

삼성 반도체 부문의 성장과 기술능력의 발전*

송 성 수

산업기술정책연구소

The Growth of Samsung's Semiconductor Sector and the Development of Technological Capabilities

SONG, Sungsoo

Institute of Industrial Technology Policy

ABSTRACT

This paper examines how and why Samsung's semiconductor sector has grown very rapidly in light of the development of technological capabilities. After Samsung entered semiconductor industry in 1974, it successfully developed transistors and integrated circuits in the late 1970s. In 1982, Samsung's top management decided to make a large-scale investment in the advanced semiconductor business. Choosing DRAM as a major product, Samsung quickly followed up the leading semiconductor companies by successive developments of 64K, 256K, 1M, 4M DRAM in the 1980s. With the establishment of ULSI Research Institute in 1989, Samsung started challenging the new fronts there were not precedents at that time. Samsung developed 16M DRAM almost simultaneously with other leading companies, and 64M, 256M, 1G DRAM for the first time in the world. Samsung's rapid growth of technological capabilities in semiconductor sector was due to various factors including top management's leadership, appropriate choice of technological paths, unique technology development systems, and Korean government's semiconductor industry promotion policies.

Key Words: Samsung, semiconductor, DRAM, technological capabilities, technological path, technology development system

* 연구를 진행하는 동안 조언과 도움을 주신 김기협 선생님(중앙일보)과 배용호 선생님(국회도서관 입법조사분석실), 그리고 본 논문의 초고에 대하여 예리한 논평을 해주신 김근배 선생님(전북대)과 송위진 선생님(과학기술정책관리연구소)께 감사드린다.

1. 서 론

한국의 반도체산업은 짧은 역사에도 불구하고 단기간 내에 급속한 발전을 이루었다. 우리나라의 반도체산업은 1980년대 초반에 삼성전자(당시 삼성반도체통신),¹⁾ 현대전자, LG반도체(당시 금성반도체)와 같은 재벌기업들이 경쟁적으로 대규모 투자를 시작하면서 1983년 이후 10여년간 연평균 25%의 고성장을 지속해 왔다. 우리나라의 반도체 수출액은 1994년에 단일품목으로서는 최초로 100억불을 돌파하였고 1995년에는 200억불이 넘는 수출 실적을 기록하였다. 현재 한국은 메모리 반도체 생산에 있어서 미국, 일본에 이어 세계 3위를 차지하고 있으며, 메모리 반도체의 일종인 D램(DRAM: Dynamic Random Access Memory) 분야에서는 세계 최고의 생산국으로 부상하였다. 이와 같은 한국 반도체산업의 고도 성장은 세계역사상 유례를 찾아보기 힘든 현상으로서 “신화”(神話)로 표현되기도 한다.²⁾

이러한 과정에서 삼성이 반도체산업을 선도하는 기업으로 기능해 왔다는 것은 주지의 사실이다. 삼성은 1974년에 반도체산업에 진출한 후, 1982년부터 D램을 중심으로 한 첨단 메모리 반도체에 집중적으로 투자하기 시작하여, 1990년대 초반부터는 D램 분야의 생산량과 기술수준에 있어서 한국은 물론 세계 최고의 기업으로 성장해 왔다. 삼성은 D램 생산에 있어서 1987년 세계 7위, 1990년 세계 2위를 거쳐 1992년 이후에는 세계 1위의 기업으로 부상하였다 (<표 1> 참조). 또한, 삼성은 D램 제품 혁신의 측면에서 선진국과의 기술격차를 64K의 경우에는 5.5년, 256K의 경우에는 4.5년, 1M는 2년, 4M는 6개월로 단축하였고, 더 나아가 16M는 선진국과 거의 동시에, 그리고 64M 이상은 선진국에 앞서 개발하는 괄목할만한 성과를 거두었다 (<표 2> 참조).

<표 1> D램 생산 상위기업의 변천

년도	1975	1978	1981	1984	1987	1990	1993	1996
1위	Intel	Mostek	Mostek	히타치	도시바	도시바	삼성	삼성
2위	TI	TI	후지쯔	NEC	NEC	삼성	히타치	NEC
3위	Mostek	NEC	NEC	후지쯔	미쓰비시	NEC	도시바	히타치
4위	NEC	Intel	히타치	TI	TI	TI	NEC	현대
5위	Motolora	Motolora	TI	미쓰비시	히타치	히타치	IBM	LG
6위	Fairchild	후지쯔	NS	Mostek	후지쯔	후지쯔	TI	도시바
7위	NS	히타치	Motolora	Motolora	삼성	미쓰비시	미쓰비시	TI

주: TI는 Texas Instrument, NS는 National Semiconductor의 약칭임.

자료: Dataquest

1) 삼성 반도체 부문의 상호는 한국반도체(1974~78년), 삼성반도체(1978~80년), 삼성전자(1980~82년), 한국전자통신(1982년), 삼성반도체통신(1982~88년), 삼성전자(1988년~현재)의 순으로 변천해 왔다. 이하에서 상호의 명칭이 특별히 중요하지 않는 경우에는 편의상 “삼성”으로 칭하기로 한다.

2) 조동성, 「한국 반도체의 신화」(비룡소, 1995).

〈표 2〉 삼성의 D램 개발사

구 분	64K	256K	1M	4M	16M	64M	256M	1G
개 발 시 기	'83. 5~ '83. 11	'84. 3~ '84. 10	'85. 9~ '86. 7	'86. 5~ '88. 2	'88. 6~ '90. 8	'90. 6~ '92. 9	'92. 1~ '94. 8	'94. 4~ '96. 10
소 요 기 간	6개월	8개월	11개월	20개월	26개월	26개월	30개월	30개월
최초개발기업	Intel	NEC	도시바	도시바	NEC	삼성	삼성	삼성
선진국과의 격차	5.5년	4.5년	2년	6개월	1개월	선행	선행	선행

자료: 삼성비서실, 「삼성60년사」(1998), p. 391를 보완하여 작성.

이 논문의 목적은 삼성 반도체의 성장과정을 기술능력의 발전이란 관점에서 고찰하는 데 있다. 여기서 기술능력(technological capabilities)이란 기술을 획득하고 소화·사용·변용·변화·창출하는 데 필요한 다양한 지식과 숙련을 포괄하는 용어로서, 생산과정에서 습득한 현장경험과 학습효과, 투자에 필요한 지식과 숙련, 제품설계 및 공정기술의 향상에 필요한 변용능력, 새로운 기술을 창출하는 데 필요한 지식 등으로 구성된다.³⁾ 이러한 개념을 사용함으로써 기술수준의 향상은 도입기술의 단순한 이식이 아니라 기술도입층의 주체적 기술노력을 매개로 이루어지며, 그 과정에서 선진기술을 소화·흡수하는 것은 물론 추격 혹은 추월이 가능하다는 점을 포착할 수 있다.

본 연구에서는 삼성 반도체의 기술능력 발전과정을, 후발기업이 수행하는 기술혁신활동의 성격과 제품의 수명주기를 고려하여, 성숙기(mature period) 기술의 습득 단계, 과도기(transitional period) 기술의 추격 단계, 유동기(fluid period) 기술의 창출 단계로 구분해서 고찰하고자 한다.⁴⁾ 흔히 후발국(혹은 후발기업)의 기술능력 발전단계를 기술도입, 기술흡수 및 개량, 연구개발로 구분하는 경향이 있으나,⁵⁾ 후발국(혹은 후발기업)은 제품수명주기에 관계없이 거의 모든 기술에 대하여 기술도입, 기술흡수 및 개량, 연구개발의 과정을 거치며, 후발국(혹은 후발기업)의 연구개발이란 자체적인 연구활동에서 비롯된 신기술의 개발뿐만 아니라 선진국(혹은 선진기업)의 기술을 도입한 후 이를 소화·흡수하고 개량하는 활동도 포괄하는 경우가 많은 것이다. 따라서 후발국(혹은 후발기업)의 기술능력 발전 단계에 대한 고찰은 기술혁신활동의 주된 성격이 무엇인가 하는 점과 대상 기술이 어느 수명주기에

3) OECD 편, 이근 외 옮김, 「과학과 기술의 경제학」(경문사, 1995), pp. 432-433. 기술능력이란 개념이 기업 및 국가 수준의 발전전략에서 가지는 의미에 대해서는 Sanjaya Lali, "Technological Capabilities and Industrialisation", *World Development*, Vol. 20, No. 2 (1992), pp. 165-186; 김전, 「1980년대 한국의 기술능력발전과정에 관한 연구: '기업내 축적체제'의 발전을 중심으로」(서울대 박사학위논문, 1994), pp. 20-52를 참조. 기술능력 발전의 관점에서 한국 산업의 성장을 다룬 연구로는 Linsu Kim, *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning* (Boston, MA: Harvard Business School Press, 1997); 이근 외, 「한국산업의 기술능력과 경쟁력」(경문사, 1997)이 있다.

4) 이것은 선진국의 기술혁신과정을 유동기, 과도기, 경화기로 분류한 Uterback 및 Abernathy의 주장을 후발국의 상황에 맞추어 순서를 바꾸어 적용한 것이다. James M. Uterback and William J. Abernathy, "A Dynamic Model of Process and Product Innovation," *Omega*, Vol. 3, No. 6 (1975), pp. 639-656. 이와 관련하여 후발국의 기술개발모델에 대해서는 Jinjoo Lee, Zongtae Bae and Dongkyu Choi, "Technology Development Process: A Model for a Developing Countries with a Global Perspective," *R & D Management*, Vol. 18, No. 3 (1986), pp. 235-250; Linsu Kim, *Imitation to Innovation*, pp. 85-103 등을 참조.

5) 후발국의 기술개발과정에 대한 여러 연구자의 견해는 Jinjoo Lee, et. al., "Technology Development Process," p. 237의 〈Table 1〉에 요약되어 있다.

있는가 하는 점이 종합적으로 고려될 필요가 있다.

이상과 같은 문제의식 하에서 본 연구는 삼성이 기술혁신을 위하여 기울인 노력과 그 성과물을 중심으로 삼성의 반도체 기술능력 발전과정을 검토하고자 한다. 특히 삼성이 어떤 기술경로를 선택하였는가, 삼성의 기술개발방식이 가지는 특성은 무엇인가 등은 본 연구가 답변하고자 하는 주요 질문이다. 이러한 작업을 수행하기 위하여 본 연구는 주로 社史와 기존의 연구논문을 활용했으며,⁶⁾ 이러한 문헌들이 포괄하고 있지 못한 시기와 논의가 부족한 부분에 대해서는 社報, 신문 및 잡지, 회고록, 인터뷰 등을 통해 보완하였다.

이하에서 이 글의 구성은 다음과 같다. 제2절에서는 삼성 반도체 부문의 기술능력 발전과정을 본격적으로 논의하기에 앞서 반도체산업의 특징을 검토하고자 한다. 여기서는 후발 대기업의 추격을 가능하게 하는 조건과 기술능력 배양에 필요한 요소에 초점이 주어질 것이다. 제3~5절에서는 앞서 언급한 대로 삼성 반도체의 기술능력 발전과정을 세 단계로 구분하여 고찰한다. 성숙기 기술의 습득 단계는 삼성이 한국반도체를 인수한 후부터 D램 사업에 진출하기 이전인 1974~82년에 해당하고, 과도기 기술의 추격 단계는 삼성이 D램 사업에 진출한 후 선진국에서 도입한 기술을 내재화하는 1982~88년에 해당하며, 유동기 기술의 창출 단계는 삼성이 연구개발체제를 정비하고 세계 최고의 기술수준을 확보하게 된 1988년 이후에 해당한다. 이어 제6절에서는 삼성이 반도체 기술능력을 급속히 발전시킬 수 있었던 성공 요인을 기업내적 요인과 정부의 역할로 나누어 분석할 것이다.

2. 반도체산업의 주요 특징

반도체산업의 특성으로 언급되는 사항은 매우 많다. 반도체산업의 특성으로는 고부가가치 산업, 고도성장 산업, 기술집약형 산업, 파급효과가 큰 산업 등이 거론된다. 기술적 측면에서 반도체산업은 기술혁신의 속도가 빠르고, 여러 부문의 기술이 복합적으로 요구된다. 투자와 관련하여 반도체산업은 막대한 설비투자 및 연구개발투자를 요구하며, 기업간의 국제적 협력이 매우 활발하다. 시장의 측면에서 반도체산업은 신제품의 시장도입 후 그 가격이 단기간 내에 급격히 하락하며, 호황과 불황이 비교적 빠른 시간 내에 반복된다는 특성을 가지고 있다.⁷⁾

이상과 같은 반도체산업의 일반적인 특성은 이미 많이 지적되었으므로, 여기서는 본 연구의 초점이 되는 D램 분야를 중심으로 후발자의 추격을 가능하게 하는 조건과 기술능력 배양에 필요한 요소

6) 삼성 반도체 부문에 대한 社史로는 삼성반도체통신, 『삼성반도체통신십년사』(1987); 삼성전자, 『삼성전자십년사』(1989) 등이 있다. 대표적인 연구논문으로는 Youngrak Choi, *Dynamic Techno-Management Capability: The Case of Samsung Semiconductor Sector in Korea*(Ph. D. Thesis, Roskilde University, 1994); 배용호, 『한국 반도체산업의 기술 흡수와 연구개발: 삼성전자(주)의 사례연구』(서울대 박사학위논문, 1995)가 있는데, 두 논문의 핵심내용은 최영락, “반도체분야의 동태적 기술관리능력: 삼성반도체의 사례”, 『과학기술정책』 제7권 제2호(1995), pp. 27-50; 배용호, “반도체산업의 기술혁신과 기술능력의 발전: DRAM을 중심으로”, 이근 외, 『한국산업의 기술능력과 경쟁력』, pp. 169-214에 서도 엿볼 수 있다.

7) 반도체산업의 특징에 대해서는 Nathan Rosenberg and W. Edward Steinmueller, “The Economic Implications of VLSI Revolution,” Nathan Rosenberg, *Inside the Black Box: Technology and Economics*(Cambridge: Cambridge University Press, 1982), pp. 178-192; 최영락, 『반도체기술 발전을 위한 자체 기술능력 축적에 관한 연구』(과학기술정책관리연구소, 1991), pp. 12-15; 배용호, “반도체산업의 기술혁신과 기술능력의 발전”, pp. 173-175; 김창욱, 『기술특성과 산업패턴의 관계에 관한 진화경제학적 분석』(서울대 박사학위논문, 1998), pp. 12-19 등을 참조.

에 초점을 두면서 반도체산업의 특성을 보다 자세히 살펴보고자 하자.

첫째, <표 1>에서 알 수 있듯이 D램 분야에서는 기업들 사이의 지위 변동이 빈번히 발생한다. 즉, D램 분야에서는 후발기업이 선발기업을 추격 혹은 추월함으로써 각 기업들의 순위가 계속적으로 바뀌어 왔던 것이다. 이러한 점은 D램 각 세대 누적생산액에서 선두를 차지한 기업이 4K 및 16K의 경우에 Mostek, 64K의 경우에 히타치, 256K의 경우에 NEC, 1M의 경우에 도시바, 4M의 경우에 히타치, 16M 및 64M의 경우에 삼성으로 변화해 왔다는 점에서도 잘 드러난다. 이처럼 D램 분야는 구성기업들의 지위가 공고화되는 것을 막는 특성을 가지고 있으며, 이로 인해 매우 치열한 경쟁이 전개되는 양상을 보이고 있다. 따라서 D램은 삼성과 같은 후발기업이 선발기업을 추격하고 더 나아가 능가하는 것이 가능한 분야라고 할 수 있다.⁸⁾

둘째, D램 분야는 제품혁신의 경로가 가시적이다. 즉, D램 분야에서는 정보를 기억할 수 있는 용량을 증가시키는 방향으로 제품혁신의 방향이 한정될 뿐만 아니라 기존 제품에 비해 4배로 큰 용량을 가진 신제품이 주기적으로 출현한다. 각 세대별로 D램 생산량이 가장 많았던 시기는 4K의 경우에 1978년, 16K의 경우에는 1982년, 64K는 1985년, 256K는 1988년, 1M는 1991년, 4M는 1995년으로서, D램은 보통 3~4년에 한번씩 세대 교체가 이루어진다. 이러한 점에 비추어 볼 때 D램 분야의 경우에는 기술수준이 계속 높아지긴 하지만 기술개발의 목표를 설정하는 데에는 큰 어려움이 없다고 할 수 있다. 이에 따라 삼성과 같은 후발기업도 비교적 명료화된 기술발전경로에 대한 정보를 얻을 수 있고 이를 토대로 기술개발 및 장비구입에 대한 투자 여부를 단기간 내에 결정할 수 있다.

세째, D램 분야는 막대한 투자를 요구한다 (<표 3> 참조). 예를 들어, 양산라인 1개를 건설하기 위해서는 1M의 경우에 3.5억불, 4M는 4억불, 16M는 10억불, 64M는 15억불, 256M는 30억불, 1G는 60억불 정도의 엄청난 설비투자가 필요하다. 또한, D램 분야에서는 제품의 수명주기가 짧기 때문에 매년 매출액의 10% 이상이 연구개발에 투자되어야 한다. 삼성은 D램 분야에 대한 연구개발비로 64K의 경우에 7.3억, 256K의 경우에 11.3억, 1M는 235억, 4M는 508억, 16M는 617억, 64M는 1,200억, 256M는 1,200억, 1G는 2,200억을 지출하였다. 그리고, D램 분야는 주기적으로 호황과 불황이 반복되기 때문에 불황기를 버틸 수 있는 막대한 자본력이 요구된다. 1985년과 1986년 2년 동안 세계적인 공급과잉으로 삼성이 입은 손실은 무려 2천억원에 달했다. 이상과 같은 특성 때문에 삼성과 같이 거대한 자본을 동원할 수 있는 능력이 없으면 D램 분야에서 성공하기는 어렵다고 할 수 있다.

<표 3> D램 세대별 투자비

구 분	1M	4M	16M	64M	256M	1G
양산라인투자 (주요설비수)	3.5억불 (138대)	6억불 (203대)	10억불 (261대)	15억불 (310대)	30억불 (400대)	60억불 (500대)
연구개발투자	0.3억불	0.8억불	1.5억불	3억불	3억불	15억불

자료: 산업연구원, 「2000년대 첨단기술산업의 비전과 발전과제: 반도체·LCD 산업」(1994), p. 78.

8) D램 분야의 기업지위변동과 관련하여 한가지 흥미로운 점은 D램 분야의 주도권이 전문중소기업에서 복합대기업으로 이동되어 왔다는 데 있다. <표 1>에서 보듯이, D램 공급 상위 7개 기업 중에서 1975년에는 전문중소기업의 수가 4개(Intel, Mostek, Fairchild, National Semiconductor), 복합대기업의 수가 3개이었던 것이, 1978년에는 전문중소기업의 수가 2개, 복합대기업의 수가 5개로, 1981년과 1984년에는 그 수가 각각 1개와 6개로, 1987년 이후에는 0개와 7개로 변천하였다. 이것은 D램 분야가 점점 막대한 투자를 요구하는 경향과 밀접히 관련되어 있는 것으로 보인다.

넷째, D램 분야에서 제품혁신의 경로는 쉽게 파악될 수 있지만, D램 제조기술을 확보하는 데에는 엄청난 기술개발 노력이 요구된다. D램을 제조하기 위해서는 회로설계, 마스크제작, 웨이퍼제조, 웨이퍼가공, 조립, 검사의 공정을 거쳐야 하는데 이와 관련된 세부적인 공정은 300개가 넘는다(〈그림 1〉 참조). 이러한 D램 제조과정에서는 전자, 화학, 정밀가공 등과 같은 매우 다양한 기술과 공정상의 불량 원인을 조절할 수 있는 고도의 숙련이 필요하다. 여기서 D램의 생산성은 결정짓는 것은 웨이퍼당 제품수와 수율(정상제품의 비율)이다. 웨이퍼당 제품수는 칩의 크기와 직결되어 있으며, 칩의 크기는 회로선폭, 즉 회로를 얼마나 조밀하게 형성시킬 수 있는가에 의해 좌우된다. 그리고 수율의 크기는 생산공정에서 얼마나 높은 정밀도를 유지하는가에 달려 있으며, D램은 0.3미크론 이하의 정밀도 하에서 가공이 이루어지기 때문에 먼지나 진동과 같은 미세한 작업환경의 차이도 수율에 큰 영향을 미친다. 따라서 D램 분야에서 성공하기 위해서는 부단한 투자와 노력을 바탕으로 회로선폭의 집적도를 높이고 정밀한 생산공정을 확보하는 작업이 신속히 수행되어야 한다.

