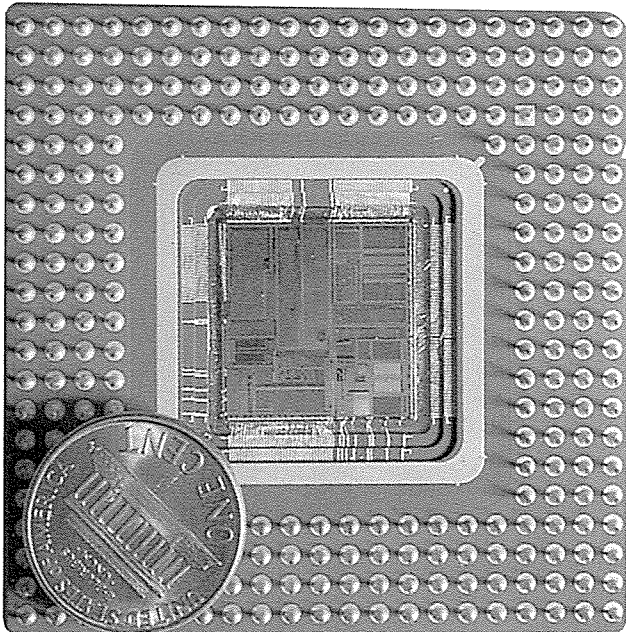


반도체업계, 기술혁신의 새바람

玄 源 福 <과학저널리스트/본지 편집위원>



◇3백만개 이상의 트랜지스터를 수용한 인텔의 펜티엄 마이크로프로세서

우리나라의 반도체산업은 지난해 마침내 1백억달러 이상의 수출고를 기록하여 세계의 유수한 반도체 생산 국가로 떠올랐다. 그런데 최근 세계 반도체업계에는 새로운 기술혁신의 바람이 일고 있어 관련업계의 큰 관심거리로 떠오르고 있다.

예컨대 지난날 강철업계를 휩쓸던 '미니화'의 추세가 반도체생산계에서도 머리를 들기 시작했다. 종래 칩공장의 건설비규모는 현재 인텔사가 미국 앨버커키 근처에서 건설중인 웨이퍼공장처럼 10억달러대로 올라섰으나 1990년대부터 등장한 2-3억달러대의 새로운 세대의 소규모 웨이퍼공

장들이 놀라운 경쟁력을 보이기 시작했다.

신세대 '미니공장'

새로운 세대의 미니공장들은 대형 공장보다 규모는 작지만 더 많이 자동화 되어 있고 또 일처리가 빠르다. 그래서 규모에서 뒤진 것을 속도로 보충하고 있다.

오늘날 전세계의 4백여개 칩공장중에서 미니공장은 아직도 14개에 지나지 않지만 이런 '미니공장'의 개념은 세마테크(미국 칩장비 컨소시엄), 유럽반도체 공동사업체 그리고 공급업체 연합인 국제장비재료단의 강력한

지원을 받고 있을 뿐 아니라 3개기구가 '미니공장'의 표준작업을 하고 있어 더 많은 미니공장들이 머지않아 뒤를 이을 것으로 보인다.

예컨대 1995년 2월 미국 아이다호주 모이스근처에서 문을 열 질로그사의 2억달러규모의 미니공장은 10억달러규모의 인텔사와 다름없는 능력을 과시할 것이라고 질로그사의 에드가 섹회장은 주장하고 있다.

한편 칩공장이라면 으레 함께 연상하게 되는 우주복같은 청정복장의 모습도 사라질 날이 가까웠다. 현재 미국 텍사스주 오스틴에서 9억달러의 비용으로 칩공장을 건설중인 어드밴스드 마이크로 디바이시스사(AMD)는 "현행의 칩공장의 모델은 이미 전성기가 지났다"고 인식하고 따라서 넓은 공간의 기밀실에서 근로자들이 이상한 복장을 하고 실리콘 웨이퍼속에서 이를테면 춤을 추던 '무도장 세대'도 사라질 것이라고 전망하고 있다.

이유는 비용때문이다. 전문가들은 1998년경 웨이퍼공장의 건설비가 20억달러에 이르면 세계에서 가장 많은 이익을 거둬 들이고 있는 인텔사로서도 벽찰 것이라고 보고 있다. 이렇게 되면 값은 더 올리지 않고 더욱 강력한 칩을 제공하던 반도체 칩업계의

지난 25년의 전통은 마침내 무너지고
만다.

