설계획 -ASIC의 전공정 Line 건설중	-서독에 전공정 공장 건설계획	

주 : \*표의 지역은 전공정을 포함한 공장이며, • 은 현재완료, --은 1990년 계획임.  
자료 : 노무라종합연구소, <표 4-7>의 p.56에서 재인용



있으며 현재까지 또 다른 4개의 일본 회사가<sup>18)</sup> 64M Dram 시제품의 개발을 발표했다. 64 Dram의 단일 생산라인 투자비는 1억엔이 넘을 것으로 예상되고 있으며 이에 따라 몇몇의 일본 반도체 회사들은 가까운 장래에 Dram 사업에서 도중하차할 가능성도 배제할 수는 없다.

### 제3절 유럽의 반도체 산업

반도체 분야에 있어서 유럽기업의 경쟁력은 현재 미약하다고 할 수 있다. 1980년대의 세계 반도체 시장에서 유럽의 점유율은 9%에서 13% 수준에 있었다. 유럽의 반도체 소비는 주로 수입에 의존하였으며 나머지는 미국기업 그리고 최근의 일본기업의 해외 직접투자에 의한 현지생산에 의하여 충족되었다. 1990년 세계 10대 반도체 회사중에서 유럽기업은 Philips만이 10위를 유지하고 있을 뿐이다.

Bell Lab이 트랜지스터를 개발하기 이전인 전자관(electron tube) 시대에 있어서 주요 유럽회사들은 세계 시장에서 높은 경쟁력을 유지했다. 이들 기업은 반도체를 생산하는 기업들과 마찬가지로 다원화된 회사들이었고, 그 당시에 있어서는 생산 및 기술면에서 주도적인 역할을 하였다. 1950년대에 있어서 이들 기업은 경쟁자인 미국기업들과 비교하여 생산이나 경제성에 있어서 전혀 뒤떨어지지 않았으며 일본회사를 보다 훨씬 앞서 있었다. 비록 이들이 미국과 일본보다 늦게 반도체 산업에 진출하였지만, 1954년에는 거의 모든 대규모의 유럽 전자관 제조업체들이 트랜지스터

---

18) Toshiba, Fujitsu, Mitsubishi와 Matsushita

생산에 뛰어들었다.<sup>19)</sup>

<표 4-9> 유럽반도체시장에서의 매출순위

(단위 : 백만불)

순 위		기 업	금 액	
			1989년	1988년
1	1	Philips	967	1,018
2	5	Siemens	938	569
3	2	SGS Thomson	751	652
4	4	Motorola	658	616
5	3	TI	650	647
6	6	Intel	540	485
7	8	NEC	420	387
8	7	Toshiba	414	390
9	9	National Semiconductor	381	386
10	11	Hitachi	289	246

자료 : Dataquest, 출처미상자료에서 재인용

1960년대에 반도체 기술의 패라다임이 트랜지스터로부터 집적 회로(integrated circuit)로 이행하게 되자 진출이 늦었던 유럽기업들은 새로운 기술분야인 IC 기술에 있어서 미국에 비해 훨씬 뒤져 있었으며 그후로 새로이 개발되는 반도체 기술을 쫓아가기는 더욱 어려워져 갔다. 반도체 산업에서 유럽회사의 갑작스러운 위상하락의 이유는 유럽산업의 특유한 요인들에서 찾아볼 수 있다.

19) Philips, ITT, Siemens, GEC, Thomson-CSF와 AEG-Telefunken은 전자관 생산을 하는 대기업이었으나 전자관 매출은 전체 매출중 극히 일부였다.

첫째, 유럽의 보수적인 경제·문화적 특성상, 미국에서와 같이 새로운 모험기업이 탄생하는 spin-off 효과나 기업간의 인력이동이 적었고, 또한 유럽기업들은 반도체를 전자제품에 들어가는 단순한 부품으로 취급하였고, 그 결과 반도체사업에 대한 독자적인 기업운영을 시도하지 않았다.

둘째, 일본과 미국과는 달리 유럽 반도체시장은 다수의 소규모 국내시장들로 분화되어 있었다. 전자제품에 대한 국가 표준들은 각기 달랐고 정부들은 노골적인 “국산품 구매” 조달 정책의 추구로 시장의 분할을 가속화 시켰다. 따라서 대규모의 유럽시장 규모에도 불구하고, 유럽 생산업체들은 시장규모에 버금가는 생산규모의 경제와 학습효과를 성취할 수 없었으며, 이러한 내적 분화는 중복 연구개발 투자, 비효율적인 인력 및 자원의 이용, 비교적 낮은 기술과급 등을 유발하게 되었다. 유럽 반도체기업의 경쟁력에 관련한 이러한 특이한 요소들은 1992년 유럽 융합에 의한 “단일 유럽 시장(Single European Market)”하에서 어느정도는 해결될 가능성이 있다.

마지막으로, 반도체 산업에 있어서 유럽의 기업들이 기술적인 면에서 2류로 전락한 가장 중요한 이유는 각 반도체 세대가 변화할 때마다 유럽기업들이 범했던 기술선택의 연속적 오류로 보여진다.

반도체 산업의 변천역사에 있어서 특기할 만한 사항은 미국의 반도체에 대한 수요가 유럽보다 더 컸다는 것이다. 뿐만 아니라 유럽에서의 반도체에 대한 수요구조는 미국과 크게 달랐다. 1950년대 유럽의 반도체 수요는 주로 가전제품 분야에서 일어났으며, 나머지는 산업수요에 의해 충당되었다. 이것은 대부분의 유럽의 반도체 생산업체들이 수직적으로 결합된 전자제품 회사들이었기 때문에 자체소비용 수요가 외부판매용 수요보다 더 비중이 높았

다는 것을 뜻한다. 또한 미국 반도체산업의 기술개발을 유도하였던 군수산업을 위한 정부조달(public procurement)의 역할이 유럽 반도체 산업에 있어서는 비교적 크지 않았다.<sup>20)</sup>

<표 4-10> 지역별 반도체 수요

(단위 : %)

	'56	'60	'65	'70	'74	'78
미 국	80	76	66	53	48	46
유 럽	8	12	12	22	25	23
아시아	10	10	14	22	24	28
기 타	2	2	2	2	3	3

자료 : U.S. Department of Commerce, Report on the Semiconductor Industry(Washington, D.C. : U.S. Government Printing Office, September 1979), p.88에서 인용.

일반적으로 반도체 수요구조는 반도체 기술발전에 중요한 역할을 하여 왔다. 군수산업의 경우는 가격에 관계없이 크기가 작고 신뢰성이 높고 저에너지 소비형 반도체 제품을 요구하는 반면, 민수시장에 반도체사업은 그 주요 수요처가 가전제품 제조기업이었기 때문에 라디오나 TV세트의 주파수 범위를 충족하는 트랜지스터를 위한 연구개발과 생산에 초점을 맞추었다. 1950년대에 있어서는 민수용 기술이 군사 및 우주기술에 비하여 기술적으로 낙후되었기 때문에 소비자시장을 겨냥한 반도체 제품을 생산하였던 유럽 회사들은 당연히 미국 회사들에 대해서 기술적 경쟁력이 낮았다.

미국 국방성과 NASA에 의해서 주도된 반도체 기술개발의 또

20) 이 시기에 있어서 군수분야에서의 반도체 수요가 많았던 영국은 예외이다.

다른 영향은 작은 규모의 기술혁신적인 모험기업을 육성하는 것이었다. 그러나 이러한 경향은 이질적인 경제적 환경 때문에 유럽에서는 일어나지 않았다. 유럽에서는 기술인력의 낮은 유동성, 그리고 많은 과학기술자의 미국으로의 유출때문에 유럽에서의 기술혁신적 모험기업의 형성은 매우 어려웠다.

1960년대 Silicon-Planar 공정조립에 기초를 둔 새로운 기술에 의하여 집적회로가 반도체 시장을 지배하고 있을 때, 유럽기업은 이 새로운 Silicon-Planar-Intergrated Circuit를 수용하는데 매우 늦었다. 트랜지스터에 대한 확고한 기술확보, 생산과 연구개발에 있어서 축적된 능력과 유럽시장에서의 상업적 성공은 유럽기업으로 하여금 기존기술, 기존제품, 그리고 기존제품에 집착하게 하였고 1960년대에 유럽시장에서의 Discrete 반도체에 대한 대량수요는 유럽 반도체기업으로 하여금 집적회로분야로의 변신을 필요로 하지 않았다. 이 잘못된 기술선택의 결과는 1970년대 이후 유럽 반도체 산업에 지대한 영향을 주었다. <표 4-11>에 나타난 바와 같이 유럽의 반도체 기업은 1950년대의 트랜지스터 생산에 있어서와 마찬가지로 1960년대의 IC 생산에도 뒤늦은 출발을 하였다.

<표 4-11> IC 생산에 있어서 미국과 유럽 반도체 기업의 격차  
(단위 : 년)

영 국	불 란 서	서 독
1.3	3.0	2.6

주 : Planar-Eptaxial-IC 생산

자료 : Tilton(1971), p.113에서 인용

IC 시대에 있어 반도체 기술은 점점 누적적이고 복잡해지기 때문에 집적회로 시대에 있어서 기술적 지체는 트랜지스터시대의

지체와는 달리 경쟁력 측면에서 매우 다른 결과를 가져온다. 트랜지스터시대에 있어서 뒤늦은 사업진출은 어느 정도의 기술을 갖춘 후발기업들이 기존 생산업체를 재빨리 모방할 수 있었기 때문에 후발기업들에게는 큰 불이익을 주지 않았다. 그러나 IC 사업에 있어 후발기업들은, 기술변화가 누적적이고 복잡하고 특유한 성격을 가짐에 따라 후발기업으로서는 제품과 공장상의 기술적 우위를 이미 가지고 있는 선발기업을 따라잡는 것은 매우 힘든 일이었기 때문에 기존의 생산업체에 비하여 경쟁력에 있어서 매우 불리한 입장에 있게 된다. 그 대응책은 선발기업으로부터의 첨단기술을 도입하는 것 이외에는 없었다.

1960년대 말 결국 몇몇의 유럽기업들이 대규모의 IC 반도체를 생산하기 시작했다. 그러나 이들은 IC 시장진출에 있어서 기술도입상의 큰 오류를 범하였다. 즉, 그 당시 반도체 기술의 표준이 되었고, 컴퓨터 산업의 주요부품으로 이미 사용이 되고 있었던 TI의 Bipolar Digital 반도체 기술을 도입하는 대신에, 이미 시장에서 뒤쳐진 Sylvania와 Fairchild로부터 기술을 도입하였다.<sup>21)</sup> 이 결과 모든 주요 유럽 반도체 회사들은 이미 1970년대의 초반에 디지털 집적회로 시장으로부터 밀려나는 결과를 초래했고, 1970년대에는 Discrete반도체, 선형 집적회로, 그리고 고객주문전용 반도체를 주로 생산하게 되었다.

유럽에 있어서의 LSI 시대는 1970년대 말에 시작되었다. 기술변화가 심한 반도체와 전자시장에서 생존하기 위해서, 대규모의 전자제품 생산업체는 LSI 제품생산에 진출할 수 밖에 없었으나 이것도 결국 실패하게 된다. LSI 기술의 복잡성과 누적성은 유럽

---

21) 트랜지스터 생산의 주력기업이었던 Sylvania는 1970년대 TI와의 IC 반도체

경쟁에 뒤짐에 따라 반도체사업을 포기하게 된다.

회사들의 능력을 이미 넘어서 있었고, 따라서 이들은 소규모의 미국 LSI 생산회사들을 매수하고 그 후에는 공동기술협력의 방향으로 기술적 열위를 만회하려고 추진하였다.

반도체 사업 진출에 따른 높은 재정적·기술적 장벽, 유럽회사의 보수성, 유럽시장의 분열화, 민족주의적 정부정책, 그리고 세계시장보다는 자체수요에 목적을 둔 경영전략, 이 모든 요인들이 유럽 반도체 산업의 발전을 저해하였다. 1980년 증반에 있어서 유럽 반도체 산업은 기술적으로 낙후되고, 분화되고 주력 반도체 시장에서 경쟁력을 상실하고 있었다.

1980년대에 들어 유럽 각국은 반도체 산업을 핵심 전략 산업으로 인식하고 국가적인 노력을 경주하고 있으며, 유럽기업들도 미국, 일본과의 새로운 경쟁을 위하여 전략적인 기술협력 관계를 맺고 규모의 경제를 이룩하기 위하여 새로운 전략을 추구하고 있다. 현재 이들이 구상하고 미국과 일본에 대한 catch-up 전략은 산업의 구조적인 변화로 요약되어질 수 있다. 즉, 유럽의 반도체회사들은 그 규모면에서 해외 경쟁기업들에 비해 상대적·기술적으로 뒤지고 있어서 어느 한 기업이 독자적으로 반도체 산업에 진출하기는 어렵다는 것이다. 따라서 이같은 구조적인 문제점을 해결하는 방법으로 유럽의 지역적 특수성 및 그 동안의 공동연구의 경험을 바탕으로 반도체 회사들간의 전략적인 협력관계를 맺는 것이다.

역사적으로 볼 때 유럽 기업들은 오랜기간에 걸쳐 공동·협동연구의 경험을 많이 갖고 있는데, 예를 들면 1970년대 초반부터 COST를 비롯하여 정보산업의 ESPRIT, 정보통신분야의 RACE, 또한 EC 연구의 전체적인 분야를 다루는 Framework Program 등이다. 이와 같은 여러 기술 및 산업분야에서의 유럽기업간의 공동연구의 경험으로 볼 때, 반도체 산업에서의 전략적 협력관계의 성

공여부는 유럽 반도체 산업의 경쟁력을 크게 향상시키고 미국과 일본을 기술적 측면에서 따라 잡을 수 있을 것으로 기대되고 있다.

반도체 기업간의 협력체제 구축의 대표적인 것으로는 Siemens와 Philips가 공동으로 추진하고 있는 Mega Project가 있다. 이들 두 회사는 기술개발 프로젝트의 위험 및 비용을 공동 부담하고 있으며, 네덜란드 및 독일정부 역시 공동으로 지원하기도 하고 개발비용의 1/3을 부담하기로 하였다. 이 프로젝트는 디자인, 기술, CAD개발, 제조공학 등 크게 4분야로 구성되어 있으며 특히 첨단 메모리 반도체 즉 4M Dram과 첨단 ASIC 기술의 개발을 목표로 하고 있다. 이 두 회사들이 당면한 문제는 전략분야에서 투자와 기술개발 노력의 중복을 방지하고자 하는 것이며, 이에 따라 정보의 교환, 작업의 분할, 결과의 비교, 기간요원의 교환을 추진하고 있다. 그러나 이 프로젝트에 대한 두 회사의 관점은 차이가 있어 Philips는 제품의 다변화를 강조하는데 반해 Siemens는 하나의 제품, 하나의 기술 접근방식을 고집하고 대량생산을 강조하고 있다.

가장 최근 유럽수준의 기술협력사업으로 JESSI(The Joint Europe Sub-micron Silicon Initiative)를 들 수 있다. 1988년부터 시작된 이 프로젝트는 기본적으로 전술한 Mega Project의 후속사업이다. JESSI의 대상분야는 메모리분야 뿐만 아니라 ASIC 기술분야에까지 이용될 수 있는 첨단 16M Dram 공정기술 분야이며, 세계수준의 기술확보를 목표로 하고 있다. 이 프로젝트에는 Phillips, Siement, SGS Thomson 등 유럽의 주력기업을 중심으로 지역내의 기업 및 연구소 30개사가 참가하고 있다.

