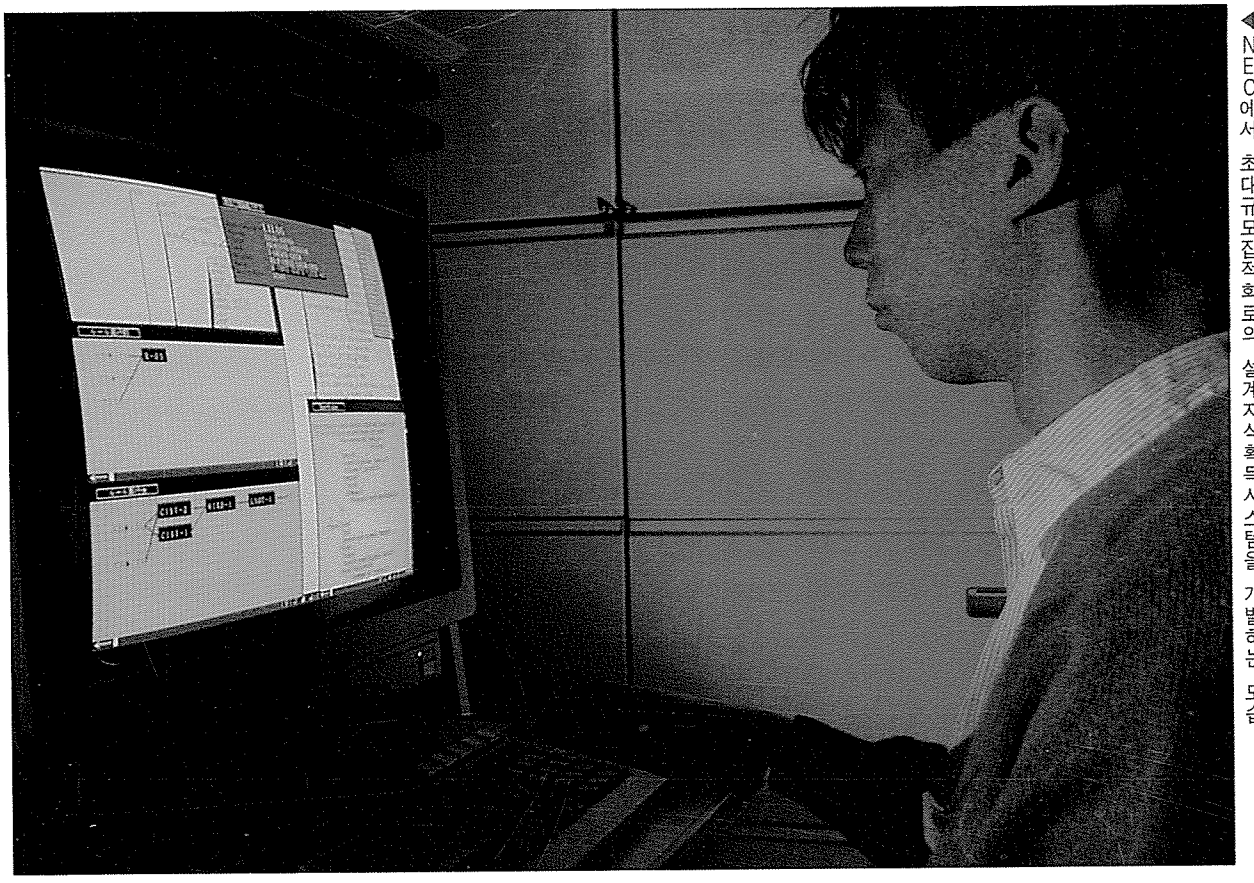


◀NEC에서 초대규모집적회로의 설계지식획득시스템을 개발하는 모습.

첨단과학현장

반도체산업의 오늘과 내일

玄 源 福 〈과학저널리스트/본지 편집위원〉

세계 최대 산업의 하나인 반도체산업은 최근 칩의 가격이 빠른 속도로 떨어지면서 그 앞날을 헤아리기 어렵게 되어가고 있다. 예컨대 16메가 D램의 경우 1995년 12월 45달러이던 국제시세가 1996년 4월에는 30달러로 떨어진데 이어 5월에는 18달러 그리고 6월 초에는 13달러선까지 내려갔다. 그래서 세계의 주요 반도체메이커들은 서둘러 증산계획을 수정하거나 철회하고 있다. 예컨대 현재 월 1천2백만개의 16메가 D램의 생산량을 연말까지 1천4백만개로 증산하려던 삼성전자는 증산계획은 보류하고 현재 수준을 지키기로 하는가 하면 일본의 히다치사는 현재의 월 9백만개의 16메가 D램의 생산량을 연말까지 월 1천5백만개로 증산하려던 계획을 철회했다. 반도체 값이 떨어지는 배경은 무엇이며 그 앞날은 어떻게 전개될까?

