

한국의 4M DRAM 공동연구개발 사례연구(下)

주대영[†]

[†]한국반도체디스플레이기술학회, 연구위원

The Case Study on Joint R&D of 4M DRAM Technology in Korea

Dae-Young Joo[†]

[†]Korean Society of Semiconductor & Display Technology

(전호 계속)

4. 4M D램의 공동R&D 추진체계

공동개발 체계는 ETRI를 총괄연구기관으로 하고, 한국 반도체연구조합 및 학계가 공동 참여하는 특정연구개발 사업¹⁾을 추진했다. 기업들은 설계기술 및 기반기술 개발을 수행하고, 각각의 기술 및 설계 능력에 따라 개발을 분담하는 형태를 채택했다.

총괄연구기관인 ETRI는 연구개발을 총괄관리하고, 설계기술 및 기반기술 개발의 지원을 담당하였고, 서울대부설 반도체공동연구소는 연구인력 양성, 기본기술의 기초 연구를 담당했다. 또한 기술특성에 따라 분담연구, 합동연구, 개별연구를 수행하는 형태로 추진했다.

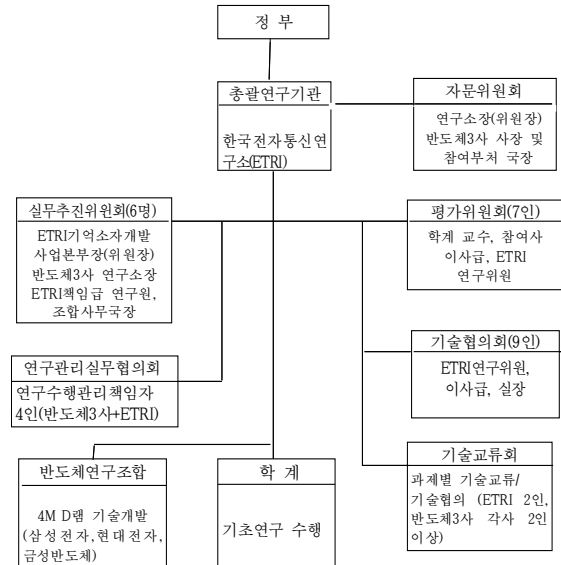
분담연구는 그동안 기업들이 독자적으로 연구개발을 수행하면서 기업 스스로 애로요인으로 느꼈던 공정기술을 개발하는 방식으로 추진됐다. 기업들이 기술개발 과정에서 가장 큰 애로요인으로 느꼈던 설계기술은 조합사의 연구인력을 ETRI에 상근 파견하여 동일장소에서 공동개발하는 방식을 채택하기로 하였고, 제품개발은 조합사별 단독개발 방식을 채택했다. 그러나 선발기업의 노하우 유출에 대한 우려와 기업간 기술능력의 차이로 인한 기업간 마찰이 심해 합동연구는 이루어지지 않았다.

공동연구의 협의체계는 대체로 기술협의회와 기술교류회가 4M D램 공동연구 중에서 가장 활발한 활동을 하였다. 연구지원 자금의 많은 부분(총 200억원)을 부담했던 한국전기통신공사(현재 KT)는 연구진행에 관여하지 않았

<표 8> 4MD램 공동개발의 역할분담 체계

구분	관련기업	연구기관	학 계
참여 기관	반도체연구조합(1분과조합사) 금성, 삼성, 현대	한국전자통신연구소	서울대부설 반도체공동연구소, KAIST 등
업무	-설계생산, 기본기술 개발수행 -조합사의 기술 및 설계능력에 따라 개발 분담	-연구개발총괄관리 -설계생산, 기본기술개발 지원	-연구인력 지원 및 양성 -기본기술의 기초 연구

자료: 경제기획원 외, “초고집적 반도체기술 공동개발”(1986.8).



자료: 과학기술처, “초고집적반도체기술 공동개발(1차년도)”(1987).

<그림 1> 4MD램의 공동R&D 조직협의 체계

[†]E-mail: joody@ksdt.kr 경력: 前 산업연구원 연구위원

1) 특정연구개발사업은 정부의 강력한 기술개발 추진의지를 바탕으로 출범한 것이며, 유망한 특정기술을 선정하여 목표 지향적으로 집중지원하기 위한 제도임.