또 다른 유럽 반도체 기업들의 전략적 협력관계의 중요한 사례는 1987년 4월에 완료된 불란서의 Thomson과 이탈리아의 SGS의 합병이다. 이들 두 기업은 ESPRIT 및 EUREKA의 여러 프로젝트에 참가하여 공동연구를 많이 수행한 경험이 있었으며, 반도체 산



업의 특성인 규모의 경제를 달성하기 위해서는 서로 다른 기업들과 긴밀하게 협조하는 것이 유일한 길이라고 결론지었다. 이들 두 회사들이 기업합병을 통하여 추구하고자 하는 바는 조금 차이가 있었는데 SGS는 대규모 반도체 공급회사가 되고자 하며, Thomson은 군수 기술분야를 제패하는 것이었다. 이들의 합병으로 인해 1987년 판매액 \$8억의 유럽 제2위, 세계 제13위의 반도체 회사가 탄생하였다.

유럽 반도체 산업의 최근 추세를 살펴보면 반도체 산업이 전략 산업이라는 공감대가 넓게 형성되어 있다. 따라서 유럽 각국들도 반도체 산업에 대한 전폭적인 지원을 하고 있을뿐 아니라 또한, 최근 반도체 기술의 추세인 ASIC 분야에도 유럽 기업들이 많이 진출하고 있다. ASIC 기술분야는 메모리 분야에 비해 비교적 기술적 연속성이 없고 기술적·재정적 장애가 낮아 유럽 기업들 및 신흥 기업들의 진출이 비교적 용이하기 때문이다. 현재 유럽 각국도 미국처럼 외국 반도체 제품의 덤핑을 방지한다는 이유로 일본, 한국 등과 반도체 협정을 추진하고 있다.

그러나 유럽의 반도체 제조장비 산업을 살펴보면, 자금자족의 접근방식을 전통적으로 채택함에 따라 취약성을 면치 못하고 있었다. 그 이유는 1970년대 유럽 반도체 산업이 매우 약했기 때문에 유럽의 기계장비 산업이 전통적으로 강력했음에도 불구하고 반도체 제조장비 산업은 약세를 면치 못하였기 때문이다. 따라서 전통적인 기계장비 제조산업도 반도체 제조장비가 아닌 다른 장비분야에 중점을 두었고, 그 결과 유럽의 반도체 회사들은 일본, 미국 등지에서 반도체 장비를 수입할 수 밖에 없었다. 1980년대 들어서면서 유럽의 반도체 산업이 비교적 활기를 띠에 따라 유럽 각국은 반도체 제조장비 산업을 보호하는 한편, 몇몇 전략분야를 중심으로 전폭적인 지원을 하고 있다.

유럽 반도체 산업이 경쟁력을 회복하기에는 많은 난관이 놓여져 있는 것으로 보인다. 유럽 반도체시장은 미국과 일본 반도체 기업들의 차기 경쟁시장으로 부각되고 있으며, 이미 일본은 유럽 시장의 통합에 대비하여 직접투자를 늘이고 있어<sup>22)</sup> 경쟁은 매우 치열할 것으로 예상된다. 전통적인 내수시장 중심의 전략으로부터 탈피하여 보다 큰 해외시장에의 진출만이 반도체 선두주자들과 경쟁하는 것으로 보여진다. 유럽공동체의 보호막에서 탈피하고 기술적으로 우위의 있는 미국과 일본과의 경쟁을 이겨내지 못한다면 유럽 반도체 기업들의 국제 경쟁력은 점차적으로 악화일로에 서게 될 것이며, 현재까지 이루어진 범유럽 공동기술협력사업은 단지 유럽 반도체 산업의 몰락을 시간적으로 지연시키는 역할을 할 것으로 보인다. 최근 Philips사가 JESSI 프로젝트로부터 탈퇴를 선언하고 1M Sram 시장을 포기한 것은 유럽 반도체 산업에 있어 앞날을 점칠 수 없게 하는 불길한 조짐이다.

---

22) 최근 fujitsu의 영국의 최대 컴퓨터 제조업체인 ICL의 인수는 유럽에서의 앞으로의 경쟁을 예견해 주고 있다고 보겠다.

## 제5장 우리나라의 반도체 산업

### 제1절 우리나라 반도체 산업의 발전과정

세계 반도체 시장은 지난 40여년간 강력한 기술 및 마케팅 능력을 보유하고 있는 몇몇의 기술선진국의 대기업에 의하여 지배되어 왔다. 이러한 과정속에서 대부분의 개발도상국 기업들은 선진기업의 해외 조립생산자로서의 역할을 담당하여, 주로 반도체의 조립생산체제를 유지하여 왔다.

반도체 웨이퍼를 수입하여 단순조립형태로부터 시작한 우리나라의 반도체 산업은 1970년대 정부출연 연구기관을 중심으로 기술개발 체제를 구축하고, 1980년대 들어서면서 삼성전자 등 민간대기업이 대규모 투자를 시작하면서 본격화되었다. 지난 20년간 우리나라의 반도체 산업은 조립생산수준으로부터 VLSI 대량생산체제 수준에 이르는 괄목할만한 성장을 하여 왔으며, 현재 반도체 일부 분야에서는 선진기업들과 세계시장에서 어깨를 겨루며 수준 높은 경쟁을 하기에 이르렀다.

세계 반도체 시장에서 우리나라는 현재 중요한 생산국중의 하나이다. 1990년에 우리나라는 세계 반도체 시장의 10.2%를 점유하여 일본과 미국 다음으로 제3위를 차지하였다. 우리나라 최대의 반도체 회사인 삼성은 세계 반도체 시장에서 주요 DRAM 생산업체로, 아남산업은 세계 최대의 반도체 조립회사로 인식되고 있다. 이러한 사실은 우리나라 반도체 산업의 짧은 역사와 특히 반도체 사업에 처음으로 참여하였을 당시의 기술의 현격한 차이를 생각

할 때 매우 획기적인 것이라고 할 수 있다.<sup>1)</sup>

삼성과 아남은 각기 우리나라 반도체산업의 2가지 양상을 대표한다. 첫째, 우리나라 반도체산업은 DRAM이나 SRAM 같은 대량생산(commodity memory) 반도체 생산에 역점을 두고 있는 반면, 국내 소비는 마이크로 프로세서와 VTR용 반도체 같은 다양하고 수준높은 반도체를 수입하여 사용하고 있다. 이와 같은 반도체 공급과 수요의 질적 불균형은 우리나라 반도체 생산업체가 외국시장 판매에 의존하고 국내 소비업체는 외국 생산업체에 의존하는 불안정한 구조를 이루게 하였다. 둘째, 우리나라 반도체 산업의 대부분은 외국 구매업체들을 위한 반도체의 조립에 의존한다. <표 5-1>에 나타난 바와 같이 조립부분의 비율은 계속적인 증가를 보이고 있다. 1988년의 경우 우리나라 반도체 생산의 60% 이상이 웨이퍼 조립사업에 관련되어 있다.

**<표 5-1> 우리나라 반도체 산업의 웨이퍼가공과 조립**  
(1984~88년)

(단위 : 백만불)

	1984	1985	1986	1987	1988
웨이퍼가공	109	168	303	475	1,389
웨이퍼조립	1,156	1,012	1,167	1,825	2,190
합 계	1,265	1,180	1,470	2,300	3,575

자료 : 한국전자공업협회, 1989년

전술한 우리나라 반도체 산업의 두가지 특징의 생성은 반도체 산업의 역사적 발달을 음미해 보면 좀 더 쉽게 이해될 수 있다.

1) 이에 대한 자세한 내용은 삼성경제연구소, 호암의 경영철학, 1989년, pp.87~

고유의 반도체 제조 생산능력이 없었던 우리나라는 외국 반도체 회사들의 해외 조립공장의 하나로서 반도체 사업에 참여하기 시작하였다. 1965년에 미국의 Commy사가 트랜지스터 조립을 위한 목적으로 국내에 합자회사를 설립한 이래 여러 미국과 일본 회사들이 트랜지스터 또는 다이오드(diode) 조립공장을 1960년대 후반기와 1970년대 초기에 걸쳐 설립하였다.<sup>2)</sup> 이 회사들은 합작형태 또는 단독투자형태로 해외의 값싼 노동력을 주로 이용할 목적으로 우리나라에 진출하였으며, 외국인 직접투자에 의한 수출증가와 고용률을 높이려는 우리나라 정부의 정책은 이들의 투자를 적극적으로 장려하였다.<sup>3)</sup> 그러나 반도체 조립사업은 궁극적으로 우리나라 전자산업에 급속한 성장을 촉진시켰고<sup>4)</sup> 전자기술에 익숙한 노동력을 배출하는 계기가 되기도 하였다.

1970년대에 들어 반도체의 LSI 시대가 열리고 소위 반도체의 산업용시대에서 민수용시대로의 전환에 따라 반도체 수요구조에 큰 변화가 있게 된다. 또한 1973년 제1차 석유파동 이후, 우리나라에도 수출상품용 핵심전자부품의 국산화 추진정책은 매우 중요한 문제로 대두되기 시작한다. 이에 따라 소형라디오, 전자시계, 흑백 TV, 탁상용 전자계산기 등 당시 우리나라 수출 주종 전자제품 생산을 위한 반도체 생산은 경제적인 타당성을 가지게 되었고, 이러한 일반적인 추세는 반도체 조립생산체제에서 웨이퍼 가공체

---

2) Signetics(1966sus), Fairchild와 Motorola(1967년), AMI와 Toshiba(1970).

3) 1969년 우리나라 정부는 전자산업을 육성하기 위하여 전자공업육성법을 제정하고 동 산업육성을 위한 8개년 계획을 수립하게 되었다.

4) 1980년대 초반에는 900여개 이상의 기업이 전자산업에 참여하게 되었다.

World Bank, Korea : Development in a Global Context(Washington, D.C. : The World Bank), p.71.

제로의 이행을 촉진시키게 된다.

우리나라 반도체 산업에 있어 웨이퍼 가공생산은 1974년 1월 KEMCO와 미국의 ICH가 공동출자하여 한국 반도체사를 설립함으로써 시작된다. 동년 12월부터 손목시계를 위한 MOS LSI 제품을 만들기 시작하였으나, 작업은 여전히 packaging 위주로 국한되었으며, 1977년에 가서야 ICH 기술도입에 의한 이극성 트랜지스터를 처음으로 생산하기 시작하였다. 그러나 한국 반도체는 당시로서는 첨단기술인 3인치 웨이퍼 가공 및 CMOS LSI 등 새로운 제품개발과 디자인 및 웨이퍼 가공기술을 국내외 전파하는 매체의 역할을 한 것으로 평가된다.

1978년 ICH가 자본철수를 결정하자, 당시 전자부문을 확장하고 있던 삼성전자가 한국 반도체를 인수 합병하게 된다. 삼성은 MOS LSI 제품 개발과 세계 IC-손목시계 시장의 점유로 반도체 산업에서의 성장가능성을 발휘하였다. 칼라 TV에 이용되는 첨단 기술제품인 NTSC/PAL CHROMA IC의 공급회사가 삼성에 대해 공급을 중단하였을 때, 삼성은 자체 디자인 개발과 공급회사들로부터 얻어진 기술축적으로 같은 종류의 반도체를 개발하였다.<sup>5)</sup>

1979년에는 금성이 AT & T와 합작으로 반도체 산업에 진출하였다. AT & T가 주식의 43%를 가지고 참여하였던 금성반도체는 표준형 LSI Wafer 조립을 시작하였다. 같은 해, 한국전자도 Toshiba와 합작형태로 트랜지스터와 다이오드를 생산하기 시작하였다. 따라서 1970년대 말에는 3개의 국내 합작회사들이 LSI 반도체의 Wafer 또는 Discrete 반도체 조립에 참여하고 있었으며, 기타 다른 회사들은 외국회사를 위한 Wafer 조립사업에 참여하였다. 그러나, 전술한 세개의 Wafer 조립회사들은 가전제품을 위한

---

5) “호암의 경영철학” 참조

반도체 생산에 중심을 두고 기존의 전기 및 전자부문 사업에 치중한 반면, 반도체 사업에 많은 역점을 두지 않았다.

이 시기에 있어서 우리나라의 반도체 기업은 전자시계, 흑백 TV, 음향기기, 전자계산기 등의 민수용 전자제품과 관련된 반도체 생산에 치중하였다. 그러나 선진기업으로부터의 기술도입이 원활하지 못하였고, 세계시장진입에 필요한 대규모 투자와 기술개발 및 경험부족 등의 이유로 대량생산체제를 이루지는 못한 것으로 보여진다. 그러나 한국전자공업진흥발족(1976년), 한국전자기술연구소(KIET, 1976년) 및 한국전자통신연구소(KETRI, 1981년)의 설립으로 반도체산업의 발전을 위한 제도적인 여건들이 이 시기에 마련되기도 하였다.

1970년대 후반은 우리나라 반도체 산업이 조립생산체제에서 LSI 등 웨이퍼 가공체제로 전환되는 시기로서, 본격적인 반도체 생산을 위한 준비시기, 기초적인 제조기술경험이 축적되는 시기, 기술인력개발의 양성화가 이루어진 시기였다. 그러나 세계적인 불황으로 인한 국내 경기침체로 자금압박이 심하여 집중적인 연구개발이 이루어지지 못하고 도입기술의 소화가 원활하지 않아 핵심 기술의 축적이 이루어지지 않는 못하였다.

1981년 반도체공업육성계획이 수립되어 우리나라의 반도체 산업은 적극적인 국면을 맞이하게 된다. 이 계획은 반도체 산업에 있어서 우리나라 고유의 제조능력을 증진시키기 위한 다양한 방책으로 특징지워진다. 1970년대에 일본의 반도체 회사들은 주요 부품의 공급조절을 통하여 우리나라 전자제품의 생산과 품질을 통제하다시피 하였으며 이러한 경향은 1970년대 말에 더욱 심하여 주요 반도체의 공급을 중단하는 경우가 적지 않았다. 이에 따라, 우리나라의 가전제품 생산업체들은 자체적인 반도체 생산을 통하여 일본에 대한 반도체 의존을 축소하기로 하고, 반도체 생산

특히 표준형 메모리 반도체 생산에 박차를 가하기 시작하였다.

1982년 아남산업이 64K DRAM 조립생산을 시작한 것을 비롯하여, 1983년에는 현대전자가 반도체 산업에 진출하였고, 1986년에는 대우그룹에서 미국의 Zymos사를 인수, 합작으로 대우 자이모스 테크놀로지를 설립하는 등 반도체 산업에 대기업이 본격적으로 참여하게 됨에 따라, 우리나라 반도체 산업은 본격적인 양산체제로 들어서게 된다.

1980년대 우리나라 반도체 산업의 특징은 해외 선진기술의 도입과 첨단 반도체 제조설비에 대한 투자이다. 특히 표준형 메모리 반도체 분야에 주력하였던 삼성, 금성, 현대는 그 당시 첨단이었던 256K DRAM에 대한 기술을 미국으로부터 도입하였고<sup>6)</sup> 10~20억불에 달하는 Wafer 조립, 테스트 장비를 포함한 반도체 산업 발전의 밑받침이 되었으며, 훗날 이와 같은 집중 투자에 대한 막대한 이익의 실현은 반도체 사업 진출의 정당성을 입증해 주기도 하였다.

이 시기에 있어서의 특징은, 반도체 기업들이 새로운 제품개발을 위하여 선진기업으로부터 기술도입을 적극적으로 추진하는 한편, 세계적인 기술무기화 추세에 따라 자체기술확보를 위하여 자구적 노력을 전개해 나갔다는 점이다. 1985년 한국전자기술연구소와 한국전기통신연구소의 통합으로 이루어진 한국전자통신연구소의 설립이나, 반도체 관련 20개 기업이 공동으로 참여하는 반도체 연구조합의 결성(1986년)을 통하여 1MDRAM 등 초고집적 반도체 기술의 공동개발은 이러한 자구노력의 일환이라고 보여진다.

