

주사터널링현미경(STM)

비즈니스표준과 전문위원 홍귀현
02) 509-7272 parpeh@ats.go.kr

과학자들이 원자를 조사하고, 한번에 한 개의 원자를 처리할 수 있는 능력은 STM(Scanning Tunneling Microscope : 주사터널링현미경)의 공동발명자인 게르드 비닝(Gerd Binnig) 박사에게 많은 부분을 빚지고 있다.

1981년 동료인 하인리히 로러(Heinrich Rohrer), 크리스토프 거버(Christoph Gerber)와 공동 발명한 이 현미경은 나노기술의 근간을 제공하고, 새로운 반도체 생산 방법을 가능하게 하였으며, 물체의 성질에 대한 이해도를 높였다.

STM 및 1980년 노벨 물리학상 수상에 기여한 그의 아이디어들은 1978년 로러 박사와 함께 IBM에서 일한 수개월 동안의 결과였다. 그는 더 빠른 컴퓨터를 제작하기 위해 IBM이 극복해야 했던 문제, 즉 재료의 얇은 막의 작은 결함을 발견하기 위한 장치 제작 임무를 맡았다. IBM에서 다른 물리학자들과 함께 STM을 구상하고 제작하는 동안, 비닝 박사는 주요 아이디어들을 제공하였다.

특히, 그는 원자를 관찰하기 위한 이전의 노력들을

가로막았던 주요 문제들을 해결하였다. 그는 1미터의 1억분의 일 또는 원자 가로크기의 현미경 탐침의 정밀한 점을 시료 표면에 주사하는 단순한 기계적 방법을 고안하였다. 칩은 표면과 접촉하지 않지만, “터널링”이라는 양자 기계학적 효과는 칩과 표면 사이에 흐르는 전류를 발생시킨다. 전류가 표면을 흐르는 동안 이를 측정하여 칩의 위치를 조정함으로써 칩과 표면간의 거리는 항상 일정하게 유지될 수 있다. 칩은 직입의 기록은 표면의 형상으로 변경될 수 있고, 형상은 매우 세부직이므로 개별 원자를 세밀하게 관찰할 수 있다. 비닝 박사의 두 번째 혁신은 진공방(vacuum chamber), 조전도 부양 및 스카치 테이프의 정교한 합성을 통하여 탐침을 안정적으로 유지하는 방법이었다.

사실 STM은 원자 수준의 현미경 관찰의 시작은 아니었다. 비닝, 로러 박사와 노벨상을 공동 수상한 어니스트 러스카(Ernst Ruska)는 베를린 공과대학 대학원 재학 중이던 1931년에 최초로 전자 현미경을 발명하였다. 1951년 FIM(field ion microscope : 장이온 현미경)을 발명한 쾰른마니아 대학의 어윈 뮐러(Lirwin Mueller)는 원자를 최초로 “관찰” 하였다. 그러나 그는



이를 공개하지 않았고, 이 결과의 재현은 어려웠다. 1970년대에 시카고 대학의 알버트 크레웨 (Albert Crewe)는 “ 주사 전송 전자 현미경 (Scanning Transmission Electron Microscope)을 제작하였고, 이를 단일 우라늄 원자의 형상 생성에 사용하였다.

그러나 STM과 비교해 보았을 때, 이전의 원자해상도 현미경들은 사용이 어렵고, 탐침의 침과 상호 작용하여 결과를 왜곡하는 표면 원자들로 인한 문제점을 가지고 있었다. STM이 중요한 또 다른 이유는 다른 과학자들도 비교적 용이하게 자체 현미경 제작이 가능하다는 점이다. 가격도 저렴하여 원자 해상도 현미경의 경우 20,000 달러 수준이다.

미니그 박사의 설계에 대하여 일부에서는 그 효과에 대하여 회의적이었다. 사실, IBM 동료 물리학자들조차 처음에는 확신하지 못했다. 그러나 그는 이 프로젝트를 지원한 로리 박사와 비니그 박사의 반직관적인 방식이 극고해상도 형상을 생성할 수 있는 잠재력을 가지고 있음을 간파한 기버 박사를 확신시켰다.

일부에서는 STM은 단지 도구일 뿐이므로, 자연계에 대한 이해 향상 측면에서 이론적인 신기원보다 중요하지 않다고 보는 견해도 있다. 그러나 하버드 대학의 조지 화이트사이드 (George Whitesides) 화학과 교수는 도구도 학문적 진보에 커다란 영향력을 미칠 수 있다고 주장한다. 그는 지난 50년 동안 과학계에서 이루어진 성과 중에서 STM에 비견될만큼 영향력 있는 사건은 재조합 DNA뿐이라고 말한다. 이후 STM을 기본 아이디어로 한 50여개의 변형 아이디어들이 다양

한 학문 및 산업 분야에서 고안되었다.