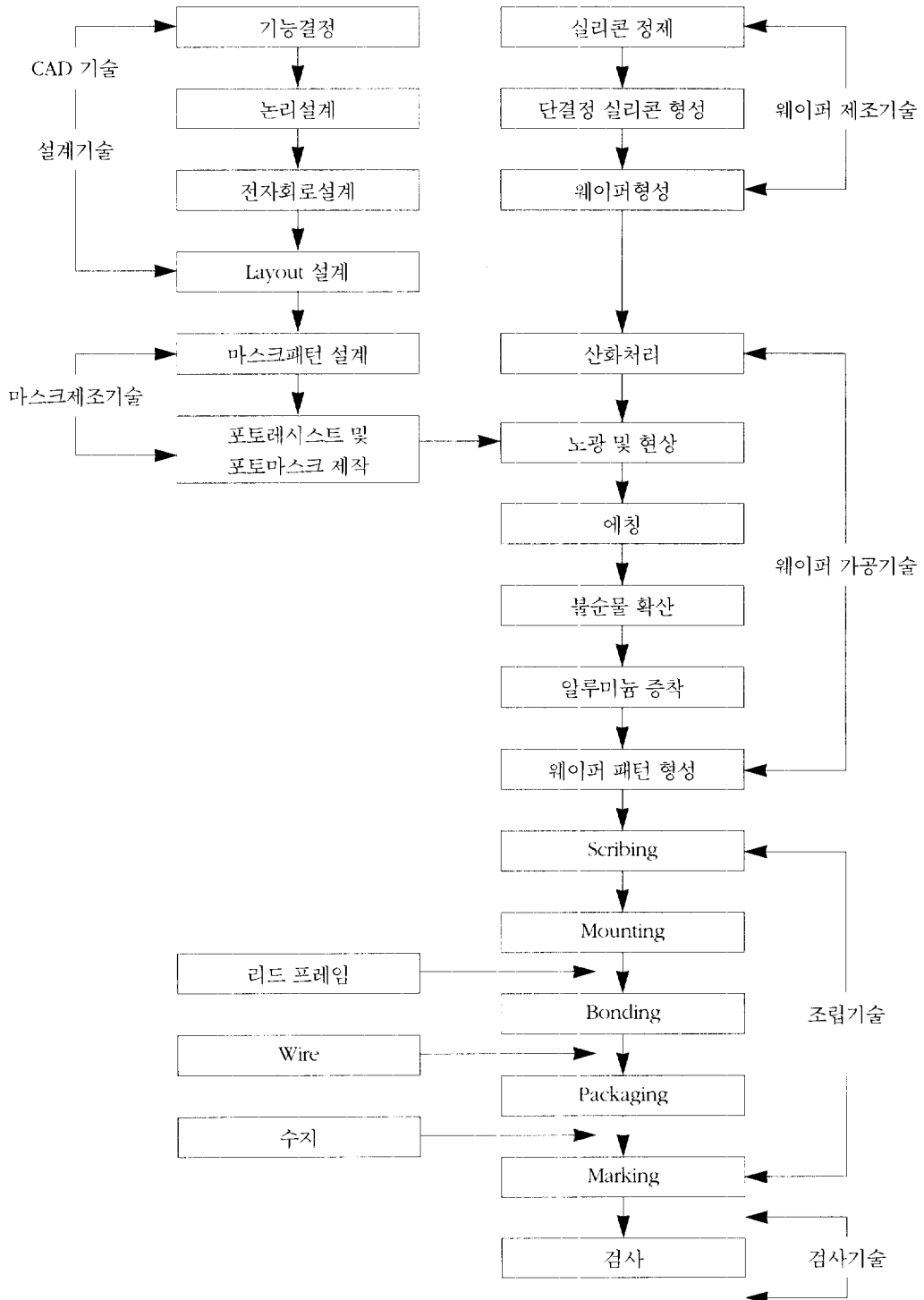
다섯째, D램 분야에서는 양산체제의 초기 구축이 시장점유 경쟁에서 무엇보다도 중요하다. 이것은 D램이 가지고 있는 학습효과와도 밀접하게 관련되어 있다. 다른 제품에 비해 D램은 누적생산량이 많을수록 생산비용이 하락하는 정도가 매우 크다. D램 제품이 처음 생산될 경우에는 수율이 10% 정도로 극히 낮지만, 생산량이 2배 증가하게 되면 생산비용이 30% 정도 감소되며, 대량생산단계에 접어들면 수율이 최고 90%까지 이르게 된다. 또한, 앞서 언급한 것처럼, D램의 경우에는 제품수명주기상의 가격차이가 매우 심하고 제품수명주기가 매우 짧기 때문에 개발초기에 양산체제에 진입하여야 경쟁력을 확보할 수 있다. 따라서 D램 분야에서는 양산체제의 초기구축 여부가 시장 경쟁에서의 성공 여부를 좌우하는 핵심적인 요인으로 작용한다.

여섯째, 반도체산업은 파급효과가 매우 큰 산업으로서 각 국가에서는 이를 전략산업으로 육성하고 있다. 우리가 사용하고 있는 가전제품을 비롯하여, 통신장비, 산업용 기계, 그리고 첨단군사장비에 이르기까지 오늘날의 산업에서 반도체가 사용되지 않는 제품은 거의 없다. 반도체는 급속한 기술진보를 통해 이러한 제품의 고기능화, 저가격화, 저중량화를 가능하게 하는 핵심부품으로 기능하고 있다. 또한 반도체 부문은 전자, 화학, 가공, 재료 등과 같은 수많은 분야의 과학기술이 발전할 수 있는 토대를 제공함으로써 국가의 전체적인 과학기술력을 향상시키는 데 크게 기여하고 있다. 더욱이 반도체 부문은 그 자체가 높은 성장률을 보이면서 한 국가의 경제성장에서 견인차 역할을 수행하고 있다. 이처럼 국가경제에서 반도체가 차지하는 중요성은 매우 크기 때문에 각국 정부는 반도체산업을 진흥하기 위한 지원 프로그램을 적극적으로 추진해 왔다. 그 대표적인 예로는 일본의 VLSI(Very Large Scale Integration) 개발 계획, 미국의 SEMATECH(Semiconductor Manufacturing Technology Initiative), 유럽의 JESSI(Joint European Submicron Initiative)를 들 수 있다.⁹⁾

이상에서 제시된 반도체산업의 여섯가지 특성 중에서 앞의 세가지는 삼성과 같은 후발 대기업의 추격을 가능하게 했던 특성에 해당하고, 뒤의 세가지는 기술능력 배양에 필요한 조건에 해당한다. D램 분야에서 구성기업들의 지위가 공고화되지 못하고 제품혁신의 경로가 가시적이라는 점은 삼성과 같은 후발기업이 선발기업을 추격할 수 있는 조건이 되며, D램 분야가 점차 독과점화되고 있고 막대한 투자를 요구한다는 것은 삼성과 같은 대기업에 유리한 사향으로 작용한다. 이러한 조건을 바탕으로 제조기술과 양산체제를 조기에 확보할 수 있도록 기술혁신활동을 조직하고 정부의 적극적인 반도체

9) 이에 대한 간략한 설명은 전자신문사, "세계 주요국의 반도체산업 육성전략," 『'96 한국전자연감』(1995), pp. 114-124를 참조. 일본의 VLSI 개발계획에 대한 자세한 분석으로는 Jaeho Yeom, *A Bureaucratic Organization in a Network Setting: MITI and Japanese Industry Policy for High Technology* (Ph. D. Dissertation, Stanford University, 1989)가 있다.

〈그림 1〉 반도체 제조과정



체산업육성책이 뒷받침된다면 해당 기업이 D램 분야에서 성공할 가능성은 더욱 크지는 것이다.

3. 성숙기 기술의 습득: 1974~82년

1947년에 트랜지스터(Transistor, TR)의 개발로 인류에게 또 하나의 가능성을 열어준 반도체산업은 1950년대의 시험기를 거쳐 1959년에 미국의 Texas Instrument사가 집적회로(Integrated Circuit, IC)를 개발하는 것을 계기로 본격적인 성장 궤도에 진입하였다. 1960년대에 들어와 반도체의 용도는 전자 기기를 비롯하여 통신장비, 산업용기기, 군수용장비 등으로 확대되었다. 이처럼 반도체 수요가 폭발적으로 증가하면서 반도체산업의 성장가능성에 주목한 선진국의 기업들은 앞을 다투어 반도체산업에 진입하였다. 이로 인해 기업간의 경쟁이 치열해지면서 생산비용이 중요한 경쟁요소로 부각되었고, 선진국의 기업들은 기술집약적인 웨이퍼가공생산과 노동집약적인 단순조립생산의 분업화를 추구하여 부가가치가 낮은 조립생산 부문을 값싼 노동력이 풍부한 후발개도국으로 이전하기 시작하였다.¹⁰⁾

우리나라의 반도체산업도 이러한 시대적 상황을 배경으로 탄생하였다. 한국의 반도체산업은 1965년에 미국의 Komy사가 TR의 조립을 위해 고미반도체란 합작회사를 설립하면서 시작되었다. 1966년에는 적극적인 외국인투자 유치정책의 일환으로 외자도입법이 제정되었고, 그것을 계기로 Fairchild, Signetics, Motorola, 도시바를 비롯한 미국과 일본의 대기업들이 대거 한국에 진출하여 TR과 IC를 조립생산하는 기지를 구축하였다. 당시 한국의 반도체산업에 대한 외국인 투자현황은 <표 4>와 같다. 외국인 투자회사가 취했던 최초의 운영형태는 반도체소자를 비롯한 모든 자재를 수입하여 단순조립한 후 그것을 전량 수출하는 방식이었다. 그러다가 1971년부터는 해외수출을 증대시키고 합작투자를 유인할 목적으로 해당제품의 수출규모에 따라 차등적으로 국내판매혜택을 부여하는 조건부 내수판매가 허용되었다.

외국인 투자회사의 반도체 국내생산은 우리나라가 반도체산업에 참여할 수 있는 길을 열었을 뿐만 아니라 국내 기업들의 반도체산업에 대한 관심을 불러일으키는 자극제로 작용하였다. 금성사는 관련 기술을 도입하고 생산한 반도체를 전량 수출한다는 조건으로 미국의 National Semiconductor사와 용역계약을 체결한 후 1969년 5월에 단독출자로 금성전자를 설립하였으며, 아남산업은 동년 8월에 회사정관에 반도체사업을 추가하여 IC 조립사업에 진출하였다.¹¹⁾ 그러나 외국인 투자업체나 국내업체 모두 반도체생산의 최종 공정인 단순조립에만 머물러 있어서 회로설계, 웨이퍼가공, 검사를 비롯한 반도체산업의 전체 공정에 대한 이해를 도모할 수 없었다. 게다가 반도체 조립에 필요한 원료 및 기기가 전량 외국의 모회사로부터 수입되고, 완제품도 거의 전량 수출되는 구조에서는 기술능력의 발전을 도모할 아무런 유인도 없었다.

10) 1970년대까지의 반도체 산업 및 기술의 역사에 대해서는 Ernest Braun and Stuart MacDonald, *Revolution in Miniature: The History and Impact of Semiconductor Electronics*, 2nd edition. (Cambridge: Cambridge University Press, 1982)를 참조.

11) 조희섭, “반도체,” 전자신문사, 「전자부품산업 성장의 발자취」(1995), p. 115.

〈표 4〉 외국 자본의 한국 반도체산업에 대한 투자 (1965~73년)

인가년도	설립기업명	투자회사명/국가	투자액(천달러)	해외자본비율(%)
1965	고미	Komy/미국	76	25
1966	세미코	Fairchild/미국	2,250	100
	시그네틱스	Signetics/미국	1,750	100
	한국마이크로	KMI/미국	224	49
1967	모토롤라	Motorola/미국	8,000	100
1968	아이맥	Komy/미국	1,210	100
1969	민성	Hahn-American/미국	145	35
	한국도시바	재일교포+도시바/일본	1,400	30+70
	삼성산요	산요+스미토모/일본	1,500	40+10
1970	대한마이크로	AMI/미국	2,264	100
	일렉트로보이스	Electrovoice/미국	50	50
	바라딘	Varadyne/미국	294	49
	코리아 IC	Tesco/미국	700	50
	도코	도코/일본	390	100
1971	KMK	도코/일본	N/A	100
1972	롬	롬/일본	N/A	95
	동경실리콘	산요/일본	162	100
1973	산켄	산켄/일본	700	100

자료: 윤정로, “한국의 산업 발전과 국가: 반도체 산업을 중심으로,” 한국사회사연구회 편, 『현대 한국의 생산력과 과학기술』(문학과 지성사, 1990), p. 78.

우리나라 반도체산업은 1974년에 웨이퍼가공을 주목적으로 하는 한국반도체가 설립되면서 전환점을 맞이하였다. 즉, 기존의 단순조립생산을 넘어 반도체생산의 전(前)공정인 웨이퍼가공 공정에 대한 기술을 습득할 수 있는 계기가 제공되었던 것이다. 한국반도체는 1974년 1월에 당시의 유명한 오피상인 서더스(J. F. Sudduth)와 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 기술의 세계적 권위자인 재미과학자 강기동 박사가 각각 50만불씩 투자하여 설립한 회사이다. CMOS를 이용하여 LSI(Large Scale Integration) 제품을 생산한다는 야심찬 포부를 가졌던 두사람은, 머지않아 기계식 시계를 대체할 것으로 예상되는 전자시계를 개발한다는 계획을 수립하였고, Signetics와 아남산업의 경력사원을 채용하는 방법으로 (전자시계의 개발을 담당할 핵심인력을) 미리 확보해 두었다. 1974년 10월에 준공된 한국반도체 김포공장은 20만불짜리 이온주입기를 비롯한 최첨단의 3인치 웨이퍼가공설비를 갖추어 기존의 2인치 웨이퍼가공설비를 가진 선진 반도체 생산업체들을 놀라게 하기도 했다. 그러나, 한국반도체는 생산경험의 미비로 사업계획을 순탄하게 진척시키지 못했고, 연구개발과 공정안정화에 계속적인 투자가 요구됨에 따라 경영이 급격히 악화되었다. 여기에다 석유파동 및 경제불황의 여파로 해외자본의 유입까지 불가능해지자 결국 한국반도체는 회사를 설립한 지 1년도 못되어 경영권을 포기하기에 이르렀다.¹²⁾

1969년에 전자산업에 진출하여 흑백TV, 세탁기, 냉장고 등을 비롯한 민생용 전자기기를 생산하고

있었던 삼성은 석유파동 이후 핵심 전자부품의 국산화가 중요한 문제로 대두하자 반도체산업으로의 진출을 적극적으로 모색하고 있었다. 삼성전자의 강진구 사장은 1974년 말에 서더스를 만나 한국반도체의 주식을 매입하는 문제를 의논하였다. 서더스는 자신이 보유하고 있는 한국반도체의 주식을 삼성전자가 50만불에 매입할 것을 제안하였다. 삼성이 가전제품을 제조하려면 필연적으로 각종 반도체를 사용하게 될 터이니, 이미 공장, 설비, 기술요원을 확보하고 있는 한국반도체를 인수하는 것은 삼성에게 매우 좋은 기회가 된다는 것이었다. 이에 삼성의 경영진은 “반도체 없는 전자회사는 엔진 없는 자동차 회사”라는 판단 하에 1974년 12월 6일에 한국반도체의 주식 50%를 매입함으로써 반도체 산업에 첫 발을 내딛게 되었다.¹²⁾

이러한 삼성의 반도체산업 진출은 삼성전자가 창설될 때 이미 예견되어 있는 일이었다. 이병철 회장은 삼성전자의 출범에 즈음하여 “앞으로 삼성전자는 텔레비전 수상기, 비디오 테이프 등 민생용 전자기기로부터 오늘날 전자산업의 혁명이라고 할 수 있는 집적회로의 생산은 물론이고, 더 나아가 정보처리기계인 전자계산기와 우주산업의 기초제품까지도 생산하여 삼성의 빛을 온누리에 비칠 뿐만 아니라 후손들에게도 그 영광을 전하고자 한다”고 전자산업의 육성 방향을 피력함으로써 향후 반도체산업에 진출할 의사를 명확히 하였다. 또한 삼성전자 설립시 작성된 정관에서도 사업의 범위가 “전자기계·기구 및 동제품의 제작 및 판매업”과 “반도체 및 기초부품과 통신기계·기구의 제작 및 판매업”으로 명기되어 있었다.¹³⁾

한국반도체는 회사설립 때부터 전자시계의 생산을 목표로 삼았지만 구체적인 생산제품은 확실히 선정하지는 못하고 있는 상태였다. 삼성은 한국반도체를 인수하면서 LED(Light Emitting Diode) 전자손목시계용 CMOS/LSI 칩을 최초의 양산제품으로 결정하였다. 한국반도체는 강기동 사장을 비롯한 기술진의 피나는 노력에 힘입어 1975년 9월에 KS-5001을 개발함으로써 성공하였다. 이것은 비록 자체설계에 의한 것은 아니지만 국내 최초로 웨이퍼가공생산에 성공하였다. 한국반도체는 KS-5001을 약간 변형한 KS-5004로 본격적인 영업활동을 시작하여 1976년 1월부터 월간 수익을 흑자로 전환시켰다. 또한, 세계시장의 패전이 LED 시계에서 LCD(Liquid Crystal Display) 시계로 변화하는 추세에 맞추어 한국반도체는 1976년 6월에 LCD 전자손목시계용 칩인 KS-5006을, 동년 7월에는 Quarts Analog 시계용 칩을 개발하는 데 성공하였다. 이처럼 신제품이 잇따라 개발되면서 생산능력이 한계에 달함에 따라 한국반도체는 동년 12월에 생산라인을 대폭 증설하여 1일 웨이퍼 처리능력을 3백매에서 9백매로 증가시켰다.¹⁴⁾

1976년 말부터 전자손목시계 세계시장이 위축되는 것을 계기로 한국반도체는 국내시장의 수요는 크지만 아직 국산화가 되지 않은 TR 개발에 총력을 기울였다. 당시에 TR은 주로 외국인 합작회사에

12) 한국반도체의 초기 활동에 대해서는 「삼성반도체통신집년사」, pp. 88-91; 강진구, 「삼성전자 신화와 그 비결」(고려원, 1996), pp. 191-193; 조휘섭, “반도체,” pp. 122-126를 참조.

13) 강진구, 「삼성전자 신화와 그 비결」, pp. 181-184. 한국반도체가 대각을 걸정한 후 금호그룹, 금성그룹, 삼성그룹의 순으로 한국반도체의 인수에 관심을 보였다. 그러나 금호그룹과 금성그룹은 당시의 전반적인 경기 침체와 웨이퍼가공사업의 위험성 등을 이유로 인수를 포기하였다. 한편, 삼성의 반도체사업 참여는 전자산업 선발업체로서 삼성의 추격을 받고 있던 금성에 큰 자극이 되었다. 석유파동 및 경제불황의 여파로 해외에서 수주받던 조립물량이 감소하면서 금성전자는 1973년에 금성사에 흡수합병된 바 있었다. 그러나 삼성의 한국반도체 인수를 계기로 금성사는 1975년에 반도체팀을 구성하여 반도체사업활성화계획의 수립에 착수하면서 한동안 중단했던 TR 생산을 재개하였고, 1979년에는 경영난으로 매각을 추진 중이던 대한반도체를 인수하여 금성반도체로 개명함으로써 반도체사업에 본격적으로 진입하였다. 조휘섭, “반도체,” pp. 120-121, 126-128.

14) 「삼성전자이십년사」, p. 117.

15) 「삼성반도체통신집년사」, pp. 172-173.