---

6) 256K DRAM 기술을 도입하면서 현대는 INMOS에 6백만불을 지불하였으며, 금성은 AMD와 제휴하였다. 중앙일보 1984년 12월 15일.



## <표 5-2> 우리나라 반도체 산업의 투자

(단위 : 억원)

	1982	1983	1984	1985	1986
시설투자	1,489	1,034	3,583	4,030	2,576
연구개발	65	90	245	769	623
합 계	1,554	1,124	3,828	4,799	3,199

자료 : Yong Wook Jun and Sang Gook Kim, OECD Report, The Korean Electronics Industry—Current States, Perspectives and Policy Options, 1990, p.74.

일본 반도체 기업과 마찬가지로, 우리나라 제별 회사들의 반도체 산업에의 진출은 매우 중요한 의미를 가진다. 전술하였던 바와 같이, 일본 반도체 기업들의 구조적 강점은 특히 불황기에 있어서 나타난다. 일본 회사들은 그 자체의 다른 사업에서 확보한 재원으로 불황기에 누적된 적자를 보전함으로써 반도체 시장을 포기하지 않고도 견디어 낼 수 있었다. 이러한 점에서 우리나라의 경우도 시스템산업 등 계열기업군을 가지고 있었던 대기업이 반도체 사업에 진출한 것은 매우 타당한 것으로 보여진다.

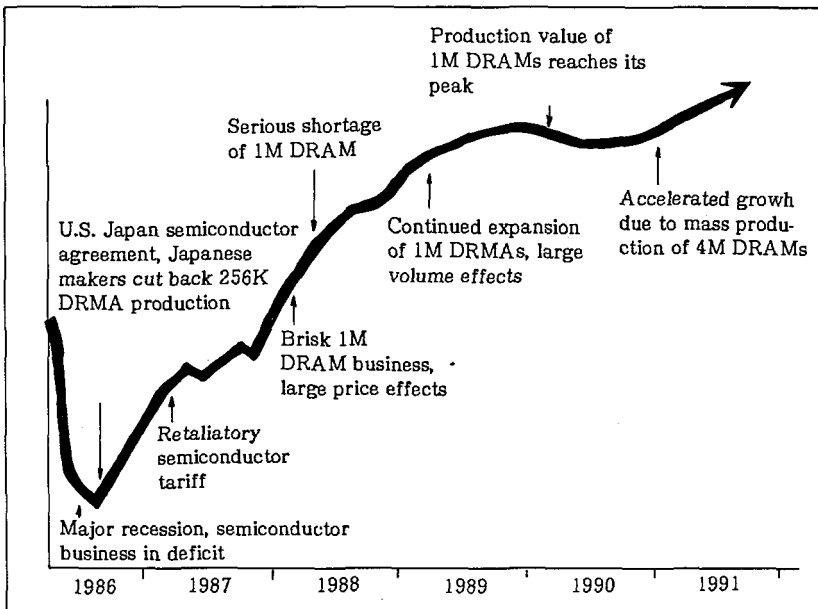
그러나 불행히도 우리나라 반도체 회사들의 반도체 사업에의 참여시기가 결코 좋은 것은 아니었다. 1984년과 1985년도 초반, 우리나라가 64K DRAM의 대량생산에 참여했을 때 세계 반도체 산업은 주기적 경기불황이 시작하였던 시기였다. 또한 이 시기는 일본회사들이 DRAM 시장에서 미국 merchant chipmaker를 반도체 시장에서 궁극적으로 쫓아내게 하였던 위협적인 저가격 전략의 효과를 보는 시기였다. 일본 회사들에 의해 책정된 대부분의 반도체 가격은 우리나라 기업의 생산가보다 훨씬 낮았으며<sup>7)</sup> 따라서

---

7) 일본 기업들이 64K DRAM을 60센트라는 덤핑가격으로 판매하고 있던 1985년 말, 우리나라 기업의 손익분기점은 1불 40센트였다.

실질적 적자를 감수해야만 하였다. 그러나 미국 회사들과는 달리, 우리나라 회사들은 경영자의 확고한 의지와 전술한 이유로 인하여 상당한 기간 반도체 시장에서의 가격경쟁을 견디어 낼 수 있었고, 일본 회사들이 1986년 미·일 반도체 협정체결과 반도체 시장의 새로운 호황에 힘입어 기존의 적자는 보전한 것과 마찬가지로 상당한 수익을 실현할 수 있었다.<sup>8)</sup>

<그림 5-1> 반도체 산업의 불황과 호황(1985~90년)



자료 : Dataquest, 전자통신연구소 자료에서 재인용.

- 8) 실제적으로 이 시기에 우리나라 반도체 기업들이 많은 수익을 올릴수 있었던 것은 첫째, 미국시장에서의 일본 반도체 수입제한에 의한 공급부족, 둘째, Toshiba 등 일본 주력기업들의 1M DRAM으로의 이행에 따른 세계시장에서의 256K DRAM 공급부족에 기인한다.

이러한 1980년대 증반의 불경기의 충격적 경험은 우리나라 회사들로 하여금 반도체사업 전략을 재구성하게 하는 계기가 되었다. 즉 일본의 가격전략이 침투하지 못하는 제품분야로의 생산 다양화가 필요하다고 결론을 내리게 되는 좋은 계기가 되었다. 우리나라 기업들이 대규모 반도체 투자계획을 시작했을 때, 이들은 주로 일본 회사들이 주력하고 있던 표준형 IC에 역점을 두었는데, 이는 우리나라의 약한 반도체 디자인 능력때문이었다. 1960년대와 1970년대의 반도체 조립생산은 우리나라 기업으로 하여금 고유의 기술 및 디자인 능력개발에 거의 도움을 주지 못하였을 뿐만 아니라 우리나라의 반도체 주요기업도 주문용 반도체 주문을 위한 설계 명세서를 작성할 만한 기술과 동기를 갖지 못하였다.

1980년대 후반에 있어서 정부의 반도체 기술능력 향상에 대한 기여는 매우 큰 것으로 평가되어 진다. 1984~85년 우리나라 기업이 반도체 사업에 본격적으로 참여하는 시기에 있어 정부는 반도체 생산기반 시설투자에 대하여 다양하고 막대한 세제·금융적 지원을 하였다. 1982년부터 시행되어 온 특정연구개발사업과 1987년부터 시행된 공업기반기술개발사업의 일환으로 산·학·연의 협동연구체제를 통하여 반도체기술개발을 적극적으로 지원하여 왔으며<sup>9)</sup> 1986년에는 반도체 기술을 획기적으로 제고시키고자 하는 노력으로 15개년 장기발전계획을 입안·추진하기에 이르렀다.

---

9) 이 당시 정부의 기술개발지원 방향에 대하여는 많은 문제점이 있는 것으로 보여진다. 산업계와의 인터뷰에 의하면, 정부의 지원자금에 기업의 장비투자에 도움이 되기는 하였으나 자체기술개발, 그리고 개발된 기술이 우리나라 반도체 산업에 실질적으로 도움이 되는 방식은 아니었다고 한다. 공동개발 연구가 얼마나 성공적이었는가는 성공에 대한 정의에 따라 많이 달라질 수 있으며, 세계 개편이 훨씬 효과적이었다고 한다.

<표 5-3> 특정연구개발사업중 반도체 연구개발비 지원

(단위 : 백만원)

구분 연도	계		국가주도연구		정부민간공동연구		국제공동연구	
	과제	연구개발비	과제	연구개발비	과제	연구개발비	과제	연구개발비
82	10	3,298 (370)	7	2,931	3	367 (370)		
83	7	2,541 (446)	4	2,375	3	166 (446)		
84	10	3,016 (78)	9	2,991	1	25 (78)		
85	18	3,156 (1,138)	11	2,382	7	774 (1,138)		
86	10	5,633 (35,700)	9	1,933	1	3,700 (35,700)		
87	15	5,633 (35,700)	12	1,885	3	4,062	3	140
88	17	4,470 (14,745)	11	1,940	6	2,530	1	65
89	9	6,260 (52,488)	5	12,612	4	220	2	105

주 : ( )는 민간부담액.

자료 : 과기처, 특정연구개발사업 시행 5년 및 특정연구개발사업  
과제목록('87~'89)에서 인용.

이와 별도로, 1983년부터 반도체 재료 및 설비에 대한 수입관세 감면조치를 점진적으로 확대 시행하여 왔으며, 장비기술확보를 위하여 1989년에는 반도체장비종합발전계획을 수립하였다.

정부의 적극적인 지원과 장려에 따라서, 우리나라 반도체 산업은 보다 다양화된 사업전략을 구사하면서 발전하였다. 첫째, 대량생산 메모리 반도체 생산설비를 계속적으로 증가시켰고, 외국기술에의 의존으로부터 탈피하기 위한 자체 연구개발 기반을 향상시켰다. <표 5-4>에 나타난 바와 같이 우리나라 반도체 생산은 지난 5년간 매우 빠른 성장을 했고 이에 따라 세계 DRAM 시장에 있어서 우리나라 반도체 산업의 비중은 급격히 증가되었다.

<표 5-4> 우리나라 DRAM의 위상변화

(단위 : 백만개)

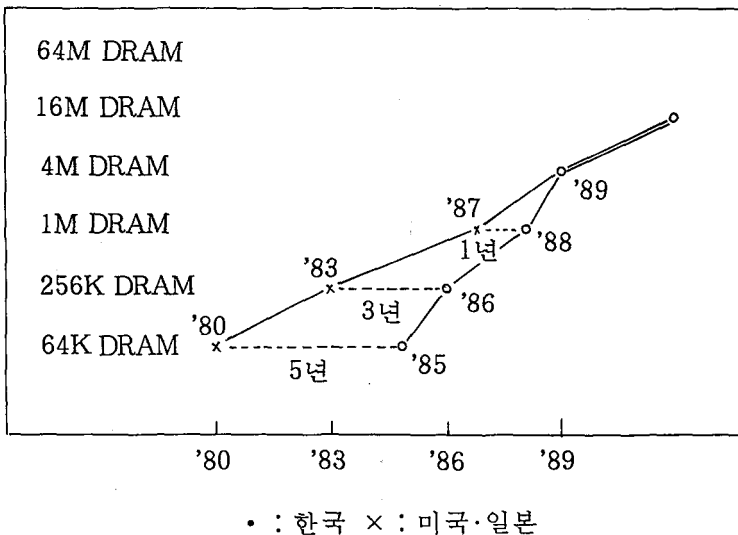
		1986	1987	1988	1989
256K	세계수요(A)	620	766	900	720
	한국생산(B)	28	102	102	173
	시장점유율(B/A%)	4.5	11.3	11.3	24.0
1M	세계수요(A)	—	50	190	533
	한국생산(B)	—	—	13	83
	시장점유율(B/A%)	—	—	6.8	15.6

자료 : Dataquest, 1989년에서 인용

둘째, 연구개발 능력의 향상이다. 256K DRAM 생산에 있어 우리나라 반도체 기업은 거의 외국의 디자인, 소재, 공정기술 등에 의존하여 왔다. 그러나 1M DRAM 이후에 있어서는 우리나라도 독자개발에 의한 반도체 생산시대로 진입하게 되었으며 이에 따라 반도체 생산에 있어 학습효과 기간을 상당히 단축하는 계기가 되었

다. 메모리 반도체 분야에 있어서, 1987년에는 삼성이 1M DRAM을 개발·생산하였고, 1988년에는 4M DRAM을 삼성, 금성, 현대가 개발완료, 1987년에는 삼성이 1M SRAM을 생산하였다. 특히 삼성은 1989년 말부터 4M DRAM을 생산하기 시작함으로써 초고집적 반도체 기술에 있어 선진국과의 기술격차를 현격히 좁히는 계기가 되었다. 주문형 반도체 기술에 있어 선진국과의 기술격차를 현격히 좁히는 계기가 되었다. 주문형 반도체분야에 있어서는 금성 등에서 8,000 Gate의 게이트 어레이와 400개 Cell의 표준 Cell이 개발되었으며, 현재 1M SRAM의 화합물 반도체도 개발 추진되고 있으며 논리형 반도체는 8bit, 16bit의 마이크로프로세서가 양산되고 있다.

<그림 5-2> DRAM의 개발 및 양산 시점 비교



자료 : 월간반도체, 최민성(1990)에서 참조, 도표화함.

1980년대는 우리나라 반도체 산업이 양적·질적으로 확대되고 급속한 성장을 이룩한 시기이다. 지속적인 선진기술의 도입과 자체 기술개발을 통하여 메모리 반도체 관련 기술수준이 대량생산체제가 실현되었고 Kilo 시대에서 Mega 시대로 발전하게 된 시기이기도 하다. 그러나 우리나라 반도체 기업이 선진 반도체 기업과 기술적인 면 -제조기술- 에서 어깨를 나란히 하게 되었음에도 불구하고 4M DRAM 기술단계에서 16M DRAM 기술단계의 전환과정에 있어 기술격차를 줄이는 데에는 성공하지 못한 것으로 보인다. 그것은 우리나라 반도체 산업의 최대약점인 근본적인 혁신적 기술개발 능력이 부족하기 때문이다.

## 제2절 우리나라 반도체 산업의 현주소

### 1. 반도체 산업의 생산 및 수요구조

우리나라 반도체 산업의 1989년 생산은 48억불로서 제조업의 약 4%를 차지하고 있다. 1989년의 반도체 수출은 40억불로 단일품목으로서는 최대의 수출을 이룩하였으며, 우리나라 반도체 산업의 괄목할 만한 발전으로 인하여 계속적으로 수출선도 산업으로 부상할 것으로 보여진다.

한편 세계 반도체 시장에서의 시장 점유율은 1989년의 경우 생산에서 10.8%, 수출에서 14.6%를 차지하고 있으며, 이 비율은 2000년대에 생산 13.0%, 수출 17.2%으로 증가할 것으로 전문가에서는 전망하고 있다.

우리나라의 반도체 산업이 본격적으로 세계시장에서 두각을 나타낸 것은 64K DRAM의 개발생산이 이루어진 1983년부터라고 볼

수 있다. 지난 1985~86년도에 있었던 세계 반도체 시장의 불황에도 불구하고 우리나라의 반도체 산업은 연평균 28.3%의 비교적 빠른 성장을 거듭하였으며<sup>10)</sup>, 1989년에는 49억 5천 9백만불의 반도체를 생산하였다. 우리나라의 반도체 생산이 세계시장에서 차지하는 점유율은 1983년 4.4%이었던 것이 1989년에는 9.0%를 차지하였다.

<표 5-5> 우리나라 반도체 산업의 시장점유율

(단위 : 억불)

구 분	'89		'95		2000	
	수 출	생 산	수 출	생 산	수 출	생 산
세계(A)	273	443	555	1,008	906	1,946
한국(B)	40	48	86	116	156	253
B/A(%)	14.6	10.8	15.3	11.5	17.2	13.0

자료 : Dataquest, 1990년에서 인용

반도체 웨이퍼의 가공생산이 전체 반도체 생산에서 차지하는 비중은 1983년에는 약 6% 정도였으나 1988년에는 38.8%, 1989년에는 49.2%를 차지하였다. 따라서 세계시장에서의 점유율은 1983년 0.3%에서 1989년에는 4.5%로 급격한 증가를 보였다. 특히, 1988년부터 웨이퍼 가공생산 규모가 상당히 커지는 경향이 돋보이는데, 이것은 웨이퍼 가공생산중 DRAM이 차지하는 비중이 높아졌고 일괄 공정생산의 증가에 따라 제품의 고부가가치화가 진전되었기 때문이다. 우리나라 반도체 산업이 조립생산 중심에서

10) 1986~89년간 반도체 생산은 연평균 45.2% 증가하였으며, 일괄 공정생산은 81.9%, ASIC 분야는 20.8% 증가하였다.