최고의 '돈버는 기계'

1990년대로 들어와서 반도체산업은 지금까지 인간이 발명한 것중에서도 가장 효과적인 '돈버는 기계'로 비치기 시작했다. 칩의 수요는 천정 모르게 뛰었고 반도체의 기능도 크게 향상되었으며 가격도 오르거나 안정세를 유지했다. 그 결과 반도체 메이커들은 대호황기를 만나게 되었다. 예컨대 대만의 칩 메이커의 이윤 폭은 1990년의 16%에서 1995년 거의 60%로 뛰어 올랐다. 1995년 메모리칩 메이커들은 5백50억 달러 매출고에서 거의 3백억달러나 되는 이윤을 남겼다.

더욱 놀라운 사실은 이 기간중 반도체칩의 기능은 매 18개월마다 곱절로 늘어나는데 비해 값은 반으로 떨어진다는 반도체산업의 기본법칙을 뒤집는 것 같은 일이 발생한 것이다. 1990년대 초에는 퍼스널컴퓨터(PC)의 수요가 하늘을 찌를듯 치솟는데 메모리칩은 공급이 달려서 값은 생산가의 3배로 뛰어오른 뒤 제자리에 머물면서 과거의 패턴을 따르기를 거역했던 것이다.

그런데 1995년 12월부터 일은 빗나가기 시작했다. 먼저 값이 흔들리기 시작했다. 1995년 11월에 13달러이던 가장 보편적인 메모리칩의 시세가 PC메이커들이 크리스머스 시즌의 매출부진에 따른 과잉재고를 덤핑하면서 매달 1달러 이상씩 떨어지기 시작했다.

1996년 1월이 되자 사태는 더욱 악화되었다. 미국 반도체산업협회는 칩의 수주/출하비(미국 반도체업계의 경기지표로서 매우 중요한 숫자이며 미국 반도체공업계에서 매달 발표된다. 수주와 출하의 균형이 잡힌 상태가 1.0인데 1을 넘으면 수주가 출하를 웃돌아 경기의 상승을 말한다)는 1985년 이래 최저수준인 0.92로 하락했다고 보고했다. 이것은 매 1백달러가치의 칩을 생산한데 대해 발주고는 92달러밖에 없다는 것을 말한다. 이 지수가 1.0 이하로 떨어진 것은 1989년이래 처음있는 일이었다. 처음에는 반도체업계는 이 숫자가 예외일 뿐이라고 무시했다.

그런데 2월에도 0.90으로 떨어지자 메이커들은 서둘러 계획했던 생산확장을 연기하기 시작했다. 미국 최대의 메모리칩 메이커인 마이크론사는 유타주에 세울 25억달러의 생산공장의 완공을 늦춘다고 밝혔다. 일본의 후지츠사도 영국에 지을 예정인 같은 규모의 공장건설을 연기한다고 발표했다. 또 미국과 아시아 기업들의 컨소시엄도 대만에 칩공장 건설계획을 취소했다. 일본 5대 반도체 메이커들은 1996년의 이익이 전년도보다 55% 성장할 것으로 기대했으나 분석결과 15% 성장에 그칠 것으로 보고 있다.

환영하는 사람들

반도체칩 메이커들과는 달리 PC구입자에서 승용차와 토스터 메이커에 이르기까지 칩 이용자들로서는 칩의 값이 떨어지는 것은 반가운 일이 아닐 수 없다.

오늘날 칩은 도처에 도사리고 있다. 약 2천억개의 칩들이 컴퓨터와 전기통신장비에서 축하용 카드에 이르는 거의 모든 상품 속에 내장되어 있다. 보통 미국인 가정의 경우 전자오븐에서 현관의 차임벨에 이르는 소비재 속에 평균 50개의 칩이 내장되어 있다. BMW신형차에도 50개 이상의 반도체칩이 내장된다.

