

半導體 製造裝備의 技術需要 및 市場展望

李 相 燁

(기술 평가 연구실)

I. 머리말

産業의 기름이라 일컫는 半導體 産業은 여타 尖端産業의 견인차 역할을 한다는 중요성 때문에 國家經濟의 戰略産業으로 인식되고 있는바, 先進國들은 이의 育成과 技術開發에 박차를 가하고 있다. 우리 나라에서는 삼성 전자를 선두로 금성 일렉트론, 현대 전자가 여기에 참여하여 64K, 256K 및 1M DRAM에 이어 1988년 4월에는 4M DRAM을 업계 공동으로 개발, 先進國과의 技術 격차를 1년 미만으로 줄이면서, 외형상 미국, 일본에 이어 세계 3위의 半導體 量産國이 되었다. 그러나 半導體 素子を 製造하는 裝備(이하 半導體(製造)裝備라 함)는 거의 외국에 의존하는 형편(國産化率 4%)으로 次世代 半導體 裝備를 무기화하려는 미·일의 움직임에 감안할 때 이의 독자적인 개발 없이는 先進國의 技術從屬化가 우려될 뿐만 아니라 지금까지 줄여 온 技術 격차가 다시 확대될 것으로 전망된다. 이에 따라 본고에서는 半導體 製造裝備에 대한 國內外 市場 및 技術動向을 파악함은 물론 국내 半導體 製造裝備 産業의 문제점을 살펴보았다.

II. 國內의 市場動向 및 展望

가. 세계

半導體 産業은 연평균 10% 이상의 높은 성장을 보이고 있으며, 이에 따라

半導體 設備 投資, 즉 裝備에 대한 投資(설비 투자의 약 75%가 장비 투자임)도 꾸준히 증가하여 '88년에는 그 규모가 매출액의 18.5%에 달하는 93억 달러에 달하고 있다(표1참조). 80년대의 추이를 면밀히 살펴보면 半導體 産業 및 設備는 소위 “실리콘 사이클”(올림픽 해를 정점으로 매 4년마다 호·불황이 주기적으로 반복되는 半導體 産業의 경험적 경기 등락 곡선) 곡선을 그리며 성장함을 알 수 있으며, 그 변동폭은 設備投資쪽이 半導體 産業의 진폭보다 훨씬 크다는 사실을 볼 수 있다. 이는 半導體 産業의 매출과 設備에 대한 投資가 매우 밀접한 관계가 있음을 의미하는 반면에, 半導體 裝備 분야가 변동이 큰 市場 구조를 가지고 있음을 의미한다.

그러나 향후에는 변동의 진폭이 줄어든 곡선을 그리면서 성장할 것으로 예측된다. 즉, 실리콘 사이클의 다음 정점으로 예상되는 '92년에는 810억 달러 매출 규모의 약 22%인 약 175억 달러가 설비에 투자될 것이며, 그 다음해인 '93년에는 850억 달러 매출에 약 170억 달러가, '95년도에는 이보다 약간 증가된 180억 달러가 설비 투자에 사용될 것으로 전망된다. 이같은 지속적·안정적 성장 국면에는 80년대 변동에서 야기된 몇 가지 조짐이 뒷받침하고 있다. 그 요인으로 첫째 '84년의 과잉 투자에 비롯된 미·일 무역 분쟁의 결과로 양국 간에 체

〈표1〉 세계 半導體 매출 및 設備投資 動向

(단위: 백만 달러)

	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	연평균 증가율(%)		
														'83-'88	'88-'92	'92-'95
반도체 매출(A)	19,537	29,087	24,823	29,670	36,498	50,491	55,021	55,431	62,000	81,000	85,000	86,000	91,500	148	125	105
설비투자(B)	4,133	8,838	7,231	5,039	6,136	9,319	10,466	10,377	13,709	17,469	17,000	17,000	17,900	13	173	70
B/A*100(%)	21.1	30.4	29.1	17.0	16.8	18.5	19.0	18.7	22.1	21.6	20.0	19.8	20.0	—		

자료: Dataquest '89. 2. 3; '90년도 이후는 당 연구소의 예측치임.

결된 '반도체 협정', 둘째는 기억 소자의 주공급원인 일본 기업의 설비 투자 전략의 전환, 셋째는 소자의 고집적화에 따른 설비 투자액의 천문학적 증대로 인하여 대규모 투자가 가능한 기업 수 감소 등을 꼽을 수 있다. 한편 매출액 대 설비 투자액비는 대호황이었던 '84, '85년을 제외하고는 대개 20% 내외의 수준에 머물고 있다.