<표 9> 4MD램 컨소시엄 위원회 체계 및 업무

구분	주요 협의 사항	위원
자문위원회	-공동연구개발 수행에 따른 주요 정책 사항 -총괄연구계획 및 사업추진에 따른 주요 사항 -연구실적평가의 반영 및 연구결과활용에 관한 중요 사항 등	-정부부처 국장 3명 -참여 3사 사장 -한국통신(주) 단장 -ETRI 사업책임자
실무추진 위원회	-총괄연구계획 및 사업수행추진에 따른 협의사항 -연구실적 평가 및 연구결과 활용에 관한 협의사항	-참여 3사 연구소장 -반도체연구조합 사무국장 -ETRI 연구위원
기술협의회	-실행과제의 연구내용 -사업수행 실적진도 및 대책수립 사항 -연구결과 활용에 관한 협의 사항 등	-참여 3사 책임연구원 (이사급) 각 2명 -ETRI 실장급 2명
평가위원회	-공동개발의 기술개발결과에 대한 확인검증 및 평가에 관한 사항	-교수 2명 -참여 3사 책임연구원 -ETRI 연구위원
연구관리 실무협의회	-공동개발사업 관리방법론 정립 -사업 및 관리과제 표준화 -연구결과 사후관리 체계정립에 관한 사항 등	-참여 3사 연구관리 책임자 -ETRI 연구관리 책임자
기술교류회	-참여자들간 개발기술 및 관련 정보교류 -기술개발 진척사항 상호점검 -기술개발 효율화를 위한 사항 등	-참여 3사 과제별 연구원 -ETRI 과제별 연구원

자료 : 과학기술처, “초고집적반도체기술 공동개발(1차년도)”(1987).

다. 다만 이 기관의 상위기관인 체신부가 대신 참여했으며, 국책연구 과제관리의 책임을 맡고 있는 과학기술처가 공동연구의 주무기관이 되었다.

R&D 조직은 정부주관의 ETRI를 총괄연구기관으로 하고, 산업계, 학계가 참여하는 산·학·연 협동연구로 추진되었다. 또한 공동개발의 주요정책에 대한 총괄연구의 자문위원회, 총괄연구계획 및 사업추진의 협의를 위한 실무추진위원회, 기술개발 및 연구활동의 협의를 위한 기술협의회, 기술개발 목표의 평가를 위한 평가위원회를 구성 운영하는 연구개발의 효율적인 조직체계를 갖췄다.

특히 기술교류회는 참여사간의 기술교류 및 개발수행에 따른 문제해결을 위해 참여사의 실무담당자들이 토의하는 모임이며, 과제별로 개최 하였고 1개월내지 2개월마다 한번씩 정기적으로 열렸다. 기술교류회에서는 과제특성에 맞게 각 과제별로 주제선정 및 진행을 추진하였다. 공정분야는 과제 진행에 대해 참여사의 실무자가 발표·토론하였으며, 설계분야는 설계의 문제점이나 관심분야에 대해 발표 및 토론을 하였다. 기술교류회는 서로 경쟁하면서도 협동연구가 될 수 있는 길을 열어줌으로써 좋은 반응을 얻었다.

공동R&D 기간은 총 25개월로 3단계로 나누어 1단계 8개월, 2단계 12개월, 3단계 10개월로 구분하여 수행되었다.

한편, 정부에서는 총괄연구기관인 ETRI, 기술개발의 실질적 주체이자 수혜자인 참여기업들, 참여 대학들에게 적

절한 역할을 분담했다. 기술별로 삼성이 디바이스기술 등 9개 과제를 담당하였고, 금성반도체는 검사 및 신뢰도 기술 등 6개 과제, 현대전자는 조립기술 등 6개 과제를 담당했다. 설계기술은 반도체연구조합사와 ETRI의 합동연구 과제였다.

그리고 4M D램 공동개발을 위한 사업계획 수립, 협약 및 계약을 체결하고, 관련분야별 연구결과를 평가하며, 결과보고 및 사후 관리를 진행하는 일련의 연구개발 수행체계를 확립했다.

또한, 기술개발 추진방법은 4M D램의 제품기술 분야, 개별공정기술 분야, 협동기술 분야, 기초연구, 총괄관리 및 요소기술 분야로 분류하여 연구단계(Phase)별로 추진하였다.