의한 조립생산의 단계에 머물러 있었으므로 국내 반도체 업계에서는 회로설계 및 웨이퍼가공에 대한 기술이 全無한 상태였다. TR 개발을 위해 구성된 개발전담팀은 TR에 대한 기술자료를 입수하여 그 원리를 이해하고 외국 선진기업의 제품을 분해하여 회로 구조와 제조공정을 익히는 작업을 꾸준히 수행한 결과 착수 6개월만인 1977년 6월에 흑백 TV 및 오디오에 사용되는 TR 10종을 개발하는 데 성공하였다. TR의 개발은 국내기술진에 의해 회로설계에서부터 조립에 이르는 전 공정을 자체적으로 이루어냈다는 점에서 매우 획기적인 사건이었다. 특히, TR을 개발하면서 반도체 제조공정에 대한 여러가지 문제점에 접할 수 있었다는 것은 이후에 첨단 반도체기술의 개발과정에서 나타날 수 있는 문제점을 미리 파악할 수 있는 계기를 제공하였다.¹⁶⁾

삼성은 1977년 12월에 강기동 사장이 소유하고 있었던 한국반도체에 대한 나머지 50%의 지분을 인수한 후,¹⁷⁾ 삼성그룹의 계열사로서의 이미지를 제고하기 위하여 1978년 3월에 상호를 삼성반도체로 변경하였다. 삼성반도체는 종합반도체제조업체로 성장하기 위하여 신제품개발을 서둘렀으며, 첫 번째 과제로 선형집적회로(Linear IC)의 개발을 선택하였다. 그러나 기존의 설비는 선형 IC 생산용이 아니었고, 삼성반도체가 아직 조립생산설비는 갖추지 못한 형편이었기 때문에 IC 개발팀은 큰 고통을 겪었다. 더욱이 IC의 개발은 TR의 경우와 달리 공정별로 진행되는 것이 아니라 단계별로 한 공정씩 이루어져야 했으며, 신뢰도 제고를 위한 검사 프로그램의 개발에도 많은 노력이 기울여져야 했다. 삼성반도체의 기술진은 각고의 노력으로 이러한 문제점을 하나하나씩 해결하면서 개발착수 10개월만인 1978년 7월에 TV음성 중간주파수 증폭 및 검파 시스템용 선형 IC인 KA-2101을 개발하는 데 성공하였다.¹⁸⁾ 한편, 삼성반도체가 TR과 IC로 제품의 종류를 다양화하면서 패키지 조립생산의 필요성이 절실히 부각되었는데, 마침 국내 반도체업계의 선발주자였던 Fairchild사가 노사간의 심각한 갈등으로 공장 일체를 매각하기로 결정하였다. 삼성반도체는 1978년 6월에 이를 인수한 후 공장건물과 조립라인을 개조하는 작업에 착수하여 동년 9월에는 웨이퍼가공에서부터 조립생산에 이르는 일괄생산체제를 갖추게 되었다. 이 때 삼성은 반도체 제조의 주요 원자재인 리드 프레임(lead frame) 생산설비를 미국 Alpha Metals사로부터 도입함으로써 조립생산의 개시와 함께 리드 프레임의 생산도 가능하게 하였다.¹⁹⁾

1980년 1월에 삼성그룹은 전자제품과 반도체제품의 유기적 개발체제를 구축하기 위하여 삼성반도체를 삼성전자로 흡수통합하였다. 삼성반도체가 TR과 IC를 개발하여 삼성전자에 공급하긴 했지만 삼성전자의 방대한 수요에 비해서는 절대적으로 부족한 상태였으므로, 삼성전자가 삼성반도체를 흡수하여 두 진영의 기술교류를 통해 전자제품에 소요되는 반도체를 집중적으로 개발한다는 것이었다. 삼성전자에 합병된 후 첫 기술개발과제로 선택된 것은 칼라 TV 방영에 즈음하여 수요가 급신장하고 있었던 색신호 IC였다.²⁰⁾ 삼성전자는 1980년 2월부터 해외기술자 11명을 포함한 95명의 기술인력과 3억

16) 「삼성반도체통신십년사」, pp. 173-175.

17) 한국반도체를 완전인수할 때 이병철 회장은 당시 중앙매스컴의 이사로 있었던 이진희 현 회장의 의견을 물었는데, 이 때 이진희 이사는 “반도체사업은 대단히 중요하며, 안하면 안될 사업으로, 허락한다면 자신이 개인출자까지 하겠다”고 말했다고 한다. 강진구, 「삼성전자 신화와 그 비결」, p. 195.

18) 「삼성반도체통신십년사」, pp. 176-177.

19) 「삼성반도체통신십년사」, pp. 177-178; 「삼성전자십년사」, p. 258.

20) 1979~80년에는 극도의 정세불안과 제2차 석유파동에 따른 불황으로 인하여 우리나라 전자산업은 커다란 위기에 봉착하였다. 이같은 상황을 타개하기 위하여 정부는 1980년에 칼라 TV 조기 방영을 결정하였고 1981년에는 전자공업육성대책을 발표하였다. 당시만 해도 국내 반도체업체의 사황은 그 회사와 관련된 가전업체를 얼마나 잘 지원했는가에 달려있다고 해도 과언이 아니었기 때문에, 칼라 TV용 반도체 개발은 당시의 반도체업체에 초미의 관심사로 떠올랐다. 조휘섭,

5천만원의 연구개발비 및 7억원에 상당하는 최신 개발장비를 투입하여 착수 21개월만인 1981년 11월에 색신호 IC를 개발하는 데 성공하였다.

앞서 개발한 제품들과 달리 개발기간이 거의 2년에 가까웠다는 것은 색신호 IC 개발이 얼마나 힘든 작업이었는가 하는 점을 잘 보여주고 있다. 연구진은 일반 IC 3개와 TR 3개를 한 개의 IC로 집적시키기 위한 복합기술을 확보하는 데 큰 어려움을 겪었으나, 국내외 기술자를 찾아다니며 각종 기술정보를 입수하고 최신자동설비를 도입하여 설계 및 검사장비를 전산화함으로써 제반 문제점을 해결할 수 있었다. 그 결과 반도체 기술수준의 주요 지표가 되는 회로선폭을 기존의 8미크론에서 4미크론으로 대폭 향상시켰고, 일본에서 불과 3년 전에 개발했던 이중배선방식을 국내최초로 사용함으로써 선진국과의 기술격차를 크게 단축시켰다. 칼라 TV용 색신호 IC의 개발은 국내 반도체 기술수준을 LSI급으로 향상시켜 선진국과의 격차를 줄이고 VLSI급의 최첨단 반도체제품개발의 발판을 마련했다는 데서 큰 의의를 찾을 수 있다. 비록 1975년에 전자손목시계용 칩이라는 LSI 제품이 개발되긴 했지만 그것은 웨이퍼가공공정의 개발에 국한되어 있었고, 진정한 의미에서 LSI제품 시대에 진입하게 된 것은 색신호 IC의 개발을 계기로 이루어졌던 것이다.²¹⁾

이상과 같이 신제품 개발이 계속적으로 성공함에 따라 삼성의 반도체 생산량과 판매량은 대폭적으로 증가하였다. <표 5>과 <표 6>에서 보듯이, 삼성의 반도체 생산량은 1975년에는 3천개에 불과했지만 1978년 이후에는 1억개를 넘어서게 되었고, 매출액에 있어서는 1975년의 연간 매출액이 2억원에 불과하던 것에서 1979년 3월에는 한달에 10억원을 넘어서게 되었다.

<표 5> 삼성의 반도체 생산 추이 (1975~82년)

단위: 천개

구 분	1975년	1976년	1977년	1978년	1979년	1980년	1981년	1982년
CMOS	3	3,344	3,075	3,439	1,771	5,253	21,384	48,117
소신호 TR	-	-	38,525	140,434	80,539	107,561	139,421	92,665
파워 TR	-	-	1,319	15,307	16,450	8,430	12,577	11,097
선형 IC	-	-	-	-	821	3,183	7,288	7,986
계	3	3,344	42,919	159,180	99,581	124,427	180,670	159,865

주: 1979년의 경우에는 1월부터 6월까지의 통계.

자료: 「삼성전자이십년사」, p. 276.

삼성전자가 삼성반도체를 흡수합병한 후 기울었던 노력 중의 하나는 반도체 연구개발체제를 정비하는 데 있었다. 1970년대의 반도체 연구개발체제는 극히 취약하여, 연구개발을 위해 상주하는 인원은 10여명에 불과하였고 빈번한 연구실조차 갖추지 못한 채 생산부서의 한 귀퉁이를 빌어 쓰고 있는 형편이었다. 1980년에 삼성전자는 6개의 연구팀을 보유하고 있었던 종합연구소에 반도체연구팀을 제 7팀으로 소속시키는 과도기적 조치를 취한 후, 부천공장 내에 건물을 신축하여 1982년 1월부터 독자적인 반도체연구소를 출범시켰다. 이에 따라 연구조직도 부문별로 대폭 정비되었는데 연구소 설립 전에는 특별한 팀을 편성하지 않은 채 연구활동이 이루어져 왔으나 연구소 설립을 계기로 연구 조직을

²¹⁾ “반도체,” p. 134.

21) 「삼성반도체통신십년사」, pp. 179-181; 「삼성전자이십년사」, p. 274.

〈표 6〉 삼성의 반도체 판매 추이 (1975~82년)

단위: 백만원

구 분	1975년	1976년	1977년	1978년	1979년	1980년	1981년	1982년
시계소자	205	2,028	1,016	1,506	12,133	2,020	4,656	6,124
TR	-	-	512	3,532	6,534	4,388	5,665	4,552
선형 IC	-	-	-	-	179	481	1,038	1,253
기타	-	-	-	422	855	1,017	1,253	1,360
계	205	2,028	1,528	5,460	19,701	7,906	12,612	13,289

자료: 「삼성전자이십년사」, p. 276.

Bipolar와 MOS 부분으로 크게 나누고 그 밑에 각각 설계팀과 개발팀을 두었으며 이를 총괄관리하는 설계관리팀을 신설하여 효율적인 연구활동이 가능하도록 하였다. 이와 같은 국내 최초의 민간 반도체 연구소 설립으로 삼성은 최첨단 반도체제품의 개발을 위한 조직적 기반을 확보하게 되었다.²²⁾

이상의 논의에서 알 수 있듯이, 삼성은 1974년 말에 한국반도체를 인수하면서 반도체산업에 진출한 후 전자손목시계용 칩, TR, 선형 IC, 색신호 IC와 같은 제품개발에 성공함으로써 10년도 되지 않은 기간 동안에 LSI급의 반도체를 생산할 수 있는 체제를 갖추게 되었다. 이러한 과정에서 삼성은 반도체의 개발과 생산에 필요한 기술을 하나씩 체득하였고 이것은 VLSI급의 최첨단 반도체에 도전할 수 있는 기반을 형성하였다. 그러나, 반도체제품의 수명주기에서 볼 때 TR과 IC는 이미 선진국에서 10~20년전에 개발된 것으로서 이 시기 삼성이 초점을 두었던 기술획득 및 개발의 대상은 성숙기의 기술에 해당하는 것이었다. 삼성이 세계 시장에서 기술선진국과 본격적으로 경쟁하기 시작하게 된 것은 다음 절부터 살펴보게 될 D램 분야에의 진출을 계기로 이루어졌다.

4. 과도기 기술의 추격: 1982~88년

삼성의 반도체산업은 1982~83년에 이병철 선대회장의 구상을 계기로 반도체사업이 삼성그룹의 차원에서 주력업종으로 선정되면서 중요한 전환점을 맞이하였다. 이병철 회장은 1970년대의 두차례의 석유파동을 경험하면서 부존자원이 부족한 한국경제가 산업구조에 획기적인 변화를 주지 않고서는 머지않아 심각한 타격을 받을 것이라고 인식하였다. 즉, 값싼 노동력을 바탕으로 한 저가제품의 대량수출은 얼마 안 가서 한계를 드러낼 것이므로 삼성그룹 및 국가경제가 지속적으로 성장하기 위해서는 무엇보다 첨단기술개발을 통한 고부가가치산업의 육성이 중요하다고 판단했던 것이다.²³⁾

이 회장의 이런 신념은 1982년 3월에 미국을 방문하면서 더욱 굳건해졌다. 21년만의 미국 방문에

22) 「삼성반도체통신십년사」, pp. 181-182; 「삼성전자이십년사」, pp. 274-275.

23) 삼성비서실, 「삼성60년사」(1998), p. 113에 따르면, 삼성이 VLSI의 개발에 뛰어드는 데에는 당시 부회장이었던 이건희 회장의 역할도 컸다. 이건희 회장이 선대회장에게 VLSI 사업에 뛰어들 것을 간곡히 진언함으로써 처음에는 주저하던 선대회장도 신중한 검토 끝에 VLSI 진출을 결정하기에 이르렀다는 것이다. 그러나 이러한 평가는 별다른 근거없이 제시되고 있기 때문에 다소 무리한 것으로 보인다.

서 이 회장은 미국이 2차례에 걸친 석유파동 후의 불황에 적절히 대응하지 못하고 있다는 점을 인식하게 되었다. 당시 미국에서는 철강이나 자동차와 같은 전통적인 산업에서 가동률이 저하되고 실업사태가 만연되고 있는 것은 물론, 반도체와 같은 첨단기술산업에서도 기술후발국인 일본에게 국내시장을 침식당하고 있었던 것이다. 이에 반해 우리와 마찬가지로 부존자원이 부족한 일본은 세계불황을 도약의 기회로 삼아 기존의 기간산업 위주의 경제정책을 대폭 수정하여 고부가가치 첨단기술산업으로 변신을 도모함으로써 세계적인 경제대국으로 성장하고 있었다.²⁴⁾

이 회장이 삼성의 첨단반도체 신규사업을 구상할 당시에 삼성내부인사는 물론 국내외전문가들도 삼성의 첨단반도체 진출에 대해 회의적인 반응을 보였다. 그것은 선진국과의 격심한 기술격차, 막대한 투자재원조달의 부담, 고급 기술인력의 부족, 특수설비 공장건설의 어려움 등과 같은 수많은 문제들이 산적해 있었기 때문이었다. 그러나 이같은 불확실성 속에서도 이 회장이 결심을 굳히게 된 것은 “반도체산업의 세계적 선진화 추세에서 우리나라가 더 이상 뒤떨어질 순 없다”는 신념에 가까운 先見性 덕택이었다.²⁵⁾ 그는 「湖巖自傳」에서 반도체산업을 주력업종으로 선정한 동기에 대하여 다음과 같이 술회하고 있다. “인구가 많고 자원이 없는 우리나라가 살아남을 길은 貿易立國밖에는 없다. 삼성이 반도체사업을 시작하게 된 동기는, 세계적인 장기불황과 선진국들의 보호무역주의 강화로 값싼 제품의 대량수출에 의한 무역도 이전 한계에 와 있어 이를 극복하고 제2의 도약을 하기 위해서는 첨단기술개발밖에 없다고 판단했기 때문이다. … 또 우리 주변의 모든 분야에서 자동화, 다기능화, 소형화가 급속히 추진되고 여기에 필수적으로 사용되는 반도체 비중이 점차 커져 국제경쟁력을 확보하기 위해서는 피나는 반도체개발 전쟁에 참여해야만 한다. 반도체는 제철이나 쌀과 같은 것이어서 반도체 없는 나라는 고등기술의 발전이 있을 수 없다. … 생각하면 생각할수록 難題는 산적해 있다. 그러나 누군가가 萬難을 무릅쓰고 반드시 성취해야 하는 프로젝트이다. 내 나이 73세, 비록 인생의 晩期이지만 이 나라의 백년대계를 위해서 어럽더라도 전력투구를 해야 할 때가 왔다.”²⁶⁾

이병철 회장은 미국 방문 후 반도체사업에 대하여 국내외 전문가들의 의견을 청취하는 한편, 삼성전자 반도체사업본부와 삼성그룹 비서실을 핵심 인력으로 반도체사업 전담팀을 구성하였다. 김광호 이사를 중심으로 1982년 9월에 구성된 전담팀은 동년 10월 중순에, 과거 8년간의 반도체사업에 대한 평가, 제품별 성장 전망과 경쟁력 분석, 신규반도체사업 추진방안 등의 내용을 담은 보고서를 제출하였고, 이를 검토한 이 회장은 기존의 반도체사업과는 별도의 신규사업을 추진하라는 지시를 내렸다. 박희준 이사를 비롯한 26명의 인원으로 구성된 신규사업팀은 그동안의 사업 성과, 향후의 시장 전망, 기술발전의 추이와 전망, 기업의 수준 정도 등에 대한 본격적인 검토작업에 착수하였다. 국내에서의 업무추진을 일단락한 신규사업팀은 최신 기술자료의 입수와 최종적인 사업계획 작성을 위해 1983년 1월에 미국 출장팀을 구성하였다. 출장팀이 VLSI급 반도체와 관련하여 미국에서 입수한 자료는 예상 이외의 것이 많아서 미국 출장전에 국내에서 검토한 사업구상도 계속적인 수정이 불가피하였다. 미국 출장팀의 보고서와 그 이전에 국내에서 수집한 각종 자료들을 종합적으로 분석하여 신규사업팀이 작성한 “첨단반도체 신규사업계획”은 VLSI 양산공장 건설 착수와 미국 현지법인의 설립을 비롯하여 생

24) 이병철, 「호암자전」(중앙일보사, 1986), pp. 233-235; 「중앙일보」 1982년 7월 28일.

25) 「삼성반도체통신십년사」, p. 187; 「삼성전자십년사」, pp. 517-518.

26) 이병철, 「호암자전」, pp. 213-214. 이병철 회장의 결단에는 이 회장과 평소 친하게 지내던 일본 NEC 고바야시 회장의 반도체 기술이전에 대한 거부도 한몫을 했다고 전해진다. 당시 고바야시 회장이 “다른 기술은 다 넘겨줘도 반도체 관련 분야는 한 건도 내놓을 수 없다”고 밝히자, 자존심이 강한 이 회장은 독자적 기술개발 쪽으로 방향을 굳히고 반도체 기술개발에 대하여 집중적으로 투자하기 시작했던 것이다. 이홍, “한·미·일 반도체전쟁,” 「월간조선」 1991년 5월호, pp. 211-212.

산품목, 생산능력, 기술개발, 판매계획, 고용효과 등에 관한 구체적인 내용을 담고 있었다.²⁷⁾ 이 보고서를 검토한 후 이병철 회장은 첨단반도체 신규사업에 대한 투자를 최종적으로 결정하였고 이를 1983년의 소위 “2·8 東京 구상”을 통해 내외에 공표하기에 이르렀다.²⁸⁾ 첨단반도체사업에 참여한다는 결정을 내린 후 가장 어려웠던 문제는 개발제품의 선택이었다.²⁹⁾ 반도체는 제품의 종류가 다양할 뿐만 아니라 각 제품이 요구하는 기술수준이나 시장의 크기가 천차만별이기 때문에 초기 투자를 집중시킬 제품의 선택은 사업의 성패를 좌우하는 매우 전략적인 문제였다. 삼성이 그동안 축적한 기술능력이나 삼성그룹 내부의 수요를 감안한다면 비메모리 분야를 선택하는 것이 타당했던 것으로 보인다. 삼성이 그동안 개발해 온 제품은 가전용 중심의 반도체였고 그 당시 삼성전자는 가전 부문에서 필요로 하는 반도체를 대량 수입하고 있는 상태였다. 그러나 이 회장과 신규사업팀은 국내외 전문가들의 자문에 입각하여 다음과 같은 세가지 이유에서 메모리 분야를 주력 품목으로 선택하였다.³⁰⁾

첫째, <표 7>에서 보듯이, 당시 Dataquest의 예측에 의하면, 메모리 제품은 연평균 28%의 고성장을 통하여 1988년에는 전체 반도체 시장의 30.2%를 차지하게 됨으로써 명실공히 반도체시장을 주도

〈표 7〉 세계 반도체 시장의 규모 예측 (1982~88년)

단위: 백만불

구 분	1982년	1983년	1984년	1985년	1986년	1987년	1988년	성장률
메모리	3,108	3,550	4,730	6,264	8,340	10,600	13,250	27.96%
리니어 IC	2,707	3,157	3,864	4,713	5,647	6,636	7,649	18.94%
로직 IC	3,392	3,893	4,875	6,181	7,414	8,629	9,872	19.49%
마이크로디바이스	1,267	1,599	2,011	2,765	3,693	4,802	5,997	29.64%
트랜지스터	1,653	1,686	1,804	1,999	2,192	2,392	2,604	7.88%
다이오드	1,243	1,289	1,390	1,531	1,684	1,819	1,954	7.85%
Thyristor	303	318	347	386	424	463	499	8.64%
Optoelectric Device	764	803	930	1,105	1,291	1,509	1,756	15.01%
기 타	184	192	210	234	245	280	305	8.79%
합 계	14,621	16,487	20,161	25,178	25,178	37,130	43,886	20.28%

자료: 「삼성반도체통신집년사」, p. 194.