웨이퍼 가공생산 중심으로 전환된 이후, 반도체의 중요성을 인식한 정부의 집중적인 지원, 반도체업계의 막대한 투자 및 꾸준한 연구개발노력, 컴퓨터, OA기기 등의 세계적인 수요호조와 1986년 미·일 반도체 협정 이후 일본 업계의 생산량 감축 등의 요인이 크게 작용했기 때문인 것으로 보인다.

<표 5-6> 반도체 생산동향

(단위 : 백만달러)

구 분	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90*
세계시장(A)	19,537	28,093	24,357	29,670	36,498	49,509	54,104	55,600
국내시장(B)	850	1,265	1,180	1,470	2,300	3,575	4,959	6,130
웨이퍼가공(C)	52	109	168	303	475	1,389	2,441	3,331
B/A(%)	4.4	4.4	4.8	5.0	6.3	7.2	9.0	11.0
C/A(%)	0.3	0.4	0.7	1.0	1.3	2.8	4.5	6.0
C/B(%)	6.1	8.6	14.2	20.6	20.6	38.8	49.2	54.0

주 : \*는 예측치

자료 : Dataquest(1989.6) 및 한국전자공업협회, 전자공업편람 (1988~89)에서 인용

우리나라 반도체 산업의 주종품목은 메모리라고 불리는 기억형 반도체이다. 우리나라의 메모리 반도체 생산은 1986년에 7천 3백만달러로 세계시장에서의 시장점유율은 1.6%였으나, 그후 급속한 신장세를 보여 1988년에는 8억 8천 7백만달러(시장점유율 7.7%), 1989년에는 13억 7천만불(시장점유율 8.1%)이었다. 특히 삼성전자의 경우 MOS 메모리 분야에서 뛰어난 생산량 신장세를 보여 동분야 기업중 1987년에 세계 9위, 1988년에는 세계 5위로 6억 5천만달러를 차지하였다. 이러한 급속한 성장의 배경은 DRAM

의 괄목할만한 발전때문이다. DRAM의 생산은 1986년 6천 8백만 달러(시장점유율 3.3%)이었으나, 1988년에는 5억 3천 1백만달러(시장점유율 9.4%)이었으며, 1989년에는 세계 DRAM 시장의 15% 이상을 차지하였다.

<표 5-7> 우리나라의 반도체 생산중 Dram의 점유율

(단위 : 백만달러, %)

	1986	1987	1988	1989
세계 메모리 수요 (DRAM)	4,511 (2,044)	6,081 (2,628)	11,571 (5,656)	16,962 (6,383)
한국의 메모리 생산	73	200	887	1,370
한국의 시장 점유율 (DRAM)	1.6% (3.3%)	3.3% (6.2%)	7.7% (9.4%)	8.1% (15.7%)

자료 : Dataquest Korea, 1989년에서 인용.

우리나라의 반도체 수출규모는 1985년 약 10억달러에서 1988년 31억달러, 1989년에서 49억달러로 급격한 증가추세를 보이고 있다. 수출비율을 보면, 1985년 90.9%에서 1989년 85.7%로 약간의 하락세를 보이고 있으나, 전체 전자관련제품의 수출액중 반도체수출이 차지하는 비율은 거의 20%에 다다르고 있어, 전술하였다시피 반도체가 수출주종품목으로 전향되었음을 알 수 있다. 한편, 반도체 수입에 있어서는 1985년 3억달러에서 1989년에는 18억달러로 상당히 급속한 수입증가 추세를 보여왔다. 전체 반도체 수요중 수입이 차지하는 비율이 1985년 75.5%에서 1989년 66.7%로 감소되기는 하였으나, 우리나라의 반도체 수출입 구조는 생산의 대부분이 수출되고, 국내 수요의 많은 부분이 수입되고 있는 높은 해외의존도를 나타내고 있다. 이것은 우리나라 반도체 산업이

DRAM등 메모리분야에 편중되어 있기 때문에 나타나고 있는 불균형적 수급구조로서, 이러한 수급구조의 개선은 앞으로의 반도체 세계시장의 구조변화에 대처하는데 있어 상당한 문제점으로 제기되고 있다.

<표 5-7>에서 나타나는 바와 같이 우리나라 반도체 산업의 수출비율은 점점 낮아지는 추세를 보이고 있으나 일본에 비해서는 매우 높은 수준에 있다.<sup>11)</sup> 이것은 생산구조면에서 메모리분야의 비중이 80% 이상으로 높은 반면 국내 수요가 18% 수준으로 낮아 생산제품의 대부분을 수출하고 있기 때문이다. 또한 우리나라 반도체 수출의 지역별 집중도를 살펴보면, 대미수출 비중이 1984년 73%에서 1988년 43%로 계속적으로 감소하여 왔으나 아직도 일본, 대만보다 높아 통상마찰을 유발할 가능성이 높다. 이것은 특히 우리나라 반도체의 수출증가율이 1986~88년 사이에 50.6%, 1989년 30.8%로 급격히 증가함에 따라 경쟁국의 주시를 받고 있기 때문이다.<sup>12)</sup>

주요 수출입 반도체 품목을 살펴보면, 수출주종은 전술하였다시피 주로 DRAM에 편중되어 있는 반면, 수입의 주종품목은 각종 시스템에 소요되는 주문형 IC, 고성능개별반도체 등 고성능, 고부가가치 제품들로서, 생산중심 반도체 제품과 소비중심 반도체 제품의 불균형 상태가 매우 심하다고 판단된다. 이러한 이유는 첫째, 우리나라의 반도체 산업이 초기에서부터 저임금 노동력을 바탕으

---

11) 일본의 경우 반도체의 수출비율은 점점 증가하는 추세를 나타내고 있으며, 1977년 19.2%, 1980년 21.5%, 1985년 20.2%, 그리고 1988년에는 32.3%였다.

12) 일본의 경우 반도체 수출의 급격한 증가는 1970년대에 일어났으며(40.9%), 1986~88년간에는 25.8%의 증가율을 보였다. 한편 동 기간중 미국은 29.0%, 대만은 17.3%의 증가율을 보였다.

로 수출품목으로 육성되어 왔다는 역사적인 이유와 둘째, 우리나라에서 생산되는 반도체의 품목다양성과 품질이 아직까지도 국내 수요자의 기대수준에 못미치고 있기 때문인 것으로 보인다. <그림 5-3>은 우리나라의 반도체 판매구조를 나타내고 있다.

<표 5-8> 반도체 수출입 동향

(단위 : 10억달러, %)

비 교	1985	1986	1987	1988	1989	1990*
국내생산	1.1	1.4	2.3	3.6	4.9	6.1
수 출	1.0	1.3	2.0	3.1	4.0	4.9
수출비율	90.9%	92.9%	87.0%	86.1%	85.7%	80.3%
내 수	0.4	0.8	1.5	2.1	2.7	3.3
수 입	0.3	0.7	1.1	1.5	1.8	2.1
수입비율	75.0%	87.5%	73.3%	71.4%	66.7%	63.6%

주 : \*는 예측치이며, \*\*는 수입 및 내수는 완제품 기준

자료 : Dataquest, 1989.5 및 한국전자공업진흥회 『전자공업편람』(1988~89)에서 인용

<표 5-9> 지역별 반도체 수출 집중도(1988년)

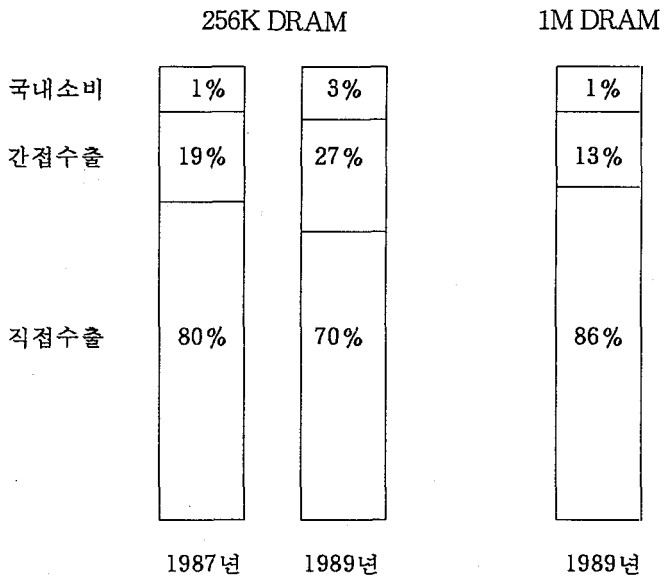
(단위 : %)

구 분	미 국	일 본	EC	기 타
한 국	43	17	8	32
일 본	22	—	16	62
대 만	29	3	6	62
말레이시아	53	4	14	29

\*한국은 1989년

자료 : 상공부, 반도체 산업의 발전전략, 1990년 7월

<그림 5-3> 우리나라 반도체 기업의 Dram 판매구조



자료 : Young Wook Jun and Sang Gook Kim, OECD Report, The Korean Electronics Industry-Current States, Perspectives and Policy Options, 1990, p.74.

## 2. 반도체 생산업체 현황

1989년말 현재, 우리나라에는 74개 기업이 반도체분야에 참여하고 있으며, 이중 30개 기업이 반도체 제조에 참여하고 있다. 웨이퍼 가공을 포함한 일괄생산업체는 삼성전자, 현대전자, 금성일렉트론, 한국전자, 대우통신 등 5개사이며, 나머지 25개 기업은 가공된 페이퍼를 수입하여 조립하는 조립생산업체로서 아남산업을 비롯하여, 모토로라, 웨어차일드, 시그네틱스, 한국동경실리콘 등

주로 외국계 소기업들이다.<sup>13)</sup>

투자형태에 있어서는 합작 및 외국인 투자업체가 17개로 매출액 규모면에서 순수 우리나라 업체보다 높은 비중을 보여 왔으나, 최근 국내 대기업들의 지속적인 설비투자로 그 생산능력이 확대됨에 따라 생산형태의 주종이 조립생산에서 1989~90년을 기점으로 일괄 생산으로 이행되고 있다.

<표 5-10> 우리나라 반도체업체 현황

(단위 : 기업)

	내 국 인	외 국 인	합 작	합 계
일괄생산	2	—	3(1)	5(1)
조립생산	11	9(3)	5(4)	25(7)
합 계	13	9(3)	8(5)	30(8)

주 : ( )내는 일본계를 의미하며 나머지는 미국계임.

자료 : Dataquest, 1989.5 및 한국전자공업진흥회 『전자공업편람』 (1988~89)에서 인용

<표 5-11> 우리나라의 반도체 생산형태

(단위 : 억불, %)

	1986	1987	1988	1989	1990
전체생산(A)	15	23	36	50	61
일괄생산(B)	3	5	14	24	33
B/A×100	20	22	39	48	54

자료 : 한국전자공업진흥회, “전자공업편람 1988~89” p.212에 의거 작성.

13) 이외에도, 외국인업체의 한국지사로는 TI 코리아, Intel 코리아, 후지쯔, NEC, 도시바, SGS-Thomson 등이 있다.

우리나라 반도체 제조업체의 특징을 살펴보면, 첫째, 삼성, 금성, 현대 등 대기업으로 구성되어 있어 DRAM과 같은 양산제품 분야에 있어서는 발전가능성이 큰 반면 중소기업의 저변이 매우 취약하다는 점이다. 특히 이들 기업은 기업군내에서 시스템 사업을 영위하고 있어 일본이나 일부 미국 반도체 기업처럼 자체적으로 안정된 수요처를 확보하고 있으며 대규모 자금동원이나 마케팅 및 정보수집에 있어 세계시장 변화에의 대응능력은 있으나, 반도체설계, 반도체장비 및 부품 등 중소기업형으로 이루어지는 분야에 있어서는 투자가 미미한 실정이다.

둘째, 대기업에 있어서도 생산구조가 취약한 점이다. 전술하였다시피, 우리나라 반도체 산업의 주종상품은 메모리분야이며, 미국이나 일본의 대기업에 비해 이 분야에의 의존율이 매우 높아 시장수요 변화에 적절하게 대응할 수 있는 능력이 낮은 편이다. 한·미·일 3나라의 대표적인 반도체 제조업체의 생산구조 변화가 <표 5-12>에 나타나 있다.

<표 5-12> 반도체 기업의 생산구조 비교(1989년)

(단위 : %)

	일 본		미 국	한 국		
	NEC	Hitachi	Motorola	삼 성	현 대	금 성
메모리분야	35	41.5	14	70	97	65
비메모리분야	65	58.5	86	30	3	35

자료 : 상공부, 반도체 산업의 발전전략, 1990년 7월

<그림 5-1>에서 이미 언급된 것과 같이, 지난 1983년의 64K DRAM 개발당시에 있어서 우리나라는 개발시기가 미국과 일본에 비해서 9년과 6년정도 뒤떨어져 있었고 생산시기에 있어서도 4년

정도 뒤쳐져 있었지만 그 이후 64K SRAM, 256K DRAM, 256K SRAM, 1M DRAM, 1M SRAM 등 집적도가 높은 첨단기술제품이 1년에 1개꼴로 개발되어 왔다. 한편, 디자인하우스(design house)를 설치하여 ASIC 설계 및 제조를 하는 기업도 급속히 증가하고 있는 추세에 있다. 이와 같이 선진국과의 개발 및 상품화기기를 해마다 단축시켜 온 것은 국내 반도체기업들이 그동안 축적해온 기술력이 크게 작용하게 된 것으로 1980년대 초의 단순조립과 개별 소자 생산에서 일괄 생산체제로 전환하여 반도체 생산을 위한 과감한 설비투자 및 지속적인 연구개발을 행하여 온 결과라고 할 수 있다. <표 5-13>은 주요업체의 시설투자와 판매실적을 나타내고 있다.

<표 5-13> 주요업체의 시설투자 및 판매실적

(단위: 백만달러)

업 체	시 설 투 자		판 매 실 적		주 종 품 목
	1984~88	1989~90	1987	1988	
삼 성	985	319	328	905	메모리, 로직, LIC
금 성	479	258	69	120	메모리, TTL, ASIC
현 대	437	116	40	150	메모리, MPU
KEC	80	31	—	78	트랜지스터, LIC
대 우	46	13	—	10	LIC, ASIC
아 남	225	42	191	203	

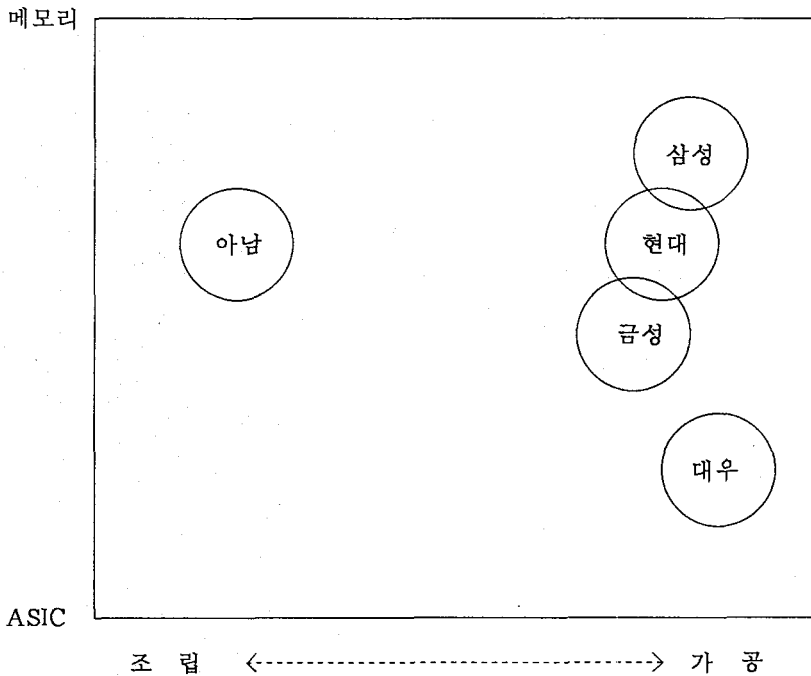
자료: 상공부, 반도체 산업의 발전전략, 1990년 7월

한편, 우리나라의 반도체 기업의 제품전략을 살펴보면 기업마다 품목차별화 현상이 있음을 알 수 있다. 삼성의 경우 DRAM 분야에 주력하는 한편, SRAM, EPROM 및 EEPROM 등의 메모리 분야에



치증하고 있다. 반면, 금성은 Gate Array, Standard Cell 등의 ASIC분야, 그리고 TTL 같은 논리형 반도체 분야에 주력하고 있다. 한편 현대는 삼성과 같이 CMOS 메모리 분야에 대부분 자원을 투입하고 있으며, 이와 함께, TI, General Instruments 등에 OEM에 의한 수출을 주로하고 있다. 대우는 미국의 Zymos와 합작으로 ASIC 분야에만 전력을 투구하고 있는 입장이다.