그리고 연구비 지급은 4M D램의 개발을 위해 순수연구비(인건비, 기술습득비, 재료비 등) 400억원과 연구기자재 구입비 479억원 모두 합쳐 879억원의 연구개발비를 투입하였다. 순수연구 개발비는 과학기술처의 특정연구개발사업에서 100억원, 한국전기통신공사에서 200억원, 연구참여 3개기업에서 100억원을 조달했다.

순수연구 개발비에서는 재료비가 216억원으로 가장 많았으며, 다음이 연구경비, 인건비, 기술습득비 순이었다. 연구기자재 구입비에서는 석유안정기금에서 200억원을 지원받았고, 나머지 279억원은 기업이 부담했다. 4M D램 공동개발에 대한 참여3사의 경쟁 원칙에 의한 기술분야별로 연구비를 지급했다.

<표 10> 4M D램 공동R&D 단계

	1단계	2단계	3단계
기간	1986.10 - 1987.5	1987.6 - 1988.5	1988.6 - 1989.3
디자인 룰	1.0 μ m 선포의 1M 급	1.0 μ m 선포의 4M 급	0.8 μ m 선포의 4M급
소요자금	377억 원	318억 원	184억 원

자료: 경제기획원 외, “초고집적 반도체기술 공동개발”(1986.8)

<표 11> 4MD램 개발사업 계획의 개요

<ul style="list-style-type: none"> ○ 기간: 1986.7-1989.3 ○ 총 연구비: 879억 원 <ul style="list-style-type: none"> -정부출연: 총 300억 원(과기처가 100억 원, 체신부 200억 원) -정부용자: 산업기술향상기금 150억 원 -기업 부담: 429억 원(현물출자: 128.7억 원, 현금출자: 300.3억 원) ○ 총괄연구기관: 한국전자통신연구소(ETRI) ○ 참여기관: <ul style="list-style-type: none"> -연구소: ETRI -기업: 삼성전자, 금성반도체, 현대전자 등 -대학: 한국과학기술원 등 8개 ○ 연구개발 목표: <ul style="list-style-type: none"> -최종목표: 0.8μm 선포의 4M D램의 양산시제품 개발 -1차 년도(1986.10-1987.5): 4M D램의 설계를 위한 1차 시안 마련 -2차 년도(1987.6-1988.5): 4M D램의 P.G. Tape 제작 완료(87.7.31까지) 및 실험시제품 개발(1988.2 까지) -3차 년도: 수율 7% 이상의 시제품 개발(1989.2까지) 및 수율 20% 이상의 시제품 개발(1989.2까지)
--

자료: 경제기획원 외, “초고집적 반도체기술 공동개발”(1986.8).

<표 12> 4M D램 개발사업의 업무분장

금성반도체	삼성반도체통신	현대전자산업	한국전자통신연구소	합동연구 책임자
-Lithography/ Etch 기술 -Isolation기술 -Trench Capacitor기술 -Process Integration -Device기술 -검사 및 신뢰도 기술	-Simulation Tool개발 -Lithography/Etch기술 -Epitaxy기술 -Thin Dielectric Film기술 -Trench Capacitor기술 -Interconnection기술 -Diagnostics Analysis기술 -Process Integration -Device기술	-Lithography/Etch기술 -Interconnection기술 -Passivation기술 -Process Integration -Device기술 -Package기술	-Surface Analysis기술참여 -기본기술참여 -생산기술참여	-Test Vehicle 설계

자료: 경제기획원 외, “초고집적 반도체기술 공동개발”(1986.8)

각 기업별 경쟁적 R&D체제를 효율적으로 운영하기 위해 자금배분을 매우 신중하게 지급했다. 1차년도에는 동일한 R&D 목표와 함께 균등하게 연구비를 지급했다. 그 이후부터는 1차년도의 연구결과에 따라 차년도 연구비를 차등으로 지급하여 참여회사간의 경쟁을 유도했다.

참여3사가 독자적인 설계 및 공정에 의해서 개발했지만, 최종목표 및 중간점검을 같은 기준선에서 평가할 수 있기 때문에 연도별 평가를 할 수 있었다. 또한 자체기술

이 확보되면, 그 이후는 경쟁적으로 개발하지 않아도 되므로 불필요한 중복연구를 막는 것도 중요했다.