‘우주복’ 이어 안녕

미니공장의 설계자들은 근본적으로 새로운 접근법으로 이런 파국을 피해볼 생각이 있다. 미니공장에서는 실리콘 디스크를 수백개의 손톱크기 칩으로 만드는 생산과정이 미니환경이라고 불리는 ‘청정실속의 청정실’에서 이루어진다.

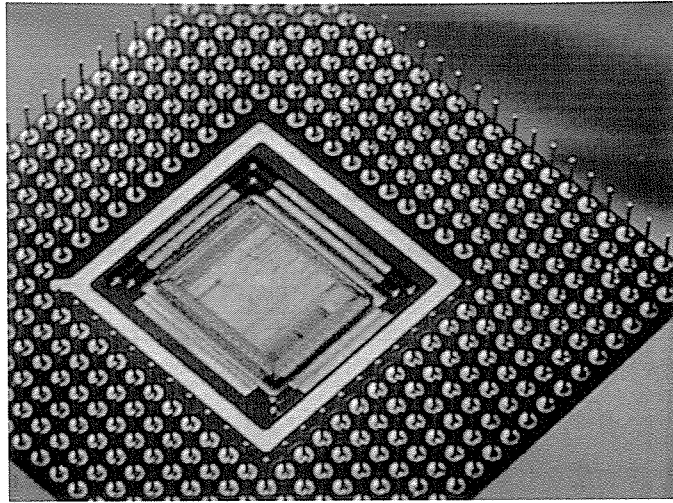
이런 구상은 작업원이 아닌 웨이퍼만을 격리함으로써 공기중의 작은 입자로부터 웨이퍼가 피해를 입는 것을 막아내는 데서 나온 것이다. 웨이퍼는 사람보다 훨씬 작아서 그만큼 청정환경을 만드는 비용도 덜 들고 따라서 반도체칩 공장은 ‘우주복’과 영원히 작별하게 된다. 주체스런 이 복잡성을 입지 않는 것만 해도 1백70만달러의 돈을 절약할 수 있다.

한편 미국의 24개 주요 건설엔지니어링사들은 최근 공동으로 가장 적절한 크기의 미니공장 청사진을 작성했다. 4억1천9백만달러의 이 공장의 월간 웨이퍼생산량은 대형공장의 2만5천장에 비해 1만5천장에 그치지만 다른 분야에서 대형공장을 앞지를 것이라고 주장하고 있다.

예컨대 공장의 공간이용을 재계획하고 장비를 재배치함으로써 웨이퍼가 2백여개의 공정을 지나는데 필요한 시간을 현재의 60-90일부터 단 7일로 줄일 수 있다는 주장이다. 그런데 종래 웨이퍼가 공장에서 체류하는

시간의 90%이상은 한 작업을 마치고 다음 작업으로 들어가기 전에 줄을 서서 차례를 기다리는데 보낸다.

이렇게 생산시간을 단축하면 값이 최고치에 이를 때 출하할 수 있다. 조사연구에 따르면 경쟁이 치열한 칩 시장에서는 불과 2-3개월만 일찍 출하해도 추가로 10억달러의 수입을 더 거둬 들일 수 있다는 것이 밝혀졌다.



◇9백만개의 트랜지스터를내장한 DEC사의 알파칩

이밖에도 미니공장은 종전의 대규모공장처럼 웨이퍼를 25개 또는 그 이상의 배치(묶음)로 처리하는 것이 아니라 날개로 처리할 수 있다. 그래서 소량주문을 다룰 수 있는 융통성이 많아지고 보다 안정된 칩설계를 할 수 있게 된다.

이 연구팀은 미니공장이 완전 상업 가동에 이르는데 종전의 반인 1년밖에 걸리지 않고 투자액 회수도 종전의 2년 또는 그 이상에 비해 10개월 내에 가능하다고 보고 있다.

‘양자도약’

컴퓨터업계에는 하나의 불변의 법칙이 있다. 즉, 마이크로프로세서의

끊임없는 진보덕에 이를테면 내일 구입하는 기계는 현재 보유하고 있는 기계보다 훨씬 빠르다는 것이다. 23년전 인텔사가 마이크로프로세서를 발명했을 때 계산기를 가동하는데 2천3백개의 트랜지스터를 사용했다. 오늘날 모든 형의 컴퓨터와 거의 모든 다른 전자시스템용의 ‘두뇌’는 수백만개의 트랜지스터를 갖고 있다.