이 반도체 부문에서의 기술격차를 줄이기 위한 지름길이라는 인식도 중요하게 작용했던 것으로 보인다.³²⁾

한편, 첨단반도체 신규사업에 대한 계획이 작성되고 있었던 1982년에 삼성그룹의 반도체사업이 속한 회사의 상호는 삼성전자에서 한국전자통신으로, 그리고 한국전자통신에서 삼성반도체통신으로 변경하였다. 한국전자통신은 1977년 2월에 한국산업은행의 100% 출자로 설립된 후 민영화 작업을 거쳐 1980년 3월에 삼성에 흡수된 기업이었다. 삼성그룹은 반도체 부문과 통신 부문이 삼성의 미래를 선도할 주력 업종이라는 인식 하에 1982년 10월에 삼성전자의 반도체사업 부문을 한국전자통신으로 인계하였고, 동년 12월에는 삼성그룹의 일원이라는 기업 이미지를 강조하기 위하여 상호를 삼성반도체통신으로 변경하였다.³³⁾

D램이 삼성 반도체 부문의 주력업종으로 선정되면서 삼성반도체통신은 당시의 반도체시장을 주도하고 있었던 64K D램을 최초의 양산제품으로 선정하고 1983년 5월부터 개발작업에 착수하였다. 삼성은 외국의 선진업체들로부터 기본적인 자료를 입수하여 이를 분석하는 한편 개발기간을 단축하기 위하여 단계별 개발계획을 수립하였다. 즉, 외국에 비해 크게 뒤떨어지지 않는 조립생산기술을 발휘하여 먼저 64K D램의 조립공정기술부터 자체개발하면서 외국 선진업체로부터의 기술도입을 바탕으로 웨이퍼가공 및 검사기술까지 개발한다는 것이었다.³⁴⁾ 삼성은 첨단반도체사업에 핵심적인 역할을 담당할 재미 한국인 반도체전문가를 영입하는 데에도 집중적인 노력을 기울여, 높은 보수를 보장하고 애국심에 호소하는 방법으로 이임성 박사, 이상준 박사, 이일복 박사, 이종길 박사, 박용의 박사 등을 영입할 수 있었다. 이상의 고급인력들은 모두 미국의 유수대학에서 전기공학 혹은 전자공학으로 박사 학위를 받고 미국의 반도체 관련 업계에서 실무경험을 축적한 경험을 보유한 사람들이었다.³⁵⁾

32) 김광호, “끝없는 도전,” 한국전자공업진흥회, 『전자공업삼십년사』(1989), p. 419. D램은 반도체산업 전반의 기술진보를 선도하는 기술추진체로서 D램생산에서 축적된 기술과 경험은 다른 반도체 부문에서는 얻을 수 없다. 따라서 반도체기술을 낙후시키지 않기 위해서는 D램 기술을 발전시켜야 한다 해도 과언이 아니다. 변담조사내용.

33) 「삼성반도체통신집년사」, p. 183; 「삼성전자집년사」, pp. 273, 546-547.

34) 「삼성반도체통신집년사」, p. 202.

삼성은 1983년 7월에, VLSI 사업이 조속한 시일 내에 정상궤도에 오를 수 있도록 지원하고 스카우트한 재미과학자들의 활동 거점을 마련하기 위하여, 미국현지법인을 실리콘밸리에 설립하였다.³⁶⁾ 미국 현지법인은 신제품 및 신기술 개발, 국내 기술인력의 현지연수, 미국시장에 대한 수출창구, 반도체 관련 최신 정보의 입수 등과 같은 역할을 담당하였다. 특히, 미국현지법인은 국내 기술진으로서는 개발하기 어렵다고 판단되는 첨단기술을 먼저 개발한 후 그것을 국내에 이전하는 역할을 맡았다. 이와 관련하여 삼성은 64K D램의 개발에 대한 책임은 국내 기술진에게 맡기고 미국현지법인에게는 256K D램의 개발을 담당하게 하는 전략을 구사함으로써 선진국과의 기술격차를 급속히 단축하고자 하였다.³⁷⁾

이처럼 삼성은 세부계획을 치밀하게 수립하고 핵심적인 고급인력을 확보했지만, 국내 기술진이 64K D램을 개발하는 것은 여간 어려운 일이 아니었다. D램 분야는 당시 미국과 일본 등 극소수의 선진국만이 참여하고 참가 기업간의 경쟁이 매우 치열한 산업이었을 뿐만 아니라, 해당 국가들은 첨단 반도체 산업을 국가의 전략 산업으로 규정하여 기술의 해외 유출에 대해 매우 심한 규제를 하고 있는 상황이었다. 미국과 일본의 대형 선진업체들이 기술이전을 기피하는 바람에 우여곡절 끝에 선택된 업체들은 미국의 벤처기업인 Micron Technology사와 일본의 중견기업인 Sharp사였다. 삼성은 Sharp사로부터 공정기술 및 검사기술을, Micron Technology사로부터는 64K D램 칩과 설계기술을 제공받기로 하는 기술도입계약을 체결하였다.³⁸⁾

삼성은 효과적인 기술이전을 위해 이들 기업에서 기술연수를 받기로 하였다. 삼성은 기술도입에 앞서 유능한 신입사원을 중심으로 기술연수팀을 구성하고, 이들에 대해 6개월 동안의 철저한 사전교육을 시켰다. 삼성은 각자가 맡은 부분의 목표를 명확하게 설정하고 기본적인 기술훈련을 실시하는 것은 물론 외국어 회화와 국제 에티켓에 대한 교육도 진행하였다. 더 나아가 삼성은 기술연수팀 구성원들에게 현재 자기가 맡은 일이 회사와 국가를 위해 얼마나 중요한 일인지에 대하여 철저한 정신무장을 시켰다. 이러한 준비에도 불구하고 기술연수를 통한 기술흡수는 용이하지 않았다. 차후 경쟁기업이 될 가능성이 큰 상황에서 기업의 생존 비밀과도 같은 핵심기술을 다른 기업에 이전해 준다는 것은 결코 생각될 수 없었기 때문이었다. 특히 기술도입선인 선진기업은 D램의 제조과정에서 중요한 역할을 하는 노하우를 제대로 가르쳐주지 않았는데, 이것은 연수자료나 설계도면과 같은 공식적인 문

35) 1983년 봄에 강진구 사장은 평소에 친분이 두터웠던 일본 Sharp사의 사사키 부사장을 찾아가 “메모리사업을 크게 추진하려고 하는데 어떻게 하면 좋겠느냐”고 물었다. 이 때 사사키는 “스탠포드대학에서 박사학위를 받고 GE와 IBM에서 연구하다가 현재는 샤프사의 고문으로 있는 이임성 박사와 상의하는 것이 좋겠다”고 제안하였다. 강진구 사장은 연봉 20만불 이상의 조건으로 이임성 박사를 삼성반도체통신의 고문으로 초빙하면서 재미한인과학자들을 모아 줄 것을 요청하였다. 동년 6월 이임성 박사는 메모리반도체 전문가인 이상준, 이일복, 이종길, 박용의 박사를 소개하였다. 이상준 박사는 Control Data와 Honey Well에서 반도체 공정개발을 담당했고, 당시에 Zilog에서 기술개발센터 본부장으로서 근무하고 있었다. 이일복 박사는 Intel을 거쳐 National Semiconductor에서 64K D램 개발담당 부장을 지내고 있었다. 이종길 박사는 Intersil과 Synetec에서 CMOS 및 NMOS 제조수율의 개선에 크게 성공한 경험을 가지고 있었고, 박용의 박사는 Western Digital과 Intel에서 메모리설계 엔지니어로 활약하고 있었다. 강진구, 「삼성전자 신화와 그 비결」, pp. 214-216. 한편, 1983년 당시 반도체사업에 대한 대규모 투자를 계획했던 삼성, 금성, 현대 사이에는 반도체 전문인력에 대한 과도한 스카우트 경쟁이 벌어져 전자공업진흥회 내에 “부당스카우트방지조정위원회”가 설치되기도 하였다. 조희섭, “반도체”, pp. 136, 141-142.

36) 미국 현지법인의 첫 상호는 SSTI(Samsung Semiconductor & Telecommunications International Inc.)였으나, 1983년 8월에 TSI(Tristan Semiconductor Inc.)로 개명되었다가, 1985년에는 SSI(Samsung Semiconductor Inc.)로 변경되었다.

37) 「삼성반도체통신십년사」, pp. 199-200; 강진구, 「삼성전자 신화와 그 비결」, p. 217.

38) 김광호, “끝없는 도전”, p. 119. 삼성이 Sharp사로부터 도입한 기술은 <그림 1>의 산화처리에서 검사공정에 해당하고, Micron Technology사로부터 도입한 기술은 <그림 1>의 논리설계에서 포토마스크제작에 해당한다.

서에서는 잘 드러나지 않는 부분이었다. 이에 대처하여 기술연수팀은 하나라도 더 많이 배운다는 일념하에 자료를 몰래 뒤지거나 복사하고 담당 기술자들과 개인적인 친분을 쌓는 비공식적인 방법을 통하여 중요한 기술정보를 획득할 수 있었다.³⁹⁾

기술도입과 기술연수를 통해 습득한 기술을 개발 현장에서 재현시키는 작업은 더욱 어려웠다. 삼성은 Micron Technology사로부터 3천개의 64K D램 칩을 제공받아 조립작업에 착수했으나, 제대로 된 공정 조건을 확립하고 불량률의 원인을 밝혀내기 위하여 수십 번의 시행 착오를 반복하였다. 특히, 64K D램은 칩 속의 기억소자가 대기 중의 미세한 방사능에도 파괴될 만큼 고도의 정밀성을 요구했기 때문에 이를 방지하기 위한 특수표면처리가 필요했고, 완제품의 검사를 위해서는 검사기기가 별도로 개발되어야 했다. 그러나 조립생산에 관한 한 어느정도 자신감을 가지고 있었던 연구팀은 개발에 착수한지 40여일 만에 생산수율을 일본의 반도체업체 수준과 맞먹는 92%까지 올림으로써 64K D램의 조립공정개발에 성공하였다.⁴⁰⁾

삼성은 조립공정의 개발에 성공한 후 웨이퍼가공공정의 개발에도 박차를 가하였다. LSI의 선간(線間) 거리는 6~8미크론인데 반해 64K D램의 선간 거리는 2~3미크론이므로 웨이퍼가공 공정의 개발을 위해서는 초미세가공기술의 확보가 요구되었다. 이러한 공정기술의 개발에는 미국현지법인의 이상준 박사 및 이종길 박사와 Micron Technology사에서 기술연수를 마친 후 개발팀에 합세한 이승규 부장이 주도적인 역할을 담당하였다.⁴¹⁾ 제조공정 중의 대부분은 1974년부터 축적되어 온 기술을 응용함으로써 문제를 해결할 수 있었지만, 가장 핵심이 되는 8개의 공정은 전혀 경험이 없는 상태였기 때문에 시행착오가 거듭되어 좌절감과 초조함이 느껴지기도 했다. 특히, 마스크에 설계된 회로를 웨이퍼에 감광시키는 露光공정에서는 감광액의 두께를 어느정도 해야 하는지를 몰라서 그 차이를 몇번씩 바꿔야만 했고, 처음으로 시도해 보는 화학가스에 의한 불순물 주입도 가스의 농도변화를 정확히 알 수가 없어 시험환경을 수차례 변경해야만 했다. 설령 한 공정이 성공했다 할지라도 다른 공정과의 연결작업에 문제가 생기면 처음부터 다시 시작해야 했으므로 소모되는 시간도 배가되었다.⁴²⁾

“6년과 같았던 6개월”이라 표현될 정도로 수많은 난관을 헤쳐가면서 삼성은 개발착수 6개월만인 1983년 11월에 64K D램의 개발에 성공하는 개가를 거두었다. 이것은 “한국의 기술수준으로는 1986년까지라도 개발할 수 있으면 대단한 성공”이라는 미·일 업계의 공언을 무색하게 하는 것이었다. 사실 미국은 4K, 16K, 32K, 64K D램의 개발단계를 거치면서 20여년의 세월을 보냈고, 일본의 경우에도 64K D램을 개발하는 데 6년의 기간이 소요되었다. 64K D램의 개발을 통해 한국 반도체산업의 수준은 LSI급에서 VLSI급으로 격상되었고, 한국은 미국, 일본에 이어 세계 3번째의 VLSI 생산국으로 부상하게 되었으며, 선진국과 10년 이상의 격차가 났던 한국 반도체의 기술수준은 3년 내외로 크게 단축되었다.⁴³⁾

39) 사전교육 및 기술연수의 어려움에 대해서는 성평건, 「관점을 바꿀 때 미래가 보인다」(행림출판, 1994), pp. 205-208을 참조.

40) 「삼성반도체통신집년사」, p. 203; 「삼성전자이십년사」, p. 556.

41) 강진구, 「삼성전자 신화와 그 비결」, p. 218.

42) 「삼성반도체통신집년사」, pp. 203-204; 「삼성전자이십년사」, p. 556.

43) 「삼성반도체통신집년사」, pp. 201, 204. 1983년 삼성의 64K D램 개발은 현재 국내 반도체산업의 원동력이 되고 있는 메모리 반도체 사업이 시작되었음을 알리는 종소리이기도 했다. 물론 현재 한국전자통신연구원(ETRI)의 전신인 한국전자기술연구소(KIET)가 1982년에 미국 VTI사와 기술제휴로 32K 룬을 개발하여 수출까지 하긴 했으나, 룬이 사양길을 걷고 있던 제품이었다는 점과 KIET가 정부출연연구기관이었던 점 등을 감안할 때, 진정한 의미에서 메모리 반도체 제품의 효시는 삼성의 64K D램으로 보는 것이 타당하다. 조희섭, “반도체,” p. 139.

삼성은 64K D램을 개발하면서 양산공장을 건설하는 데에도 박차를 가하였다. 최종입지로는 경기도 기흥이 결정되었는데, 입지선정에서는 공업용수가 풍부한 곳, 공기가 청정한 곳, 소음이나 진동이 없는 곳, 고급두뇌의 확보를 위해 서울로부터 1시간 이내에 위치한 곳 등이 고려되었다. 1983년 9월 공장 기공식에서 이병철 회장은 “6개월만에 공장건설을 완료하라”는 지시를 내렸다. 선진국의 경우에는 VLSI 공장건설에만 18개월이 소요되었고 준비기간까지 합치면 2~3년이 걸렸으나, 후발주자인 삼성이 선진업체와 경쟁하기 위해서는 조기 시장진입이 절대절명의 과제였으므로 공장의 설계와 건설을 동시에 병행하여 6개월 내에 공장을 건설해야 한다는 것이었다. VLSI급 반도체공장은 1입방 피트에 0.3미크론 이하의 먼지가 10개 이하인 청정실이 필요하고 진동도 극소화해야 하며 초순도의 물과 가스를 공급하는 등 기존의 제조공장과 달리 첨단공법을 요구하는 새로운 유형의 공장이었다. 이에 따라 기흥공장을 건설하는 데에는 수많은 어려움이 따랐지만, 이전에 Sharp사 공장을 건설한 경험이 있었던 일본의 清水建設의 도움과 하루도 거르지 않는 공휴일 출근으로 목표기간이었던 6개월만인 1984년 3월에 공장을 완공할 수 있었다.⁴⁴⁾

공장건설과 관련하여 한가지 흥미로운 점은 삼성이 제2라인을 건설하면서 채택한 웨이퍼의 크기와 관련되어 있다. 삼성은 64K D램 생산라인인 제1라인이 착공된지 2개월 후인 1983년 11월에 256K D램 생산용 제2라인 건설에 대한 검토작업에 착수하였다. 당시 건설 중인 제1라인은 4인치 웨이퍼를 사용하는 라인이었고 미국과 일본에서는 대부분 5인치 라인을 갖추고 있으면서 6인치 라인으로의 대체를 검토하고 있었다. 당시에 6인치 라인을 갖춘 업체는 일본의 NEC와 미국의 Intel, National Semiconductor 등 3개사밖에 없었고, 그것도 미국의 두 업체가 보유한 것은 양산라인이 아니라 試作라인에 불과하였다. 이러한 상황에서 삼성의 제2라인 추진팀에서는 제2라인을 몇 인치로 할 것인가가 중요한 문제로 떠올랐다. 5인치 라인을 주장하는 진영과 6인치를 주장하는 진영 사이의 의견이 팽팽히 맞섰다. 5인치 라인을 주장하는 진영은, 이제 4인치에 겨우 익숙한 현장 기술자 및 작업공들이 5인치에 대한 경험없이 6인치로 곧바로 갈 경우에 기술을 충분히 습득할 수 없으며, 아직 256K D램 생산기술이 개발되지 않은 상태인데 만약 생산공정상의 문제가 발생한다면 그 원인이 기술의 미숙에 있는지 아니면 장비의 결함에서 온 것인지 판단하기가 어렵다고 주장하였다. 그러나 이러한 문제점에도 불구하고 삼성은 6인치 웨이퍼를 사용하기로 최종 결정했는데, 그것은 선도기업을 하루빨리 추격하기 위해서는 보다 공격적인 전략을 구사해야 한다는 판단에 입각하고 있었다.⁴⁵⁾

삼성이 양산공장을 건설하면서 이미 256K D램 생산라인을 검토하고 있었던 것처럼 조만간에 256K D램이 64K D램을 대체할 것은 확실한 일이었다. 이윤우 이사를 중심으로 1984년 3월에 구성된 개발팀은 Micron Technology사로부터 설계기술을 도입하여 착수 8개월만인 1984년 10월에 256K D램 개발에 성공하였다. 256K D램 개발에는 64K D램 개발의 경험이 크게 작용했으며, 64K D램과는 다른 몇가지 중요한 기술상의 문제를 해결하는 데 총력이 기울여졌다. 1.6미크론의 회로선폭을 집적시키기 위한 축소, 촬영, 노광, 대응 기술, 200옴스트롱의 박막형성공정, 11,000옴스트롱의 금속배선층 증

44) 「삼성반도체통신십년사」, pp. 205-209; 「삼성전자이십년사」, pp. 553-554. 기흥공장 건설과 관련된 회고담은 성평건, 「관점을 바꿀 때 미래가 보인다」, pp. 191-204에 실려 있다. 성평건은 당시에 전무이사로서 기흥공장 사업본부장으로 활동하고 있었다.

45) 「삼성반도체통신십년사」, pp. 260-261. 이러한 의사결정에는 6인치 라인 건설의 기술적 타당성을 검토하기 위해 구성된 특별팀의 활동도 크게 작용한 것으로 보인다. 특별팀은 6인치 라인 설치시 문제가 크리라고 예상되었던 박막, 식각, 확산 기술을 테스트하기 위해 일본에서 박막을 길러 미국으로 가져가 식각을 하고, 다시 일본에 와서 확산 실험을 하는 등 수많은 실험을 통하여 6인치 라인의 성공적인 운용에 대한 가능성을 확인할 수 있었다. 이를 보고받은 최고경영진은 모험을 감수하는 방향으로 6인치 라인 투자를 결정하였다. 면담조사내용.