사전에 정해진 단계별 기술개발목표와 구체적인 기술 수준의 평가기준에 따라 1차년도가 끝난 후 연구개발 결과에 대한 평가를 실시하였다. 평가결과 3사 중에서 과제별 순위를 정하여 3위 과제는 차년도 연구비지원을 중단하기로 되어 있기 때문에 과제들 중 3과제가 탈락되는 기업과 1과제만 탈락되는 기업도 있었다. 그러나 과제가 탈

<표 13> 4MD램의 단계별 R&D 추진방법

참여 기관	분야 (개발방법)	추진방법		
		1차년도	2차년도	3차년도
기업 수행	제품기술 (개별연구)	· 참여회원의사의 기억소자 설계 및 제품개발에 필요한 자체기술 확보 유도	· 참여 회원사의 시장 확보 전략에 따른 고유 제품모델 개발 유도 · 제품기술 분야의 비중상향 조정 및 4M D램 조기개발 유도	· 시장 확보를 위한 제품 모델개선 및 확정 · 제품기술 분야의 비중 상향조정 및 경쟁력 있는 4M D램 양산제품 개발 유도
	개별공정기술 (분담연구)	· 참여 회원사간 경쟁 원리를 도입하여 연구 의욕 유도 및 연구비 차등지급	· 1차년도 연구결과에 따라 수행과제수를 줄이고 분담연구 실시 및 연구비 중복투자 억제 · 실험시제품 및 실용 시제품 조기개발을 위한 개별공정의 공정 종합화 유도 · 제품 수율향상을 위한 개별공정 최적화 추진	· 2차년도 연구개발추진 실적을 감안하여 운영하되 실험시제품 및 양산제품에 필요한 개별공정의 최적화 개선 유도
기업 수행	협동기술 (협동연구)	· 참여회원사간 개발경과의 상호활용 적극 유도	좌동	좌동
	연구수행관리	· 제품, 개별공정 및 협동 기술지원과 관리연구	좌동	좌동
학계 수행	기초기술 (위탁연구)	-	· 4M D램 위한 기초기술 연구	좌동
연구 수행	총괄관리 및 기초기술	· 4M D램 요소기술, 평가 및 관리 연구	좌동	좌동

자료 : 과학기술처, “초고집적반도체기술 공동개발(3차년도)”(1989).

<표 14> 4MD램의 소요 연구개발비

(단위: 억원)

	1차년도	2차년도	3차년도	계
순수연구비	80	160	160	400
- 인건비	(14)	(28)	(28)	(70)
- 기술습득비	(8)	(16)	(16)	(40)
- 재료비	(43)	(86)	(87)	(216)
-연구경비	(15)	(30)	(29)	(74)
연구기자재	297	158	24	479
총 계	377	318	184	879

자료: 경제기획원 외, “초고집적 반도체기술 공동개발”(1986.8)

락되었다고 해서 연구를 계속하지 않아도 되는 것이 아니기 때문에 회사측에서는 다음해의 연구지원 자금이 줄어든 만큼 자체적으로 자금을 조달하여 연구해야 했다. 이와 같은 방법은 참여회사간의 자존심을 건드려 경쟁의식을 고취시켜서 연구개발추진에 박차를 가하자는 의도였다.

공동연구에 대한 정부의 투자지분을 회수하기 위하여 총괄기관과 기업측은 연구결과의 실시계약을 체결하였다. 기업측에 모든 소유권 및 특허권이 있음에도 불구하고 기술료를 내야 하는 모순이 될 수도 있으나, 기업측이 정부투자 지분을 상환하는 것에 대해서는 이의가 없었다.

5. 공동R&D 과정의 특징과 성과

당시 4M D램 공동연구의 과정은 한국 연구개발사에서 가장 큰 규모의 산. 학. 연 공동연구였다는 것이 특징이었다. 당시 ETRI가 주도해 온 전전자교환기(TDX)공동개발 과제와 행정전산망용 주전산기 공동개발과제와는 여러 면에서 다른 점이 있었다.