그러나 다음세대의 회로는 너무나 복잡하여 일부 전문가들은 종래의 늘상 있던 양자도약에 종지부를 찍게 될 것 같다는 생각을 하고 있다.

1995년에 선을 보일 인텔의 다음 세대의 칩은 최신의 펜티엄 모델보다 2배나 많은 6백만개의 트랜지스터를 다져 넣게 될 것이다. 그런데 디지털 이큅먼트사(DEC)의 최신의 알파칩은 이미 9백만개의 트랜지스터를 갖고 있다.

이런 추세대로 나간다면 칩을 개발하는 일은 지난날의 아폴로우주선의 달착륙보다 더욱 어려운 일이 될 것이라고 생각하는 사람도 있다. 이렇게 많은 반도체를 다져 넣으면 회로는 너무나 뒤엉켜서 컴퓨터의 연산속도를 절름거리게 만들 수도 있는 것이다.

이것을 피하기 위해 칩설계자들은 일을 단순화하는 근본적으로 다른 개념에 눈을 돌리고 있다. 그중에서 가장 앞선 개념은 최장명령어(VLIW)라고 불리는 것이다. 이 방법은 모든 명령의 흐름을 극단적으로 긴 소프트웨어명령 속에 다져 넣는 것이다. 이로써 프로그램명령을 적절한 순서로

가려놓고 이들을 적절한 자리에 배정하는 따위의 많은 시간을 소모하는 일을 칩으로부터 소프트웨어로 이전하게 된다.

이런 허드렛일을 다루는 회로가 일부 칩의 면적의 3분의 1이나 차지하고 있다. 그래서 이런 일을 제거하면 연산에 필요한 더 많은 회로를 수용할 공간을 제공할 수 있게 된다. 그 결과 현재 예상할 수 있는 어떤 것 보다도 최소한 2배나 빠른 마이크로프로세서가 선을 보일 것이라고 VLIW 전문가인 휴렛 팩커드사(HP)의 조셉 피셔는 말하고 있다.

생존위한 몸부림

VLIW는 기술적으로 가능하다는 것은 의심할 여지가 없다. 1980년대 후반에 여러 기업들이 VLIW에 바탕을 둔 컴퓨터를 제작했고 1990년에는 필립

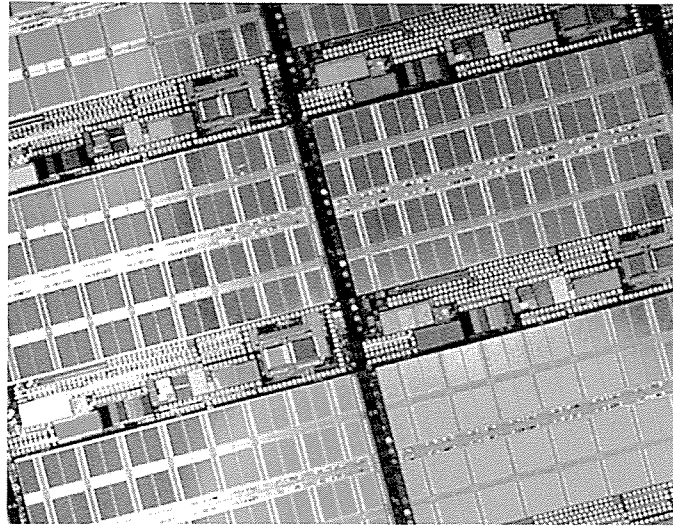
스 반도체사가 VLIW칩을 선보였다. 그러나 소프트웨어를 적용하는 데 어려움이 있어 이 컴퓨터는 얼마 뒤에 모습을 감추었다.

그런데 1994년 6월 인텔사와 HP사는 공동으로 마이크로프로세서의 새로운 출발을 발표했다. 이들은 인텔사의 X86가족과 HP사의 우아한 명령축소형 컴퓨팅(RISC)칩간의 기술적인 간격을 메우기 위해 VLIW를 사용할 것이다.

요컨대 이 두기업은 기업의 미래를 VLIW에 걸고 있다. 뿐만 아니라 선 마이크로시스템사도 VLIW를 파고들기 시작했다. 또 IBM도 1994년 9월 모토로라사와 애플 컴퓨터사와 공

동으로 개발한 파워PC칩의 미래세대는 VLIW방법을 타진할 것이라고 말했다.