그래서 자동차용 반도체만도 50억달러의 시장을 형성한다. 이들은 반도체값의 하락으로 부품비용을 덜 수 있기 때문에 그만큼 이익을 올릴 수 있게 된다.

그런데 반도체공장을 PC와 승용차에서 항공우주산업에 이르는 여러 사업을 확장하는데 필요한 재원으로 이용하고 있는 일본의 NEC와 같은 일부의 대기업들은 메모리칩의 가격이 계속 떨어지면 재원이 고갈되어 모기업은 일부 시장에서 후퇴하지 않을 수 없게 될지 모른다.

그러나 반도체경영에서 나오는 이익의 지원을 걱정할 필요가 없는 경쟁업체에게는 좋은 뉴스가 될 수 있다. 또 반도체소비자들도 생산과 투자가 이제는 더 이상 칩때문에 빗나갈 필요가 없기 때문에 장기적으로는 이득을 볼 것이라고 전문가들은 전망하고 있다.

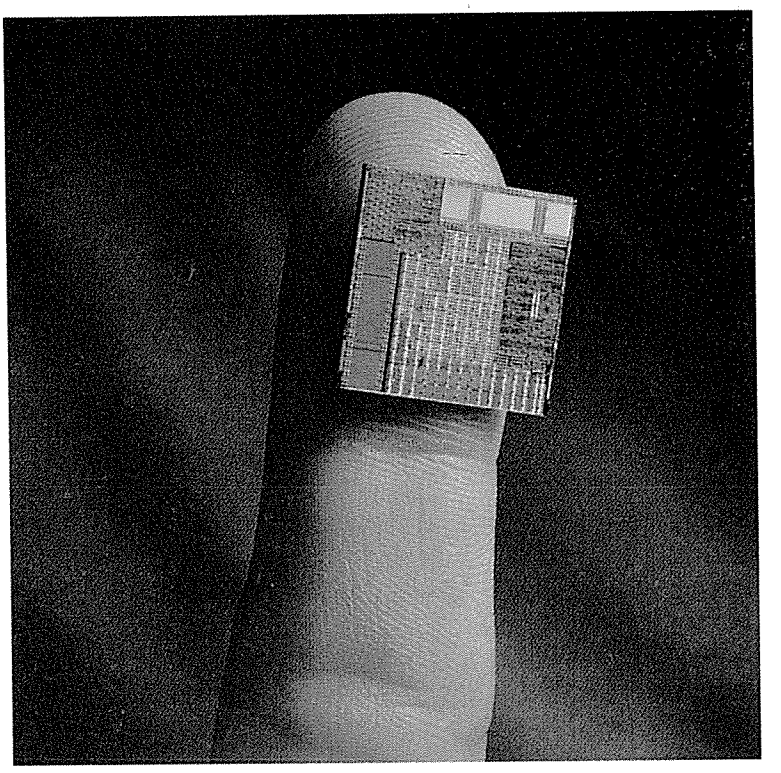
그런데 반도체시장의 방대한 규모로 미루어 가격하락의 영향이 그런 수준에서 그치지지 않는다는데 문제가 있다. 1995년의 세계 반도체매출고는 10년전의 3배인 1천5백억달러를 넘어섰다. 오늘날 각종 칩이 세계 장비시장에서 차지하는 비율은 1980년대 중반의 7%에서 15%로 뛰어 올랐다.

1995년의 성장률이 지속된다면 1997년 중반에는 미국의 경우는 칩 메이커들의 규모가 강철산업계보다 더 커지고 2000년에는 항공우주산업계를 능가할 것이다.

세계 최대의 반도체 메이커인 미국의 인텔사(1995년 생산고: 1백38억3천만 달러)의 고든 무어회장은 이런 추세에 대해 2040년에는 세계 반도체시장의 규모가 전세계 GDP를 능가할 것이라고 농담조로 말한 일도 있다. 이런 거대한 규모의 산업에서 혼란이 생긴다면

보통 문제가 아니다.

그렇다면 가격이 별안간 떨어진 이유는 무엇일까? 또 가격은 계속 하락할 것인가 하는 궁금증도 생긴다. 경제전문가들은 어떤 산업이든지 경기가 떨어질 때가 있다고 생각하고 있다. 그런데 반도체기업들의 경우는 다른 업종보다 경기하락을 더 걱정해야 할 충분한 이유가 있다. 반도체칩처럼 막대한 고정비를 투입하는 산업은 따로 찾아 보기 어렵고 또 신설공장 건설에 1년 또는 그 이상이나 걸리는데 그동안 칩의 수요가 별안간 바뀔 수 있다는 이유 때문에 칩시장은 매우 불안정한 형편이다.