TDX는 ETRI에서 완전하게 개발한 결과를 기업체들에게 기술이전하여 기업이 상업화한 것이었다. 행정전산망용 주전산기는 참여기업체에서 약 80여명의 연구원들이

<표 15> 4MD램의 공동연구 개발비 지급방법

분야	연구비 지급 방법			평가시기
	1차년도	2차년도	3차년도	
제품 기술	· 3사 균등지급	· 1차 및 2차 평가시까지 소요 연구비 3사 균등지급 · 1차 및 2차평가후 1위사에 2,3위사 소요연구비 지급분율 포함하여 9억원 추가지급	· 3차평가시점('88.9.30)까지 소요연구비 3사 균등지급 · '88.9.30까지 WD미제출시 사업수행 여부 소관위원회에서 결정 · 3차평가 및 4차평가후 연구비 차등지급(1위사에 2,3위사 소요연구비 지급분율 포함하여 6억원씩 12억원 추가지급) · 평가에 관한 세부사항은 평가위원회에서 심의	· 1차 평가시기: PG Tape완성 시 · 2차 평가시기: WD 완성시 · 3차 평가시기: 실용시제품(수율 7%)완성시 · 4차 평가시기: 양산제품(수율 20%) 완성시
개별 공정 기술	· 1차 평가시까지 기간소요연구비 60% 3사 균등지급 · 1차 평가후 1위, 2위: 기간 소요액의 75%지급 3위: 60%지급	· 2차 평가후 과제별3위사에 대해 연구비 지급중단 · 1,2위사에 대해 과제별 소요연구비 3사 균등지급	· 2차년도 연구 개발추진 실적을 감안하여 참여사별/과제별 규모 및 소요연구비 산정 · 과제별 수행참여사에 소요연구비 균등 지급	· 1차 평가시기: '87.1월말 시점 · 2차 평가시기: '87.5월말 시점 · 2차 평가이후: 실적확인 및 실사
협동 기술	· 3사 균등지급	· 3사 균등지급	· 3사 균등지급	· 실적확인 및 실사

자료 : 과학기술처, “초고집적반도체기술 공동개발(3차년도)”(1989).

<표 16> 4MD램의 공동R&D 사업성과

<p>□ 사업명 : 초고집적 반도체 기반기술개발사업</p> <p>□ 사업개요</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 목표 : 설계, 공정, 조립, 검사 등 반도체생산과 관련된 기본기술개발 및 0.8μm 선폭의 4M DRAM 개발 ○ 총 사업기간 : '86. 10. ~ '89. 3. (2년 6개월) ○ 총 연구비 : 총 873억원 (정부 : 579억원, 민간 : 294억원) ○ 주관부처 : 과학기술부 ○ 개발기관 <ul style="list-style-type: none"> - 총괄주관기관 : ETRI - 참여연구기관 : 삼성, LG, 현대 등 <p>□ 주요 사업내용 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 제품기술 <ul style="list-style-type: none"> - 4M D램급이상 설계기술개발 능력 확보 - 4M D램급이상 공정기술개발능력 확보 - 0.8μm 소자 및 최적화 기술 확보 ○ 개별공정기술 <ul style="list-style-type: none"> - Metal, Poly, Polycide Layer상에서 해상도 0.8μm, 균일도 10% 이하 및 overlay 0.15μm 확보 - Diffusion pitch 1.7μm 확보 - 고신뢰 ONO 박막기술 확보 - 폴리사이드, 컨택저항, DLM 기술 확보 - 트랜치식각, 절연막도포 refill, 평탄화 및 신뢰성 기술 확보 ○ 협동기술 <ul style="list-style-type: none"> - PSG 및 PE nitride 보호막 최적화 - 패키지 포장능력 확보 <p>□ 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 반도체 제품의 세계시장 점유율 제고 및 국제수진 개선 ○ 미래 정보화사회구현을 위한 핵심기술 조기 확보 및 16M D램급 이상 차세대 반도체기술개발의 교두보 역할 ○ 초고집적 custom VLSI 등 관련기술 분야에 활용됨
--

자료 : 산업연구원, “반도체산업의 경기변동에 따른 정부의 연구개발 정책연구”(2004).

<표 17> 4MD램의 공동기술개발 달성현황

구분	개발 내용	비고
1차년도	0.8 μ m 4M DRAM 설계 1차 시안 완료	'87. 5. 31
2차년도	0.8 μ m 4M DRAM P.G tape 제작 완료	'87. 7. 31
3차년도	0.8 μ m 4M DRAM 실험 시제품 (working Die)개발	'88. 2. 28
	0.8 μ m 4M DRAM 시제품(수율7%)개발	'88. 10. 14
	0.8 μ m 4M DRAM 양산시제품(수율20%)개발	'89. 2. 28

자료 : 과학기술처, “초고집적반도체기술 공동개발(3차년도)”(1989).