VLIW에 대한 추구는 칩메이커는 물론 컴퓨터메이커에게도 생존을 위한 방안이 될 수 있다. 마이크로 프로세서시장에서 인텔의 80%의 점유율을 빼면 나머지 약 20억달러를 모토로라, IBM, HP, 선마이크로시스



◇IBM이 만든 세계 최초의 4백만비트의 메모리칩

템, MIPS 그리고 DEC등 6개기업과 그밖의 일본, 유럽, 미국의 몇개사가 나눠 가지고 있다.

그런데 10억달러의 공장건설비외에도 설계엔지니어링비용이 1억달러까지 소요되는 새로운 칩의 개발비용으로 미루어 보아 미국시장은 90년대말까지는 3대 메이커로 좁혀질 것으로 보고 있다.

그러나 수요가 모자라는 일은 없을 것이다. 보통사람들도 초정보고속도를 이용할 수 있게 만들자면 구두 명령에 호응할 수 있는 퍼스널 컴퓨터(PC)와 보다 친근한 스크린접촉면이 필요하다.

현재의 기술을 가지고 그렇게 많은

힘을 만들어 내자면 수천만개의 트랜지스터가 필요하게 된다. 문제는 1971년으로 거슬러 올라간다.

인텔사는 당시 귀중한 메모리공간을 보존하기 위해 최초의 실리콘두뇌는 매 소프트웨어명령이 칩위의 여러 가지 연산을 지휘하게 설계했다. 그래서 복합명령 세트 컴퓨팅(CISC)칩이 연산의 가지수를 결정하고 이것을 적절한 순서로 분류하기 위해 각 명령을 '해독'해야 했다. 그 결과 한개의 명령을 처리하는데 흔히 칩의 내부시계로 따져 여러 순간이 걸렸다.

10년 뒤 HP사는 리스크(RISC)방법의 개척을 도왔다. 처리시간을 가속화 하기 위해 리스크는 컴파일러(번역 프로그램)로 불리는 소프트웨어 툴을 사용하여 컴퓨터 프로그램을 동일한 크기의 간단한 명령

들로 절단한다.

칩은 보다 적은 기능으로 만족해야 하기 때문에 대신 동작은 빨라진다. 당초에 리스크 칩은 매 순간 한개의 명령을 처리할 수 있었다. 당시 내부시계(클록)의 속도는 초당 1천만번(10메가헤르츠) 딱딱거렸다.

'흠린'을 위해

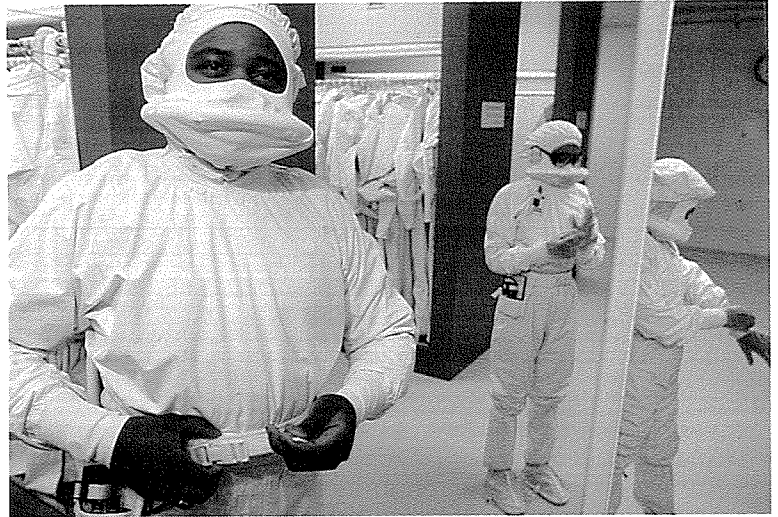
이제 리스크칩도 인텔 '질병'에 걸려 들고 있다. 최신의 마이크로프로세서는 모두가 매번 똑딱거리는 사이클당 2개나 또는 그 이상의 명령을 처리하는데 속도를 끌어 올려 성능을 증강시키는 일은 더욱 더 어려워진다.

지난 10년간 인텔칩의 클록속도는

10배가 빨라져 오늘날의 최고급 펜티엄 모델의 100배가 헤르츠로 뛰어 올랐다.

그러나 앞으로는 실리콘 결정을 사용하여 다시 10배로 뛰어 오를 수 있을까 하는 것은 의문이다. 1995년 생산될 칩은 사이클당 최소한 4개의 명령을 다룰 것이다.

