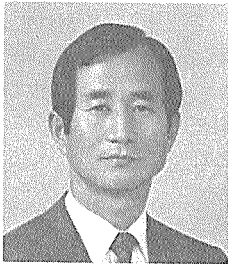


半導体 産業의 基盤構築을 위한 提言



柳 遠 榮
韓國電子(株) 會長

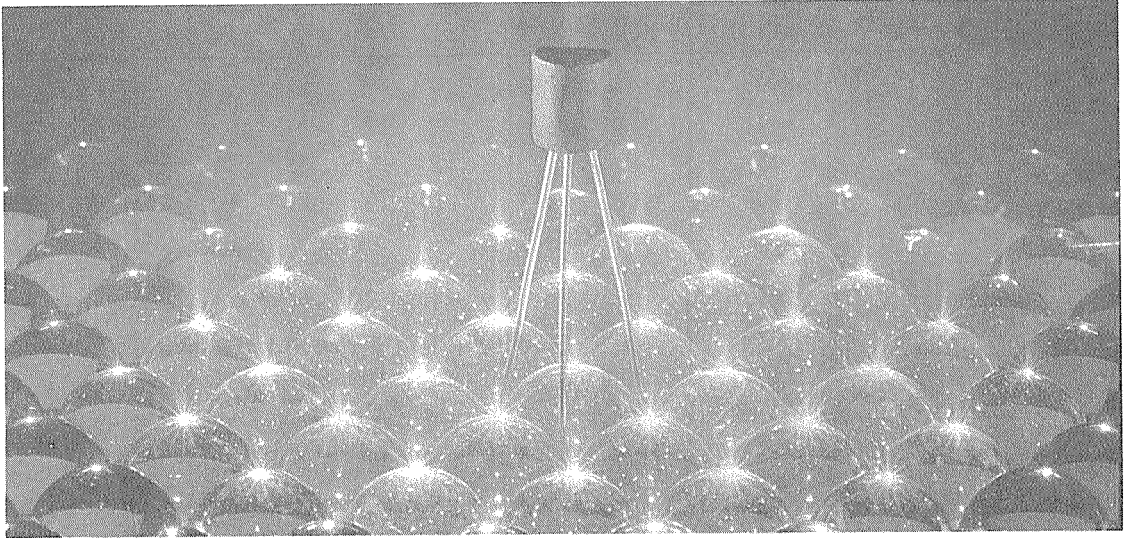
1960년대 후반에
단순조립 과정으로
출발한 국내 반도체 산업은
현재 1MDRAM 개발 등 외적
성장은 괄목할 만하지만 기술도입에
의존한 설계기술, 자체기술이 전무하다시피한
소재 및 설비 부문은 아직까지도
美·일에 의존하고 있어서
이의 국책전략 산업으로의
육성책이 시급하다.

I. 서론

오늘날을 과학기술 혁명시대라고 할 수 있다. 이는 1948년에 트랜지스터를 개발하면서부터 태동한 반도체 산업의 영향이라고 볼 수 있다. 반도체 산업은 40여년 동안 짧은 역사에도 불구하고 반도체산업 자체의 발전은 말할 필요도 없이 전자공업, 통신공업, 우주항공산업, 화학공업, 정보산업, 군사무기에 이르기까지 비약적인 발전을 가져왔고, 과학적 이론들을 현실화 시켰으며, 방대한 정보를 신속하게 처리해 줄 수 있는 기능에 의하여 결국에는 산업사회를 정보화 사회로, 세계를 지구촌화한 주역으로서 미래에도 인간에게 무한한 가능성을 실현시켜 줄 수 있는 첨단산업이다. 이러한 반도체 산업은 트랜지스터를 개발한 후 IC, LSI 시대를 거쳐 면적 1cm²의 수십만개 素子를 集積할 수 있는 VLSI(Very Large Scale Integration) 또는 1cm²의 면적에 백만개 이상의 素子를 集積할 수 있는 ULSI(Ultra Large Scale Integration)로 발전하기에 이르렀다. 이와 같은 반도체 산업의 발전수준은 그 나라의 경제적 과학기술수준 평가의 바로미터라고 할 수 있을 정도로 중요한 위치를 굳히고 있고, 이를 인식한 많은 국가들이 반도체기술 先占에 경쟁을 벌이고 있는 현실이다.