▲ 약 7백만개의 트랜지스터를 내장하고 있는 모토로라사의 파워 PC 620마이크로프로세서

불운의 수레바퀴

공장을 짓는데 긴 리드타임(기획에서 완성하기까지의 기간)이 필요하다는 것은 칩의 공급에는 빈틈이 없어야 한다는 뜻이다. 보통 메이커들은 수요와 가격이 떨어지는 상품의 생산은 감산하는 경향이 있다.

그러나 1995년의 경우 가격이 하락할 때 생산투자로 과잉공급을 가져와 값은 더 떨어지게 되었다. 칩시장의 변덕은 메이커의 높은 고정비로 더욱 심화되고 있다. 새 공장은 10억달러가 훨씬 넘는 건설비가 들 수가 있고 가장 큰 공장은 1~2년내에 20억달러 이상의 건설비가 소요될 것으로 보고 있다. 더욱이 반도체생산공장은 아무리 첨단공장이라도 3~5년내에는 벌써 한물 간 낡은 공장이 되어 버린다.

이런 사업에서 앞서자면 단순히 기술을 유지하는데만도 막대한 비용이 필요하다. 1995년 반도체공장들은 새로운 공장건설에 3백억달러를 지출했고 미국 최대의 칩 메이커인 인텔사는 혼자서만 30억달러를 사용했다.

반도체 메이커는 이런 막대한 투자를 벌충하기 위해 될 수 있으면 공장을 완전 가동하려고 한다. 그 결과 수요가 떨어질 때도 생산을 줄이지 않기 때문에 공급과잉을 빚어내 가격의 하락을 가져올 수 밖에 없다. 거꾸로 수요가 올라가면 공장의 생산용량에 여유가 없기 때문에 공급량이 부족해서 값은 치솟는다. 이런 가격의 불안정은 정부의 개입을 초래하면서 사태는 더욱 악화된다.

1980년대에 IBM이 PC혁명에 착수했을 때 일본 기업들은 새로운 칩을 설계할 기술역량과 새 공장을 건설할 돈을 갖고 있었다. 이들은 반도체칩을 싸게 미국에 팔기 시작하자 미국 반도체 메이커들은 일본이 생산가 이하로 칩을 덤핑한다고 고발했다. 미국 정부는 이 사건에 개입하여 일본제 칩과 일부 가전제품에 대해 높은 수입관세를 과세했다.

그러나 이런 전략은 예상과는 어긋나는 효과를 초래하고 말았다. 1987년까지 미국 반도체 메이커들중에서 2개사를 제외하고 모두가 메모리칩업계를 떠나 부가가치가 더 높은 마이크로프로세서 메이커로 돌아버렸다. 한편 높은 관세때문에 메모리칩 값은 거의 300%나 뛰어올라 칩구입자들의 사정을 더욱 어렵게 만들었다.

미국 메이커들이 거의 모두 메모리시장에서 빠져 나가는 한편으로는 일본 메이커들이 미국과의 무역전쟁을 피하기 위해 생산량을 억제한 결과 수요가 공급을 앞지르고 값은 치솟기 시작했다. 이렇게 해서 1990년대 초의 칩가격은 인공적으로 부풀대로 부풀어 올랐다. 자연계에서와 마찬가지로 시장에서도 이런 진공을 싫어한다. 이런 호기를 놓칠세라 생산시설을 증설한 한국의 반

▲ 반도체생산공장의 내부

도체 메이커들은 10년 전 일본이 미국을 따라잡은 것처럼 1995년에는 마침내 일본을 제치고 세계 최대의 메모리칩 메이커로 부상하게 되었다.

그런데 지난 날의 일본의 경험으로 미루어 본다면 오늘날 한국의 메모리칩 생산확장은 무모하게 보일지 모른다. 그러나 반도체산업은 10년 전과 많이 달라지고 사이클은 다루기 쉬어졌다고 생각하는 사람들이 많다.

에컨대 오늘날 칩 메이커들은 그전보다 고객들과 보다 긴밀한 접촉을 유지하고 있다. 칩 메이커들은 PC 메이커의 재고시스템과 직접 연결되어 있어 공급과 수요관계를 보다 긴밀하게 유지하기 위해 '지트(JIT: just-in-time)기법'(필요한 부품을 필요한 양만 구입·생산·공급하는 시스템)을 사용할 수 있다.