일부 전문가들은 사이클



◇ '미니' 반도체공장에서는 우주복과 같은 청정복장의 모습이 사라진다.

쫓고 쫓기는 세계 반도체 메이커들

세계 반도체의 '거인' 인텔사는 1993년 거의 90억달러의 매출고를 올려 20억달러 이상의 이익을 거둬들였다. 1994년에는 매출이 120억 달러를 넘어설 전망이다. 인텔사의 칩은 오늘날 팔리고 있는 모든 개인용 컴퓨터(PC)의 80%이상에 내장되어 있다. 마이크로소프트사가 시스템 소프트웨어를 지배하고 있는 것처럼 인텔도 10년간 PC하드웨어를 지배하면서 표준을 설정하고 현금을 갈퀴로 긁어 모았다.

그러나 요즘 사정은 옛날같지 않다. 인텔사는 PC혁명이 시작된 이래 가장 심각한 경쟁에 직면하고 있다. 1994년 10월 18일 미국 캘리포니아주 소재의 칩메이커인 어드밴스드 마이크로 디바이시스(AMD)는 인텔의 최고품 펜티엄칩과 호환할 수 있는 프로세서(부호명 K5)의 설계를 마쳤다고 발표하고 이것은 펜티엄보다 성능이 뛰어나다고 약속했다.

또 텍사스주 소재의 칩메이커인 사이릭스사는 M1이라고 불리는 펜티엄급의 칩을 설계했다고 밝혔다. 이 두 칩메이커들은 1995년 중반기에 이 칩의 양산을 개시할 것으로 보인다. 이보다 규모가 작은 넥센사는 이미 성능이 좀 떨어지는 펜티엄호환 칩의 생산을 개시했다.

인텔로서는 경쟁이 별로 새로운 것은 아니다. AMD와 사이릭스사는 인텔의 종전 칩과 비슷한 모조품을 개발했다.

AMD의 경우는 IBM이 첫번째 PC에 내장한 8086 프로세서가 포함된다. 그런데 이들은 그동안 15%이상의 시장점유율을 차지하지 못했다. 그러나 이번에는 다음 3가지 이유 때문에 사정이 달라질 수 있다는 것이 전문가들의 견해다.

진품보다 앞선 모조품

첫째, 모방기업들의 칩이 더 우수할지 모른다는 점이다. 이들의 제

작비용은 펜티엄과 거의 같겠으나 보다 빠른 속도로 작동하고 같은 속도로 작동할 때 더 많은 데이터를 처리할 수 있다. 이것은 AMD와 사이릭스에서 나온 칩이 처음으로 인텔의 칩과 근본적으로 다르기 때문이다.

지난 날 AMD가 하던 것처럼 인텔의 설계를 라이센스하거나 완성된 인텔칩을 '분석공학' (다른 회사의 신제품을 분해하여 철저히 분석하는 기술)을 통해 알아보는 대신 AMD와 사이릭스사는 처음부터 자체의 펜티엄호환종을 제작했다. 이들은 인텔칩용으로 작성한 소프트웨어 프로그램을 가동할 수 있되 첨단 아키텍처나 또는 처리기술에 바탕을 둔 가장 빠른 속도의 칩을 설계했다. 이들은 인텔보다 2-3년 늦게 시작했기 때문에 인텔의 실수를 피할 수 있었다. 만약 이들 메이커들의 주장대로라면 이들의 설계는 펜티엄보다 적어도 30%는 성능이 뛰어날 것이다.

두번째 이유는 경쟁이 이제는 따

당 6개가 한계라고 보고 있다. 그 이상은 칩이 교통지휘에 너무 많은 시간을 빼앗길 수 있기 때문에 빨리 가동할 수 없을 것이다.

그러나 VLIW의 경우는 다르다. 보다 높은 성능을 발휘하기 위해 VLIW는 미리 8개 또는 그 이상의 명령을 선별하여 이것을 한개의 매우 긴 '말' 속에 함께 다져 넣는 컴파일러를 이용한다. 마치 10여수를 미리 내다보는 바둑의 대가처럼 이 소프트

웨어 컴파일러는 명령을 전망하게 될 것이다. 그런데 VLIW도 보다 빠른 리스크칩이 인텔의 시장을 더 잠식하는 기회를 막아 버린 것과 꼭 같은 소프트웨어의 비(非)호환성문제로 단명에 그칠 수도 있다.

