



21세기 반도체산업의 국제경쟁력과 전망(Ⅱ)

- 일본 반도체 산업의 코스트 분석 -

조사부

1. 고수익이 요구되는 사업체 질

반도체사업을 영위하는 경우 최

편집자 주) 본고는 일본 노무라 연구소에서 발간한 세계관측 10월호에서 발췌, 번역 게재한 것이며 전자공업인의 일독을 권합니다. 본고는 주요국가의 국가경쟁력에 초점을 맞추어 반도체 산업의 구조변화를 분석한 것이며 반도체산업의 경쟁력 저하요인, 주요 제품별 한일 경쟁력을 제품코스트에 맞추어 비교한 것이다. 또한 반도체 산업의 장기적인 성장성을 예측하였다.

첨단의 설비집약형 산업이기 때문에 설비투자가 대규모가 되어 자금력이 필요하게 된다. 여기서는 자금적인 측면에서의 반도체사업의 효율과 코스트 경쟁력을 검토하고 구체적으로는 일본과 한국의 반도체 메이커의 코스트 비교를 행하기로 하겠다.

반도체 설비투자의 경우, 미세 가공화의 진전과 웨이퍼사이즈의 대형화 등을 배경으로 현대대의 설비투자에 대해 차세대의 설비투자는 평균적으로 1.3~1.4배로 대형화해 가고 있다. 사업기간 3개년에 현대대의 반도체 설비투자의 70~75% 정도는 감가상각비로서

회수(순환)되지만 설비투자를 모두 회수하기 위해서는 세금을 공제한 이익에서 나머지 25~30%를 할당할 필요가 있다.

또한 차세대 반도체 설비투자의 모두를 내부 캐쉬플로어로 보충하기 위해서는 세금을 공제한 이익에서 현대대의 설비투자금액의 55~70%를 얻을 필요가 있다. DRAM을 예로 들면, 사업기간 3개년에 있어서의 대상영업이익률의 평균은 ①설비투자를 모두 회수하기 위해서는 20~30% ②차세대의 설비투자도 내부유보로 보충하기 위해서는 40~50%가 필요하게 된다.

2. 일본을 급격히 추격하고 있는 미국, 한국의 미세가공기술

웨이퍼 단가의 상승은 반도체 제품의 단가와 웨이퍼 1장당에서 얻어지는 제품의 갯수에 따라 결정된다. 웨이퍼 1장에서 얻을 수 있는 반도체제품의 갯수는 생산하는 제품이 동일한 것일 경우, 미세가공기술(디자인 룰)이 높을 수록 많이 얻을 수 있게 된다.

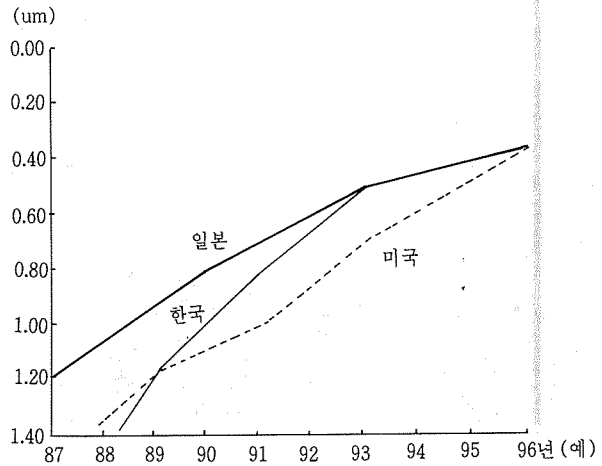
따라서 그 갯수의 대소는 미세가공기술의 수준에 달려있다고 생각된다.

'87~'90년경에는 미국 인텔사로 대표되는 MPU는 일본의 장기분야인 DRAM에 대해 생산기술에서 1세대 뒤떨어져 있었으나, '94~'96년에는 일본의 미세가공 수준을 바짝 쫓아오고 있다. (그림1) 이미 I 장에서 서술한 바와 같이 미국에서는 '87년부터 계속되어 온 세마테크의 성과가 서서히 나오고 있는 것에 더하여 SIA나 SRC의 성과의 기여도 크다고 생각된다.

또한 한국도 '80년대 후반까지는 일본에 비해 0.5~1.0세대 뒤떨어져 있었지만, '93~'94년에는 완전히 뒤쫓아오고 있는데 이 배경에는 일본의 반도체 생산기술의 노화우를 갖고 있는 제조장치의 적극적인 구매를 들 수 있다.

현재 최첨단의 16MDRAM의 제3세대의 출하시기는 한국의 삼성전자, 일본의 히다치, NEC가 선두를 다투는 상황에 있으며 게

(그림 1) 미세가공기술의 추이



(주) 일본은 종합전기 대기업 5개사, 한국은 삼성전자, 미국은 인텔을 샘플로 하였음.