<그림 5-4> 주요 반도체 기업의 전략도(1988년)



자료 : Young Wook Jun and Sang Gook Kim, OECD Report, The Korean Electronics Industry-Current States, Perspectives and Policy Options, 1990, p.74.

그러나 1989년 8월 금성사와 금성반도체의 조직개편으로부터 금성그룹의 반도체 사업을 전담하게 된 금성일렉트론이 Hitachi와 기술제휴로 1991년부터 1M DRAM을 본격적으로 생산하게 될 경우, ASIC 분야에 치중하고 있는 대우를 제외한 삼성, 금성, 현대는 메모리분야에서 거의 비슷한 이점과 단점을 가지고 국·내외시장에서 치열하게 경쟁할 것으로 보인다. 이것은 이들 반도체 3사가 대량생산 및 고부가가치화에 초점을 맞추어 기술 및 시장개발 전략을 수립하고 있지만, 우리나라의 반도체 산업이 ASIC 및 주문형 IC보다는 메모리, 그리고 설계 및 응용분야보다는 제조공정 중심이라는 기술구조적 특성을 지니고 있기 때문이다.

### 제3절 우리나라 반도체 산업의 문제점

일반적으로 기술축적이 미흡한 우리나라의 실정으로서 단기간 내에 선진국 수준에 접근하기 위한 최선의 방법은 선진기술의 도입이라고 인식되어 진다. 그러나 반도체 산업의 경우 VLSI 개발 생산단계 이전인 1979년까지의 해외로부터의 기술도입은 모두 12건으로서 비교적 적은 숫자의 기술도입이 이루어졌다. 이것은 그 당시 우리나라의 반도체 산업은 개별반도체를 위주로 하는 조립 생산 및 가공단계에 있었기 때문에 해외에서 생산된 반도체 제조 장비에 기술이 체화(embodied)되어 있었기 때문에 기술도입보다는 제조장비의 도입에 역점이 주어졌기 때문인 것으로 보인다.

해외로부터의 반도체 기술도입의 본격적인 시작은 VLSI 개발생산이 시작되는 1983년부터이다. 이것은 해외에서 반도체 및 관련 분야에서 지식과 경험을 쌓은 재외한국인 과학기술자가 대거 유치되어 최소한도의 기술습득 능력이 갖추어지면서 가능하게 된

것으로 보여진다.<sup>14)</sup> 1983년 이후의 기술도입 건수는 전체 도입의 74%를 차지하고 있는데, 삼성에 의해 64K DRAM의 생산이 시작된 것이 바로 1983년이다.

<표 5-14> 반도체 관련 기술 도입추이

(단위 : 건수)

	1981이전	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	합계
미국	5(1)	1	5	6	14(4)	12(2)	15(1)	8(1)	66(9)
일본	7	2	3(1)	2(1)	—	3(2)	4(1)	7(2)	28(7)
기타	1	1	1	1(1)	1	1(1)	—	1	7(2)
합계	13(1)	4	9(1)	9(2)	15(4)	16(5)	19(2)	16(3)	101(18)

주 : ( )내는 주변기술 도입임.

자료 : 특허청

<표 5-14>는 우리나라의 반도체관련 기술의 도입추이를 나타낸다. 표에서도 나타나 있듯이, 다른 제조업종과는 달리, 전체의 65% 정도가 미국에서 기술도입을 하였고 단지 약 25% 정도만이 일본에서 도입되었을 뿐이다. 이것은 반도체 기술의 본산인 미국에서 primary source를 수입해 왔다는 점에서는 매우 고무적인 현

14) 산업제와의 인터뷰에 의하면 반도체 관련 유치 재외과학기술자의 대부분은 process 기술을 전공한 사람들로서 우리나라 반도체 산업의 제조기술 분야의 기술수준을 제고하는 데에는 많은 기여를 하였지만 이것은 결국 우리나라 반도체 산업이 메모리 분야에 치중하게 된 결과를 낳기도 하였다고 한다. Design이나 product engineering 분야에서 기술적 낙후를 만회하기 위해서는 이 분야에 대한 해외 기술자의 유치가 계속적으로 이루어져야만 하는데, 현재 능력을 갖춘 design engineer의 수는 10~15명에 불과한 실정이다.

상이라고 하겠으나, 한편으로는 일본이 기술이전에 있어서 『부패  
랑효과』에 의한 기피에도 연유하는 것으로 전문가들은 말하고 있  
다. 또 다른 이유로서는 반도체 분야에 관한 한 경영층들이 과학  
기술자들의 의견을 많이 받아들였고, 우리나라 과학기술자들이 비  
교적 익숙하여져 있는 미국기업에 접근이 용이하였기 때문이기도  
한다.

반도체 분야의 기술도입 내용을 살펴보면 <표 5-15>에 나타  
나 있는 바와 같이 집적회로 관련 기술이 87.5%로서 대부분을 차  
지하고 있으며, 나머지가 개별소자와 반도체 재료 관련 기술이다.  
이것은 전술하였다시피, 우리나라 반도체 사업이 Dram 관련 분야  
에 편중되어 있기 때문이다. 반도체 재료 관련 기술의 도입도 초  
기의 우리나라 반도체 산업이 완제품 조립을 중심으로 성장하여  
왔기 때문에 대부분 1980년대에 들어와 도입되었고 그 분야도 실  
리콘 웨어퍼(silicon wafer), 리드 프레임(lead frame), 세라믹 팩  
키지(ceramic package) 등 조립에 관련된 부분에 국한되어 왔다.

<표 5-15> 반도체 기술도입의 내용

(단위 : 건수, %)

제 품	'62~'79		'80~'85		'86~'90		계	
개 별 소 자	3	25.0	—	0.0	6	5.8	9	5.9
집 적 회 로	9	75.0	31	83.7	93	90.3	133	87.5
반 도 체 재 료	—	—	6	16.3	4	3.9	10	6.6
계	12	100.0	37	100.0	103	100.0	152	100.0

자료 : 한국산업은행, 도입기술의 효과분석, 1991년 9월.

한편 기업간 전략적 기술연계에 있어 핵이되는 특허 보유현황  
을 살펴보면 경쟁자적 위치에 놓여있는 외국의 대기업에 비교하

여 매우 열세에 놓여 있다.<sup>15)</sup> 예를 들면 <표 5-16>에 나타나 있는 바와 같이 삼성의 경우 모드 286건을 보유하고 있으나 일본의 NEC의 7,920건에 비하여 비교가 어려울 정도이다. 이러한 기술적 열위는 결국 외국으로부터의 계속적인 기술도입에 의존하여야 하는데 전술하였다시피 기술특허의 무기화 추세가 가속화되고 있는 상황에서 우리나라 기업들이 생산하는 반도체 제조가격의 우위는 많은 부분 기술료 지급에 의하여 상쇄될 가능성이 엿보인다.<sup>16)</sup> <표 5-17>은 우리나라 대표적 반도체기업의 특허도입 현황을 보여주고 있다.

<표 5-16> 대표기업의 특허 보유현황

업 체 명	한국(삼성전자)	일본(NEC)	미국(Motorola)
보유 특허수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 : 190건</li> <li>• 미국 : 91건</li> <li>• 일본 : 5건</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일본 : 6,930건</li> <li>• 미국 : 990건</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미국 : 1,440건</li> <li>• 일본 : 160건</li> </ul>
계	286건	7,920건	1,600건

자료 : 상공부, 반도체 산업의 발전전략, 1990년 7월

- 15) 우리나라 기업의 경우 보유 특허수는 자체개발에 의한 특허출원수를 의미하지는 않는다. 이것은 특히 cross-licensing을 추구하기 위하여 해외의 특허를 구입하는 경우가 많으며, 따라서 보유특허수는 자체개발에 의한 특허출원과 구입특허를 모두 포함하고 있다.
- 16) 산업계와의 인터뷰에 의하면 한 업체의 경우 매출액 대비 R & D의 비율이 10~15%이나 특허료 지급이 포함되어 있어 실질적인 R & D 비율은 3~5%에 불과한 수준이며, 다른 기업에 있어서는 R & D 비율 29%중 10%가 특허료로 지불되고 있다고 한다. 따라서 기술료지급의 상승은 우리나라 반도체산업의 가격우위를 지탱하는데 있어 큰 걸림돌이 될 것으로 보인다.

<표 5-17> 우리나라 반도체 기업의 특허 도입현황

업체명	특허도입선	분 야	도입조건
삼성전자	(미)Unisys	특허50건 매입	정액 : 2,200천불
	(미)TI	DRAM	선 불 금 : 9,330천불 경상기술료 : 0.08-10불/개 (75,700천불 상당)
	(미)Intel	DRAM, SRAM	선 불 금 : 8,200천불 경상기술료 : 1% (5,433천불 상당)
	(일)Hitachi	64K, 1M DRAM	선 불 금 : 3,322천불 경상기술료 : 0.88% (5,433천불 상당)
	(화)Philips	Locos 특허	정액 : 8,080천불
	(미)Motorola	64K-고집적 DRAM	선 불 금 : 10,000천불 경상기술료 : 1.1-0.5% (80,000천불)
	(미)IBM	DRAM	정액 : 59,400천불
	(화)Thomson-SGS	DRAM, SRAM	정액 : 36,000천불
	(미)SMC	DRAM	정액 : 18,070천불
현대전자	(미)Unisys	특허67건 매입	정액 : 20,000천불
	(화)Thomson-SGS	DRAM	정액 : 15,150천불

자료 : 상공부, 반도체 산업의 발전전략, 1990년 7월

<표 5-18> 우리나라 반도체 기업의 국제협력 내용

협력업체	협력형태	협력시기	주요내용
삼성-Intel	OEM공급, 기술이전	Micom('85.6) EPROM('86.5) DRAM('87.9)	• Intel은 삼성에 Micom, EPROM 이전, 삼성은 DRAM OEM 공급
현대-TI	OEM공급	'87.8	• TI의 공정기술 지원하에 TI의 DRAM을 생산, 현대는 TI에게 4백만개/월 256K DRAM OEM 공급
현대-GI	OEM공급	'86.7	• 현대는 GI에게 256K DRAM과 EEPROM을 5년간 4억 \$ 규모 OEM 공급
현대-Ricoh	OEM공급	'86.1	• 256K DRAM, 1M DRAM을 260~300만개/월 OEM공급
금성-Hitachi	기술이전, OEM공급	1M DRAM ( '89.6)	• Hitachi는 기술이전, 금성은 OEM 공급
대우-Zymos	자본참여 합작투자	'86.8	• 대우통신은 Zymos 자본의 51%를 13.4백만 \$에 취득하고 Zymos와 합작회사를 설립(대우 Zymos 디자인센터)

자료 : 상공부, 반도체 산업의 발전전략, 1990년 7월

기업간 국제협력체제 구축은 반도체사업에 있어 매우 중요한 전략이다. 이것은 기술, 제품, 판매력, 생산력 등에 있어 상호 취약부분의 보완 또는 기술개발과 시설투자의 위험분산, 전후방 산업과 관련하여 이 업종간의 제휴 등을 목적으로 하여 이루어지며, 이러한 기업간 연합은 향후 반도체 산업의 큰 흐름으로 대두될 것으로 예견되고 있다.

<표 5-18>는 우리나라 반도체 기업과 외국기업과의 협력형태를 보여주고 있다. 외국기업과의 협력형태는 대우-Zymos를 제외하고는 기술이전에 의한 OEM(Original equipment manufacturer : 주문자 상표 부착생산방식) 공급에 중점을 두고 있음을 알 수 있다. 이러한 형태의 협력관계를 유지할 경우 전술하였다시피 자체 기술개발을 일부 포함한 새로운 형태의 turn-key 방식에 의한 생산체제 구축이 형성될 가능성이 높으며, 반도체 수출의 대미 의존도가 높은 우리나라의 경우 강화되고 있는 통상압력을 근본적으로 해결할 방법을 찾기는 매우 어려워진다.

반도체 산업에 있어 마케팅 능력의 중요성은 비메모리 분야에서 뿐만 아니라 메모리 분야에서도 점점 중요하여지고 있다. 특히 우리나라의 경우 전술하였다시피 OEM에 의한 수출에 판매의 대부분을 의존하고 있으나<sup>17)</sup> 메모리반도체 분야에서도 마케팅의 중요성이 인식되지 않고는 기존의 경쟁력을 유지하기는 상당히 어려울 것으로 보인다. 이것은 256K DRAM 이전에는 “동일한 디자인에 의한 조립·가공의 차이”에 기인하여 반도체를 생산하여 왔

---

17) 미국 반도체 시장의 유통체제를 보면 약 80%가 직접 판매이며 나머지 20% 정도가 distribution에 의한 간접판매이다. 산업계와의 인터뷰에 의하면, 유통 체계면에서 미국기업이 일급이며, 일본기업이 2급, 우리의 경우는 3급수준이라고 한다.



으나, 반도체의 고집적화에 따라 동일세대의 DRAM의 경우에도 여러가지의 디자인이 사용되고<sup>18)</sup> standard-standard 형태로부터 standard-specific 형태로 이행되고 있기 때문이다. 따라서 product planning conception에 의한 마케팅 기능의 정립은 매우 중요하다. 특히 불황기에 처할 경우, 자체적인 시장 개척능력과 고객과의 긴밀한 관계유지가 부족할 경우 반도체의 안정적 판매는 거의 어려운 실정이다.

반도체생산에 관련한 디자인(design), 공정(process), 그리고 제품엔지니어링(product engineering) 기술중, 현재 우리나라가 비교적 선진수준에 어깨를 겨룰 수 있는 것은 공정분야 뿐이다. 이것은 메모리 반도체 분야에 집중하였던 우리나라의 경우 상당히 많은 수의 재외과학기술자가 유치되었고, 또한 최신의 제조장비를 해외에서 구입할 수 있었기 때문에 비교적 쉽게 이루어질 수 있었다. 그러나 디자인이나 제품 엔지니어링분야에 있어서는 선진기업들과의 협력이 없으면 거의 불가능한 입장이 있다. 특히 비메모리 반도체 분야에 있어서는 시스템 산업(systems industry)의 발전방향에 대한 철저한 이해와 함께 응용엔지니어링과 소프트웨어 엔지니어링(application and software engineering)에 대한 확고한 능력을 보유하여야 하는데 디자인 기술이상의 기술능력의 확보없는 경쟁이 어렵다.