<표 18> 4MD램의 공동기술개발 사업추진 일지

일정	주요 추진 내용
'85.10	°첨단반도체기술 공동개발추진에 관한 협의 (반도체업계 제안) - 금성, 대우, 현대, 아남, 삼성, 한국전자통신연구소
'86.11.12	°Submicron급 반도체기술 공동개발계획(안)작성 - 금성, 삼성, 현대, 한국전자통신연구소
'86.8	° “4M DRAM 공동개발사업” 기본계획수립
'86.8.22	° “4M DRAM 공동개발사업” 대통령 재가
'86.8.25	°과학기술처에서 “4M DRAM 공동개발사업” 확정통보
'86.10.1	° “4M DRAM 공동개발사업” 1차년도 특정연구개발사업 협약체결 - 과학기술처와 한국전자통신연구소 간
'86.11.8	° “4M DRAM 공동개발사업” 연구소/참여기업간 기본협약체결 - 연구소와 연구조합간, 연구소와 참여반도체 3사간
'87.5.23	° “4M DRAM 공동개발사업” 2차년도 특정연구개발사업 협약체결 - 과학기술처와 한국전자통신연구소 간
'87.5.31	°0.8 μ m 4M DRAM 설계 1차시안 완료
'87.7.31	°0.8 μ m 4M DRAM Pattern Generator Tape 제작완료
'87.8.28	° “4M DRAM 공동개발사업” 1차년도 연구개발평가회의 개최 - 과학기술처 주관
'88.2.28	°0.8 μ m 4M DRAM 실험시제품(Working Die)개발
'88.5.31	° “4M DRAM 공동개발사업” 3차년도 특정연구개발사업 협약체결 - 과학기술처와 한국전자통신연구소 간
'88.9.1	° “4M DRAM 공동개발사업” 1차년도 연구개발평가회의 개최 - 과학기술처 주관
'88.10.14	°0.8 μ m 4M DRAM 시제품(수율 7%)개발
'89.2.28	°0.8 μ m 4M DRAM 양산시제품(수율 20%)개발완료
'89.6.14	° “4M DRAM 공동개발사업” 3차년도 연구개발평가회의 개최 - 과학기술처 주관

자료 : 과학기술처, “초고집적반도체기술 공동개발(3차년도)”(1989).

ETRI에 파견되고, 연구소의 약 100여명이 참여하여 총 13개팀으로 나누어 완전한 공동연구를 진행하였다.

4M D램 공동연구는 직접적인 연구를 수행한 기업, 연구개발 지원, 기초연구 및 연구평가를 맡은 ETRI, 기초연구를 맡은 학계의 공동연구에 의해서 4M D램 개발이 성공적으로 완료되었다.

ETRI에서는 공통기반기술에 연구를 집중하여 기업에

서 감당하기 어려운 분야를 연구하였고, 특허권 등의 연구성과 관리 및 연구과정의 총괄관리를 담당하면서 시험, 검증, 평가 등의 과제를 수행하여 공통기반기술을 확보하였다. 실제로 기업에서는 그동안 외국의 기술을 모방하는 단계에서 자체기술개발로 급속히 이행됨에 따라 필요한 기반기술의 애로사항이 많이 나타나게 되었으며, 이러한 분야를 연구소에서 지원하였다.

4M D램의 기술개발 목표는 1989년 2월말에 달성하였다. 4M D램의 주요기술개발 목표달성 추이는 1차년도 말에 설계 1차시안을 완료하고, 2차년도에 PG tape 제작 및 working die를 개발하였으며, 3차년도에는 최종목표인 수율 20%를 달성하였다.

그리고 4M D램 공동R&D사업은 반도체 자체가 복합적이고 다양한 분야를 종합적으로 연계시켜 하나의 목표를 향해 이끌어가야하는 대형R&D사업이었다. 더욱이 기술개발 목표자체가 고집적화에 따른 연속적 기술혁신으로 움직이고 있어, 기술 추적이 지속적으로 이루어져야했고 국내의 기술환경변화에 능동적으로 대처하기 위해 수시로 조정해야만 했다. 따라서 공동개발에서는 기술교류회의 역할이 매우 중요했고 회의성과도 엄청난 결과를 가져오기도 했다.