착과 식각, 검사 프로그램, 세라믹 패키지 조립기술 등은 그 대표적인 예이다. 특히 개발팀은 회로선 폭만 축소하면 1M D램의 개발이 가능하게 하는 실리콘게이트(Silicon Gate)와 더블 폴리실리콘(Double Polysilicon) 공정기술의 개발에 집중적으로 투자하여 이를 자체적으로 개발하는 성과를 거두었다. 이 때 삼성이 개발한 제품은 특수설계에 입각한 회로결함보정 기능을 구비하고 있고, 소비자의 요구에 따라 1레이어 모드의 변경이 가능하게 되어 있어서 성능 및 수명의 측면에서 기존의 64K D램보다 매우 우수한 특성을 가지고 있었다.⁴⁶⁾

한편, 1983년 9월부터 이일복 상무를 중심으로 한 미국현지법인의 256K D램 개발팀은 당시로서는 거의 불가능한 것으로 여겨졌던 회로설계부터 독자적으로 개발하기로 결정한 후 1985년 4월에 설계를 완료하고 동년 7월에良品을 확보하는 성과를 거두었다. 미국현지법인에는 양산공장이 없었으므로 미국현지법인이 개발한 256K D램은 기흥공장에서 양산성을 입증하게 되었는데, 그 과정에서 미국 현지법인의 제품이 몇가지 면에서 국내에서 개발된 제품보다 우수한 것으로 판명되었다. 즉, SER(Soft Error Rate: 기억된 정보의 誤讀率)이 낮았고 ESD(Electronic Static Discharge: 정전기를 전달 수 있는 耐性)이 뛰어났으며 정보처리속도도 다소 빨랐던 것이다. 이에 따라 삼성은 기존의 개발제품 대신에 미국 현지법인의 제품을 양산·판매하기로 결정하였다.⁴⁷⁾ 미국현지법인의 256K D램 개발과정과 관련하여, 삼성이 젊고 유능한 사원 32명을 미국현지법인에 파견하여 미국현지법인의 연구원과 1대 1로 짝을 지어 D램 제조기술을 체계적으로 학습하게 했다는 점은 특기할 만하다.⁴⁸⁾

256K D램을 개발한지 얼마되지 않아 삼성은 1987년 하반기부터 세계시장에 출하될 것으로 전망되는 1M D램의 개발에 착수하려고 했다. 그러나, 1M D램의 개발주체를 놓고 미국현지법인과 기흥연구소 사이에 약간의 논쟁이 벌어졌다. 삼성이 반도체사업을 시작할 때에는 핵심기술은 미국현지법인이 담당하고 양산은 국내에서 담당한다는 것을 기본방침으로 삼았다. 그러나, 256K D램 개발시 미국에 기술연수를 다녀왔던 32명의 개발요원들이 귀국하여 국내에서도 연구진용이 갖추어지자 기흥연구소가 1M D램을 개발하겠다고 나선 것이었다. 미국현지법인과 기흥연구소 두 진영 사이의 논쟁은 양쪽에서 동시에 1M D램 개발에 착수하는 방향으로 결론이 났다. 여기에는 개발비용은 많이 들겠지만 실패의 위험이 줄어들고 개발시기가 앞당겨 질 것이라는 경영진의 판단이 크게 작용하였다. 이에 따라 1985년 9월에 구성된 삼성의 1M D램 개발팀은 박용의 박사를 팀장으로 하는 국내팀과 이일복 상무를 중심으로 하는 미국팀으로 이원화되었다.⁴⁹⁾

삼성은 1M D램의 개발에 착수하기에 앞서 1985년 2월부터 메가급 D램 개발에 필요한 試作라인을 건설하기 시작하여 10월에 완료하였다. 시작라인은 신제품을 개발할 때 공정조건을 확립하기 위하여 사용되는 라인으로서, 삼성이 64K 및 256K D램을 개발할 당시에는 시작라인이 없어서 64K D램은 부천공장의 생산라인을, 256K D램은 기흥공장의 제1라인(64K D램 양산라인)을 이용하여 공정을 확립시킨 바 있었다. 삼성은 개발상의 시행착오를 극소화하고 기술개발의 탄력성을 높이며 개발기간을 대폭 단축하기 위해서는 시작라인이 반드시 필요하다고 인식하였다. 삼성은 시작라인을 건설하면서 공정개발을 위한 웨이퍼가공시설을 설치하는 것은 물론 CAD 시스템을 확충함으로써 회로설계에 소요되는 기간을 대폭 단축할 수 있게 하였으며, 갈륨비소를 비롯한 신소재 연구개발 시스템을 구비하여 제품의 고급화와 다양화를 도모할 수 있게 하였다.⁵⁰⁾ 또한, 지금까지 미국과 일본에 100% 의존해오

46) 『삼성반도체통신집년사』, pp. 257-259; 『삼성전자이십년사』, pp. 557-558.

47) 『삼성반도체통신집년사』, pp. 259-260; 『삼성전자이십년사』, p. 558.

48) 강진구, 「삼성전자 신화와 그 비결」, pp. 220-223.

49) 강진구, 「삼성전자 신화와 그 비결」, pp. 224-226.

50) 『삼성반도체통신집년사』, pp. 275-276; 『삼성전자이십년사』, pp. 562-563.

던 마스크제작을 독자적으로 수행할 수 있는 제조장치를 구비함으로써 마스크제작을 외부 업체에게 의뢰할 경우에 발생하는 제품특성에 관한 정보의 유출을 방지할 수 있게 된 것은 특기할 만한 일이었다.⁵¹⁾

그러나, 1M D램 개발팀은 제품사양을 결정하는 첫단계부터 예상치 못한 어려움에 직면하였다. 삼성은 지금까지 선진업체의 샘플을 입수·분석하여 기술흐름을 파악하고 이를 자사의 관련 자료와 비교·검토함으로써 최적의 제품사양을 결정해 왔는데, 1M D램의 시제품을 발표한 바 있는 미국과 일본의 업체들이 삼성에 샘플을 제공하는 것을 기피하기 시작했던 것이다. 또한, 1M D램 개발팀은 처음에 256K D램의 경우와 동일한 NMOS(Noncomplementary Metal Oxide Semiconductor)형으로 제품을 설계했으나, 당시의 기술발전추세는 소비전력이 적고 다양한 회로동작이 가능한 CMOS형으로 변화하고 있었다. 어떤 유형의 제품을 선택할 것인가를 놓고 격론이 벌어졌으나, 삼성은 자신이 보유하고 있던 기술을 과감히 버리고 당시의 추세에 부응하는 CMOS형으로 설계를 변형하였다. 이 때 채택된 CMOS 기술은 그 후의 제품에서도 지배적인 위치를 차지함으로써 삼성은 선도업체들과의 기술격차를 크게 단축할 수 있었다. 게다가 집적도와 속도를 개선하기 위하여 256K D램의 더불폴리 공정보다 몇단계의 첨단기술을 요구하는 트리폴폴리 공정을 개발해야 했기 때문에 설계기간은 예상보다 더욱 길어졌다. 이러한 문제점들을 해결하면서 개발착수 6개월만에 자체적인 설계를 완료한 개발팀은 시작라인에서 공정특성 및 조건을 개선·보완하여 개발착수 11개월만인 1986년 7월에良品을 뽑아낼 수 있었다.⁵²⁾

이처럼 삼성의 기술능력이 발전하여 메가급 D램도 개발할 수 있게 되자 선진업체의 견제가 본격적으로 강화되었다. 미국과 일본의 선진업체들이 삼성에 대한 기술이전을 거부하기 시작하는가 하면, 미국의 Texas Instrument사는 삼성에게 특허권 침해소송을 제기하기도 하였다.⁵³⁾ 이러한 상황을 타개하기 위하여 삼성은 4M D램 기술을 보유하고 있는 해외기업이나 연구기관을 인수하려고 했지만 그것도 여의치 않았다. 이에 대한 대책으로 삼성은 당시 반도체 경기가 좋지 않았던 미국의 기술전문가들을 적극적으로 채용하고 금성, 현대와 함께 국가공동연구개발사업에 참여함으로써 외국기술의 도입없이 자체적으로 설계 및 공정기술을 확보하는 전략을 구사하였다.⁵⁴⁾

51) 면담조사내용.

52) 「삼성반도체통신십년사」, pp. 274-275; 「삼성전자십년사」, pp. 560-562. 한편, 미국현지법인은 국내개발팀보다 4개월 정도 뒤인 1986년 11월에 1M D램 개발을 완료하였다. 4M D램의 경우에는, 미국팀이 다시 국내팀에 뒤질 경우에 D램 개발사업을 맡지 않는다는 전제하에서, 미국팀과 국내팀이 동시에 개발에 착수하였다. 결국 4M D램의 경우에서도 국내팀이 승리했는데, 여기에는 국내팀이 몇 개월씩 자신의 개인생활을 희생하면서 연구개발에 몰두했다는 점이 중요한 요인으로 작용하였다. 강진구, 「삼성전자 신화와 그 비결」, pp. 226-229.

53) TI는 삼성과 일본의 6개업체가 D램에 관련된 특허를 침해했다고 주장하면서 1986년 1월에는 델러스연방지방법원에, 동년 2월에는 국제무역위원회에 제소하였다. 이 때 일본의 업체들은 자신들이 보유하고 있던 메모리 분야의 개량 특허를 근거로 TI를 역제소하여 1987년 3월과 5월에 특허 사용료 지불을 조건으로 하는 크로스라이센싱을 체결함으로써 화해를 도출할 수 있었다. 반면 삼성도 항소를 하였으나 관련 특허를 보유하고 있지 않았기 때문에 판결에서 패배하여 많은 경제적 손실을 입었다. 이 사건이 진행되면서 국내의 반도체업계는 특허로 대표되는 자립적인 기술능력의 확립이 가지는 중요성을 절실히 깨달았고, 1986년 5월에 반도체연구조합을 결성하여 정부에 국가공동연구개발사업을 제안하게 되었다. 김재훈, 「공동개발사업과 기술능력의 발전」, 조형제·김창욱 편, 「한국 반도체산업 세계기술을 선도한다」(현대사회경제연구원, 1997), pp. 153-154. 한편, 1997년 9월에 일본의 후지쓰가 삼성이 미국으로 수출하고 있는 메모리칩 집적회로 기술이 자사의 특허권을 침해한 것이라고 국제무역위원회에 제소하자 삼성은 후지쓰가 자사의 특허를 무단으로 사용했다고 맞고소했는데, 이는 1998년 10월에 삼성과 후지쓰가 반도체 집적회로 기술에 대한 양사간 특허를 상호사용하기로 합의하고 상대방 회사에 대해 제기한 소송을 철회함으로써 해결되었다. 「중앙일보」 1998년 10월 22일.

54) 면담조사내용. 한편, 삼성은 1M, 16M, 64M, 256M를 개발하는 데 있어서 국가공동연구개발사업을 적극적으로 활용했

4M D램을 개발하는 과정에서도 또 한번의 심각한 선택의 문제가 발생하였다. 1M D램까지는 칩의 평면만을 사용하는 플래너(Planar) 방식으로도 필요한 셀을 충분히 만들 수 있었지만, 4M D램의 경우에는 평면 구조로는 부족하여 지하층을 더 만들든지 고층을 쌓아 올려야 했다. 지하층을 만드는 트렌치(Trench) 방식은 칩의 크기를 소형화할 수 있는 반면 공정이 길어 제작하기가 어려운 면을 가지고 있고, 고층을 쌓아 올리는 스택(Stack) 방식은 공정이 상대적으로 짧고 에칭이 용이하여 대량생산이 가능했던 반면 미세가공이 곤란하고 칩의 면적을 소형화하기 어려운 것으로 알려져 있었다. 당시에 IBM을 비롯한 미국기업은 대부분 트렌치 방식을 채택하고 있었고, 일본기업의 경우에는 도시바와 NEC는 트렌치 방식을, 히타치, 미쓰비시, 마쓰시타는 스택 방식을 채택하고 있었다. 삼성은 1986년 5월에 미국현지법인을 중심으로 4M D램의 개발에 착수했는데, 팀장인 진대제 박사가 IBM 출신이었던 관계로 트렌치 방식을 옹호하고 있었다. 그런데 우연한 기회에 김광호 부사장이 트렌치 방식으로는 4M D램의 수축이 어렵다는 중요한 정보를 일본에서 입수하였다. 이를 계기로 삼성 내부에서는 4M D램의 개발방식에 대한 격렬한 논쟁이 전개되었고, 삼성은 미국현지법인이 트렌치 방식을, 국내개발팀은 스택 방식을 담당하는 식으로 두가지 제품의 개발을 병행해서 추진하였다. 진대제 박사는 1987년 9월에 귀국하여 국내개발팀을 재편성한 후 스택 방식으로 4M D램을 개발하는 작업에 착수하였다. 개발팀은 2개월 동안 회사에서 숙식하면서 밤낮을 가리지 않고 연구에 매달린 결과 1987년 11월에 설계를 완성하였고 1988년 2월에는 양품을 제작하는 데 성공하였다. 4M D램 개발에 성공한 후 삼성은 트렌치 방식을 포기하고 미국현지법인의 기술진을 기흥연구소에 합류시켜 스택 방식으로 차세대 제품을 개발하도록 하였다. 스택 방식은 4M D램은 물론 이후의 제품에서도 기술주류를 형성함으로써 트렌치 방식을 택한 업체들은 2군으로 밀려나고 스택 방식을 택한 업체들은 1군으로 자리잡는 결과를 가져왔다.⁵⁵⁾

이상과 같은 기술개발을 추진하면서 삼성은 양산체제를 조기에 구축하는 작업에도 많은 노력을 기울였다. 연구개발단계에서 획득된 기술과 양산단계에서 필요한 기술 사이에는 상당한 차이가 존재하기 때문에 양산단계에서도 해당 기술의 지속적인 수정과 개선이 요구되었다. 즉, 양산에 적합하도록 공정을 재배치하고 대량생산에 필요한 제조기술을 확보하는 것은 물론 성능이 좋은 화학용액을 개발하고 장비와 웨이퍼를 다룰 수 있는 숙련을 향상시키는 등의 노력이 필요했던 것이다. 삼성은 장비와 원재료를 수입하는 상황에서 생산성마저 떨어진다면 외국기업과 경쟁할 수 없다는 인식 하에 기술개발에 박차를 가했다. 특히, 삼성은 1982년부터 분임조활동과 제안활동을 권장하고 사내규격부여제도 및 포상제도와 같은 유인을 제공함으로써 현장 기술자들과 노동자들의 기술개선활동을 가속화시켰다(<표 8> 참조).⁵⁶⁾

데, 이에 대해서는 제6절을 참조.

55) 연담조사내용: 「삼성60년사」, pp. 388-389. 당시 국가공동연구개발사업에 참여한 반도체 3사는 기술선택에 대한 합의를 보지 못해 각 기업의 독자적인 판단 하에 개발 작업을 추진하였다. 금성과 현대는 처음에 트렌치 방식을 선택했다가 삼성이 스택 방식으로 성공을 거두는 것을 목격한 1989년에 가서 트렌치 방식을 스택 방식으로 전환하였다. 이들이 소자 구조를 바꾸는 데 시간적인 손실을 거의 보지 않은 것은 기술교류회를 통해 삼성의 기술개발이 진행되는 상황을 파악할 수 있었기 때문이었다. 김재훈, “공동개발사업과 기술능력의 발전,” pp. 176-177.

56) 당시 삼성의 기술개발에 대한 몇몇 사례에 대해서는 배용호, 「한국 반도체산업의 기술흡수와 연구개발」, pp. 62-71을 참조. 여기에는 반도체 리드웍 불량률의 개선, 열경화성수지의 점감, Coater 설비 감광액 공급라인 구조보완, PNP 웨이퍼 Back Steel 개선, 폴리표면 결함방지, 최종검사 자동화, 폐수불순물 함유량 차터공정개선 등이 제시되고 있다.

〈표 8〉 삼성의 분임조활동 및 제안활동 실적 (1982~88년)

구 분	1982년	1983년	1984년	1985년	1986년	1987년	1988년
1. 분임조활동							
문제해결건수(건)	18	50	65	420	579	903	812
효과금액(백만원)	32	8	386	1,415	1,545	1,788	8,944
2. 제안실적							
제안건수(건)	922	1,571	3,154	10,168	15,122	33,718	42,676
효과금액(백만원)	340	326	2,106	4,044	7,045	11,850	37,599
3. 사내규격							
보유건수(건)	502	899	1,323	3,163	5,374	7,024	4,959

자료: 「삼성전자이십년사」, pp. 964, 973에 의거하여 작성.

그 결과 삼성은 64K D램의 경우에는 11개월만에, 266K D램의 경우는 14개월만에, 1M D램과 4M D램의 경우는 22개월만에 월 100만개의 반도체를 생산할 수 있는 양산단계로 진입하였는데, 그것은 일본의 선진업체인 NEC나 도시바에 비해 매우 짧은 기간 내에 이루어진 성과였다 (〈표 9〉 참조).

〈표 9〉 양산기술 확립에 걸린 기간 (삼성, NEC, 도시바)

구 분	64K D램	256K D램	1M D램	4M D램	16M D램
삼 성	11개월 ('84. 2 ~ '85. 1)	14개월 ('85. 1 ~ '86. 3)	22개월 ('87. 3 ~ '89. 1)	22개월 ('89. 4 ~ '91. 2)	24개월 ('92. 1 ~ '94. 1)
NEC	24개월 ('80. 3 ~ '82. 3)	14개월 ('83. 1 ~ '84. 3)	35개월 ('85. 2 ~ '88. 1)	25개월 ('88. 3 ~ '90. 4)	36개월 ('91. 1 ~ '94. 1)
도시바	39개월 ('80. 1 ~ '83. 4)	24개월 ('83. 1 ~ '85. 1)	24개월 ('85. 1 ~ '87. 1)	25개월 ('88. 3 ~ '90. 4)	36개월 ('91. 1 ~ '94. 1)

자료: Dataquest; 배용호, 「한국 반도체산업의 기술흡수와 연구개발」, p. 59에서 재인용.

이상과 같은 성과를 바탕으로 삼성은 1984년 9월부터 D램을 세계시장에 수출할 수 있었다. 삼성은 미국에 64K D램 20만개를 첫 수출한 후 약 3개월 동안 300만개를 수출함으로써 삼성의 반도체산업은 곧 정상궤도에 진입할 것처럼 보였다. 그러나 1984년 말부터 세계적인 공급과잉으로 인한 불황이 닥친 데다가 일본기업들의 가격덤핑으로 인해, 첫 출시시 3불이었던 64K D램 가격이 1985년 8월에는 생산원가인 1.7불에도 크게 못미치는 30센트까지 폭락하였다. 더욱이 1986년에는 Texas Instrument사의 특허제소로 삼성은 9천만불이라는 엄청난 배상금을 물어야 했다. 이에 따라 1985~86년 사이 삼성의 VLSI 생산시설 가동률은 30%에 지나지 않았고, 2년동안 삼성이 입은 손실은 2천억원에 달했다. 사태가 심각해지자 삼성의 내부 및 외부에서 반도체산업에의 진입 시기를 잘못 택하지 않았느냐 혹은 반도체산업에 너무 많은 투자를 하지 않았느냐 하는 의견이 분출되기도 했다. 그러나 이병철 회장을 중심으로 한 삼성의 경영진은 이러한 사태를 전화위복의 기회로 삼았다. 삼성은 불황을 극복할 수 있다는 신념으로 수율을 높이고 칩을 축소함으로써 생산성을 제고하고 미국, 유럽, 동남아 등지로 판매채널을 증강해 나갔다. 더 나아가 삼성은 불황에 구애받지 않고, 앞서 언급했던 제2라인과 1M D

램에 대한 설비투자 및 연구개발투자에 박차를 가하였다. 64K D램 가격 폭락 사태는 1985년 말에 미·일 반도체 무역협정에 의거하여 공정거래가격이 설정되고 일본이 생산을 축소하면서 서서히 해소되기 시작하였고, 1987년부터는 세계경제가 활기를 되찾은 데다가 제2의 PC 붐에 힘입어 256K D램을 중심으로 반도체시장이 급격히 호전되었다.⁵⁷⁾ 그 결과, <표 10>에서 보듯이, 삼성 반도체의 수출액과 매출액은 꾸준히 증가하여 1988년의 수출액은 8억불을 넘어섰고 총매출액은 9억불에 다다랐다.

〈표 10〉 삼성 반도체의 수출액 및 매출액 추이 (1984~88년)

구 분	1984년	1985년	1986년	1987년	1988년
수출액(백만불)	49.6	74.3	181.0	314.8	805.8
총매출액(백만불)	58.6	81.9	197.9	324.3	889.9
매출액 대비 수출 비중(%)	84.6	90.8	91.4	97.1	90.5

자료: 「삼성전자이십년사」, p. 1063.