우리나라에서의 반도체 산업은 민간기업에 의하여 1960년대 후반에 단순한 조립과정으로 출발하여 20여년 동안에 외적으로는 1M DRAM 개발이라는 괄목할 만한 발전을 가져왔다고 볼 수 있으나 설계기술은 기술도입에 의존해 왔으며 또한 소재산업, 설비산업까지도 自体技術은 全無한 상태로 美國과 日本에 의존하고 있는 현실이다.

반도체 산업은 세계수요가 연평균 15% 이상 성장이 예상되고, 우리나라에서는 25% 이상의



장기적으로 국가발전의 성패가 달려있어 국내의 반도체산업은 균형적 기반조성이 이루어져야 한다.

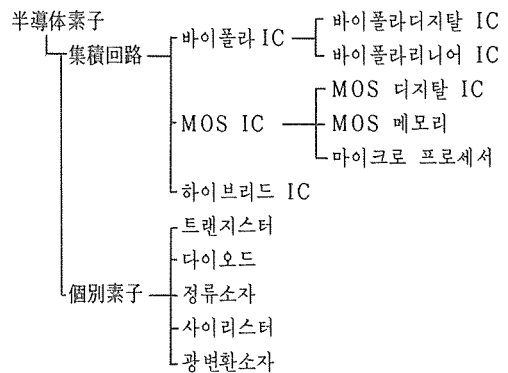
고도성장산업이라는 점과 반도체 산업의 발전이 야말로 모든 과학문명을 꽃 피울 수 있는 초석이라고 본다. 本稿에서는 현재 우리나라 반도체 산업의 기술적 위치를 조명해보고 반도체 산업의 기반조성을 위한 방안을 생각해 보고자 한다.

II. 반도체 산업의 정의와 특성

1. 반도체 산업의 정의

반도체란 전기가 잘 통하는 도체와 전기가 거의 통하지 않는 부도체(또는 절연체)의 중간에 존재하는 물질로서 주위 여건의 변화에 따라 전기가 통하기도 하고 통하지 않기도 한다. 이러한 물질에는 실리콘, 게르마늄, 세렌 등과 혼합물 반도체로서 유화 카드뮴이나 갈륨비소 등이 있다. 이와 같은 물질을 이용하여 만든 부품을 반도체 소자라고 하며 이들 반도체 소자는 表 1에 나타난 것과 같이 個別素子와 集積回路(IC: Integrated Circuit)로 크게 분류할 수 있는데 個別素子로는 트랜지스터(transistor), 다이오드(diode), 整流素子, 光變換素子, 서미스터(thermistor), 바리스터(Varistor) 등이 있다. 集積回路는 2개 또는 그 이상의 回路素子를 함께 기관내에 集積해 놓은 복합회로소자로서 구조에 따라 바이폴라(bipolar)IC와 MOS(Metal Oxide Semiconductor)IC로 분류된다.

表 1. 반도체 소자의 종류



반도체 산업이라고 하면 메모리에 지나친 편중인식으로 메모리로 誤認하거나 또는 메모리를 할 수 있기 때문에 모든 반도체부품을 모두 국내에서 생산하고 있는 것으로 잘못 인식하는 경우가 있는데 表 2에서 1987년 국내 반도체공급 및 수요분포를 보면 직접수출분을 제외하면 국내 반도체 수요의 80%는 수입에 의존하고 국내 생산으로 국내수요에 공급분은 20%에 불과하다. 따라서 국내 반도체 산업에서 생산하여 공급할 수 있는 능력은 일부분에 불과하다는 것을 알 수 있다.

국내 반도체업체가 연구개발에 역점을 두어야 할 분야는 個別素子로는 고주파소자, 하이볼소

表 2. 1987년 국내 반도체 공급 및 수요분포

(단위 : 백만枚)

구분	총수요(수출분제외)	국내생산(수출분제외)	수입	
반도체계	1,460	292(20%)	1,168(80%)	
I C	1,140	213(18.7%)	927(81.3%)	
개별 반도 체	TR	51(44.7%)	63(55.3%)	
	Diode	71	15(21.1%)	56(78.9%)
	기타	135	13(9.6%)	122(90.4%)
	소계	320	79(24.7%)	241(75.3%)

資料 : 電子工業振興會 電子電氣製品輸入 및 電子電氣工業統計 87年 輸入分中 기타素子は 1~9月 까지를 참조하여 年間 추정함.