예를 들어 4M D램 개발당시 소자를 집적해가는 기술방식이 선진국에서 Trench방식과 Stack방식이 있었으며, 국내 4M D램 개발사업에서는 기술선택에 합의를 보지못해 결국 반도체 3사(삼성, 금성, 현대)는 독자적인 판단하에 기술을 선택하고 추진기로 했다. 4M D램 생산성에 있어서 Trench방식이 Stack방식에 비하여 떨어지자 Trench방식을 선택했던 2개 참여사는 연구사업 최종연도에 가서 Trench방식을 Stack방식으로 전환하였다. 이러한 기술방식을 전환함에 있어 시간의 손실을 거의 보지 않는 것은 상대기업의 Stack방식 진행사항을 기술교류회 등을 통해 파악할 수 있어서 적절히 대처할 수 있었기 때문이다. 이것은 기술개발에 대한 공동연구사업의 긍정적인 효과라고 할 수 있다.

하지만 이러한 공동R&D에도 불구하고 4M D램의 기술 완성도를 높이기에는 매우 어려웠다. 국내 업체는 우선 4M D램 기술을 보유하고 있는 선진국의 기업 혹은 연구기관을 인수하거나, 동 기관으로부터 기술확보 방안을 추진하였으나, 쉽게 기술을 이전해주지 않았다.

차선책으로 4M D램에 대한 해외 기술전문가를 직접채용하는 방안이었다. 그 당시 미국 반도체 경기는 불황이었기 때문에 우리 기업들은 우수하고 젊은 미국의 반도체 기술 전문가들을 비교적 쉽게 채용할 수 있었다. 그래서 우리 기업들은 그들을 통하여 4M D램의 핵심기술을 확보할 수 있었다.

삼성전자는 이러한 피나는 노력과 기술력을 바탕으로 사업종료 1개월 전인 1988년 2월 드디어 4M D램 개발에 성공하였다. 삼성과 현대는 웨이퍼기판을 커패시터의 스토리지 플레이트(storage plate)로 사용하는 트렌치 셀을 개발했고, 금성은 스택 셀을 개발하였다. 1988년 2월 삼성전자의 4M D램 개발은 미국 및 일본에 비해 6개월 정도밖에 뒤지지 않은 훌륭한 쾌거였다.

이로 인해 한국은 D램 분야에서 명실상부한 선진국 수준의 기술력을 확보함과 동시에 16/64M D램을 자력으로 개발할 수 있는 토대를 마련하게 되었다. 이러한 성공으로 삼성은 1988년 10월 4M D램 양산공장 건설을 착수하여 1989년말에 공장을 준공하고 4MD램 양산을 시작했다.

그리고 4M D램 기술개발은 국가주도하에 다수의 산업계, 학계 및 연구기관이 장기간동안 다양한 기술분야에 연구하여 소기의 목적을 달성하였지만, 상당한 어려움도 있었다. 특히 각 참여기관이 지역적으로 분산되어 있고 서로 경쟁관계에 있었고, 산학연 공동개발의 수행 경험이 없어 효과적인 기술개발관리, 사업진도관리, 연구인력 관리 및 연구비 사용관리에 어려움이 있었다.

하지만 이런 기회를 통해 공동개발 수행체계, 기술관리 및 연구수행관리 방법론을 정립하였으며, 이를 바탕으로 계속되는 대형 장기프로젝트 수행에 크게 활용되었다.

6. 4M D램의 공동R&D에 대한 평가

1986년부터 시작된 국내 업계의 D램기술 공동개발은 기업들의 경쟁력 향상에 크게 기여한 것으로 평가할 수 있다. 특히 D램은 제품 특성상 차세대 기술진화 방향을 사전에 예측할 수 있기 때문에, 단계적 접근이 유효했고 다음 단계의 기술개발 방법을 미리 수립할 수 있었다. 또한 기업들은 R&D단계마다 R&D 성과가 성공적으로 추진되어 다음 단계로 나아가는데, 경영진의 자신감이 강하게 작용했다.