이상의 논의에서 알 수 있듯이, 삼성은 1982년에 이병철 회장의 신규사업투자 구상을 계기로 1983년부터 D램을 중심으로 한 VLSI급의 최첨단 반도체개발에 도전한 후 4년이 채 되지 않은 기간 동안에 64K, 256K, 1M, 4M D램을 잇달아 개발하는 성과를 거두었다. 이러한 과정에서 삼성은 선진업체로부터의 기술도입과 함께 적극적인 연구개발활동을 병행함으로써 반도체 개발에 필요한 기술을 소화·개선하는 것은 물론 선진기술을 창출할 수 있는 기초를 닦았다. 즉, 64K D램의 경우에는 외국의 설계 및 공정기술을 사용했지만, 256K에서는 공정기술을, 1M에서는 설계기술을 독자적으로 확보하였고, 4M D램의 경우에는 외국기술의 도입없이 모든 기술을 스스로 개발했던 것이다. 그러나 이 시기에 삼성이 개발했던 64K, 256K, 1M, 4M D램은 선진국과의 기술격차가 각각 5.5년, 4.5년, 2년, 6개월로서 제품수명주기의 측면에서는 과도기에 해당하는 것이었다. 삼성이 연구개발체제를 본격적으로 정비하기 시작하면서 아직 기술경로의 윤곽이 나타나지 않은 유동기 기술을 대상으로 혁신활동을 수행한 것은 1988년 이후의 일이었다.

5. 유동기 기술의 창출: 1988년 이후

1988년 11월에 삼성그룹은 삼성반도체통신을 다시 삼성전자에 합병시켰다. 이러한 변화는 1987년 12월에 이근희 신임회장이 부임하면서 표방한 “삼성그룹의 2000년대 장기발전계획”에 따른 소그룹체제로 변신한다는 전략의 일환으로 구상되었다. 두 회사의 통합이 추진되던 무렵에 세계 전자산업의 판도는 기술혁신추세의 변화와 보호무역주의의 강화를 중심으로 급격한 재편성의 방향으로 치닫고

57) 1987년은 삼성에게 행운을 안겨다 준 해였다. 일본이나 미국업체들은 1M D램의 생산에 열을 올리고 있었는데, 갑자기 삼성의 주력 생산품이었던 256K D램의 수요가 폭발적으로 증가하기 시작했던 것이다. 일본기업들은 이미 256K D램이 구형제품으로 되었다고 믿고 256K D램 생산라인을 철거한 상태였다. 더욱이 미·일 반도체 무역협정으로 공정거래가격이 설정되어 있었기 때문에 256K D램의 가격이 상승하는 효과까지 있었다. 이로 인해 삼성은 1987년을 계기로 3년 동안 쌓였던 누적적자를 말끔히 해소할 수 있었다. 변담조사내용.

있었다. 즉, 미래의 전자산업은 반도체와 정보통신 부문을 핵심으로 하여 제품 및 기술 수준이 單品 중심에서 복합화, 다기능화되는 추세에 있었고, 또한 일본의 유수 전자업체들도 가전제품, 반도체, 정보통신 등을 단일업체에서 통합적으로 생산하고 관리하는 이점을 최대한 누리고 있었다. 삼성은 이러한 추세에 능동적으로 대응하고 첨단전자산업 분야에서 2000년대에 세계 5위권으로 진입한다는 목표 하에 두 회사의 통합을 추진했던 것이다. 이처럼 삼성반도체통신이 삼성전자에 통합됨으로써 삼성의 반도체 부문은 그룹내 자체판매비중을 높임으로써 보다 안정적인 매출구조를 갖추게 되었으며 연간 2~3천억원에 달하는 투자 재원을 보다 용이하게 확보할 수 있게 되었다.⁵⁸⁾

삼성전자는 삼성반도체통신을 합병한 후 경기도 기흥에 ULSI(Ultra Large Scale Integration) 연구소를 설립하는 작업에 착수하여 1989년 11월에 준공하였다. ULSI 연구소의 설립은 선진국에서도 아직 개발의 선례가 없는 16M D램급 이상의 반도체를 개발하는 데 필요한 기초기술, 제품기술, 공정기술에 대한 첨단 연구개발작업을 효과적으로 수행하기 위한 목적에서 추진되었다.⁵⁹⁾ ULSI 연구소의 설립이 갖는 의미는 종래 선진업체에 의존하여 과도기의 기술을 신속히 추격하는 것에서 벗어나 유동기의 기술을 자체적으로 개발하는 발판을 마련했다는 점에서 찾을 수 있다. ULSI 연구소 설립 이전의 기술 혁신활동의 초점은 해당 기술을 도입하여 그것을 소화·흡수하거나 신제품과 관련된 정보를 파악해서 기술경로를 설정한 후 기술혁신활동을 수행하는 것에 주어져 있었다. 물론 1M 및 4M D램의 경우에는 선진업체로부터 샘플을 입수하는 것이 어려웠지만, 이 경우에도 CMOS형이나 트랜치 방식과 같이 기술경로에 대한 선택지는 제공되고 있었다. 이에 반해 ULSI 연구소가 설립된 이후에 삼성이 추진했던 기술혁신활동은 이전과 달리 선행주자와 모범예제가 없는 상태에서 무형의 목표에 도전하는 힘겨운 작업이었다.

ULSI 연구소의 설립으로 삼성 반도체 부문의 연구개발체제는 기흥 ULSI 연구소의 메모리 부문의 연구개발, 부천 반도체연구소의 민생용 및 산업용 반도체 연구개발, 미국 현지법인의 첨단마이크로제품 연구개발이라는 三元체제를 형성하게 되었다. 1M 및 4M D램에 대한 미국현지법인과 국내개발팀의 개발 경쟁에서 국내개발팀이 승리하자, D램의 연구개발은 국내에 집중되는 대신, 미국현지법인은 MPU와 ASIC을 비롯한 첨단마이크로제품의 연구개발을 담당하게 되었던 것이다. 이처럼 연구개발 업무가 체계적으로 분담됨에 따라 각 부문에 대한 기술능력을 집중적으로 제고할 수 있게 되었을 뿐만 아니라, 각 부문별로 시장 수요의 다양화에 즉각 대응하여 연구개발을 수행할 수 있는 기반을 갖추게 되었다. 각 연구소에 배분되는 연구개발비와 연구개발인력의 비중을 보면 ULSI 연구소, 부천 연구소, 미국 현지법인의 순으로 되어 있어 삼성 반도체 부문의 전략적 우선순위가 메모리제품, 비메모리제품, 기초기술에 순차적으로 주어지는 것을 확인할 수 있다 (<표 11> 참조).

이상과 같은 소그룹체제로의 이행과 연구개발체제의 정비를 바탕으로 삼성은 신제품개발에 더욱 박차를 가하였다. 삼성은 1988년 6월부터 ULSI 연구소의 개발시설을 활용하여 16M D램의 개발에 착수한 후 26개월만인 1990년 8월에 성공을 거두었다. 16M D램의 경우에는 당시에 시제품을 생산하는 해외업체가 없었기 때문에 설계 및 공정기술을 독자적으로 개발해야 했을 뿐만 아니라 감광재료나 노광장비와 같은 재료 및 생산장비의 일부도 자체적으로 개발해야 했다. 삼성이 개발한 16M D램은 0.5 마이크론의 가공기술을 이용한 것으로 정보근접속도가 50나노초에 이르는 초고속 제품이었다. 특히, 대량의 정보를 빠르게 처리할 수 있는 와이드 기능을 추가해 고속·대용량 메모리를 필요로 하는 업체들의 요구에 적합한 제품을 공급할 수 있게 되었다. 삼성에 약간 앞서거나 비슷한 시기에 일본의 히

58) 『삼성전자이십년사』, pp. 670-671.

59) 『삼성60년사』, p. 389.

〈표 11〉 삼성 반도체 부문의 연구개발체제

구 분	ULSI 연구소 (기흥)	반도체연구소 (부천)	미국현지법인 (Samsung Semiconductor Inc.)
보유라인	메모리 개발 라인 (MEGA 라인, ULTRA 라인)	민생용 · 산업용 개발라인 (MICRO라인)	첨단마이크로제품 개발 라인 (R & D라인)
주요개발제품	메모리소자 (D램, SRAM, 마스크 ROM, LCD소자 등) 주문형 IC	민생용 IC (TV/VTR/AUDIO 등) 산업용 IC 전산기용 IC	8Bit MCU PC Chipset 32Bit RISC ASIC
연구개발비	1,090억원	440억원	380억원
연구개발인력	1,800명	600명	180명

주: 연구개발비와 연구개발인력은 1991년 기준임.

자료: 삼성전자, "회사현황" (1992. 5).

타치, 도시바, 미국의 IBM 등이 16M D램을 개발했다고 발표하였다. 16M D램의 개발을 계기로 일본과 미국의 반도체 선진업체들은 비로소 삼성의 독자적인 기술력을 공식적으로 인정하기 시작하였다.⁹⁰⁾

〈표 12〉 삼성 반도체 부문의 생산체제

구 분	기흥공장	부천공장	온양공장
건 평	7만 2천평	1만 7천평	1만 9천평
보유라인	웨이퍼 가공 라인 - 1라인: 4인치 - 2~4라인: 6인치 - 5~6라인: 8인치 - LCD: GaAs 라인 - 시작라인	웨이퍼 가공 라인 - A, B 라인: 4인치 - C라인: 5인치 - 시작라인	조립/검사 라인 - 메모리 및 비메모리 제품 조립/검사 라인
연간 생산능력	140만매(6인치 기준)	46만매(6인치 기준)	7억 2천만개(패키지 기준)
생산제품	메모리 제품용	민생용 및 산업용	최종 제품으로 조립/검사
인 력	5,500명	2,200명	1,700명

주: 1991년 기준.

자료: 삼성전자, "회사현황" (1992. 5).

90) 「삼성60년사」, p. 389; 「삼성전자」 1990년 8월호, p. 12.

한편 삼성은 1991년 11월에 반도체 부문의 세번째 공장인 온양공장을 준공하였다. 온양공장은 반도체 제품을 조립하고 검사하는 공장으로서 다양한 패키지를 요구하는 반도체 시장의 수요 추세에 대응하여 다품종 생산체제를 구축했을 뿐만 아니라 조립, 검사 및 제품의 입출고를 완전히 자동화하였다.⁶¹⁾ 이로써 삼성 반도체 부문의 생산공장은 기흥공장, 부천공장, 온양공장의 3원체제를 형성하게 되었다. 여기서 기흥공장은 메모리 제품의 웨이퍼 가공, 부천공장은 비메모리 제품의 웨이퍼 가공을 주로 담당하고 있어 각각의 연구개발체제에 상응하는 연계성을 갖추고 있으며, 온양공장은 기흥공장 및 부천공장에서 생산된 반제품을 최종 제품으로 조립하는 작업을 담당함으로써 규모의 경제 효과를 누리게 되었다 (<표 12> 참조).

1991년은 삼성에게 또 한번의 행운이 다가온 해였다. 당시 일본의 반도체 3강인 도시바, NEC, 히타치는 반도체산업의 주기적인 불황에 대비해 1M D램 생산라인의 증설을 중단하고 4M D램으로의 이동을 모색하고 있었다. 그런데 Microsoft의 Windows가 폭발적인 인기를 누리면서 불황으로 예상되었던 반도체시장이 달아 오른데다가 세계의 컴퓨터 업체들이 대량공급이 가능하고 가격이 저렴한 1M D램을 선호하면서 1M D램의 가격이 오르기 시작하였다. 게다가 일본의 엔화절상 사태까지 겹쳐 세계 컴퓨터업체들의 반도체 구매 담당자들은 삼성전자로 발길을 돌렸다. 이에 따라 삼성은 1992년부터 D램 분야에서 일본의 도시바를 제치고 세계 제1의 메이커로 부상하였다. D램 분야에 진출한지 10년만에 삼성은 세계정상에 우뚝 선 것이었다.⁶²⁾

삼성에는 16M D램의 개발을 목전에 두고 있었던 1990년 6월에 64M D램을 개발하는 작업에 착수하였다. 아직 16M D램의 개발이 완료되지 않았는데 차세대 제품인 64M D램에 착수했다는 것은 삼성이 동시에 두세대의 신제품을 개발하는 방식을 활용하기 시작했다는 점을 의미한다. 즉, 4M D램이 양산 단계에 이르면 그것을 개발했던 팀이 64M D램의 개발에 착수하고, 다시 16M D램을 개발한 팀은 차세대 제품인 256M D램의 개발에 투입되는 것이다. D램을 개발해서 양산에 이르기까지는 보통 5년이 소요되지만 한 제품이 출시된 후 차세대 제품으로 교체되기까지는 3년이 걸리므로, 동시에 두 세대의 제품을 개발하는 작업을 추진하지 않고서는 유통기 단계에 있는 기술을 적시에 개발하기는 불가능했던 것으로 보인다.

삼성이 1,200억의 연구개발비를 투자하여 착수 26개월만인 1992년 9월에 개발한 64M D램은 일본을 비롯한 선진 반도체업체들도 아직 개발에 성공하지 못한 상태였다. 그동안 반도체 제조업체들은 16M D램에 적용되었던 0.5미크론 가공기술을 넘어서기 위하여 여러가지 노력을 기울여 왔는데, 삼성이 가장 먼저 0.35미크론의 가공기술을 확보하여 초미세 가공 단계에 돌입함으로써 향후 256M D램도 조기에 개발할 수 있는 가능성을 보이게 되었다. 또한 이 제품은 웰형성기술로서 일본 업체도 거의 사용하고 있지 않은 고에너지이온주입기술을 채택하고 있으며, 셀구조에 있어서는 스택구조를 약간 변형시킨 흰구조와 원통구조를 취하고 있다.⁶³⁾

1992년을 계기로 삼성 반도체 부문의 기술수준이 세계 최고로 부상하기 시작했다는 점은 같은 해에 개발된 16M SD램(Synchronous DRAM: 고속동기화 D램)의 사례에서도 잘 나타난다. SD램은 마이크로프로세서와 D램 간에 나타나는 속도 차이를 줄이기 위한 시도의 하나로 출현한 제품이다. SD램을 개발하는 방식에는 메모리셀 어레이를 2개의 뱅크로 나누는 펄스 RAS(Row Address Strobe) 방식과 메모리셀 어레이를 1개의 뱅크로 구성하는 레벨 RAS 방식이 있는데, TI, NEC, 히타치 등은 펄스

61) 『삼성60년사』, p. 389.

62) 면담조사내용.

63) 『삼성전자』 1992년 10월호, p. 36.

방식을, 삼성, IBM, 오끼덴끼 등은 레벨 방식을 채택하였다. 삼성은 레벨 방식의 SD램을 독자적으로 개발하여 자신의 모델을 세계표준으로 삼고자 하였다. 비록 삼성의 모델이 세계 표준으로 채택되지는 않았지만, 삼성은 일본이 제안했던 표준화 사양을 제일 먼저 개발하고 그 기술을 일본의 오끼덴끼에게 수출하는 성과를 거두었다. 불과 10여년 전만 하더라도 선진업체의 사양을 그대로 복제하여 제품을 생산하는 데 여념이 없었던 삼성이 이제는 세계 표준을 제안할 정도로 기술능력을 발전시켰던 것이다.⁶⁴⁾

64M D램을 개발과 함께 삼성이 띄운 또 하나의 승부수는 16M D램 양산라인인 제5라인을 8인치로 하는 것이었다. 8인치 라인은 6인치 라인에 비해 생산성이 1.8배 높을 것으로 예상되었지만, 막대한 설비투자과 고도의 기술이 필요하기 때문에 대부분의 업체들은 6인치에 집착하고 있었다. 특히 8인치 라인은 공정이 복잡하고 가공 중에 깨지기 쉬워서 수율 및 품질의 균일성을 확보하기가 어려웠다. 삼성은 엄청난 위험 부담을 안고 과감히 8인치에 도전하였다. 이것은 일본을 제치고 세계 최대의 반도체 생산업체로 올라서기 위한 모험이었다. 삼성은 여러가지 어려움을 극복하고 1993년 6월에 8인치 양산라인을 준공함으로써 1992년부터 차지한 D램 생산 세계 1위의 지위를 확고히 다지는 것은 물론 1993년부터는 메모리 반도체 분야에서 세계 1위의 시장점유율을 확보할 수 있었다.⁶⁵⁾

삼성은 세계 최초로 256M D램을 개발함으로써 삼성의 기술이 세계 최고임을 다시 한번 입증하였다. 16M D램 개발팀을 주축으로 1992년 2월에 구성된 256M D램 개발팀은 처음부터 256M D램 실험 시제품을 제작하지 않고 이미 개발되어 상용화된 16M D램에 256M D램의 사양을 적용하기로 하였다. 수많은 시행착오 끝에 개발팀은 1993년 3월에 0.28미크론급 16M D램 실험시제품의 설계를 마쳤으며, 동년 12월에 256M D램의 기능을 완전히 갖춘 16M D램의 시제품 개발에 성공하였다. 이에 자신감을 얻은 개발팀은 디자인룰을 0.25미크론급으로 상향조정하고 일부 문제점을 개선한 온전한 256M D램을 개발하는 작업에 돌입하여 개발작수 30개월만인 1994년 8월에 성공을 거두었다. 이처럼 삼성은, 기존의 제품에 새로운 사양을 적용하고 이를 통해 차차세대 제품을 개발하는 방식의 작업을 통해 16M D램의 성능을 향상시킴과 동시에 256M D램을 추가로 개발하는 일석이조의 효과를 누릴 수 있었다.

256M D램을 개발하는 과정에서 가장 어려웠던 문제는 온도상승에 따라 처리속도가 저하하는 것이었다. 집적도가 상대적으로 낮은 제품들은 5V의 전압에 작동하도록 되어 있었으나 4M D램부터는 5V의 전압을 반도체 내의 미세회로들이 견딜 수 없게 되었다. 이러한 점을 회피하기 위하여 4M, 16M, 64M D램의 경우에는 전압을 낮춰주는 회로를 반도체 내에 추가적으로 내장하는 방식을 활용했지만, 이 방식은 온도가 상승할 경우에 전자의 이동속도가 느려지는 단점을 가지고 있었다. 삼성의 256M D램 개발팀은 이 문제를 해결하는 데 우선적으로 집중하여 내부전원전압발생장치를 개발한 후 이를 기존의 전압발생회로 내에 설계하는 데 성공하였다. 이 기술은 온도상승으로 전자의 이동속도가 늦어지는 만큼 전압을 상승시켜 전자의 흐름을 촉진함으로써 전자의 이동속도를 일정하게 유지하도록 한 것이다. 또한 삼성이 개발한 256M D램은 초전압 구동설계 기술을 확보함으로써 2.2~2.4V의 저전력화를 실현하였고, 실제 양산에 사용할 수 있는 공정기술을 택함으로써 차세대 첨단제품에 쉽게 적용할 수 있도록 하였으며, 삼성의 특허인 Multi-I/O Architecture 기술을 적용하여 입출력 확장이 용이한 새로운 구조로 설계함으로써 40나노초의 빠른 처리속도를 구현하였다.⁶⁶⁾

64) 『삼성전자』1993년 3월호, pp. 34, 46-47. 1995년 12월에는 미국 Intel사가 PC용 메모리로 삼성의 SD램을 사용하기로 함에 따라 삼성의 SD램 기술은 사실상 세계의 표준으로 자리잡게 되었다. 『삼성전자』 1995년 12월호, p. 11.

65) 『삼성60년사』, p. 390.

삼성의 반도체 기술능력은 1996년 10월에 미래의 정보산업을 근본적으로 변화시킬 “꿈의 반도체” 1G D램을 경쟁사에 비해 1년 정도 앞서 개발함으로써 절정에 달했다. 이 제품은 256M D램 개발시 사용했던 초전압 구동설계 기술을 대폭 개선하여 1.8~2.0V의 저전력화를 실현하였고, 몇몇 칩의 손상으로 전체 칩을 못쓰는 경우에 대비해 여분의 셀을 구성하는 리던던시(redundancy) 기술을 채택하였다. 또한 포토마스크 제작시 바닥을 평탄하게 하는 기술과 셀사이의 정보이동통로에 텅스텐을 사용하는 텅스텐메탈기술 등을 적용하여 30나노초의 빠른 처리속도를 구현하였다. 이 제품은 컴퓨터 및 고성능 워크스테이션의 주기억장치로 주로 사용되며 HDTV를 비롯한 멀티미디어 제품에도 활용될 전망이다. 특히, 실시간 데이터를 처리하는 동영상회의 및 원격의료시스템, 쌍방향통신, 위성통신, 개인정보종합카드, 3차원 그래픽 등과 같은 새로운 기술을 주도할 것으로 전망된다.⁶⁷⁾

이상과 같은 삼성의 적극적인 기술개발을 바탕으로 한국의 메모리반도체 기술은 미국, 일본과 함께 세계를 선도할 수 있게 되었다. 산업연구원이 평가한 메모리반도체 기술수준에 따르면, 한국의 조립기술과 공정기술은 세계 최고를 자랑하고 있고 설계기술의 수준도 선진국의 95%에 달하고 있으며 기초기술의 수준은 80%에 이르고 있다.⁶⁸⁾ 이러한 한국 반도체산업의 혁신성은 특허출원건수에도 잘 반영되어 있다. 한국의 반도체 부문 국내특허출원건수는 1989년에는 708건이었던 것이 1994년에는 3,336건으로 증가하여 전체 국내특허출원건수의 2/3 정도를 차지하게 되었고, 1994년을 기준으로 할 때 설계기술에서는 전체의 42.0%, 제조공정기술에서는 전체의 70.6%에 해당하는 특허를 출원하기에 이르렀다 (〈표 13〉 참조).