일부 전문가들은 더 좋은 해결책은 현대의 컴퓨터속에 여러개의 마이크로프로세서를 집단으로 거처하는 것이라고 주장하고 있다.

이런 병렬처리방법은 이미 과학용

컴퓨터에서 주류를 이루고 있다. 다음 단계는 같은 실리콘 조각위에 멀티플 프로세서를 다져 넣을 수 있을 것이라고 이들은 생각하고 있다.

그러나 인텔-HP사의 공동사업이 흠뻑을 쳐서 기존의 소프트웨어를 다루는 초고속 VLIW칩이 등장하지 않는다고 단정할 수는 없다. 만약에 그렇게 되면 세계 마이크로프로세서시장에서의 인텔의 독점을 더욱 굳혀 줄 것이다. **ST**

라잡는 수준으로 좁혀졌다는 것이다. 1985년 인텔이 386칩을 내놓은 뒤 AMD가 호환프로세서를 생산하는데 약 5년이 걸렸다. 인텔의 다음 세대인 486을 따라 잡는데 3년이 걸렸다.

인텔은 1993년 봄, 펜티엄의 양산을 개시했으나 AMD는 계획대로라면 간격을 2년으로 좁힐 수 있을 것이다. 다음 세대는 1년이 뒤졌다는 것이 AMD의 생각이고 그 다음 세대는 동시에 출하할 것이라고 주장하고 있다. 그래서 인텔도 칩을 더 일찍 출하하지 않을 수 없게 되었다. 인텔은 다음 세대인 p6을 1995년중에 내놓아 486에 이어 펜티엄을 내놓는 데 걸린 시간의 반으로 줄일 생각이다. 이렇게 되면 인텔이 물건을 내놓은 뒤 최고의 수익을 올리는 기간이 단축된다. 더욱이 인텔은 다음 세대가 나오기 전에 소비자들이 칩을 교체하도록 부추기기 위해 기본 펜티엄의 값을 1994년에 거의 반으로 인하해야 했고 8천만 달러의 광고캠페인에 착수했다.

인텔은 새로운 세대가 출하되자마자 전세대의 값은 할인해야 한다. 고속의 486은 현재 1994년초의 반값인 2백달러이하로 팔리고 있다.

고객의 희생

이것이 인텔사의 세번째 문제를 만들어 낸다. 소비자들을 펜티엄으로 전환시키려는 인텔의 광고캠페인은 인텔의 기본고객인 PC메이커들의 희생을 강요하는 것이다. 인텔은 재래의 상품을 아직도 팔고 있으면서 소비자들에게는 다음세대칩으로 재빨리 전환하기를 바라고 있다.

그러나 PC메이커들은 낡은 기술에 근거를 둔 생산라인을 보유하고 있다. 세계최대의 PC메이커인 콤파크사의 경우처럼 창고에는 인텔사 광고에서 시대에 뒤진 것처럼 비친 컴퓨터로 가득 차 있다.

그래서 콤파크의 피자사장은 공개적으로 인텔의 처사를 비난했다. 콤파크의 일부 기계들은 처음으로 AMD와 사이릭스의 프로세서를 내장하게 된다. AST와 델사와 같은

다른 대형 PC메이커들도 콤파크의 예를 따를 것으로 보인다.

인텔은 종전에도 이런 싸움을 했다. 이 기업은 연구개발에 더 많은 투자를 하면서 연구팀은 경쟁사보다 앞서기 위해 전력 투구할 것이다. 한편 인텔의 변호사들은 경쟁사의 칩을 샅샅이 훑어나가면서 인텔의 기술을 빌린 흔적을 찾을 것이다.

그러나 인텔사는 위기를 의식하고 있다. 1994년 매출고는 37%나 늘어 날 것을 기대하면서도 가격인하 때문에 이익은 14%만 증가할 것이다. 같은 이유로 조(租)이익은 1993년의 63%에서, 1994년에는 56.5% 그리고 1995년에는 51~52%로 떨어질 전망이다.

한편 AMD와 사이릭스사는 자기들의 주장대로 프로세서의 품질이 뛰어나다면 처음 18개월중에 펜티엄시장의 25~30%를 차지할 수 있을 것이다. 그러나 인텔도 이런 것을 피하기 위해 필요하다면 가격인하전을 착수할 충분한 돈을 보유하고 있다.