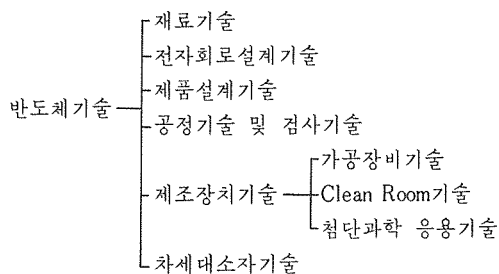
자, 스위칭 소자, 특수소자 등이며, 集積回路에서는 ASIC, 마이크로 프로세서, 고집적 리니어IC 등이며, 次世代 素子技術로서 光素子 및 集積回路, 感知素子, 화합물 특수소자 등이다.

2. 반도체 산업의 특징

1) 반도체 산업은 기술집약산업이다.

반도체 산업은 두뇌집약적 산업으로서 전자, 재료, 화공, 정밀기계, 컴퓨터 등의 모든 분야에서 종합기술이 요망되고 반도체 제품이 형성되기까지 필요한 自体技術은 表 3에 나타낸 바와 같이 재료기술, 전자회로설계기술, 제품설계기술, 공정기술 및 검사기술, 제조장치기술이 수반되어야 하며, 반도체 산업과 전자공업 발전에 새로이 부각되는 기술로는 차세대 소자기술, 신소재 기술 등이다.

表 3. 반도체기술

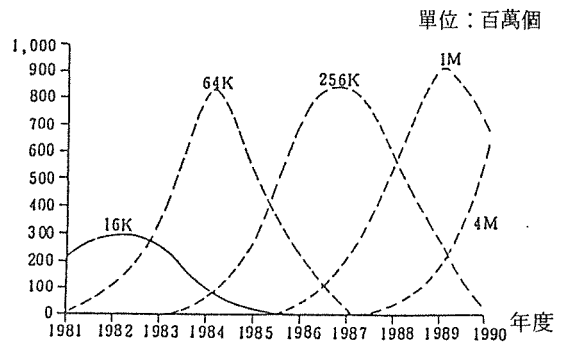


2) 반도체 산업은 장치산업으로서 막대한 설비투자가 수반된다.

반도체 산업의 공정이 복잡하고, 전자, 화학,

물리 등을 활용하는 복합산업이며, 제품의 고급화와 집적도가 향상됨에 따라 장비의 고급화와 거대화가 필연적이기 때문이다. 또한 Clean Room도 제품의 수율과 직접관계가 있으며 최근 고집적회로에서는 치명적인 영향을 미치므로 조립공정까지도 Clean Room에서 이루어지고 있다. 따라서 장치의 수준이 반도체 산업의 성패를 좌우한다고 할 수 있다. 반도체 산업의 선두주자인 일본의 경우, 매년 생산액의 35% 이상 설비투자를 해 온 것을 미루어 볼 때 반도체 산업의 고도성장의 영향도 있지만 타산업에 비하여 투자비용이 매우 높다는 것을 알 수 있다.

3) 반도체 산업은 기술혁신 속도가 매우 빠르며 제품의 라이프 사이클이 매우 짧다. 예컨대 VLSI급 메모리의 경우 개발된지 4년만에 쇠퇴기에 접어들고 있다. 다시 말해서 개발완성과 동시에 양산체제를 갖추고 4년 이내에 이익을 확보해야 한다는 것이다. 이같은 추세는 더욱 가속화되고 있다. (圖 1 参照)



資料 : ICE, Status, 1986. p. 147.