나. 국내

60년대 중반부터 20여 년의 짧은 역사를 갖고 있는 우리의 반도체 산업은 대략 3기로 나눌 수 있는바, 제1기(1965~1975)는 국내 처음으로 웨이퍼 가공 산업이 도입될 때까지의 기간으로, 미국의 자본과 기술에 의한 하청 및 조립 체제로 영위되었다. 제2기(1975~1983)는 64K DRAM 개발 이전까지의 기간으로 국내 자본에 의한 상당한 투자가 이루어졌으며, 제3기(1983~현재)는 국내 반도체 산업이 VLSI 시대로 진입

한 '83년 이후부터 현재까지의 기간으로 5대 종합 전자업체(삼성, 금성, 현대, 대우, 한국 전자)가 웨이퍼 가공 산업에 본격적으로 참여한 시기이다. 동기간 중 반도체 장비 시장은 연평균 약 37%의 고도 성장을 기록하였으며, 총 17개의 대규모 생산 라인과 7개의 최첨단 연구 라인이 건설되었으며, 투입된 비용만도 총 3조 1천억 원에 달한다. 특히 1M/4M DRAM 생산 라인이 집중된 '89년에는 1조 3천억 원의 설비 투자액이 기록되었으며(표2 참조), 이는 5대 업체가 서로 경쟁적으로 설비 투자에 치우쳤기 때문이고, 특히 후발 참여 기업의 과잉 투자가 이를 더욱 가중시켰다. 그러나 '88년의 흑자 경영 체제가 부른 선진국의 견제는 선진국의 제조 장비 판매 및 기술 이전 기피로 연결되어 설비 투자, 특히 장비 투자면에 있어서 어려움을 가져다 줄 것으로 전망되나, 그래도 10% 이상의 성장은 계속될 것으로 전망

〈표2〉 국내 半導體 賣出 및 설비 투자 動向

(단위: 억 원)

	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	연평균 증가율(%)	
													'84-'90	'90-'95
반도체 매출(A)	875	1,453	2,654	3,895	9,723	15,866	19,806	21,800	23,900	27,560	33,070	36,379	722	130
설비투자*(B)	3,267	3,741	2,253	2,198	5,216	13,691	6,771	8,750	13,125	15,750	10,500	11,000	369	141
B/A*100(%)	373	257	85	56	54	86	34	40	55	57	32	30	—	

자료: 상공부; '90년도 이후는 당 연구소의 예측치임.

* 설비 투자는 웨이퍼 가공업체(삼성, 금성, 현대, 대우, 한국 전자)와 조립 생산업체(아남 산업, 시그네틱스, 모토롤라, 페어차일드)의 합계임.

되어, '93년에는 2조 8천억 원 매출의 약 57%인 1조 6억 원의 설비 투자가 예상된다. 이는 16M DRAM 양산에 대비한 설비 투자로 전망된다. 그 이후에는 기존의 노후 설비 대체 내지는 64M DRAM용 연구 라인 투자로 다소 주춤할 것이나, 64M DRAM 양산 라인의 건설이 예상되는 '96년도의 설비 투자는 지금까지의 총액수에 상응할 것으로 전망된다. 이는 이전의 소자와는 전혀 다른 개념의 64M DRAM 생산 라인에서는 기존 설비의 대체가 전혀 불가능하기 때문이다.

Ⅲ. 세계 技術動向

半導體 素子 製造技術은 현재 4M DRAM(선폭 0.8 μ m)의 양산화 단계까지 발전하고 있으며, 고집적도의 추세로 볼 때, 올해에는 16M, '93년에는 64M, '96년경에는 256M DRAM의 개발이 예측되고 있다. 이처럼 素子の 고집적화에 따른 素子の 미세 가공 技術을 받쳐 줄 裝備에서도 개발 추이에 걸맞는 高性能化가 요구되고 있다. 고성능 photoresist에 대해 선택적인 노광으로 미세 형상을 형성시키는 lithography 裝備와 각종 박막을 정확하게 식각할 수 있는 etching 裝備는 일본이 선두 주자이며, 素子 製造를 위해 필수적인 각종 박막을 입힐 수 있는 CVD 裝備 등은 미국을 중심으로 素子の 미세화 추세에 대응한 연구가 계속되고 있다. 또한 particle 및 damage에 의한 오염 감소 技術과 생산성 향상을 위한 Si 웨이퍼의 대구경화에 대한 工程技術, 自動化 技術 등은 각 裝備에 공통적으로 요구되고 있는 사항들이다.