(자료) 노무라 종합연구소

다가 삼성전자의 칩사이즈는 70mm²대로 NEC가 '95년 제1/4분기에 출하하였던 82.6mm² 보다도 작은 것을 시작하고 있다.

3. 미국·한국에 뒤떨어지는 자금회수력

자금회수력은 ①반도체제품단가 또는 웨이퍼의 단위면적당 단가와 ②미세가공기술에 의해 결정된다. 그림2에서는 미세가공기술의 횡축과 웨이퍼의 단위면적당 단가의 종축으로 둘러싼 면적이 자금회수력을 나타낸다. 인텔사로 대표되는 미국, 삼성전자로 대표되는 한국, 모두 미세가공기술에서 일본을 쫓아옴으로써 자금회수력을 높이고 있는 것을 알 수 있다.

인텔에서는 고성능 MPU를 차례로 시장에 투입해 대폭적으로

가격을 내리고 가격성능비를 향상시키는(MIPS : Million Instructions Per Second의 단가를 인함) 것으로써 잠재 User의 수요를 찾아내고 있다. 그리고 MPU의 양산을 확대함과 동시에 미세가공기술을 향상시킴으로써 자금회수력의 향상을 가능하게 하고 있다.

한국의 생산품종은 일본과 마찬가지로의 DRAM이나 미세가공기술을 일본의 수준으로 올리고 또 0.5~1.0세대 뒤떨어진 DRAM에서 최첨단의 DRAM까지 따라잡음으로써 자금회수력을 높이고 있다.

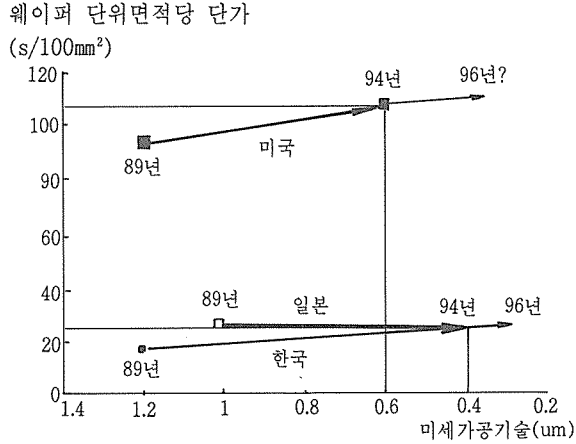
이에 대해 일본에서는 미세가공기술 자체는 거의 종래의 계획대로 추진되고 있으나, 특별히 우수한 생산기술이 탄생하지 않고 있기 때문에 자금회수력을 높이지 못하고 있다.

4. 한국의 코스트 경쟁력은 12~13%우위

반도체의 특징은 양산에 따라 연율 25~30%정도 코스트가 내려가는 것이다. 이것이 수요를 환기시키지만 판매가격은 수급에 좌우된다. DRAM에서는 역사적으로 연율 25~30%에서 비트당 코스트가 내려가 수요를 환기시켜왔다. 이 코스트다운을 받치는 것이 전술한 미세가공기술의 진보와 생산기술의 향상인데 일본의 반도체 메이커의 코스트 경쟁력을 생각할 때 연율 25~30%의 코스트 하락 트렌드에 대한 일본메이커의 상대적인 위치가 문제가 된다. 동일한 DRAM을 주력으로 하는 일본과 한국의 양국 메이커를 비교하면 한국이 12~13% 정도 일본보다 낮은 코스트로 추정된다(그림3). 이 한·일 코스트 격차는 한국 메이커가 12~13%의 이익을 얻는 상황에서 일본메이커의 이익은 거의 없다고 하는 것을 의미한다. 거꾸로 말하면 일본의 반도체 메이커가 현재의 DRAM 시장의 활황을 향수하고 있는 것은 공급 부족에 따른 시황의 고가 안정에 의한 바가 크기 때문이다.

코스트 격차를 줄인 요인으로써는 인건비나 R&D비에 영향을 주는 노동임금이 가장 크다. 한국의 노동임금은 일본의 약 절반정도라고 말해지고 있는데 삼성전자 등에서는 반도체 기술에서 일본을 따라잡기 위해 대량의 기술자를 투입하고 있다.