圖 1. DRAM의 世界的인 生産推移

4) 반도체 산업은 量産体制의 早期確保가 매우 중요한 産業이다. 앞에서 기술적 혁신속도와 라이프 사이클에서도 볼 수 있듯이 高成長産業이며 초기에 부가가치가 매우 높은 점, 또한 장치산업으로서 양산체제의 확보는 규모의 경제에 의한 코스트 다운이 크다는 점이다. 그 예로 생산량이 2배가 되면 28%의 코스트 다운이 가능하다는 결과도 나와 있듯이 기술의 선점과 양

산체제의 조기확립이야말로 경쟁에서 우위를 얻을 수 있는 중요한 사항이다.

Ⅲ. 国内 半導体 産業의 技術 現況

国内 半導体 産業의 組立技術은 20여년의 역사를 가지고 있기 때문에 상당한 수준에 도달했다고 할 수 있다. 그러나 웨이퍼 가공기술은 70年代末에 그 중요성이 인식되어 기술도입이 시작되었으며 80年代에 들어서 막대한 투자를 했으나 반도체 산업의 전반적 인식부족과 체계적인 미흡으로 기초부문인 소재산업과 설비부문은 거의 미국과 일본에 의존하는 형편이고, 전문인력 부족으로 설계기술면에서도 초보단계 또는 모방단계를 벗어나지 못하고 있는 현실이다.

반도체 산업은 국가산업 발전과 全般的인 産業에 富를 創出할 수 있는 礎石이라고 볼 때, 반도체 산업에 대한 중요성을 재인식하여 조립 또는 가공기술만이 아닌 설계기술, 소재기술, 장비기술 나아가서는 次世代的 素子 및 素材分野까지도 체계적 연구와 육성정책이 수반되어야

겠고, 반도체 산업의 올바른 발전을 위하여는 메모리 편중보다는 個別素子에서도 취약부문인 고주파소자, 하이볼소자, 스위칭소자, 화합물 반도체소자, 특수소자 등에도 균형있는 육성정책이 수반되어야겠다.

1. 素材技術

반도체 산업은 素材産業의 연속이라고 할 수 있다. 연속된 素材가 이용되어 附加價值와 복합기술이 꽃 피울 수 있는 시스템적 산업인데 일부분에 전력투구는 반도체 산업이 가져올 수 있는 이점을 충분히 살릴 수 없으므로 포괄적 균형적으로 육성되어야만 꽃을 피울 수 있다고 본다. 기초소재분야에도 고도의 기술축적이 필요한 분야이고 투자비용이 많은 장치산업이라고 할 수 있다. 국내 반도체용 기초소재산업은 85년까지만 하여도 全無한 상태로 日本에 크게 의존하여 왔다. 그러나 그 이후 일본의 엔고 영향으로 原価上昇이 극심해지자 일부는 美国 또는 기타 지역으로 輸入先轉換과 동시에 国産化 필요성이 인식되어 국내 기업들이 소재산업에 참여하기 시작하여 진행중이나 아직은 일부분에

表 4. 国内 半導体 素材産業 現況

소재산업내용	참여업체명	가 공 공 정	개 발 분 야
웨이퍼	력 키 소 재 코 실	단결정성장~경면가공 경면가공	실리콘 정제공정
본딩와이어	미 경 사 헤 라 우 스 오 리 엔 탈 하 이 텍	조립용 본딩 와이어, 증착용 금속 조립용 본딩 와이어	합금용 와이어
리드프레임	풍 산 금 속 삼 성 향 공 태 석 정 밀 금 성 통 신	동판가공~리드프레임 가공 리드 프레임 가공	리드 프레임 소재 다양화
화공약품	동 양 화 학	웨이퍼 가공용 화공약품	시약 및 초순도화공약품
G A S	대한특수가스 유니온가스 한국가스	GAS 원료 구입 ~ 혼합가스 제조	GAS 원료 제조
몰딩컴파운드	력 키 소 재 고 려 화 학 동 양 화 학 동 진 화 성	분말수입 ~ 혼합해서 Tablet가공	분말제조

한정되는 상황이고, 부분공정도입에 불과하며, 대부분은 수입에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 기초소재산업 육성정책도 병행되어야 할 것이다. 현재 국내 반도체용 소재산업 현황을 요약하면 表 4 와 같다.

이들 업체는 참여기간이 짧은 관계로 기술이나 품질 면에서 취약하지만 소재산업의 육성이야말로 반도체 산업이 성장할 수 있다는 점을 인식하여 정부의 육성정책과 사용자의 기술적 지원이 따라야 한다고 본다.