Ⅳ. 국내 半導體 裝備產業 動向 및 문제점

'88년 국내에서 半導體 裝備產業과 관련하여 製造 및 유통 분야에 참여하고 있는 業體는 대략 60개 사에 이르며, 이들을 3가지 유형으로 분류하여 생산 실적과 업체수를 표3에 나타내었다. 생산 실적이 있는 業體는 18개 사이며 생산 규모는 127억 원으로 국내 設備投資의 2.4% 정도에 불과하다. 이들 業體는 또한 총인원 50명 미만의 中小企業일 뿐만 아니라, 연구 개발 능력을 보유한 인원도 총 종업원의 25%에 지나지 않아 취약한 구조를 지니고 있다. 따라서 국내 半導體 製造裝備產業의 활성화를 위해 이들의 문제점들을 지적 분석하면 다음과 같다. 첫째로 꼽을 수 있는 要因이 產業 기반의 미비이다. 국내 기업은 半導體 裝備產業을 받쳐 주어야 될 기반 요소인 技術, 인력, 자본 등에서 매우 취약한 구조를 갖고 있다.

半導體 裝備產業은 技術 집약 產業이면서 技術의 생명력이 짧고 技術 개발에 소요되는 자금이 방대한, 위험 부담이 큰 產業이므로 취약한 기반을 극복하기 위해서는 개별 裝備별로 특성 및 국내 產業 여건에 맞는 최선의 技術 확보 방안을 강구해야 함이 최우선의 당면 과제이다. 둘째 要因은, 需要業體와 製造業體의 유기적 협조 체제가 미비하여 이들 간에 건설적인 의견 및 정보 교환의 통로가 없음으로써 사전에 문제점을 논의하고 해결책을 강구할 수가 없다는 점이다. 셋째, 大企業과 中小企業 간의 역할 분담이 효율적이지 못했음을 지적할 수 있다. 주문 제작 產業인 半導體 裝備產業은 융통성 있는 변신이 쉬운 中小企業

〈표3〉 국내 半導體 裝備 생산 업체 현황('88년)

구 분	업체수	구성비	생산실적	구성비	생산규모	구성비	비 고
		(%)	보유업체	(%)	(백만 원)	(%)	
외국裝備의 국내 무역 대리업 수행 (제1유형)	31	50	4	22	3,550	28	○ 사후 관리를 통한 기술 축적 ○ 기존 거래선과의 기술 제휴 로 국내 생산 도모
자체 개발 추진 전문 제조업체(제2유형)	22	36	14	78	9,130	72	○ 현재 국내 생산의 주종
자체 수요용 裝備 생산 업체(제3유형)	5	8	2	11	na.	-	○ 半導體 조립 전문 업체 ○ 半導體 제조업체의 계열사
외국 기업의 국내 지사	4	4	-	-	-	-	—
계	62	100	18	100	12,680	100	

자료: 한국 반도체 장비 협회

적 성격과 막대한 자금과 인력을 필요로 하는 大企業적 성격의 양면성을 띠고 있음을 감안할 때, 大企業의 참여를 무조건 기피했던 中小企業쪽에서도 자기의 역할을 충분히 소화해 낼 수 있는 방향으로의 전환이 필요하다 하겠다. 마지막으로 半導體 裝備産業에 대한 중장기적 종합 비전의 부족함이다. 각계에서 裝備 국산화 추진 필요성을 제시했으나, 과학적, 경제적 분석에 근거를 둔 종합적인 정책이 부족했었다. 그러나 '89년 상공부, ETRI를 중심으로 수립된 '半導體 裝備 産業 종합 발전 계획'이 분산된 의견을 종합하고 우리의 현위치와 앞으로의 방향을 제시했다는 점에서 고무적이라 할 수 있다.

V. 맺음말

裝備의 고성능화에 필요한 기초 技術,

半導體 素子の 고집적화에 따라 요구되는 전문 인력 등 기본 요소가 미비한 우리의 半導體 裝備産業은 흑자 경영으로 전환됨에 따라 가중되는 신진국의 견제, 차세대 半導體 製造裝備에 대한 技術 이전 기피 및 무기화 움직임 등 해결해야 할 난제들 앞에 놓여 있다. 그러나 企業의 投資가 가능하도록 성장한 국내 市場, 미려하나마 中小企業을 중심으로 축적된 技術, 半導體 素子 製造業體와 裝備業體 간에 형성된 裝備 국산화 필요성에 대한 공감대 등은 국내 裝備産業의 활성화를 위한 초석이 되기에 충분하다고 판단된다. 성숙된 분위기에 맞는 정부 차원의 종합적 비전 제시 및 지속적인 지원, 半導體 素子 製造業體와 裝備 製造業體 간의 유기적인 협조 체제 구축이 이루어질 때 비로소 우리의 裝備産業 전망은 밝아질 수 있다고 할 수 있다.*