〈표 13〉 반도체 부문의 특허출원 추이 (1989~94년)

구 분		1989년	1990년	1991년	1992년	1993년	1994년	계
설계기술	한국	130	95	220	196	166	171	978
	외국	214	198	284	247	191	236	1,370
	소계	344	293	504	443	357	407	2,348
제조공정 기술	한국	578	1,269	1,938	1,850	2,535	3,165	11,335
	외국	751	889	952	913	1,019	1,317	5,841
	소계	1,329	2,158	2,890	2,763	3,554	4,482	17,176
계	한국	708	1,364	2,158	2,046	2,701	3,336	12,313
	외국	965	1,087	1,236	1,160	1,210	1,553	7,211
	총계	1,673	2,451	3,394	3,206	3,911	4,889	19,524

자료: 특허청: Unsui Kim, *Imitation to Innovation*, p. 165에서 재인용.

(66) 이상의 256M D램 개발과정 및 의의에 대해서는 「삼성전자」 1994년 8/9월호, pp. 8-19; 「중앙일보」 1994년 12월 24일을 참조.

(67) 「삼성60년사」, pp. 390-391; 「삼성전자」 1996년 11월호, pp. 6-7.

(68) 한편, 비메모리 분야의 경우에는 선진국에 비해 기초기술 20%, 설계기술 30%, 제조기술 85%, 조립기술 75%의 기술수준을 보유하고 있다. 연구개발능력을 나타내는 대표적인 지표인 매출액 대비 연구개발투자 비중은 11.1%로 일본의 11.5%와 거의 비슷한 비율을 보이고 있는 반면, 총종업원 대비 연구개발인력의 비중은 15.9%로서 일본의 35.1%의 절반에 조금 못미치고 있다. 통상산업부·산업연구원, 「벤처마케팅을 통한 한국산업의 대해부 (I)」(1997), pp. 14-15.

이처럼 삼성의 반도체기술이 세계 최고의 수준에 도달함에 따라 삼성은 미국 및 일본의 경쟁기업과 대등한 관계에서 기술협력을 추구할 수 있게 되었다. 즉, 삼성이 D램 분야에 진입했던 1980년대 전반에는 선진업체의 기술을 도입하는 것에 기술협력의 중점이 주어졌지만, 삼성의 기술능력이 점점 발전됨에 따라 기술협력의 형태도 공동연구개발, 제품사양의 표준화작업, 기술교환 등과 같은 전략적 제휴로 변모하게 되었다. 삼성은 1992년 12월에 도시바와 16M 플래시메모리를 공동개발하기 위한 계약을 맺었으며, 1993년 12월에는 Micron Technology사와 SD램 및 윈도우램을 공동개발하기 위하여 기술제휴를 실시하였다. 또한, 삼성은 반도체기술의 표준화를 위하여 1993년에는 오키덴끼(SD램) 및 미쓰비시(캐쉬 D램)와 기술제휴를 실시했으며, 1994년 9월에는 미국의 ISD와 기술협정을 맺어 ISD의 차세대 반도체 개발을 지원하는 대신 ISD가 보유한 음성신호 저장 및 재생 기술에 대한 사용권을 획득하였고, 1995년 1월에는 도시바와 메모리 및 비메모리 칩에 대한 기술교환협정을 체결하였다.⁶⁹⁾ 특히, 삼성은 일본 최대의 반도체업체인 NEC와 1994년 3월에는 256M D램급 이상의 차세대반도체 개발에 대하여, 1995년 11월에는 비메모리반도체의 일종인 마이컴 분야에서 포괄적인 전략적 제휴를 체결함으로써 향후 반도체시장을 주도하기 위한 발판을 구축하였다.⁷⁰⁾

이상의 논의에서 보듯이, 삼성은 1989년에 연구개발체제를 정비한 후 선진국에서도 아직 개발의 선례가 없는 유동기 상태의 반도체기술을 개발하는 데 착수하여, 적극적인 연구개발활동과 과감한 투자를 바탕으로 16M D램을 선진국과 거의 동시에, 64M, 256M, 1G D램을 잇달아 세계 최초로 개발하는 현격한 성과를 거두었다. 그 과정에서 삼성이 독자적으로 개발했던 설계 및 공정기술은 세계적인 수준에 도달하였고, 삼성은 선진기업들과 대등한 관계에서 기술협력을 추구할 수 있게 되었다. 이러한 성과를 바탕으로 삼성은 1992년부터 D램 분야에서, 1993년부터는 메모리반도체 분야에서 세계 최고의 생산업체로 부상함으로써 1983년에 D램 분야에 진입한지 10년만에 세계 초일류의 반도체업체로 성장하는 기록을 남기게 되었다.

6. 기술능력 발전의 성공요인

삼성 반도체 부문에서 기술능력이 매우 빠른 속도로 발전될 수 있었던 것은 무엇보다도 반도체 기술을 개발하고 개선하는 데 관여했던 연구개발인력, 현장기술자, 작업공들의 적극적인 노력에 기인한다고 할 수 있지만, 이에 못지않게 과거에 축적된 경험, 최고경영진의 리더십, 기술경로의 적절한 선택, 독특한 기술개발방식 등의 기업내적인 요인과 반도체산업의 국제 환경, 정부의 반도체산업육성책, 반도체 3사간의 경쟁 등과 같은 기업외적인 요인도 매우 중요하게 작용하였다.⁷¹⁾ 이 절에서는 삼성 반도체의 기술능력 발전 요인을 기업내적인 측면을 중심으로 살펴보면서,⁷²⁾ 국가공동연구개발사

69) Linsu Kim, *Imitation to Innovation*, p. 164.

70) 『중앙일보』 1994년 3월 2일; 『중앙일보』 1995년 11월 9일.

71) 반도체산업의 국제경제적 요인으로선 미·일반도체협정의 파급효과나 D램 시장의 변천 등을 들 수 있는데, 한국 반도체산업의 성장에 있어서 국제경제적 요인이 부과한 기회와 제약에 대해서는 조현석, 『반도체산업의 국제정치: 미·일 간 전략적 경쟁과 한국의 반도체산업』(서울대 박사학위논문, 1994)를 참조. 한편, 삼성전자, 현대전자, LG반도체 간의 경쟁은 우리나라 특유의 경쟁적 재벌 문화로 인하여 반도체산업 내의 경쟁을 넘어 재벌간 경쟁의 일환으로 간주됨으로써 반도체산업에 대하여 보다 공격적인 투자를 낳게 한 요인으로 기능해 왔다. 그러나, 이상의 요인들은 왜 하필 삼성의 반도체 기술능력이 급속히 발전했느냐에 대한 대답으로는 부족하다고 판단된다.

업을 비롯한 정부의 역할에 대해서도 언급하고자 한다.

삼성이 D램 분야에서 기술능력을 급속히 발전시킬 수 있었던 필요조건 중의 하나로는 삼성이 D램에 대한 신규 투자를 결정하기 전에 이미 반도체 개발에 대한 경험을 보유하고 있었다는 점을 들 수 있다.⁷³⁾ 우선, TR 및 IC의 제조공정은 D램의 제조공정과 기본적으로는 동일하므로 TR 및 IC의 개발과 정에서 발생했던 여러가지 문제점을 파악한 것은 D램을 개발할 때 매우 유익한 경험으로 작용하였다. 또한 TR 및 IC를 개발하면서 반도체의 조립 및 공정기술에 대한 경험과 능력을 보유한 많은 기술인력을 배출함으로써 D램에 대한 본격적인 사업을 전개할 때 큰 밑거름이 되었다. 특히 반도체 제조공정을 설계, 가공, 조립으로 대별할 때 삼성은 D램 분야에 본격적으로 참여할 당시에 조립공정과 가공공정에 대해서는 상당한 정도의 기술적 기반을 갖추고 있었다고 평가할 수 있다.

과거의 기술경험이 새로운 기술개발에서 차지하는 역할은 현대전자사의 사례에서 분명히 드러난다. 1983년에 반도체산업에 신규로 진입한 현대는 단시일 내에 사업을 정상화시키기 위하여 과감한 설비투자, 적극적인 기술도입, 고급인력 스카우트, 미국내 현지법인의 설립 등의 다각적인 노력을 경주하였다. 이러한 노력은 삼성의 경우와 표면적으로는 흡사하지만, 삼성과 달리 반도체산업에 대한 경험이 전혀 없었던 현대는 반도체사업을 정상궤도에 올려 놓는 데 수많은 시행착오를 겪었다. 현대 스스로가 “기술이 안정되지 못했음은 물론 장비운용도 안정되지 못했고” “오퍼레이터들의 자세가 달라지지 않아 수율이 부진했다”고 인정한 것처럼, 현대는 단기간에 도입한 많은 설비 및 기술과 서로 다른 경험을 가진 다양한 기술인력을 통합적으로 관리하는 데 문제점을 노출하였고, 노하우에 대한 인식이 결여되어 경쟁력 있는 수율을 확보하는 데 큰 어려움을 겪었다.⁷⁴⁾

삼성 반도체의 기술능력 발전에 있어서 최고경영진의 역할도 매우 중요한 요소로 작용하였다. 최고경영진의 역할은 삼성이 첨단반도체사업에 진출할 때 수많은 불확실성에도 불구하고 대규모 투자를 감행했던 데에서도 엿볼 수 있지만, 삼성의 반도체 부문이 지속적으로 성장할 수 있도록 후속 투자와 각종 지원을 아끼지 않았던 점에서도 잘 드러난다. 예를 들어 이병철 회장은 1980년대 중반 반도체 불황으로 인하여 삼성반도체통신이 매우 큰 곤란을 겪고 있었을 때에도 주위의 반대를 무릅쓰고 설비투자 및 연구개발투자를 게을리하지 않았다. 물론 이러한 투자는 대규모자금을 상대적으로 용이하게 동원할 수 있는 재벌구조의 특성 때문에 가능했지만, 최고경영자의 굳건한 의지가 없이는 불황기에 대규모 투자를 지속하기는 매우 어려운 것으로 보인다. 이러한 점은 금성 및 현대의 대처방식과 비교해 보면 더욱 명확해진다. 금성은 1984년 4월에 미국의 AMD사와 기술도입계약을 체결하여 1985

72) 최영락은 삼성 반도체 부문의 급속한 기술발전이 가능했던 여러가지 요인을 ‘동태적 기술관리 능력’(Dynamic Techno-Management Capabilities)으로 개념화하고 있다. 그에 의하면, 동태적 기술관리능력은 자원활용능력(resource exploiting capabilities), 경영통합능력(management integrating capabilities), 경로운행능력(path navigating capabilities)로 구성되며, 자원창출능력의 예로는 기술학습, 외부자원의 활용, 가용자원의 집중 등을, 경영통합능력의 예로는 태스크포스팀, 병렬적 개발시스템, 최고경영자의 지도력 및 참여 등을, 경로운행능력의 예로는 계획적 관리, 환경변화에의 적응, 기술발전경로의 선택 등을 들 수 있다. 자세한 내용은 Youngrak Choi, *Dynamic Techno-Management Capability*를 참조.

73) 이러한 점은 이병철의 회고록에서도 지적되고 있다. 이병철은 삼성 반도체 부문의 성공 요인으로서 ① 경제적 타산이나 위험을 초월하여 국가적 건지에서 첨단기술에 도전한 삼성의 확고한 기업정신, ② 부천 IC 공장에서의 십여년간의 경험과 인력의 축적, ③ 삼성의 VLSI 투자시반도체 시장의 경기가 호황으로 전환한 점, ④ 세계 최고이면서도 최廉가의 시설을 설치할 수 있었던 점, ⑤ 재미 한국인 박사들의 사심없는 조국에서 비롯된 적극적인 참여로 고도의 두뇌집단과 기술인력을 확고할 수 있었던 점, ⑥ 양질의 근면한 노동력의 확보 및 훈련, ⑦ 적합한 입지의 선택, ⑧ 소요자금의 순조로운 조달을 들고 있다. 이병철, 『호암자전』, pp. 211-212.

74) 현대전자, 『현대전자집년사』(1994), pp. 106-120, 인용은 p. 119.

년 6월부터 256K D램을 생산할 계획이었으나 반도체 불황의 여파를 염려한 결과 양산투자시기를 늦추어 1988년에야 256K D램 시장에 진출하였고, 현대 역시 1984년 말 미국 임모스사와의 기술제휴를 바탕으로 1985년 10월부터 256K D램을 생산하려 했던 계획을 1987년 말로 연기하였다. 그 결과 1987년부터 256K D램을 중심으로 반도체경기가 호황에 접어들었을 때 삼성은 누적된 적자를 말끔히 해소하는 것은 물론 금성 및 현대와의 격차를 더욱 크게 할 수 있었다.⁷⁵⁾

삼성 최고경영진의 기술개발에 대한 관심과 지원도 각별했던 것으로 전해진다.⁷⁶⁾ 이병철 회장과 이건희 회장은 반도체산업에 깊은 관심을 가지고 전문가들의 자문을 직접 받았으며 사업의 방향성을 설정하기 위한 정보수집에도 매우 열성적이었다. 그들은 삼성이 기술발전경로를 선택하는 데 직간접적인 영향을 미쳤으며, 세부사항에 대한 결정도 세밀하게 살펴보는 등 기술개발과 관련된 의사결정에 깊숙히 관여하였다. 삼성 최고경영진의 기술개발에 대한 관심은 기술인력에 대한 과격적인 대우에서도 엿볼 수 있다. 삼성은 첨단반도체사업에 진입할 당시에 최고의 인력을 유치하기 위하여 그들이 원하는 만큼의 급여를 주었으며 그들의 재산관리를 위하여 별도의 팀을 회사 내에 운영하였다. 이러한 인력들은 나중에 삼성전자의 임원진으로 승진하는 경우가 많았는데, 삼성전자는 임원진의 구성에 있어서 이공계 출신이 인문사회계 출신보다 더욱 많은 특징을 가지고 있다.

삼성의 급속한 기술능력 발전에는 기술경로의 적절한 선택이 결정적인 역할을 담당하였다. 첨단반도체 신규사업에 진출할 당시에는 메모리 분야와 비메모리 분야 사이의 선택과 S램과 D램 사이의 선택이 중요한 문제로 부상하였다. 삼성은 비록 치열한 경쟁에 예상된다 하더라도 시장규모가 가장 크고 반도체 부문의 기술개발을 선도하고 있는 D램을 주력품목으로 삼는 적극적인 전략을 선택함으로써 기술능력을 급속도로 발전시킬 수 있었다. 이에 반해 현대 및 금성은 주력품목의 선택에 있어서 방어적인 자세를 취함으로써, 삼성과 비슷한 시기에 대규모 투자를 감행했음에도 불구하고, 삼성과 같은 성과를 충분히 누리지 못했다. 현대는 반도체사업에 진입한 후 2년 동안은 S램 및 EP롬의 개발을 중심으로 하는 사업을 전개하였다. 현대는 D램 시장의 규모가 크기는 하지만 일본과의 경쟁이 큰 부담으로 작용하고, S램과 EP롬은 제품영역이 다양하여 틈새전략을 취한다면 D램에 비해 신규진입이 비교적 용이하다고 판단하였다. 금성 역시 사업초기에 메모리반도체에 집중적으로 투자하지 못하고 비메모리반도체에 소극적인 투자를 전개하고 있었다. 기술합작선인 미국 AT&T의 메모리반도체에 대한 설비투자 만류, D램 분야에 진출한 삼성이 초기에 경험한 재무적 손실 등이 메모리반도체에 대한 집중적인 투자를 저해한 요인이었다. 현대와 금성은 삼성이 64K와 256K를 잇달아 개발하고 D램의 수요가 확대되기 시작한 1986년 말부터 D램 분야에 집중하는 것으로 사업전략을 수정하기에 이르렀다.⁷⁷⁾

또한 삼성이 256K D램 생산라인을 건설할 때에는 5인치 웨이퍼와 6인치 웨이퍼 사이의 선택이 문제로 떠올랐으며, 1M D램 개발의 경우에는 NMOS와 CMOS, 4M D램 개발의 경우에는 트렌치 방식과 스택 방식, 16M D램 생산의 경우에는 6인치와 8인치 사이의 선택이 중요한 문제로 대두되었다. 이러한 일련의 과정에서 삼성이 추구했던 목표는 최단시일 내에 기술발전의 주류에 동참함으로써 선진업체들을 추격하고 더 나아가 능가하는 데 있었다. 이를 위해 삼성은 기존에 보유하고 있던 기술을 과감하게 폐기하는 조치도 서슴치 않았으며, 선택한 기술을 성공적으로 개발하기 위하여 엄청난 노력을 기울였다. 만약 삼성이 기술경로를 선택하는 과정에서 기술주류에 신속하게 동참할 수 있는 의사결정

75) 조휘섭, "반도체," pp. 152-153.

76) Youngrak Choi, *Dynamic Techno-Management Capability*, pp. 150-155.

77) 배용호, "반도체산업의 기술혁신과 기술능력의 발전," p. 192.

이 이루어지지 않았더라면 단기간 내에 세계적인 선도기업으로 부상하지는 못했을 것으로 판단된다.

삼성의 기술개발방식이 보여주는 독특한 특징으로는 병렬적 개발시스템(concurrent development system)을 들 수 있는데, 이것은 다음과 같은 몇가지 유형으로 구분할 수 있다. 첫번째 유형은 신제품의 개발과 생산라인의 건설을 병렬적으로 추진하는 것이다. 즉, 연구개발, 시제품개발, 양산기술개발, 생산라인의 건설, 대량생산의 단계를 순차적으로 밟아가는 것이 아니라 양산기술의 개발이 종료되기 전에 미리 생산라인을 확보한다는 것이다. 두번째 유형은 동시에 다발적으로 여러개의 신제품개발을 진행시키는 데 있었다. 예를 들어 1M, 4M, 16M D램 개발팀을 동시에 운영하게 되면, 한 팀은 대량생산을 위한 노하우를 개발하는 중이고, 다른 한 팀은 기본적인 공정기술을 개발하는 단계에 있으며, 또 다른 팀은 신제품의 아키텍처에 대한 개념을 정립하는 단계에 있게 된다. 이상과 같은 유형의 병렬 개발을 통해 삼성은 선진업체들보다 조기에 양산체제에 진입함으로써 시장점유경쟁에 있어서 유리한 위치를 차지할 수 있었다. 병렬적 개발시스템의 세번째 유형은 한국의 본사와 미국현지법인에서 동일한 제품을 병행해서 개발하는 것으로서 256K, 1M, 4M D램을 개발할 때 주로 활용되었다. 이것은 반도체제품의 경우에 어떤 세부공정을 개선하느냐에 따라 제품의 특성이 달라지기 때문에 보다 우수한 제품을 개발하기 위해 취했던 방법으로 보인다. 이러한 방식을 통해 삼성은 두 진영의 경쟁을 부추김으로써 기술개발시기를 앞당기는 것은 물론 두 진영의 개발성과를 상호보완함으로써 보다 성능이 우수한 제품을 개발할 수 있었다.⁷⁶⁾ 가장 공격적인 방식이라 할 수 있는 네번째 유형은, 앞서 지적했던

64M D램급 이상의 신제품을 개발할 때 사용했던 방식으로서 유동기 단계의 기술을 적시에 개발하는데 중요한 역할을 담당하였다.