2. 設計技術

국내 반도체 회로의 설계기술의 수준은 외국에서 도입된 기술을 모방하거나 보완하고 있는 단계이다. 메모리 IC의 경우 단순한 메모리 표준셀 등을 반복하여 사용하므로써 비교적 용이하게 설계하고 있으나 최근 지적소유권 관계로 문제가 되고 있으며, ASIC, 마이크로 프로세서의 경우는 自体設計가 불가능하다. 또한 개별소자도 스위칭, 고주파, 하이볼 등은 설계기술에 한계점이 있고, 전자회로설계도 자체개발은 어려운 현실이다. 이와 같은 국내 반도체의 설계기술이 낙후된 이유는 ① 설계부문에 연구가 부족했고, ② 전문인력양성이 부족했으며, ③ 반도체 설계에 필요한 설비의 부족을 들 수 있다.

3. 웨이퍼 가공기술

웨이퍼 가공기술의 국내수준은 최근 3~4년 동안에 급성장하였으며 기술수준도 어느 정도 정상단계에 이르렀다고 볼 수 있다. 웨이퍼 가공의 중요기술은 리소그래피 기술, 에칭기술, 薄膜技術, 擴散技術 등이다. 리소그래피 技術은 사용하는 장비에 의해 기술수준이 결정되고, 에칭 技術은 웨이퍼 가공 공정에서 성패를 좌우할 정도로 중요한 공정이다. 에칭방법은 웨트 에칭(Wet etching)과 드라이 에칭(Dry etching)방식이 있는데 集積度가 낮은 素子는 웨트 에칭 방식으로 가능하나 集積度가 높아질수록 드라이 에칭 방식이 불가피하며 드라이 에칭은 장비에 의해 기술수준이 결정된다. 확산기술은 장비와 더불어 공정기술 확보가 중요시된다. 그리고

웨이퍼가공 공정에서 중요시되는 것은 초순수와 크린 룸의 상태이다. 그러므로 웨이퍼 가공 공정은 가공기술도 중요시되지만 장비의 수준, 자동화 정도, 초순수, 고순도가스, 고순도 약품 등과 크린 룸의 상태에 따라 수율과 생산성이 좌우된다고 할 수 있다.

4. 組立技術

반도체 산업의 조립기술은 도입한지 20여년 역사를 가지고 있기 때문에 상당한 기술수준을 가지고 있으나, 장비측면에서 낙후되어 있고, 생산성 측면에서 일본과는 차이가 많으므로 생산장비의 자동화와 재료의 국산화, 자동설비 운영기능, 인력양성도 중요한 과제라고 볼 수 있다.

5. 마스크 製作技術

국내 마스크 제작기술은 전자기술연구소에서 집적도가 낮은 오디오, 비디오용 리니어IC, 논리소자 및 개발소자용 마스크를 제작하고 있으나 아직은 集積度가 높고, 정밀도가 높게 요구되는 미세한 VLSI급 마스크 제작은 불가능한 실정이다.

6. 장비기술

반도체 산업은 장치산업이다. 일부 국내업체들이 장비개발에 참여하고는 있지만 대부분의 장비를 일본이나 미국에 의존하고 있는 상황이므로 반도체산업 발전에 큰 저해요인이다. 반도체 산업은 기술혁신 속도가 빠르고 제품의 라이프 사이클이 짧아서 기술혁신에 따른 장비의 개발도 병행되어야 하는데 장비의 대부분을 일본 및 미국에 의존하는 형편이며, 특히 일본에 크게 의존하므로 매일 무역역조의 원인이 되고 있으며 신제품 개발에도 장비의 취약성 때문에 기술의 선취 및 양산체제의 선두자리를 얻을 수가 없다. 일본의 경우 16MD램, 64MD램의 개발착수와 동시에 장비개발도 동시에 참여시키고 있어 제품개발과 동시에 量産體制로 임할 수 있을 것으로 보인다. 국내의 경우 제품개발이 완료되었다 하더라도 장비도입의 지연으로 항상 시

장의 쇠퇴기에 이르러서야 양상이 이루어지는 취약점 때문에 투자의 효율이 떨어진다. 따라서 반도체산업 육성에 장비육성 정책도 병행되어야 한다고 본다.