돌아온 사이클

최근에 와서 전자 메이커들은 평균 칩재고량을 1985년의 11주분에서 3주분으로 줄였다. 또 이제는 반도체업계도 지리적으로 분산되어 있다. 1980년대에는 거의 모든 메이커들이 미국과 일본에 집중되어 자연히 칩은 엔/달러 환율에 매우 민감하지 않을 수 없게 되었다. 그러나 오늘날은 이 업계에 새로 참여한 기업들이 특히 한국, 대만, 싱가포르, 홍콩을 포함한 아시아지역에 산재해 있다.

그런데 오늘날의 칩은 수천종의 다른 제품 속에 내장되어 있다고는 하지만 반도체의 수요중에서 60%는 컴퓨터가 차지하고 다른 10%는 휴대용 전화에 들어간다. 그래서 칩은 아직도 컴퓨터 사업에 영향을 받기 쉬운 것은 사실이다. 최근의 메모리칩 가격의 하락과 수주/출하비의 저하는 모두 그 뿌리를 PC업계에 영향을 미친 변화에 두고 있다. 이런 변화는 주로 소프트웨어기업인 마이크로소프트사의 출현에서 기인한다.

PC는 태어난 이래 15년간 발작적으로 진화했다. 인텔사의 프로세서칩이 발명되면서 갑작스런 발전이 시작됐다. 인텔은 8086칩으로 출발한 뒤 약 3년 뒤에는 80286 그리고 다시 3년 뒤에는 80386을 내놓았다.

새로운 칩마다 종전의 세대보다 처리속도가 더욱 빨랐고 이런 칩을 이용한 새로운 PC가 대량으로 팔려 나갔다. 그러나 모델은 바뀌어도 기계 속에 들어가는 칩의 개수와 값은 거의 같았다. 그런데 1980년대 후반 마이크로소프트사의 '윈도' 운영체제가 도입되면서 큰 변화를 몰고 오기 시작했다.

'윈도'의 소프트웨어를 제대로 잘 운용하려면 당시 대부분의 PC가 보유하고 있던 것보다 2배나 많은 4메가바이트의 메모리가 필요했다. 이 새로운 시스템이 출발하면서 적어도 그 정도의 메모리를 가진 PC가 제작되었고 따라서 메모리칩에 대한 수요의 성장률은 곱절로 불어났다.

1995년 마이크로소프트사는 다시 2배의 메모리가 필요한 '윈도95'를 내놓았다. 그래서 PC사용자들은 이 새로운 프로그램에 대한 요란한 선전소리에 끙끙 앓고 있는 가운데 칩메이커들은 이 시스템이 요구하는 과잉수요를 생각하면서 침을 흘렸다.

그런데 메이커들이 기대했던 만큼 큰 일이 일어나지 않았거나 생각보다 크게 벌어지지 않았다. 기업들의 '윈도95'의 구입속도가 기대보다 느렸던 것이다.

그 주요한 이유로서는 '윈도95'를 이용하자면 이에 어울리는 강력한 하드웨어가 필요한데 그런 컴퓨터의 값이 만만치 않다는 것과 새로운 소프트웨어를 사용하는 방법이 모호했기 때문이라는 점을 전문가들은 지적하고 있다. 이밖에도 마이크로소프트사가 '윈도 NT'라는 더 강력한 다른 하나의 운용체제를 마련했기 때문이라는 지적도 있다. 아무튼 많은 기업들은 이런저런 사정을 고려하여 컴퓨터기종의 격상문제는 관망하기로 결정하고 당분간은 아무것도 사지 않기로 했다. 고객들의 이런 추세는 메모리칩시장에 나쁜 영향을 끼쳤을 뿐 아니라 마이크로 프로세싱 고가품에 대한 수요도 늦추게 만든 결과를 가져왔다.

인텔사의 최신제품인 '펜티엄 프로'는 새로 나온 2개의 '윈도'중에서 한가지에 대해서만 효율적으로 운용할 수 있다. 오늘날 칩 메이커들은 컴퓨터가 몰고 온 이런 재난이 임시적인 것이기를 바라고 있다. 만약에 PC매출이 곧 궤도에 오르면 수주/출하비가 1.0 위로 올라가고 가격의 급락도 주춤해질 것으로 기대하고 있다.