최근 우리나라 반도체 기업들이 디자인 기술을 획득하기 위하여 미국 반도체 기업의 디자인센타를 매수하는 경향이 나타나고 있는데 이것은 잘못된 전략으로 보인다. 이것은 디자인기술의 경우 대부분이 기술자들에게 체화(embodied)되어 있는 것이 일반적

---

18) 수요자 요구의 다양성에 따라 1MDRAM의 경우 36가지의 변형이 존재하고 있다.

인 형태인데 외국기업을 매수할 경우 능력있는 디자인 기술자들이 해당기업을 떠날 경우 디자인기술을 획득할 수 없기 때문이다. 따라서 디자인기술을 획득하기 위한 방법으로는 기업매수보다는 반도체 디자인 전문업체와 공동으로 사업을 추진하고 계속적으로 능력있는 외국기술자를 채용하는 것이다.

반도체 제조장비의 높은 해외 의존도는 우리나라 반도체 산업이 가지고 있는 또 하나의 큰 문제점이다. 우리나라 반도체 산업이 단기간에 급속한 성장을 하여왔고, 현재는 4M DRAM 양산기술을 확보하고 16M DRAM 개발단계에 진입하고 있어 DRAM 분야에 있어서는 선진기술국 수준에 근접하고 있으나, 대부분의 제조장비는 수입에 의존하고 있는 실정이다. <표 5-19>에서 나타나는 바와 같이 우리나라 반도체 제조장비의 국산화율은 5% 수준에 불과하며 대부분을 일본과 미국에서 수입하고 있는 상태로, 특히 핵심장비인 stepper 등 웨이퍼 가공장비의 국산화는 영(0)%이다. 조립장비 및 검사장비중에도 기술적 난이도가 낮은 개별소자급장비가 일부 국산화되고 있을 뿐이다.<sup>19)</sup>

현재 반도체 제조장비의 60% 정도가 일본으로부터 도입되고 있다. 일본 반도체장비 제조업체는 완전히 개발된 반도체장비(completed developed SMEs)의 일본 지역외 판매에는 적극적이나, 소위 최첨장비(leading edge SMEs)의 경우에 있어서는 좀 더 개발되고 현장 적용 검사가 필요하다는 이유로 해외 판매를 기피하고 있는 실정이다. 따라서 최첨장비에 대한 확보방안 — 즉 현재로서는 수입다변화 — 이 마련되거나 미국기업과의 협력에 의한 자체개발 방안이 마련되지 않을 경우 “초기단계의 대량생산 진입”

---

19) 과거에는 SME의 90% 정도를 미국에서 도입하였으나, 최근에는 60% 정도가 일본으로부터 수입되고 있다.

에 따른 이익을 보기는 상당히 어려운 실정이다.

우리나라 반도체 산업이 지난 10년간에 보여준 성공적인 예는 기술적 기반의 부족에도 불구하고 반도체 산업에의 후발참여도 충분한 자본투자와 올바른 기술선택이 이루어질 경우 성공이 가능하다는 것을 보여주는 것이었다. 적극적인 기술도입과 과감한 자본투자를 통하여 우리나라 반도체기업은 일본이 택하였던 전략을 뒤따랐으며 메모리 부문에서 상당한 생산력을 실현하게 되었다.

<표 5-19> 반도체 제조설비 국산화 실태

공 정 별	국산화율(%)	주 요 도 입 설 비 명	수입국
웨이퍼가공	0	PR Coater, Stepper, Developer, Etcher, Stripper, Ion Implanter, CVD, Sputter	일본, 미국
조립	10	Sawing M/C, Wafer Mounter, Die Bonder, Wire Bonder, Moulding System, Trim/Form System	일본, 미국
검사	10	PKG Tester, Auto Handler, Burn-In System	일본, 미국
전체	5	—	—

자료 : 한국산업은행 기술부, 산업기술동향, 1991년 8월.

그 결과 반도체 생산의 다양화 필요성이라는 논쟁에도 불구하고, 여전히 우리나라 기업의 반도체 생산경향은 DRAM에 초점을

맞추어지고 있다. 그러나 실제로는 반도체 대량생산 기술에서는 상당한 경쟁력을 갖추고 있으나 디자인 등의 핵심기술 분야에서 취약성 때문에 반도체 생산의 다양화를 이룩할 수 없다는 것을 간과해서는 안된다. 앞으로 세계 반도체 시장의 분위기는 우리나라 반도체 기업들이 택하였던 기존의 전략을 그대로 유지할 경우 경쟁력을 상실할 수도 있는 불리한 방향으로 진행되고 있다. 해외의 기술도입과 장비의 전략수입이라고 하는 새로운 형태의 turn-key 방식에 의존하여 왔던 우리나라의 반도체 기업들은 선진기업의 새로운 전략, 즉 특허권의 무기화와 새로운 첨단 반도체 제조장비의 독점 공급에 대하여 속수무책일 수 밖에 없기 때문이다.

지난 몇년간 TI 등 선진기업들은 지적사용권에 대한 가격을 급격하게 인상하여 왔으며, 최근에는 미래의 경쟁자(latent competitor)에 대하여 새로운 기술의 공유조차 기피하고 있는 실정이다. 1990년 우리나라 반도체 기업들이 외국기업에서 지불한 특허권 사용료는 판매고의 9.4%에 달하는 약 111백만불로 추정된다. 지적사용권에 대한 가격불평등 관행은 앞으로도 계속될 것으로 보인다. 그러나 이에 대처할 수 있는 선진기업들과의 기술적 연계는 매우 힘든 상황이다. 우리 고유의 특허기술이 없는 상태에서, 점점 더 상호기술협력 또는 상호(a quid pro quo: something for something) 기술교환 요구를 충족할 수 없을 뿐 아니라 반도체 산업에서의 기술협력의 형태는 3자협력의 방향(triadic approach)으로 나아가고 있기 때문이다.<sup>20)</sup>

---

20) 이 이론에 의하면 앞으로의 기업간 협력체계 구축은 세계 3대시장인 미국, 일본 그리고 유럽중 최소한 2개지역의 대기업들에 의하여 이루어질 것이라고 한다. K Ohmae, Triad, (Free Press : New York, 1985)

제6장에서 보다 자세히 논의되겠지만, 반도체 산업에서의 치솟는 연구개발비 및 시설투자비와 위협에 효과적으로 대처하고, 우리나라 반도체 산업의 구조적 불균형과 외국기술 및 장비의존도를 해결하는 방법은 범 산업계의 공동노력이다. 이미, 외국과 유럽에서도<sup>21)</sup> 일본의 공략을 대처하기 위하여 소위 운영법(modus oprandi)의 방식으로 공동협력의 형태를 택하고 있다. 현재 우리나라에 있어 범 산업계 협력노력은 벽에 부딪혀 있다. 2000년에는 점차적인 시장여건의 악화로 몇개의 기업만이 세계 DRAM 시장에서 살아남을 수 있음에 비추어<sup>22)</sup> 우리나라 반도체 기업간의 전략적 제휴는 어떠한 형태로든 이루어져야 할 것이다. 과거의 성공이 앞으로 닥쳐 올 새로운 시장여건을 독자적으로 헤쳐나가게 하기는 매우 어렵기 때문이다.

---

21) Pan-European consortium

22) 인터뷰에 의하면 향후 2000년대에는 연간 매출액이 50~80억불 규모의 6~8개 기업만이 세계 DRAM 시장에 잔존할 것으로 예상되고 있다.

## 제6장 결론과 제언

### 제1절 결 론

기업의 기술과 이와 관련한 제품에 대한 선택은 시장에 있어서의 경쟁전략의 표현이며, 그러한 선택은 주어진 시장·기술적 환경 속에서 가능한 여러가지의 대안중 여건을 감안하여 최적이라고 간주되는 대안을 결정하는 것으로 인식되어진다. 이러한 기업의 경쟁적 전략을 형성하는 과정에 있어서의 핵심적인 사고는 시장 환경에 대한 평가를 기초로 하여 새로운 기회에 대한 조직적 대응노력의 관계설정이라고 할 수 있다. 따라서 기술선택은 이용가능한 기술, 혁신과정에 미치는 일반환경, 그리고 기업의 활동을 기대하고 있는 구체적 시장간의 보이지 않는 내적 반응을 감안한 기업의 의지표현이라고 볼 수 있다. 이러한 면에서 기술 즉 혁신적 활동의 산물 - 즉 제품 - 은 기업이 행하는 노력의 최종적 결과가 아니며, 시장이라는 보이지 않는 실체와의 관계설정을 위한 하나의 요인으로 작용하게 된다.

지난 40여년간 반도체 산업은 팔목할만한 산업으로 성장을 이룩하여 왔으며, 이제 반도체 산업은 하나의 기간 산업으로서 뿐만 아니라, 여타 제조업 또는 비제조업부문의 혁신을 이끌어 가는 견인차의 역할을 하기에 이르렀다. 그러나 이러한 한 산업의 성장과정속에서 우리는 기술·제품 그리고 수요의 급격한 변화 뿐만 아니라, 산업활동의 주체인 기업의 부침을 보게 된다. 기업의 성장과 몰락의 과정을 주시하면서 느끼게 되는 중요한 사실은 기업의

경쟁적 시장체제하에서의 성공여부는 기술 - 제품 - 시장간의 상호관계의 변화에 대한 기업의 접근방식 즉, 대응전략에 크게 의존한다는 것이다. 이것은 기술과 시장이 긴밀한 상호관련 속에서 변증법적으로 변화하는 과정에 있어서 구체적으로 어떻게 새로운 제품을 개발하여 경쟁적 위치를 가지며, 또한 어떻게 기존의 제품을 보다 경쟁적있게 하는가 하는 방법의 선택이 기업 혹은 국가 산업의 성과를 결정하게 된다는 것을 의미한다. 따라서 급속히 변화하는 시장환경속에서 기업경영과 관련하여 가장 중요한 문제는, “우리가 일을 옳게 하고 있는가?(Are We Doing The Thing Right?)”로 부터 “우리가 옳은 일을 하고 있는가?(Are We Doing The Right Thing?)”에로의 사고의 우선순위를 변화하는 것이다.

반도체 산업은 전술하였다시피 2~3년마다 새로운 기술 및 제품세대를 맞이하고 있으며 이러한 급속한 기술고도화 추세는 반도체 산업을 장치산업화·기술집약산업화 하기에 이르렀으며, 이에 따라 엄청난 규모의 시설 및 연구개발투자는 세계시장에서의 경쟁적 지위를 획득하는데 있어 필요불가결한 요인으로 대두되기에 이르렀다. 경쟁이 첨예화되어 가고 있는 반도체 산업에 있어서 자본력으로 표현되는 소위 “장기적 스테미너”의 요구는 결국 적자생존의 원리에 의한 시장지배를 초래하며, 2000년경에는 약 6~7개의 기업만이 세계 반도체 시장에 있어서 주된 활동기업(major player)으로서 역할을 수행할 것이라는 비관적 예측에 직면하게 된다.

지난 10여년간에 우리나라가 이룩한 반도체 산업의 성장은 매우 획기적인 것이었으며 또한 우리의 저력을 반도체 시장에 있어서 뿐만 아니라 세계시장에서 나타내 보이는데 충분한 것으로 보여진다. 그러나 제조업 부문 곳곳에서 나타나고 있는 불균형적 성장에 의한 산업기반의 부실현상은 반도체 산업에 있어서도 나타

나고 있어 앞으로의 우리나라 반도체 산업의 전망을 흐리게 하고 있는 것도 사실이다. 메모리 분야에의 편중된 생산구조적 문제, 전량수입에 의존하다시피 하는 반도체 제조장비, 거의 대부분 OEM에 의한 판매를 하고 있으며 대미수출의 비중이 높은 판매구조, 막무가내로 반도체 산업에로의 진출에 따른 기업지도자의 시장·기술적 패라다임(paradigm) 변화에 따른 경영능력 부재와 식견의 부족, 기술 - 제품 - 시장이라는 고리(chain)를 효과적으로 운영하여 나갈 수 있는 중간관리자의 부족, 국내기업간 협력에의 무관심.

반도체 산업은 변하고 있으며 경쟁의 수위는 높아져 가고 있다. 이제 반도체 사업은 쉬운 것이 아니다. 설비를 도입하고, 기술을 이전해 오고, 대량생산된 제품을 외국기업에 의존해서 팔려고 하는 노력만으로 반도체 사업을 영위해 갈 수 있던 시대는 이미 지나가 버렸다. 지난 10년간 우리나라 반도체 산업의 세계시장에서의 위치를 확고히 하고자 앞만 보고 뛰어왔던 발걸음을 이제 멈추고 2000년을 앞두고 다시한번 생각하여 보아야만 할 때다. 홀로 험난한 파도를 헤쳐나갈 수 있다고 생각한다면 또 뛰어라. 그러나 아니다 싶으면 다시 한번 생각해 보아야 할 것이다. 그리곤 우리 귀에 익은 소리를 기억해 보아야 할 것이다. “뭉치면 살고 헤어지면 죽는다.” 100% 뭉치기는 어렵지만 그중의 일마는 합칠 수 있지 않은가?

## 제2절 제 언

우리나라 반도체 산업의 전략적 대응을 위한 방안으로 여러가지가 이미 다른 연구보고서 혹은 조사보고서에서 제시된 바 있다.



그러나 본 연구를 수행함에 있어 연구자가 느낀 한가지의 결론이 있다면 그것은 범 산업계의 공동노력이다. 본 절에서는 범 산업계의 공동노력이 가능하다고 판단되는 것들을 제시하고자 한다.

첫째, 반도체 대학의 설립이다. 우리나라 반도체 산업의 가장 큰 문제는 인력의 부족이다. 따라서 design engineer, product engineering engineer, project management expert, 반도체장비 제조에 필요한 R&D 요원 등, 우리나라 반도체 산업을 이끌어 갈 인력을 업계 공동으로 양성하는 것은 매우 시급한 일이다. 이공계 졸업자를 대상으로 반도체기술대학원을, 그리고 공업고등학교 졸업자를 대상으로 반도체기술대학을 설립하는 것은 우리나라 반도체 산업의 중·장기적 발전의 요체라고 판단된다.

둘째, 기업가의 변신이 필요하다. 우리나라 주력 반도체 기업은 소위 재벌회사로서 아직도 설립자 - 소유자 - 경영자적 방식을 유지하고 있으며 기업간 공동협력을 필요불가결한 요소로 인식하는 세대가 아니다. 그러나 시장과 기술이 급격하게 변화하는 이 시대에 있어, 이제 애국심에 호소함으로서 업계 공동노력의 장을 만들어야 한다. 자기 기업의 위치만 생각하지 말고 우리나라 반도체 산업을 생각하면서 우리가 나아갈 방향을 허심탄회하고 신중히 논의하여야 할 것이다. 젊은 과학·기술자는 공동노력을 하려고 하고 있다.