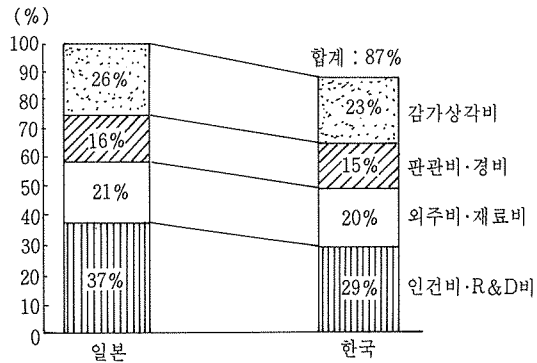
(그림2) 자금 회수력의 비교



- (주) 1. 미국은 일텔, 일본은 종합전기 대기업 5개사, 한국은 삼성전자를 모델로 하였음.
 2. 미국은 '89년은 6인치 웨이퍼, 8038MPU, '94년은 8인치 웨이퍼, 8048MPU로써 산출
 3. 일본, 한국은 '89년은 6인치 웨이퍼, 1MDRAM, '94년은 8인치 웨이퍼, 4MDRAM으로써 산출

(자료) 노무라 종합연구소

(그림3) 한국·일본의 코스트 경쟁력 비교



- (주) 1. 일본의 코스트를 100%로 했을 때의 상대치를 나타냈음.
 2. '94년의 4MDRAM의 생산에 있어서의 코스트를 이용하였음.
 3. 감가상각비에 관해서는 일본·한국 모두, 제조장치는 3개년의 가속정율상각, 건물은 25년의 정율상각으로 하였음.
 4. R&D비는 4MDRAM용 뿐만 아니라 전체의 기초연구비 등도 포함하였음.
 5. 연구개발에는 멘테난스 코스트도 포함하였음.
 6. 생산개시년도는 일본과 한국이 큰 차이가 없다고 생각되기 때문에 동일하게 보았음.

(자료) 노무라 종합 연구소

한국에서의 공장건설 코스트가 낮고 반도체제조장치 코스트에서도 차이가 나타나고 있다고 생각된다. 특히 반도체 제조장치에서는 일본메이커와 마찬가지로 한국메이커의 일본 반도체 제조장치 메이커에의 의존도는 높으나, 일본메이커가 개별사양의 제조장치를 많이 이용하고 있는데 비해 한국메이커는 표준품을 이용함으로써 약 10%정도 값싼 장치를 구입하고 있는 것으로 추측된다.

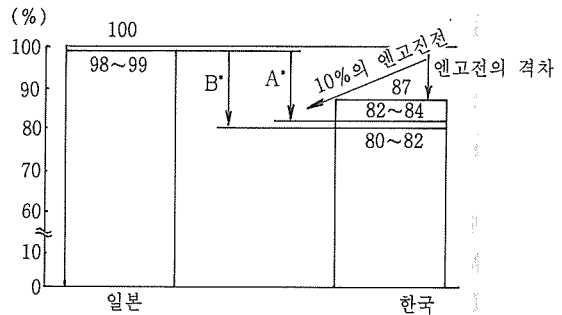
또, 한국메이커는 미국의 반도체 제조장치의 도입도 일본메이커보다 적극적으로 행하고 있다.

이처럼 4MDRAM이후 한국의 우위가 강화되고 있는 바, 플라이스 리더가 되기 위해서는 단순히 값싼 상품을 공급할 수 있다고 하는 것뿐만 아니라 충분한 공급량과 중요고객에의 영향력 등이 필요 한데 한국메이커는 이러한 조건을 차례로 정비해 가고 있다. 16M DRAM 시장에서는 주요대기업 일본메이커보다도 빠른 시기에 생산에 착수하고 있어 코스트 경쟁력이라고 하는 면에서는 이미 일본을 추월하고 있는 것으로 평가된다.

5. 엔고대책은 코스트격차에의 대책과 동일

환율변동이 코스트에 주는 영향에 대해 말하면 가령 10%의 엔고·달러약세가 진전하고 원이 달러에 대해 안정되어 있을 경우 일·한 코스트의 격차는 생산을 개시

(그림 4) 엔고에 의한 코스트 경쟁력의 변화



- (주) 1. 그림내의 숫자는 엔고전의 일본의 코스트를 100%로 한 지수치임
 2. 엔고는 10%의 진전을 상정하고 있음
 3. A*는 앞으로 엔고후에 생산을 개시하는 반도체에 대한 격차
 4. B*는 엔고전에 취득한 설비를 이용해 생산되는 반도체에 대한 격차
 5. 그림3과 마찬가지로 기본적으로 '94년의 4MDRAM의 생산을 모델로 하였음.

(자료) 노무라 종합연구소

하는 생산설비에 대해 3~4%, 이미 생산하고 있는 설비를 포함한 반도체 전체에서는 5~6%의 코스트 격차 확대를 낳는다.(그림 4)

일본메이커에 있어 엔고는 판매가격의 하락은 보충할 수 없으나 수입반도체 제조장치의 가격저하와 수입자재·외주 등에 의해 약간(1~2%정도)의 코스트 인하 효과를 가져올 수 있다.