그러나 다행히 이런 일이 벌어진다고 해도 신설공장의 엄청난 건설비용과 같이 반도체업계가 안고 있는 큰 문제는 그대로 남게 된다.

칩 메이커들은 또 기술자체의 물리적인 한계에 직면하고 있다. 최신형의 칩은 트랜지스터가 너무나 빽빽하게 들어차 있어 멀지 않아 원자사이로 전자가 빠져 나가지 못할 지경에 이르게 된다. 엔지니어들은 이 장벽을 넘을 수 있는 기술을 개발할 수는 있을지 모르나 그러자면 천문학적인 비용이 들 것 같다. 한편 반도체업계에도 수입체감법칙(일정한계 이상 아무리 투자를 늘린다고 해도 이윤, 생산고, 이익따위의 비율이 추가된 투자에 비해서 늘지 않는 것)이 적용되기 시작할 것으로 보고 있다. 1984년에서 1990년간 공장비용이 2배로 늘어나면서 칩 메이커들은 칩의 성능을 3배로 끌어올릴 수 있었다. 그러나 다음 번에는 어려울 것 같다는 전망이다.

새로운 해결책

다음 세대의 칩을 생산하는데 필요한 공장비용은 1998년에 다시 2배로 뛰어오를 것이지만 칩의 성능향상은 50%에 그칠 것으로 보고 있다. 그렇다면 기업들은 내일의 반도체업계를 위해 어떤 대책을 세울 수 있을까 ? 전문가들이 제시하는 해답을 소개한다.

첫째, 협동작업이 필요하다. 미국 캘리포니아주 소재의 자문기업인 VLSI 리서치사의 창업자인 허치슨 부자는 최근 「사이언티픽 아메리칸」지(1996년 1월호)에서 비용의 상승때문에 멀지 않아 칩제조는 단일기업으로서는 감당하기 어려운 사업이 될 것이라고 전망하고 있다. 그래서 칩 메이커들은 새로운 공장의 건설비용을 차츰차츰 고객,경쟁자 그리고 심지어는 여러나라와 함께 분담하기 시작했다.

예컨대 IBM은 일본의 도시바사와 함께 공장을 짓고 있는가 하면 모토로라사도 독일의 시멘스사와 공동으로 공장을 건설하고 있다. 이 4개사는 모두 협력하여 설계작업을 하고 있다. 텍서스 인스트루먼츠사는 신설공장을 건설하기 위해 이탈리아정부와 거래를 하기 시작했는가 하면 대만의 에이서사, 일본의 고베강철 그리고 싱가포르의 컨소시엄과 유대를 맺고 있다. 이런 유대를 통해 지난 2~3년간 자본비용에서 10억달러 이상을 절감할 수 있게 되었다는 주장이다.

둘째, 하도급식 생산방법이 필요하다. 일부 기업들은 생산기능 일체를 모두 보유하지 않음으로써 많은 비용이 드는 공장문제를 해결하고 있다. 이른바 '공장없는' 기업들은 칩을 설계한 다음 자체의 설계기능을 갖고 있지 않는 '전업공장'과 생산을 계약한다.

'공장없는' 기업의 장점은 생산에 수십억달러를 지출하지 않고서도 반도체 칩사업에 참여할 수 있다는 점이다. '공장없는' 칩기업들은 오늘날 반도체 시장의 1%를 차지하는데 불과하지만 2000년에는 5%로 늘어날 것으로 전망된다. 한편 대만 반도체제작회사와 싱가포르의 차터드 세마이콘닥터 매뉴팩처링사와 같은 전업공장은 성업중으로 알려져 있다.

셋째, 전문화가 필요하다. 설계를 생산에서 분리시키는 장점의 하나는 생산가를 계약자에게 맡기면서 기업들에게 기술분야를 개척하는 기회를 제공한다는 점이다.

예컨대 인텔사는 마이크로프로세서사업에서 더욱 치열한 경쟁과 직면하자 설계를 다양화하여 30여종의 서로 다른 종류의 486칩을 생산하고 있다. 도시바도 메모리칩에서 같은 방법을 취하고 있다. 그런데 앞으로 5년 또는 10년내에 칩생산에서 살아남을 기업들은 앞서의 전략중에서 한개 또는 전부를 채택하게 될 것 같다고 보는 전문가들이 많다. ST