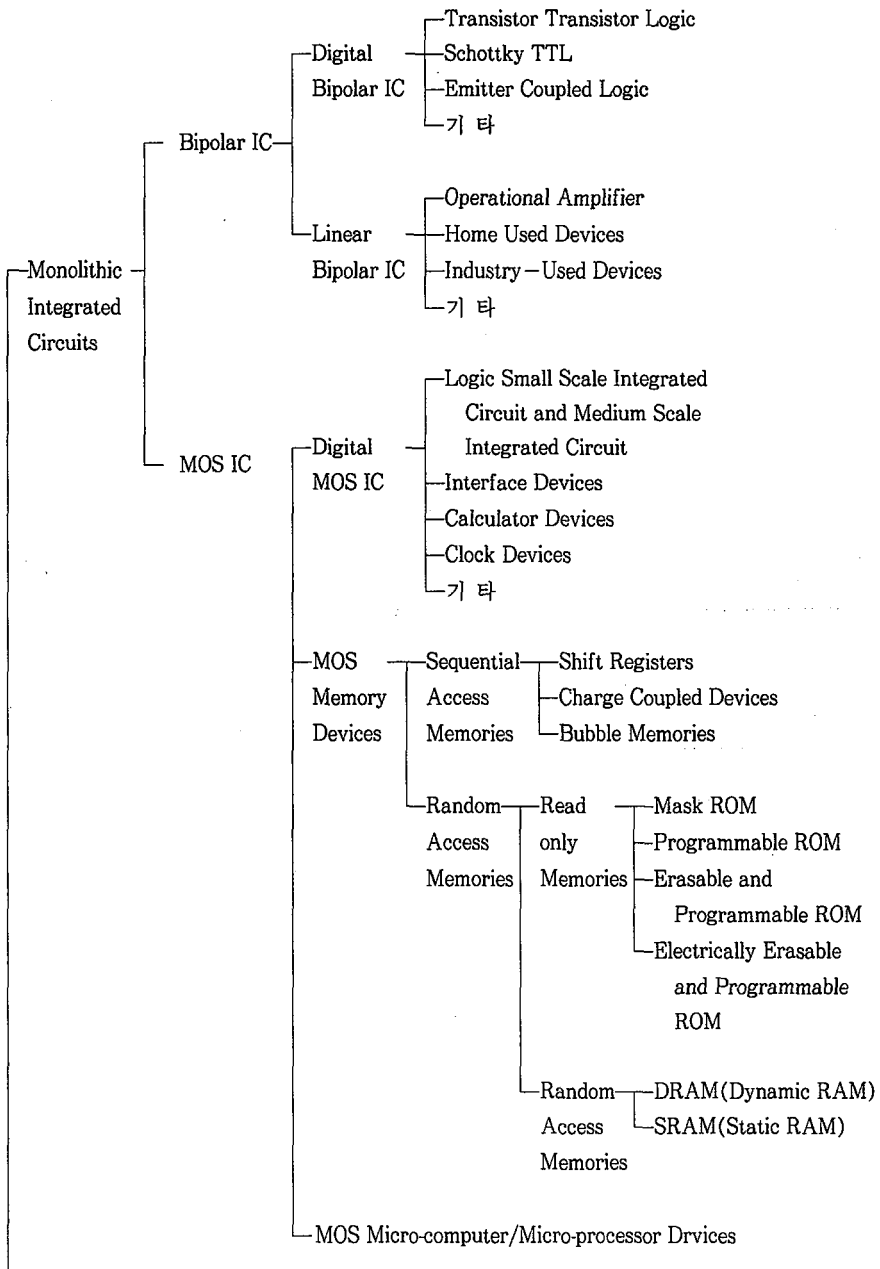
셋째, 기술개발자금 지원방식의 개선이다. 현재의 연구조합을 통한 정부지원자금의 공급방식이나 개별과제 위주의 지원방식으로는 2000년대를 향한 반도체산업 육성전략을 수립하기 어렵다. 전문가가 모여 머리를 맞대고 의논함으로서 몇 십페이지짜리 연구계획서를 팽겨치고 몇 백페이지 이상의 연구계획서를 짜야 한다. 정부, 업계, 연구계, 학계의 전문가들로 구성된 소위 planning group을 구성하고 적어도 6개월 이상의 기간을 정하여 구체적이

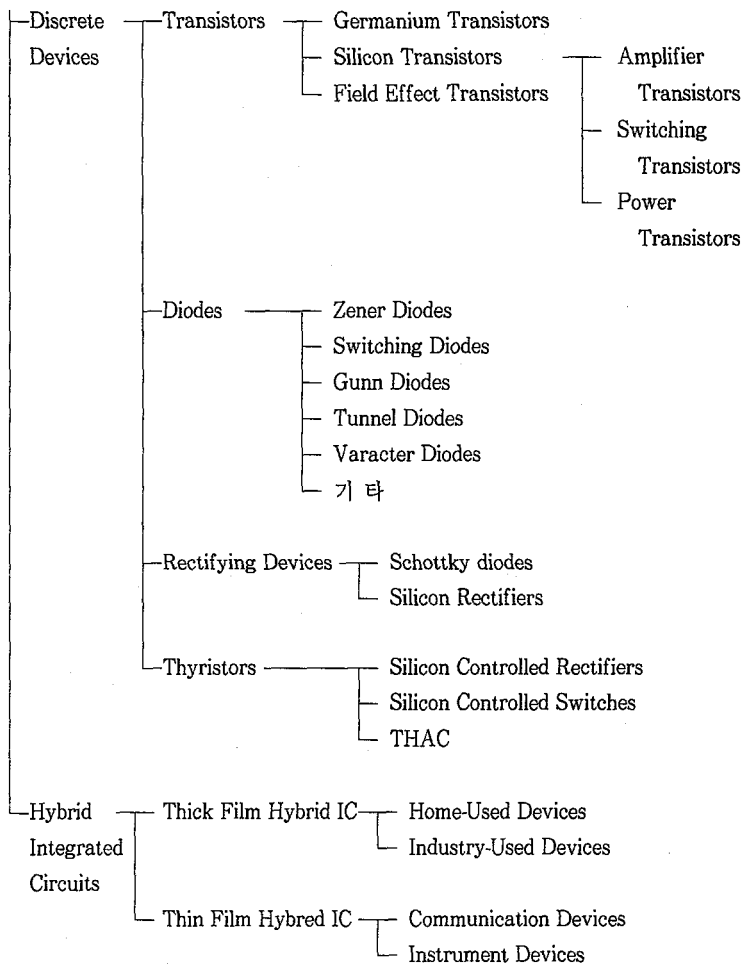
고 장기적인 연구계획서를 작성하여야 한다. 이러한 연구계획서에는 디자인 방법(design methodology), 모델링과 모사기술(modeling and simulation), 공정 단계(advanced processing steps), 공정 결합(process integration)에 대한 정확한 내용파악을 바탕으로 하여 기술응용(application), 기술(technology), 제조장비 및 재료(equipment and materials) 분야를 포괄하는 작업계획 내용, 그리고 전략적 개발 분야(selected strategic areas), 제조 공정 개발(manufacturing science and process developement) 등에 대한 구체적 개발 일정이 포함되어야 한다.

넷째, 반도체에 대한 국내 수요를 창출하여야 한다. 반도체 산업을 육성하는데 있어 가장 중요한 동기요인은 수요이다. 전술하였다시피 우리나라 반도체 산업의 공급체계는 국내생산 → 수출, 수입 → 국내수요라고 하는 불균형적 구조를 가지고 있다. 이것은 반도체 산업에 있어서 견인적 역할(driver of semiconductor industry)을 담당할 수 있는 안정적 수요가 형성되어 있지 않다는 것을 의미한다. 반도체 산업이 육성되기 위하여는 국내 수요시장이 확보되어야 한다. 대외 통상마찰을 유발하지 않고 국내수요를 확보할 수 있는 효과적 방법을 찾아내어야 하며, 이를 국내 시장창출의 좋은 기회로 이용할 수 있도록 업계·정부 모두가 노력하여야 할 것이다. 이것은 특히 일본 기업들이 시장점유를 위해 계속적으로 생산능력을 확대시키고, 1992년 유럽시장 단일화에 따라 유럽기업의 생산량 증대, 그리고 대만·중국 등의 급속한 추격에 대비하여 우리가 취할 수 있는 가장 좋은 소극적 방법(defensive strategy)이기도 하다. 뿐만 아니라 메모리 반도체 수요가 과거의 탄력적(elastic) 성향에서 최근 비탄력화(inelastic) 성향을 가지게 됨에 따라 반도체 제조원가가 계속적으로 하락하고 가격은 비교적 안정적일 경우 수요증가가 비교적 완만해질 것으로 전망됨에 따

라 이로 인한 반도체시장에 있어서의 공급과잉에 대비하여 국내  
수요창출은 매우 중요하다.

## 부속자료 1. 반도체의 분류





## 부속자료 2. Dram의 기술변화 추이

양 산 개 시		1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000				
시 기		△	△	△	△	△	△	△				
기억용량(bit/chip)		1K	4K	16K	64K	256K	1M	4M	16M*	64M*	256M	1G
디자인룰(um)		12	8	5	3	2	1.3	0.8	0.5	0.35	0.25	0.18
셀	구 조	3T+평면용량			1T(트랜지스터)+평면용량			1T+적층, 구형용량			종형, SOI	
	용량용절연막후(um)	120	100	50	35	20	15	10	7	5	4	
반 도 체	전원전압	-20V	12			5			(내부 3.3)		3.3	
	트랜지스터	pMOS	nMOS				CMOS				3D게인셀	
	드레인구조	SD				DD		LDD (개량)			종형	
	gate용, 절연막후	120	100	75	50	35	25	20	15	12	18	8
	실효채널길이(um)	-8	5	3	2	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3
	접합깊이(um)	-1.5	0.8	0.5	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15	0.12	0.1	0.08
공 예 칭	리소그라피	밀착로광			반사투영	g선축소	g선축소	gi선축소	gi엑시마축소	전자선, X선		
	에 칭	용 액				플라즈마RIE				u파	저온u파(광이용)	
	소자분리	블레나	LOCOS				(개량)			천구	심구	
정	게이트금속	Al	폴리Si	2층폴리Si		폴리사이드			(Al단락)		고융점금속	
	배선재료	Al		Al-Si			Al-Si-Cu			고융점다층금속(초전도)		
	웨이퍼 직경	2	2.5	3	4	5	6	6-8	8	8-12인치		

### 부속자료 3. 반도체 관련 국가간 마찰

1975. 4.	일본, 초LSI기술연구조합 발족
1977. 3.	미국, SIA설립
1978.11.	미·일 반도체 세미나 개최
1980. 3.	일본 반도체 산업발전을 위한 품질 관리 세미나 개최(워싱턴)
1983. 2.	SIA, 일본의 반도체 산업정책 등에 대한 비판보고서 발표
4.	반도체에 관한 제1회 미·일 첨단기술협의(워싱턴)
11.	일본, 미·일 첨단기술작업위원회(반도체부문) 제언 발표
1985. 3.	미·일, 반도체 관세 동시 철폐
5.	일본, 반도체 집적회로 보호법 제정
6.	SIA, 일본 반도체업계 USTR에 제소
6.	미국 마이크로테크놀로지사, 일본의 반도체 7개기업을 64K DRAM 덤프혐의로 상무성에 제소
9.	미국 반도체 3사, 일본 반도체 8개기업을 EPROM 덤프혐의로 상무성에 제소
9.	미국 마이크로테크놀로지사, 일본 반도체 6개기업을 독점금지법 위반으로 제소
12.	미 상무성, 일본제 256K 이상의 DRAM에 대한 조사 시작
1986. 1.	TI, 일본 반도체 8개기업을 DRAM의 특허침해로 ITC에 제소
3.	미 상무성, EPROM 및 255K DRAM의 덤프문제에 대한 가결정
7.	미·일, 반도체 교섭에 최종 합의에 따라 반덤핑법 적용 일시정지 및 공정 가격 설정
9.	제1차 미·일, 반도체 협정체결
12.	유럽 전자부품공업협회(EECA), 일본 EPROM 제조업체를 반덤핑 위반으로 EC 위원회에 제소
1987. 2.	EECA, 일본 DRAM 제조업체를 반덤핑 위반으로 EC 위원회에 제소

1987. 3.	일본 통산성, 해외 반도체 판매촉진을 위해 반도체 국제교류센터(INSEC) 설립
3.	SIA, 반도체 공동기술개발을 위한 SEMATECH 설립
3.	Fujitsu의 Fairchild 매수합의의 폐기
3.	EC 위원회, 일본제 EPROM에 대한 덤핑조사-개시
3.	미 의회, 대일본 반도체 제재조치 결정
4.	미대통령, 반도체 문제로 대일 보복조치 단행, 컬러 TV, P. C. 및 전동공구에 대하여 100% 보복관세 실시
6.	EIAJ/SIA 최초의 업계회담
6.	반도체 제재조치의 일부 해제
7.	EC 위원회, 일본제 256K DRAM에 대한 덤핑조사 시작
11.	반도체 제재조치 추가 해제
1988. 3.	EIAJ/EIA, 반도체에 대한 제1회 합동회의 개최
5.	GATT 이사회에서 일본의 반도체 수출감시제도 철폐를 채택
5.	일본, 외국산 반도체 소비자 협의회 설립
6.	EIAJ/SIA 반도체 회담 결렬
9.	EIAJ, 외국산 반도체의 일본시장 판매개선에 관한 세부계획 발표
11.	일본정부, 미·일 반도체 통상문제에 대한 성명서 발표
1989. 3.	일본 반도체 시장개방에 관한 세미나 개최(미국 산타클라라)

자료 : 일본의 전자공업 1989~90과 반도체 산업의 현상과 장래전망에  
서 요약.



#### 부속자료 4. 우리나라 반도체산업의 발달과정

구 분	기 업 측 면	정 부 측 면	출 연 연 구 소 측 면
제1단계 (1965~73)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고미반도체사 설립하여 국내 최초의 트랜지스터 조립생산('65)</li> <li>• 페어차일드, 시스네틱스 국내 진출하여 반도체 조립생산('66)</li> <li>• 모토로라 국내진출('67)</li> <li>• 한국전자사 설립('69)</li> <li>• 금성사, 아남산업 반도체 조립생산 개시('70)</li> <li>• 아메리칸 마이크로시스템 국내진출('70)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 외자도입법 제정('65)</li> <li>• 전자공업협동조합 설립('67)</li> <li>• 전자공업진흥법 제정('69)</li> <li>• 상공부, 전자공업진흥 8개년 계획('69~'76) 수립('69)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KIST 설립('65)</li> <li>• KIST, Diode 제작 및 혼성 IC 개발('71)</li> <li>• KIST, 웨이퍼 가공라인 설치('72)</li> </ul>

구 분	기 업 측 면	정 부 측 면	출 연 연 구 소 측 면
제2단계 (1974~81)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미국 ICII사와 합작으로 한국 반도체사 설립('74)</li> <li>• 한국반도체사, 전자시계용 C-Mos LSI칩 개발생산('75)</li> <li>• 대한반도체사 설립('76)</li> <li>• 삼성, 한국반도체사 인수하여 반도체 산업에 진출('78)</li> <li>• 금성사, 대한반도체사 인수하여 미국의 AT&amp;T사와 합작으로 웨이퍼가공 개시('79)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국 전자공업진흥회 발족('76)</li> <li>• 상공부, 『반도체공업육성계획』 수립·추진('81)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KIST, 국내 최초의 미니컴퓨터 1호기 개발('75)</li> <li>• KIST, 선형 IC와 P-MOS 개발('75)</li> <li>• 상공부, 한국전자기술연구소(KIET) 설립('76)</li> <li>• 상공부, 한국전기기기시험연구소 설립('76)</li> <li>• KIET, 방위산업용 선형 IC개발('77)</li> <li>• 체신부, KIST 부설 한국전자통신연구소를 인수하여 한국통신연구소 설립('77)</li> <li>• KIET, PCM 증계용 IC 개발('78)</li> <li>• KIST, 2인치 실리콘 단결정 성장에 성공('79)</li> <li>• KIST, 태양전지 개발('79)</li> </ul>