4M D램의 공동 개발전략은 산학연의 R&D능력을 결집시켰고, 자립적 기술능력을 갖추는데 기여했으며, 또한 수출증대를 통해 기업의 경영실적 및 성장 확대에 지대한 영향을 끼쳤다. 특히 업계는 선택과 집중을 통해 격심한 경쟁 환경을 극복했다. 즉 반도체 3사에게만 한정된 D램을 선택하고, 기술개발에 집중하기 위해 막대한 연구비를 투자했다.

공동R&D 방식에서도 기업간 경쟁체제 도입에 입각하여 동기유발 형태로 진행되었다. 정부는 재정적, 금융적 지원으로 기업간의 경쟁 심리를 자극하는 전략을 추진했다. 즉 선두기업인 삼성에게는 선행적 개발 지위에 비례하여 더 많은 지원을 부여하는 대신에, 삼성의 기술성과를 다른 기업에게로 확산시킴으로써 반도체 3사 전체의 기술능력을 향상시키는 전략을 추진했다.

당시 국내 대기업들의 경쟁특성은 개별기업차원이 아니라 그룹차원에서 경쟁한다는 점이다. 삼성, 금성, 현대의 반도체 3사는 모두 국내 재벌 최상위권에 속하는 기업들이기 때문에, 재벌들의 치열한 경쟁이 반도체 개발에서도 예외가 아니었다. 이와 같이 R&D에서는 협력하고 제

조기술에서는 차별한 경쟁을 벌이는 경쟁과 협력을 적절하게 구사했던 것이 오늘날 반도체 강국의 초석이 되었다고 할 수 있다.

하지만 치열한 경쟁체제 도입은 오히려 기업간의 기술개발 능력 차이를 심화시키는 요인이 되기도 하고, 업계의 공동개발에도 한계가 보이기 시작했다. 정부는 공동개발 사업에서 경쟁 촉진자로서 역할을 해왔지만, 업계의 메모리 기술이 상당히 높은 수준에 돌입하게 됨으로써, 기업들의 동조를 끌어낼 수 있는 효과적인 수단이 사라지게 되었다.

그리고 당초부터 R&D 컨소시엄 형성은 산업계, 학계, 국책연구기관 등의 각각 특성을 살린 산학연 공동개발체제 구축이었다. 그러나 아쉽게도 국내는 반도체기술을 대표할만한 전문연구소가 없다. 또한 공동개발 프로그램이 특정분야의 선택과 집중이 이루어지지 않고, 다양하게 혜택을 베푸는 식으로 과제를 선정하기 때문에 새로운 신제품 개발 중심이라기보다, 기존제품의 개량으로 이어지는 경우도 종종 발생한다. 이러한 문제는 정부정책이 산업의 기초기반이 되는 원천기술 분야의 지원정책보다 당장 산업화를 위한 경쟁분야의 기술개발 정책에 초점이 맞추어져 있기 때문이다.

결론적으로 국내 반도체산업은 그동안 축적된 R&D를 통해 추격자에서 선발자로 바뀔에 따라 정책적 대응전략도 대전환이 필요하다. 원천기술과 장비재료를 포함한 주

변기술이 뒷받침될 수 있는 정책이 수반되어야 할 것이다. 이를 통해 국내 반도체기업들은 신속한 의사결정과 과감한 R&D투자로 세계 반도체 기술을 지속적으로 선도할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 강진구, “삼성전자 신화와 그 비결”(1996).
2. 경제기획원 외, “초고집적 반도체기술 공동개발”(1986.8).
3. 과학기술처, “초고집적반도체기술 공동개발(1차년도)”(1987).
4. 과학기술처, “초고집적반도체기술 공동개발(3차년도)”(1989).
5. 산업연구원, “반도체산업의 경기변동에 따른 정부의 연구개발 정책연구”(2004).
6. 삼성전자, “삼성전자 40년 | 도전과 창조의 역사”(2010).
7. 삼성전자, “삼성전자 40년 | 도전과 창조의 유산”(2010).
8. 상공부, “초고집적반도체기술공동개발(안)”(1985).
9. 이건희, “이건희에세이 생각 좀 하며 세상을 보자”(1997).
10. 한국전자공업진흥회, “전자-전기공업통계”(1987).
11. 한국전자공업진흥회, “전자공업 30년사”(1989).