이에 대해 한국에서는 반도체 재료 등 일본으로부터의 수입은 많지만, 노무비나 경비의 절감효가가 커 일본메이커 이상으로 코스트가 저하하며 반도체 제조장치 코스트(감가상각비)에 관해서는 일본의 반도체 제조장치메이커로부터의 엔체계수입이 많기 때문에 금후 생산을 개시할(엔고후에 장치를 구입할) 경

우는 일본메이커에 비해 큰 차이는 없다.

단, 과거에 구입한 반도체 제조장치에 관해서는 노무비·경비 등과 마찬가지로 경비가 줄기때문에 반도체 생산전체에 대해서는 2%정도, 코스트 격차를 확대하는 요인이 된다고 생각된다.

가령 엔고가 10% 진전된 후에 수준이 일정하게 안정되는 경우에는 2~3년내에 엔고가 시작되기 전에 취득한 제조장치의 상각이 종료하고, 상각비가 줄어드는 메리트가 없어지기 때문에 일·한의 코스트 차의 확대는 3~4%정도에 서 멈춘다.

단, 연율 10%의 엔고가 계속적으로 진행될 경우에는 일·한의 코스트 격차는 매년 4% 전후로 벌어져 갈 것으로 생각된다.

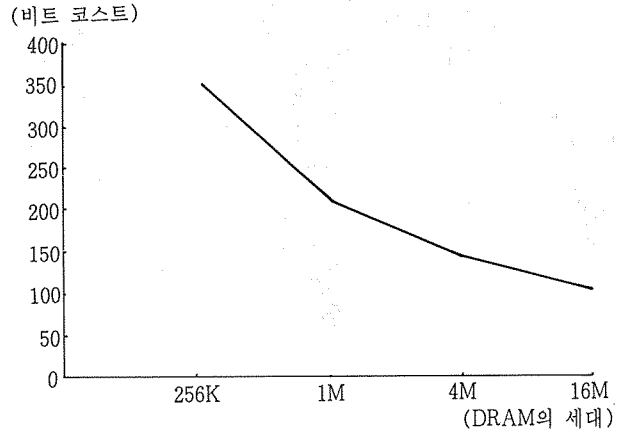
6. 기술진보의 가속과 제품단 가 인상

미세가공기술과 User Needs를 매치시키기 위해 기술진보의 가속과 제품단가의 인상은 보조를 맞출 필요가 있다.

DRAM을 예로써 생각해 보면 이미 미세화 고기술수준과 User Needs와의 사이에 틈이 생기기 시작했다고 추측되는데, DRAM의 세대는 256K DRAM 시대부터 3년 단위로 확실히 진보해 오고 있지만 4M DRAM, 16M DRAM은 출하되어도 User가 요구하는 메모리의 취급단위가 아직 1M가 주류이기 때문에 '96~'97년 경에 이윅고 4M 단위로 이행해 갈 것으로 보인다. 이에 대한 대응책으로써 각 DRAM메이커는 X8이나 X16이라고 하는 다(多)비트 구성품을 개발하고 15~20%의 프리미엄을 취하고 있으나 본질적으로 최첨단 DRAM의 집적도는 User Needs를 대폭적으로 상회하는 수준에 있다고 생각된다.(그림4)

한편, 코스트면에서는 최첨단의 설비(여기서는 8인치 0.5um의 16M DRAM 대응설비를 말함)

(그림 5) DRAM의 다세대 동거에 있어서의 비트코스트 비교



- (주) 1. 16M=100으로 한 상대치로 표시하였음.
 2. 8인치, 0.5um의 생산설비를 대상으로 하였음
 3. 256K, 1M, 4M의 각 DRAM은 0.5um에서 슈링크한 경우를 상정하였음.

(자료) 노무라종합연구소

로 전세대의 DRAM을 생산한 경우 생산기술이 같다고 하면, 당연한 것이지만, 소급하면 소급할 수록 코스트는 점차 높아지게 된다. (그림5) 이 때문에 생산기술이 일정정도 이상의 수준에 달한 시점에서 최첨단 DRAM의 다(多)비트 제품을 생산하는 것은 타당한 전략이라고 말할수 있다. 그러나 코스트 격차의 축소와 수익성

의 향상을 목표로 하는 데는 미세화 고기술의 진보를 가속시켜도 User Needs가 기술을 추월하고 있는 상황에서는 기술진보에 걸맞는 리턴을 반드시 기대할 수 있는 것은 아니다. 바꿔말하면 최첨단 DRAM의 수요를 환기시킬 수 있는 기능을 갖는 반도체의 개발(고단가의 반도체의 개발)을 병행하여 행하는 것이 필요한 것이다.