STM 및 이후 발명된 ATM (Atomic Force Microscope : 원자력 현미경)은 식판인쇄, 나노기술, 폴리머 과학, 미생물학 분야의 연구자들에게는 필수적인 실험 도구가 되었다. 나노기술 전문가이며 실리콘 밸리 벤처캐피털리스트인 스티브 저메스톤 (Steve Jurvetson)조차 STM의 위대한 영향력은 동기부여 도구로서의 역할을 든다. 이는 모든 과학자들이 물질을 원자 수준에서 다루도록 하였다. DNA 구조의 발견이 정보학으로 변화한 마와 같이, 개별 원자의 처리 능력은 물리학에서 동일한 역할을 수행하였다.

1981년 34의 나이에 STM으로 노벨상을 수상한 이후 미니그 박사는 로리 박사와 공동 집필한 소위 “7x7” 논문을 함께 발표하였고, 여기에서 최초로 실리콘 표면의 원자 구조를 밝히기 위해 STM을 사용하였다. 다른 과학자들은 논란의 대상인 이 결과물을 즉시 수용하지 않았지만, 출판과 동시에 많은 관심을 끌어들였다.

미니그, 로리, 기버 박사는 실험실을 다른 과학자들에게 개방하고, 자신들이 발명한 현미경의 홍보 활동도 활발히 수행하였다. 최초로 이들의 의견을 받아들인 스탠포드 대학의 캘빈 케이트 (Calvin Quate)는 이후 AFM 개발을 위해 미니그, 기버 박사와 공동 연구하였다. 도체 또는 반도체 재료의 형상만을 생성하는 STM과 달리, AFM은 비전도체 재료의 원자 수준의 형상을 생성할 수 있다.

미니그 및 IBM 연구원들은 이후 개별 원자층 사용하여 디지털 정보를 저장 및 복원하는 milliped라는 나노기계 저장장치에 A1M 아이디어를 응용하였다. IBM은 현재 이의 상용화를 고려하고 있다.

미니그 박사는 나노기술이 더욱 중요한 위치를 차지하게 될 것이며, 환경적인 위헌에도 불구하고 계속 발전할 것으로 견해를 밝혔다. 미니그 박사의 다른 관심사 중의 하나는 SIMD다 훨씬 더 중요해질 수도

있는 컴퓨터 창의성의 개발이다. 그가 목적하는 바는 인공 지능이 아니라, 창의성과 추론이 가능한 시스템의 개발이다. 1989년 그는 컴퓨터 창의성에 관한 책을 출간하였고, 1994년 Definiend라 불리는 신생 기업을 설립하여, 인간사고 프로세스와 경쟁하는 소프트웨어의 개발을 모색하였다. 이 기업의 최초 제품은 대용량 데이터의 패턴을 발견하도록 설계되었으며, 생물정보학 분야에 응용되고 있다.

평면 패널 TV

플라즈마 및 LCD 디스플레이 기술의 인기가 높아지면서, TV는 점차 더 크고 동시에 얇아지고 있다. 평판 TV는 스타인이 멋있고, 많은 공간을 차지하지 않으며, DVD 플레이어, 디지털케이블 박스 및 게임 콘솔이 생성하는 선명한 영상을 충분히 받힌시킨다. 특히 소비자들이 구식 브라운관을 기초로 한 부피가 큰 TV 대신 신기술을 수용하면서 LCD TV 판매는 더욱 증가할 것으로 기대된다. 시장조사 기업인 iSup에 따르면, LCD를 기초로 한 모델들의 시장점유율은 2003년의 2.2%에서 2008년에는 18%를 차지할 것으로 예상된다.

LCD TV는 소비자 가전계에 큰 영향을 미치는 컴퓨터 산업기술 중 가장 최근의 예이다. 수년 동안, 평판 TV 구매자는 크고 비싼 플라즈마 화면(42인치 모델의 경우 약 3500 달러)을 대신 구입해야 했다. 이미

평면 패널 컴퓨터 모니터와 랩탑 디스플레이에서 사용되고 있는 LCD 기술은 평면 패널 TV를 보다 작으면서도 적정 가격에 맞게 생산하도록 한다. 예를 들어, 17인치 모델은 약 800 달러 정도이다.