IV. 반도체 산업의 기반조성 방안

반도체 산업은 모든 산업에 파급효과가 클 뿐만 아니라 복합기술축적을 할 수 있는 두뇌집약 산업이며 高附加價值를 創出할 수 있는 산업이기 때문에 자원이 빈약한 우리나라에서 가장 적합한 산업이라고 볼 수 있다. 이와 같은 중요도에 비하여 정부의 정책적 배려가 미약하여 기반 조성에는 문제점이 산재되어 있으며 기업간에도 중복투자가 이루어짐으로 해서 투자의 효율성도 떨어지며, 고급두뇌의 부족으로 발전의 저해요인이 상당히 존재하고 있다. 이러한 점에서 다음 몇가지 반도체 산업의 기반조성 방안을 제시하고자 한다.

1) 국가정책적 차원에서 전문인력 양성지원

현재 매년 각 대학에서 인력이 많이 배출되고는 있지만 충분한 연구설비 및 실험설비 부족으로 기술인력 양성이 되어 있지 않은 관계로 기업 자체에서 훈련 또는 해외연수를 통하여 인력 양성을 해야하는 실정이다. 그러나 기업 자체의 양성은 체계적으로 육성하지 못하고, 특정 기업이 양성한 인력은 스카우트로 많은 문제점이 있으므로 국가정책적 차원에서 충분히 양성지원을 해야한다고 본다. 따라서 정부는 KAIST나 ETRI와 같은 전문연구기관에 인력양성의 확대와 동시에 각 대학에도 동분야에 연구설비 및 실험설비의 지원으로 전문인력 양성의 활성화를 기하여 국내기술력으로 첨단소자를 개발할 수 있는 수준까지 올리도록 해야한다.

2) 정부, 산업계, 학계간의 연계시스템 구축으로 공동연구 강화

최근 반도체 칩에 대한 지적소유권 문제로 막대한 로열티 지급문제가 대두되고 있다. 이러한 문제는 더욱 심화될 것으로 보이기 때문에 국내 독자적인 개발품 없이는 어렵게 되어가고 있다. 현재 공동연구과제로 4M DRAM 개발을 추진

중에 있으나, 個別素子 부문과 마이크로 프로세서 부문도 개발의 여지가 많으므로 지원범위를 확대해야 하고, 지적소유권 문제를 피하기 위하여 모든 개발을 기업이 해 나가는 데는 한계점이 있으므로 공동연구과제로서 정부의 지원정책도 병행되어야 한다고 본다.

3) 주변산업 육성이 병행되어야 한다.

반도체 산업은 장치산업으로서 기술수준이 제조장비에 크게 좌우된다. 특히 서브미크론 時代는 장비기술이 수반되어야 하고, 웨이퍼 가공에서 조립에 이르기까지 설비의 자동화와 제조공정의 환경이 생산성 및 품질을 좌우한다. 현재는 장비를 선진국에 의존하므로 막대한 투자비 때문에 기술력 향상이 저해되고 있다. 또한 반도체 장비의 시장성을 감안하여 불때 장비개발이 반도체산업 발전에 크게 기여할 것이다.

반도체 산업은 소재분야도 超純度의 화공약품, 초순도의 금속재료가 사용되는데 현재 일부 유치한 단계에 있는 국산소재가 있기는 하지만 이것마저도 국내 수요의 6~7%에 불과하며, 일괄 공정에 의한 것이 아니고 부분공정에 지나지 않는 실정이다. 반도체 산업은 소재 산업이고 주변산업의 발전이 수반되어야 꽃을 피울 수 있다고 본다. 따라서 부분 육성 정책보다는 반도체에 관련된 주변산업에 대한 육성과 지원을 병행하여야 한다.

4) 個別半導體와 集積回路의 균형발전이 이루어져야 한다.

集積回路의 육성정책도 바람직하지만 個別素子部門도 국내 기술력으로 개발하지 못하는 분야가 많다. 개별반도체의 기술축적은 집적회로 개발에 초석이 된다는 점을 고려하여야 한다. 국내 기술력으로 해결하지 못하는 고주파, 스위칭, 하이볼 소자 등의 개발을 촉진하는 육성정책도 확대하여야 할 것이다.