삼성의 기술개발방식이 보여주는 또 다른 특징은 태스크포스팀(task force team, TFT)의 독특한 운영 통해 연구개발부문과 생산부문간의 협력관계를 강화시켰다는 것이다. 삼성의 TFT는 연구개발

이상의 정책은 반도체산업 자체보다는 산업전반 혹은 전자산업의 일부로서 반도체산업을 육성하는데 초점을 두고 있었다고 판단된다.

반도체산업 자체의 육성에 초점을 둔 최초의 정부정책은 1982년에 발표된 “반도체산업육성계획”이라 할 수 있다. 이 계획은 반도체업계에 대한 국민투자자금의 저리 대출, 반도체기술인력에 대한 병역특례 실시, 반도체부품 및 시설에 대한 관세경감, 연구시험용 설비투자에 대한 세액공제 등의 내용을 담고 있었다. 특히 이 계획은 반도체산업의 단계적인 육성방안을 포함하고 있는데, 그 핵심 내용은 1983~84년에는 민생용 IC와 산업용 IC의 개발에 주력하고 1985년 이후에는 VLSI급 반도체의 연구개발에 착수한다는 데 있었다. 그러나 삼성이 1983년에 64K D램을, 1984년에는 256K D램을 잇달아 개발함에 따라 동 계획은 수정될 수밖에 없었고, 그 결과 등장한 것이 1985년의 “반도체산업종합육성대책”이었다. 이 대책은 모방단계에 있는 반도체산업의 기술수준을 획기적으로 향상시켜 기술자립기반을 확충하는 것을 목표로 삼았고, 기존의 대출규모, 병역특례범위, 관세경감률, 세액공제율을 확대하는 한편, VLSI 연구조합의 결성과 반도체 부문 500억 특별지원이라는 추가적인 내용을 담고 있었다. 이러한 상황에서 1986년 초에 삼성이 Texas Instrument로부터 특허침해 제소를 당하자 국내 반도체 3사도 자립적인 기술능력의 확보가 가지는 중요성을 절감하여 동년 5월에 반도체연구조합을 결성하고 정부에 국가공동연구개발사업을 제안하였다.⁸⁰⁾

〈표 14〉 반도체기술 관련 국가공동연구개발사업

사업명	개발목표	연구기간	총연구비	정부지원금	총괄연구기관	비고
초고집적반도체	4M D램	'86. 7 ~ '89. 3	879억원	300억원	한국전자통신 연구소	특정연구 개발사업
기술공동개발사업	16M/64M D램	'89. 4 ~ '93. 3	1,900억원	750억원		
차세대반도체기반기술	256M D램	'93. 11 ~ '97. 11	1,954억원	914억원	차세대반도체 연구개발사업단	선도기술 개발사업 (G7)
주문형반도체기술 개발사업	주문형 반도체	'95. 1 ~ '99. 12	1,024억원	512억원	전자부품종합 기술연구소	

주: 차세대반도체기반기술개발사업은 1997년 11월까지 진행하도록 계획되어 있었지만 조기에 256M D램이 개발됨에 따라 1994년 12월에 종료되었음.

자료: 조현대, “한국 반도체 산업의 기술혁신사례: 국가 R & D 콘소시엄의 구성·추진을 중심으로,” 연구개발정책실 편, 「연구개발 성공사례 분석 (I)」(과학기술정책관리연구소, 1997), pp. 297-343에 의거하여 작성.

정부는 국내의 기술능력이 미흡한 상태에서 해외기술에 과도하게 의존하는 기술개발방식이 한계에 다다랐다는 판단 하에 반도체연구조합의 제안을 수용하여 산·학·연 합동으로 반도체기술을 자체적으로 공동개발하기 위한 국가공동연구개발 컨소시엄을 구성기에 이르렀다. 이러한 컨소시엄을 통하여 정부는 특정연구개발사업(1982년부터 시작)의 일환으로 “초고집적반도체기술공동개발사업”을 추진하여 4M D램과 16M/64M D램을 개발하는 작업을 지원하였고, 동 사업이 충분한 효과를 거두자 후속 사업을 모색하여 선도기술개발사업(일명 G7 프로젝트, 1992년부터 시작)의 일환으로 256M D

80) 김재훈, “공동개발사업과 기술능력의 발전,” pp. 148-152.

램 개발을 위한 “차세대반도체기반기술개발사업”과 비메모리 반도체 개발을 위한 “주문형반도체기술개발사업”을 추진하였다. 이상과 같은 4차례의 국가공동연구개발사업에 소요된 금액은 총 5,757억원이며 이 중에서 정부가 부담한 액수는 2,467억원에 이른다 (〈표 14〉 참조). 한국 정부가 특정한 산업 분야의 기술개발을 위해 이처럼 오랫동안 큰 규모로 지원한 사례는 없으며, 이것은 전세계적으로도 유례를 찾아보기 힘들다.

이러한 국가공동연구개발사업이 전개되면서 주목할 만한 점은 정부의 정책이 기술혁신환경과 기업의 기술능력에 따라 적절히 변해왔다는 데 있다.⁸¹⁾ 4M D램 개발사업을 추진하면서 정부는 기업간의 기술능력 차이를 전제로 하여 연구비를 차등적으로 지원함으로써 기업간의 선의적인 경쟁을 촉진하였다. 16M D램의 경우에는 세계적으로도 선례가 없었기 때문에 공동연구개발사업 추진시 D램 제조기술뿐만 아니라 재료 및 장비 기술도 연구범위에 포함시켰고 참여기업의 특성에 따라 독자적인 영역에서 개별적인 연구를 수행할 수 있게 하였다. 또한 256M D램 개발사업의 경우에는 제품기술개발은 사업 내용에서 제외시켜 각 기업체에게 맡기는 한편, 단위공정기술, 재료기술, 장비기술은 물론 선행기초기술도 연구범위에 포함시켜 기반기술을 강화하고자 하였다. 그리고 주문형반도체기술개발사업을 추진할 때에는 메모리 분야의 기술개발은 기업체에게 전적으로 맡기면서 기반기술의 확보와 설계인력의 양성에 초점을 두는 한편, HDTV용 반도체 개발이라는 구체적인 목표를 설정함으로써 동사업의 효과를 분명히 하고자 하였다.⁸²⁾

이상의 국가공동연구개발사업에서 삼성은 반도체 기술의 선두업체로서 발군의 실력을 발휘하였다. 4M D램의 경우에는 예정보다 1개월, 16M/64M D램의 경우에는 7개월을 앞서 개발하는 성과를 올렸고, 256M D램은 1994년 8월에 개발함으로써 차세대반도체기반기술개발사업을 조기에 종료시켰다. 반면 현대와 LG는 4M D램의 경우에는 계획기간 내에 목표를 달성하지 못했고 16M/64M D램은 외국업체로부터의 기술도입을 통해서 개발할 수 있었다. 이처럼 국가공동연구개발사업에 참여했던 기업체 사이에는 성패의 명암이 갈리긴 했지만, 참여기업들은 동 사업을 통해 서로 다른 차원의 혜택을 누릴 수 있었다. 즉, 기술능력이 뛰어났던 삼성은 연구성과에 따른 연구비 차등지원 원칙에 따라 정부지원금을 가장 많이 활용할 수 있었던 반면, 현대와 LG는 기술문서 작성, 기술교류회, 평가위원회 등의 다양한 기술교류 채널을 통하여 삼성의 기술능력을 이전받는 기회를 가질 수 있었던 것이었다.⁸³⁾

81) 기술능력의 발전에서 정부가 담당하는 역할을 평가할 때 정부가 기업을 인도하느냐 혹은 정부가 기업을 따라가느냐 하는 양자택일적인 성격을 규정하는 데 문제의 초점을 두어서는 곤란하다고 생각한다. 오히려 정부의 역할이 기술환경의 성격과 기업의 기술능력에 따라 어떻게 변화해 왔는가를 해명하는 작업이 정부의 역할에 대한 적절한 평가와 유용한 제언을 가능하게 할 것으로 보인다.

82) 이와 관련하여 조현대는 정부의 개입 정도와 기업의 기술능력 축적상태에 따라 국가공동연구개발사업을 4단계로 구분하고 있다. 국가공동연구개발사업이 없었던 1단계에서는 정부의 개입 정도도 낮고 기업의 기술능력도 작았던 반면, 4M D램 개발사업이 추진되었던 2단계에서는 정부의 개입 정도는 높고 기업의 기술능력은 상대적으로 작았다. 또한 16M/64M D램 개발사업이 추진되었던 3단계에서는 정부의 개입 정도와 기업의 기술능력이 모두 높았으며, 256M D램과 주문형반도체 개발이 추진되었던 4단계에서는 기업의 기술능력은 높은 반면 정부의 개입은 상대적으로 줄어들었다. 조현대, “한국 반도체산업의 기술혁신사례,” p. 305.

83) 자세한 내용은 김재훈, “공동개발사업과 기술능력의 발전”을 참조. 한편, 현대와 LG는 지속적인 기술능력의 발전으로 1995년에는 세계 9위와 8위, 1996년에는 세계 1위와 5위의 D램 생산업체로 성장하였다. 최근에 논의되고 있는 현대전자와 LG반도체의 빅딜이 성사되면 그 업체는 세계 2위의 D램 생산업체로 부상하게 된다.

7. 맺음말

지금까지 본 연구는 삼성의 반도체 부문이 매우 빠른 속도로 기술능력을 발전시켜 왔던 과정과 그 원인을 검토하였다. 삼성은 1974년에 한국반도체를 인수하면서 반도체산업에 진출한 후 성숙기 반도체기술인 TR과 IC의 개발에 성공함으로써 LSI급의 반도체를 생산할 수 있는 체제를 갖추게 되었고, 1982년부터 D램을 중심으로 한 VLSI급 반도체개발에 도전한 후 과도기 반도체기술인 64K, 256K, 1M, 4M D램을 잇달아 개발함으로써 선진업체를 급속히 추격하였으며, 1989년부터는 아직 개발의 선례가 없는 유동기 반도체기술을 개발하는 데 착수하여 16M D램을 선진국과 거의 동시에, 64M, 256M, 1G D램을 잇달아 세계 최초로 개발하는 현격한 성과를 거두었다. 삼성이 이처럼 급속도로 기술능력을 발전시킬 수 있었던 데에는 최고경영진의 리더십, 기술경로의 적절한 선택, 독특한 기술개발방식 등의 기업내적인 요인과 정부의 반도체산업육성책을 비롯한 기업외적인 요인이 복합적으로 작용하였

다. 지금까지의 논의를 통해 우리는 후발국(혹은 후발기업)의 기술혁신활동과 관련한 몇가지 시사점을 도출할 수 있다. 첫째는 후발기업의 기술혁신활동은 기술도입에서 시작되지만 그 기술이 성공적으로 활용되기 위해서는 해당기업의 적극적이고 의식적인 노력이 필요하다는 점이다. 본문에서 살펴보았듯이 삼성은 해당기술을 도입한 후 그것을 재현하고 개선하기 위하여 연구개발에 적극적으로 투자하였다. 삼성의 초기 연구개발활동은 도입한 선진업체의 기술을 분석하여 공정 및 설계기술을 익히는 작업이 주를 이루었고, 점차 제조공정과 회로설계에 대한 자체기술을 획득함으로써 기술도입을 서서히 대체할 수 있었다. 즉, 후발기업의 기술도입이 연구개발을 배제하는 경우에는 성공적인 기술이전이 불가능하며, 후발기업의 적극적인 연구개발활동이 병행되어야 기술도입은 자사의 기술능력 배양을 가능하게 하는 중요한 기반으로 작용할 수 있는 것이다. 앞서 서론에서 지적했듯이 후발기업의 기술능력 발전은 도입기술의 단순한 이식을 통해서가 아니라 주체적인 기술혁신 노력을 매개로 해서 이루어지는 것이다.

둘째, 후발기업의 기술혁신활동이 조립 및 공정기술을 중심으로 선진업체를 추격하는 데 국한되다는 일반적인 평가는 再考되어야 한다. 삼성의 기술혁신활동은 조립기술이나 공정기술에만 국한된 것이 아니라 설계기술까지 나아간 것이었다. 삼성은 64K, 256K D램을 개발할 때에는 설계기술을 외국 기업이나 현지법인을 통해 도입했으나 1M D램부터는 설계기술까지도 자체적으로 개발했던 것이다. 이것은 삼성이 D램 제조기술에 대한 노하우를 점차 체득하면서 그 원리도 이해하게 됨으로써 스스로 핵심기술을 창출하는 단계에 이르렀다는 점을 의미한다. 또한, 후발기업이 선진업체의 기술수준을 빠른 속도로 추격하는 것은 물론 그것을 능가하는 것도 가능하다. 삼성은 16M D램까지는 선진업체를 추격하는 입장이었지만, 이후에는 3세대에 걸쳐서 64M, 256M, 1G D램을 세계 최초로 개발하였다. 여기에는 국가공동연구개발사업과 같은 정부의 지원도 큰 몫을 담당했지만 삼성이 매우 공격적인 기술개발방식을 채택하고 최신 설비에 과감하게 투자했던 것도 중요한 요인으로 작용하였다. 이러한 점에 비추어 볼 때 조립/공정기술과 설계기술, 기술추격과 기술추월 등과 같은 범주가 상호배제적인 것이라고 보기는 어렵다. 물론 이러한 범주들 사이에는 현격한 차이가 존재하지만, 그것은 적극적인 투자와 노력을 통해 극복할 수 있는 성격을 띠고 있는 것이다.

세번째로 지적할 것은 기술종속 혹은 기술자립과 관련된 문제이다. 기술종속론에 의하면, 후진국이 선진국의 기술을 많이 도입할수록 추가적인 기술도입이 필요하며 이에 따라 기술종속이 확대재생산되기 때문에 선진국의 기술을 수입하는 후발국의 기술자립은 원천적으로 봉쇄된다. 그러나, 삼성

반도체 부문을 비롯한 우리나라 주요 산업의 기술능력 발전은 외국에서 수입된 기술을 기반으로 시작한 후 그것이 점차적으로 자체개발에 의해 대체됨으로써 기술종속에서 기술자립으로 나아가는 과정을 거쳤다. 이러한 점은 기술수입이 가질 수 있는 긍정적인 효과를 시사하고 있으며, 본 연구는 기본적으로 기술종속론을 부정하는 입장을 취하고 있다. 이와 관련하여 생각해 볼 문제는 기술자립의 개념을 어떻게 설정할 것인가 하는 점이다. 국제적인 기술협력이 불가피한 오늘날의 사회에서 자체개발 지상주의는 무의미하며 어떤 형태로든 상호의존적 관계가 불가피하다. 따라서 기술자립의 개념을 너무 협소하게 규정하기 보다는 어느정도의 자생력을 바탕으로 외부의 자원을 능동적으로 활용하고 관리하는 상태로 규정하는 것이 보다 현실적인 방법으로 보인다.

이처럼 삼성은 주체적인 기술혁신 노력에 입각하여 반도체 부문에서 고도의 기술능력을 확보하는데 성공했지만, 삼성의 반도체 부문이 앞으로 해결해야 할 문제도 산적해 있다. 가장 큰 문제점으로는 삼성이 그동안 메모리 분야를 집중적으로 육성하는 데 중점을 둔 까닭에 비메모리 분야의 기술력이 취약하다는 점을 들 수 있다.⁸⁴⁾

삼성인 경우 매출액의 85% 정도가 메모리 분야에 편중되어 있어 메모리와 비메모리의 비율이 6대 4 정도인 외국 선진업체와는 많은 격차를 가지고 있다. 그러나 세계 반도체 시장에서 D램이 차지하는 비중은 20%, 메모리 분야가 차지하는 비중은 30~40% 정도이고 향후 반도체기술의 패러다임이 “표준범용 패러다임”에서 “ASIC 패러다임”으로 변모하고 있는 상황에 비추어 볼 때, 삼성이 명실공히 세계 최고의 반도체기업으로 재탄생하기 위해서는 마이크로프로세서(Micro Processor Unit, MPU)나 주문형반도체(Application Specific IC, ASIC)와 같은 비메모리 분야에 대한 적극적인 대응이 요청된다.⁸⁵⁾

삼성도 이러한 구조적 취약성을 인지하면서 1993년부터 비메모리 분야에도 적극적인 도전을 시도하고 있다. 삼성은 1993년에 미국의 화합물반도체업체인 HMS사를 인수하였고 멀티미디어용 핵심 칩을 생산하는 Array사의 주식 20%를 매입함으로써 비메모리 분야에 진출하기 시작하였다. 또한 1995년 9월에 삼성은 1996년부터 2000년까지 ASIC 분야에 대한 순수연구개발비로 2억 5천만불을 투입하여, 아날로그 및 디지털 혼합 반도체, 메모리를 탑재한 ASIC, 영상처리용 제품 등을 주력상품으로 개발해 ASIC 제품의 매출액을 10억불 수준으로 끌어올린다는 ASIC사업강화방안을 확정하였다.⁸⁶⁾ 삼성의 비메모리 분야에 대한 대표적인 기술혁신사례로는 1996년 11월에 개발한 500M Hz급 알파칩 CPU, 1997년 1월에 개발한 1M D램과 ASIC을 통합한 복합칩, 동년 10월에 개발한 700M Hz급 알파칩 CPU 등을 들 수 있다.⁸⁷⁾

삼성의 비메모리 반도체 분야에 대한 도전이 어떤 결과를 유발할지는 아직 두고볼 일이다. 어쨌든 D램을 비롯한 메모리 분야의 표준화된 기술과 소품종대량생산체제에 익숙해져 있는 삼성이 ASIC으로 대표되는 비메모리 분야의 비표준화된 기술과 다품종소량생산체제에 얼마만큼 적응할 수 있는지의

84) 삼성은 또한 반도체 재료 및 장비를 과도하게 외국에 의존하고 있다는 문제점을 안고 있다. 1993년 한 해 동안 반도체 장비와 재료를 수입하는 데 각각 12억불과 7억 8천만불을 지출함으로써 장비의 90%, 재료의 65%를 외국에 의존하였다. 이것은 외국의 경쟁기업들이 자국의 업체들에게 압력을 가하여 반도체장비 및 재료의 한국 수출을 방해하는 경우 우리나라의 반도체산업이 커다란 위기상황을 맞이할 수 있다는 점을 의미한다. 이에 대처하여 삼성그룹은 1993년부터 삼성전자를 비롯한 계열사를 활용하거나 외국업체와의 공동출자를 통하여 반도체 핵심 장비 및 재료를 국산화하는 작업을 추진해 오고 있다.

85) 1990년대 반도체기술 패러다임의 변화에 대해서는 송위진, 「반도체산업의 장기발전을 위한 기술혁신전략」, pp. 32-50을 참조.

86) 전자신문사, 「'96 한국전자연감」, pp. 630-631.

87) 삼성60년사, pp. 391-392.

여부가 향후의 도약을 위한 관건이 될 것으로 보인다. 삼성이 메모리 분야의 기술능력을 발전시키는 과정에서 획득한 특유의 기술개발노력과 기술관리방식이 비메모리 분야에서는 어떤 방식으로 기여할 것인지를 평가하는 것은 기술능력 발전과정에 관심이 있는 연구자들에게 남겨진 중요한 과제라 하겠다.

마지막으로 본 연구를 보완하거나 확장하기 위한 과제를 제시하면 다음과 같다. 우선 본 연구에서 삼성 반도체 부문의 기술능력 발전의 주요 원인으로 지적된 기술경로의 적절한 선택이 어떤 과정을 통해서 이루어졌는지에 대한 세부적인 조사가 필요하다. 또한, 삼성 반도체 부문의 연구개발에 종사한 사람들의 활동이 어떻게 전개되어 왔는지에 대한 분석도 필요하며, 삼성의 반도체 부문이 삼성그룹 전체의 성장과 어떤 연관성이 있는가 하는 점도 심도있게 다루어질 필요가 있다. 이러한 작업은 보다 심층적인 자료발굴과 면담조사를 통해 가능할 것이다. 본 연구의 확장가능성과 관련하여, 삼성의 반도체사업을 현대 및 LG와 같은 다른 기업의 사례와 비교하는 것이나, 삼성전자 반도체 부문과 가전, 컴퓨터, 정보통신을 비롯한 다른 부문의 관계를 고찰하는 것도 흥미로운 연구과제로 보인다.⁸⁸⁾

88) 이와 관련하여 통합적 제품구조를 가지고 있는 D램 사업에 적용된 조직 관행이 모듈적 제품구조를 가진 PC 사업에는 부정적으로 작용했다는 주장도 제기되고 있다.