시장 확대 전망은 벨, HP 그리고 모토로라, 웨스팅하우스(두 기업은 수십년 전에 TV 제조를 중지한)와 같이 기반을 갖춘 소비자 가전 회사 등의 신규 참가자들이 기존 TV 제조업체들과 함께 TV 판매 경쟁에 뛰어들도록 고무시켰다. 이미 평판 모니터를 판매하고 있는 PC 제조업체들의 TV 시장으로의 다변화 전략은 큰 변화는 아니다. 소비자 가전 회사들이 평판 TV 시장에 참여하는 이유는 일반 TV보다 더 높은 이윤 때문이다. 2003년 후반 휴가 시즌에 LCD 및 플라즈마 평판 TV 제조업체들은 제품의 과대 광고에 열을 올렸다.



그러나 이는 제조업체들이 희망했던 정도의 판매로 이어지지 않았다. 이제 더 많은 고객들이 평판 TV에 대해 알고 있지만, 아직도 높은 가격 때문에 망설이는 경향이 있다. 비용의 정당화는 쉽지 않은 부분으로, 특히 30인치 LCD TV가 화질 면에서는 브라운관 TV와 큰 차이가 없지만 가격은 4배나 비싸다.

평판 TV 제조업체들은 이제 가격 인하를 시작하고 있다. 이는 많은 재고량 때문으로, 판매 제조업체 및 TV 제조업체들이 너무 많은 량의 제품을 생산하였고, 소매업체들은 판매 가능한 수량 이상을 주문하였기 때문이다.

생산력 강화 또한 가격 인하 요건이 된다. 샤프는 올해 1월에 “6세대” 신규 LCD 공장을 오픈하였다. 파나소닉 플렌트를 소유한 일본의 마쓰시타는 5월에 세계 최대의 플라즈마 디스플레이 공장 설립 계획을 발표하였다. 7월에 소니와 삼성은 중남 방장의 “7세대” 합작 LCD 공장이 내년부터 가동될 것이라고 밝혔다. LCD 플렌트에 대한 올해의 기록적인 투자는 내년에 파잉 생산으로 이어질 것이라고 우려가 있다.

그러나 공급과잉은 낮은 가격을 의미하기 때문에, 이는 소비자들에게 좋은 소식이 된다.

내년의 급격한 가격 하락 전망은 평판 TV 시장의 변화를 예고한다. 현재 LCD의 인치 당 가격은 플라즈마보다 높다. 30인치 LCD TV 가격으로 약 40인치 플라즈마 모델을 구입할 수 있다. 판매되는 대부분의 LCD TV는 현재 20인치 또는 21 이하이며, 21 이상의 대형 TV는 플라즈마와 가격 경쟁이 되지 않는다. 그

러므로 대형 TV 시장에서 플라즈마의 우위는 당분간 지속될 것으로 보이며, LCD TV는 저가 시장을 지배할 것이다.

이는 평판 TV 예비 구매자들의 선택을 비교적 단순하게 만든다. 만일 30인치 이하의 크기를 원한다면 LCD를 선택하면 되고, 21 이상의 대형 TV를 구입하려는 경우에는 플라즈마가 가격 대비 더 나은 조건을 제공한다. 55인치 이상의 경우, 리어프로젝션(Rear Projection)에 기초한 TV들이 인기가 있다.

LCD의 약진

그러나 신규 LCD 플렌트들이 가동을 시작하면서, LCD TV는 점차 45인치 이상의 플라즈마 TV와 경쟁하게 될 것이다. 신규 7세대 LCD 플렌트들은 12개의 32인치 또는 8개의 40인치 판매에 충분한 크기의 1.9 x 2.2 미터의 유리판에 화면을 쓰게 될 것이다. 이리하여 플라즈마 TV 제조업체들 역시 가격을 인하하지 않는 한, LCD는 플라즈마 TV를 고가 시장으로 밀어낼 것이다.

그 결과 42인치 TV에 대한 치열한 전쟁이 기대된다. 플라즈마는 보다 진한 집중력으로 우수한 대비효과를 제공한다. 그러나 플라즈마 판매의 수명이 최근 10,000 시간에서 30,000 시간으로 개선되었지만, LCD 판매는 60,000 시간의 수명을 자랑한다. LCD TV는 또한 컴퓨터 모니터로 사용될 수 있는 장점이 있다. 그러나 반응은 플라즈마보다 느리므로 스포츠 경기 관람에는 적합하지 않다.