5) 과감한 금융 및 세제지원이 있어야 한다.

반도체 산업은 장치산업이므로 투자비용은 막대한데 최근 여신규제 등 제약요인 때문에 투자가 위축되어 반도체산업 발전에 많은 어려움을 주고 있다. 따라서 여신규제는 산업의 특수성이 감안되어야 한다고 본다. 일본의 반도체 산업의

83年 이후의 투자 현황을 보면 설비부문에 매출액 대비 年平均 27% 이상의 투자를 해 왔으며, 연구개발 부문에도 年平均 10% 이상의 투자가 이루어졌다. 이와 같이 막대한 투자 자금을 자기자본 비중이 낮은 국내기업 자체의 힘만으로는 한계점이 있으므로 여신규제를 완화하여 금융지원을 대폭 확대하고, 최근 국제수지 흑자분을 외화대출로 잠재력있는 반도체 산업에 대폭 확대하여 원화 절상의 부담을 경감시켜주고, 투자를 유도하므로써 무역흑자 관리의 효율화도 가져올 것이다. 또한 석유사업 안정 기금의 대출을 대폭 증액하고, 대출범위를 확대하여 설비투자에 집중 지원하므로써 막대한 투자비용을 원활하게 공급하여야 한다고 본다.

금리면에서 表5를 보면 우리나라는 경쟁국에 비하여 금리가 3~7% 높기 때문에 국제경쟁에서 불리한 위치에 놓여 있으므로 금리를 5~6% 정도 낮추어 경쟁력을 갖추도록 해야 할 것이다.

表 5. 경쟁국의 금리비교

한	국	미	국	일	본	서	독	대	만	싱	가	포	르
우	대	금	리	11%	8.5%	3.375%	4.5%	6.25%	6.25~6.88%				

資料 : 조사통계월보 1988년 3月号(1988年 2月基準), 한국은행

반도체 산업은 앞에서도 언급한 바와 같이 장치산업이고 기술집약산업으로서 투자가 따르지 못하면 선진국 수준으로 경쟁력을 향상시킬 수 없으므로 기업으로서는 투자의 효율성을 높여야겠지만 투자촉진정책 지원이 매우 중요하다. 따라서 금융지원 정책과 더불어 세제면에서도 투

자부분에 대하여 일정 기간동안 법인세 감면혜택을 주어 투자에 대한 리스크도 보완해주어 반도체 산업의 발전을 촉진시켜야 할 것이다. 반도체산업의 획기적 발전과 효율적 투자를 유도하기 위하여는 特別法の 制定도 必要하다고 보며 그런 의미에서 1961년에 제정되었던 「석탄개발 임시조치법」과 같이 5年間 法人稅, 營業稅, 소득세를 전면 면제해주므로서 큰 성과를 거두었던 경험을 참고로 하였으면 한다.

V. 결론

반도체 산업은 기술집약산업으로서 기초소재 산업에서 모든 산업에까지 미치는 효과가 크고 광범위한 영역을 가진 산업으로서 반도체 산업의 발전 수준은 국력평가의 바로미터라고 할 수 있다. 따라서 국책전략 산업으로 육성해야 한다고 본다. 그러나 반도체 산업은 個別素子나 복합회로의 어느 쪽도 편중함이 없이 균형있는 육성정책이 따라야 하며, 반도체 산업의 발전을 위하여는 주변산업인 장비산업과 소재산업의 육성정책이 병행되고, 완제품 개발과 연계된 개발 정책이 이루어지도록 포괄적인 육성정책이 수반되어야 한다. 또한 장치산업인 동시에 기술집약산업이기 때문에 막대한 설비투자액과 연구개발비 부담을 기업이 스스로 해결하는 데는 한계점이 있으므로 투자에 대한 금융지원과 세제면에서 과감한 정책적 배려가 있어야 할 것이다. 균형있는 기반 조성이 이루어져야 반도체 산업은 꽃피울 수 있으며 이는 장기적으로 국가 발전의 성패를 좌우할 수 있기 때문인 것이다.