구 분	기 업 측 면	정 부 측 면	출 연 연 구 소 측 면
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 삼성반도체사, 선형 IC 및 C-MOS 제조 공정개발('79)</li> <li>• 한국전자, Tr 생산('79)</li> <li>• 금성반도체, Tr 생산('80)</li> <li>• 삼성반도체통신, 컬러 TV용 IC 개발('81)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• KAIST, 직경 4인치 단결정 실리콘 잉곳 성장에 성공('80)</li> <li>• KIET, 4bit Microprocessor 개발('80)</li> <li>• 한국전자기술연구소(KIET)가 상공부에 서 과기처로 이관('81)</li> <li>• 한국통신기술연구소(체신부)와 한국전기시험연구소(상공부)를 통합하여 한국전기통신연구소 설립(과기처 '81)</li> </ul>
3단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 아남산업, 64K DRAM 조립생산('82)</li> <li>• 현대전자산업, 반도체산업 개시('83)</li> <li>• 삼성, 마이크로사로부터 기술을 도입하여 64K DRAM 공정기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과기처, 특정연구개발사업 수립 추진('82)</li> <li>• 반도체설비 관세감면 조치(31종)('83)</li> <li>• 반도체설비 관세감면 확대조치(65종)('84)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KIET, 32K ROM 개발('82)</li> <li>• KIET, 64K ROM과 VTR용 IC개발('83)</li> <li>• KAIST, 갈륨비소화합물 단결정 성장에 성공('83)</li> <li>• KAIST, 회로선폭 10 갈륨비소 소자개발('85)</li> </ul>

구 분	기 업 측 면	정 부 측 면	출 연 연 구 소 측 면
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 풍산금속, 리드프레임 개발('84)</li> <li>• 금성, VLSI급 Gate array 개발('84)</li> <li>• 삼성, 16K EEPROM과 16K SRAM 개발('84)</li> <li>• 삼성, 256K DRAM 개발양산('85)</li> <li>• 금성, 64K SRAM 생산('85)</li> <li>• 금성, 1bit ROM 개발('85)</li> <li>• 금성, 8bit Microprocessor 기술 도입하여 생산('85)</li> <li>• 금성, 1Mbit ROM 양산('86)</li> <li>• 금성, 256K SRAM 및 Standard cell 개발('86)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체설비 관세감면 확대조치(96종)('85)</li> <li>• 반도체 소재 설비 관세감면(34종)('85)</li> <li>• 상공부, 반도체장비 종합발전계획 수립('89)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국전자기술연구소(KIET)와 한국전기통신연구소(KETRI) 통합하여 한국전자통신연구소(ERTI) 설립('85)</li> <li>• 한국전기통신연구소(KETRI)에서 한국전기연구소 설립(과기처)('85)</li> <li>• 반도체 연구조합 결성('86)</li> <li>• ETRI와 금성반도체, 삼성반도체, 현대전자가 공동연구로 4MD램 개발에 착수('86)</li> <li>• ETRI, 갈륨비소(GaAs) 초고속 공간스위치 개발('88)</li> <li>• ETRI, 반도체연구조합, 4M DRAM 초고집적반도체 개발('88)</li> <li>• KAIST, 피로시험기기 개발('88)</li> </ul>

구 분	기 업 측 면	정 부 출 연	출 연 연 구 소 측 면
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 삼성, VLSI급 음성합성 IC 및 컬러 TV용 IC 개발 생산('86)</li> <li>• 삼성, 금성, 1M DRAM 개발 ('86)</li> <li>• 삼성, 32bit Microprocessor 개발 기술도입 생산('86)</li> <li>• 금성, KIET의 구미반도체 공장 인수('86)</li> <li>• 현대, 16K EEPROM, C-MOS 256K DRAM 기술도입 생산 ('86)</li> <li>• 대우, 미국 자이모스사 인수 하여 반도체산업에 참여('86)</li> <li>• 삼성, 금성, 1M DRAM 양산 ('87)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국반도체연구조합, 금성, 삼성, 한국 반도체사와 공동으로 갈륨비소 단결정 웨이퍼 및 갈륨비소 광소자를 각각 개발('90)</li> <li>• 서울대 禹鍾天박사팀, 차세대반도체 갈륨비소 칩 개발('90)</li> </ul>

구 분	기 업 측 면	정 부 출 연	출 연 연 구 소 측 면
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현대, 1M DRAM 생산('88)</li> <li>• 삼성, 256K EEPROM 개발 ('88)</li> <li>• 삼성, 금성, 현대, 4M DRAM 개발 완료('88)</li> <li>• 삼미, 반도체사업 착수('89)</li> <li>• 삼성, 1M SRAM 생산('89)</li> <li>4M DRAM 생산('89)</li> </ul>		

자료 : 한국전자공업진흥회, 『전자공업편람』 및 과학기술처, 과학기술연감, 각년도에서 인용.

## 부록 : 인터뷰 대상자 명단

### 미    국

Robert J. Neely, Mckinsey & Company(Los Angeles) 파트너.

Theodore C/ Guilde, Mckinsey & Company(Los Angeles) 산업분석가.

Joan T. Davis, Mckinsey & Company(Los Angeles) 정보분석가.

Lance Mills, HP Circuit Technology Research and Development  
부장.

Warren E. Davis, 미국 반도체공업협회 부회장.

Michael Borrus, Berkeley Roundtable on the International Econo-  
my 부소장.

Thomas Lee, MIT 공대 전자공학과 교수.

Arnoldo Hax, MIT 경영대학원 부학장.

Berjamin Cessar Gomez, Harvard 경영대학원 교수.

Denis f. Simon Fletcher School of International and Diplomacy  
교수.

Willam F. Finan, Quick, Finan & Associates 파트너.

### 일    본

H. Fujimori, 일본 동북대학 신소재 연구소 소장.

Seiichi Tanahashi, NEC 행정부장.

Kazuhiro Ogawa, 일본 전자공업진흥회 전자재료부장.  
Hikotaro Masunagam Fujitsu 반도체사업본부 부분부장.  
Yoshihisa Ogawa, 차세대 컴퓨터개발기구 연구기획차장.

### 네덜란드

J. F. Den Hertog, Limburg 대학교수.

### 한 국

본인들의 요청에 의하여 밝히지 않음.



## 참 고 문 헌

### 국문문헌

1. 산업연구원, “우리나라 반도체산업의 현황과 육성전략”, 연도 미상.
2. 한국정보산업연합회, “정보산업 기술동향과 공통핵심기술전략 심포지움”, 1990. 6.27.
3. 한국과학기술연구원, “유럽기술공동체 추진현황 및 정책과제에 관한 연구”, 1990. 3.
4. 서울대 신소재 공동연구소, “반도체 소재개발 관련기술 심층정보수집 사업보고서”, 1990. 7.
5. 한국정보산업연합회, “한국정보산업 발전전략 심포지움”, 1989. 6.
6. 한국산업은행, “첨단기술산업의 장기발전전략”, 1989. 12.
7. 한국전자공업진흥회, “전자공업편람”, 1988~1989.
8. 한국반도체장비협회, “반도체장비산업 육성방안”, 1989. 7.

### 영문문헌

#### 1. Books

Abernathy, William J., Clark, Kim and Kantrow, Alan. Industrial Renaissance. New York: Basic Books, 1983.

- Ballance, Robert and Sinclair, Stuart. *Collapse and Survival: Industrial Strategies in Changing World*. London: George Allen & Unwin, 1983.
- Bloom, Martin D.H. *Technological Change, Global Competition and the Worldwide Restructuring of the Electronics Industry - Implication for Latecomer Strategies in Semi-Industrialised Countries: The Korean Case*. London: Royal Institute of International Affairs, September 1988.
- Borrus, Michael G. *Competing for Control*. Cambridge, Massachusetts: Ballinger Publishing Co., 1988.
- Braun, Ernst and MacDonald, Stuart. *Revolution in Miniture*. Cambridge, U.K.: Cambridge Univsersity Press, 1982.
- Dertouzos, Michael L., Lester, Richard K., Solow, Robert M., and The MIT Commission on Industrial Productivity. *Made in America: Regaining the Productive Edge*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1989.
- Dosi, Giovanni. *Technical Change and Industrial Transformation*. New York: St. Martin's Press, 1984.
- Egelhoff, William G. *Business Strategies and Competition in the Semiconductor Industry - A Comparative Study Across U.S., Japan, and European Firms*. Rensselaer Polytechnic Institute Center for Science and Technology Policy, December 1986.
- Flaherty, M. Therese and Itami, Hiroyuki. "Finance." In *Competitive Edge: The Semiconductor Industry in the U.S. and Japan*, Edited by Daniel I. Okimoto, Takuo Sugano, and Franklin B. Weinstein. Stanford: Stanford University Press, 1984.
- Freeman, Christopher. *The Economics of Industrial Innovation*. London: Francis Pinter Publishers, 1982.
- Gregory, Gene. *Japanese Electronics Technology: Enterprise and Innovation*. New York: John Wiley & Sons, 1986.
- Haklisch, Camela S. *Technical Alliances in the Semiconductor Industry*. New York University Center for Science and Technology Policy, February 1986.
- Hazewindus, Nico. *The U.S. Microelectronics Industry: Technical Change, Industry Growth and Social Impact*. New York: Pergamon Papers, 1982.
- Henderson, Jeffrey. *The Globalization of High Technology Production*. London: Ro estledge, 1989.

- Howell, Thomas R. Noellert, William A., MacLaughlin, Janet N., and Wolff, Alan Wm. *The Microelectronics Race*. Boulder, Colorado: Westview Press, 1988.
- Kang, T. W. *Is Korea the Next Japan?: Understanding the Structure, Strategy, and Tactics of America's Next Competitor*. New York: Free Press, 1989.
- Langlois, Richard N. *Microelectronics: An Industry in Transition*. Rensselaer Polytechnic Institute Center for Science and Technology Policy, July 1987.
- Malerba, Franco. *The Semiconductor Business*. London: Francis Pinter, 1985.
- Okimoto, Daniel. "Conclusions." In *Competitive Edge*. Edited by Daniel Okimoto, Takuo Sugano, and Franklin Weinstein. Stanford: Stanford University Press, 1984.
- Tilton, John E. *International Diffusion of Technology: The Case of Semiconductors*. Washington, D.C.: The Brookings Institute, 1971.
- Tulder, Rob Van and Junne, Gerd. *European Multinationals in Core Technologies*. New York: John Wiley & Sons, 1988.
- Warshofsky, Fred. *The Chip War*. New York: Charles Scribner's Sons, 1989.

## 2. Journals

- Albrecht, Edo and Kant, Horst. "A Model of the Cycle 'Science-Technology-Production' and its Application to the Development of Semiconductor Physics and Industry." *R&D Management* 8, special issue (1978): 119-125.
- Byun, Byung-Moon and Ahn, Byong-Hun. "Growth of the Korean Semiconductor Industry and its Competitive Strategy in the World Market." *Technovation* (December 1989): 635-656.
- Dosi, Giovanni. "Technological Paradigms and Technological Trajectories." *Research Policy* (1982): 147-162.
- Ferguson, Charles. "The Microelectronics Industry in Distress." *Technology Review* (August/September 1983): 24-37.
- Finan, William F. and Amundsen, Chris B. "Modeling U.S.-Japan Competition in Semiconductors." *Journal of Policy Modeling* 8 (June 1986): 305-326.

- Fong, Glen. "The Potential for Industrial Policy: Lessons from the Very High Speed Integrated Circuit Program." *Journal of Policy Analysis and Management* 5 (1986) 264-291.
- Hobday, Michael. "Corporate Strategies in the International Semiconductor Industry." *Research Policy* 18 (1989): 225-238.
- Malerba, Franco. "Demand Structure and Technical Change: The Case of the European Semiconductor Industry." *Research Policy* 14 (1985): 283-297.
- Molina, Alfonso H. "Managing Economic and Technological Competitiveness in the U.S. Semiconductor Industry: Short- and Long-Term Strategies." *International Journal of Technology Management* 4 (1989): 157-175.
- Mowery, David C. "Innovation, Market Structure, and Government Policy in the American Semiconductor Electronics Industry: A Survey." *Research Policy* 12 (1983): 183-197.
- Pavitt, Keith. "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory." *Research Policy* 13 (1984): 343-373.
- Sahal, Devendra. "Technological Guideposts and Innovation Avenues." *Research Policy* 14 (1985): 61-82.
- Soukup, William R. and Cooper, Arnold C. "Strategic Response to Technological Change in the Electronics Component Industry." *R&D Management* 13 (1983): 219-230.
- Tassey, Gregory. "Structural Change and Competitiveness: The U.S. Semiconductor Industry." *Technological Forecasting and Social Change* 37 (March 1990): 85-93.
- Verie, Christian. "The Potential Impacts of New Semiconductor Materials." *STI Review* 6 (December 1989): 73-103.

### 3. Reports

- Committee on Technology and International Economics and Trade Issues. "The Competitive Status of the U.S. Electronics Industry." Report to the National Academy of Engineering. Washington, D.C., 1984.
- Jun, Yong-Wook and Kim, Sang-Gook. *The Korean Electronics Industry - Current Status, Perspectives and Policy Options.* OECD Report, February 1990.
- Mayer, Jeffrey L. *Sematech: Progress and Prospect.* Report of the Advisory Council on Federal Participation in Sematech, 1989.

National Advisory Committee on Semiconductors. A Strategic Industry At Risk. A Report to the President and the Congress. Washington, D.C., November 1989.

OECD. Government Policies and the Diffusion of Microelectronics. Paris, 1989.

Vogel, Steven. Japanese High Technology, Politics, and Power. University of California, Berkeley: BRIE Research Paper # 2, March 1989.

Wheeler, David and Mody, Ashoka. Automation and World Competition: Korea's Future in Semiconductors, Automobiles, and Textiles. KDI Report. Seoul, April 1986.

#### 4. Others

Finan, William F. A Comparison of Japanese and American Approaches to Quality in the Semiconductor Industry. Private Communication by the Semiconductor Research Corporation. Research Triangle Park, North Carolina, February 1990.

Flaherty, M. Therese. "Field Research on the Link between Technological Innovation and Growth: Evidences from the International Semiconductor Industry." AEA Papers and Proceedings (May 1984): 67-72.

Hobday, Michael. "Semiconductor Technology and the Newly Industrialising Countries: The Diffusion of ASICS (Application Specific Integrated Circuits)." Fifth draft submitted to World Development, December 1989.

Hoshimi, Uchida. "Historical Development of the Japanese Semiconductor Industry." Paper presented at the Seoul Meeting, December 4, 1989.

Imai, Ken-ichi. Latecomer Strategies in Advanced Electronics: Lessons from the Japanese Experiences. A draft prepared for the OECD Development Center's Research Project on "Technological Change, and the Electronics Sector: Perspectives and Policy Options for Newly Industrializing Countries," January 1990.

Imai, Ken-ichi. The Japanese Pattern of Innovation and Its Evolution. Paper presented at the Center for Economic Policy Research conference at Stanford University on September 11-12, 1989.

Kimura, Yui. Competitive Strategies and Strategic Groups in the Japanese Semiconductor Industry. Ph.D. Dissertation, New York University, 1986.

Matsumura, Tomihiro. An Overview of How the Japanese Semiconductor Industry will Globalize in the '90s: Paper delivered at the Dataquest Semiconductor Industry Conference held in Monterey, California on October 17, 1989.

## 일본어문헌

1. 産業 タイレス社, “半導體産業計劃 總覽”, 1989.
2. 日本電子機械工業會, “歐洲における 電子産業の現況と EC 市場統合への對應”, 1989. 11.
3. WSTS 日本協議會, “世界の 半導體市場豫測”, 1989, Autumn.
4. 日本通産省, “90年代の 電子技術豫測”, 1989. 10.
5. 日本電子機械工業會, “半導體産業の 現況と將來展望”, 1988. 4.