

<< 초청강연 >>

Scanning Tunneling Microscopy: 표면 과학 연구 장비로부터 일반 고체물리 실험 장비로

국 양

서울대학교 물리천문학부

Scanning Tunneling Microscopy는 개인용컴퓨터가 보급되고, 저잡음 아날로그 칩들을 구할 수 있으며, 압전세라믹 기술이 발달하기 시작한 1981년 스위스 IBM Zurich 연구소에서 H. Rohrer 와 G. Binnig 박사에 의하여 발명되었다. 이 발명 7~8년 이전 미국 표준연구원의 R. Young 박사도 비슷한 시도를 하였지만, 이 때는 제어할 수 있는 컴퓨터가 없었고, 조절 회로의 잡음 레벨도 컸으며, 역학적 진동도 커서 목적을 달성할 수 없었다. STM의 발명 후 32년이 지난 지금, 조절용 컴퓨터의 발전은 물론, 조절용 역피드백 회로 또한 digital signal processor나 FPGA를 사용하는 형태로 변화하여 전기적 잡음도 현저히 감소하였다 [1,2]. 동시에 측정 에너지 해상도를 개선하기 위하여 세계적으로 여러 그룹이 장치를 1 K 이하에서 작동할 수 있게 제작하였고, 0.3 K에서 작동하는 상업용 제품도 등장하였다. 이 결과 에너지 해상도는 30 meV 에서 2~3 μeV 감소하였고, 온도변화에 따른 측정 위치의 변화도 피할 수 있게 되었다. 터널링 검침의 화학적 성분을 흡착과 같은 방법으로 조절하여, 공간 해상도는 물론 에너지 해상도도 더욱 줄일 수 있게 되었고, 스핀에 민감한 터널링 제어도 가능하게 되었다. 이제는 금속, 반도체, 초전도체는 물론 분자, 거대분자, 나노 크기의 양자점등도 측정이 가능하게 되었다. 분자 진동 측정이 가능하며, 분자의 성분 분석이 가능하게 되었고, 스핀의 전도와 관련된 제반 문제들을 연구할 수 있게 되었다. 지금부터 10년 동안에는 포논의 측정과 전자와 포논 exciton 등이 관여된 다체계 현상, 이들의 동역학적 현상이 측정 가능하게 되었다. 핵자기 공명도 시도되고 있으며 화학적 구멍 및 원자들 사이의 결합도 측정 가능하게 될 것이다. 이제 STM은 초고진공에서 작동하는 Atomic Force Microscopy와 함께 지금까지 고체물리학 실험 장치가 만들어 내지 못하던 새로운 결과를 도출해 낼 것으로 기대한다.

References

- [1] Y. Kuk, and P.J. Silverman, "Scanning Tunneling Microscope Instrumentation", Rev. Sci. Instrum. 60, 165 (1989).
- [2] Y.J. Song, A.F. Otte, V. Shvarts, Z. Zhao, Y. Kuk, S.R. Blankenship, A. Band, F.M. Hess, J.A. Stroscio, "A 10 mK scanning probe microscopy facility," Rev. Sci. Instrum. 81, 121101 (2010).

Keyword: 주사형터널링현미경