

Scanning Tunneling Microscopy의 시료 접근 방식에 관한 연구

박정호, 정회판, 정관수, 강태원*

경희대학교 전자공학과, *동국대학교 물리학과

1982년에 처음으로 실현된 STM(Scanning Tunneling Microscopy)는 원자레벨의 분해능을 가진 일종의 현미경이다. STM의 동작은 매우 날카로운 금속바늘(tip)을 시료(sample)에 접근시켜 그 간격이 수 Å이 되면 시료표면 원자들의 원자 구름과 금속 바늘 원자들의 전자 구름이 겹치는 상태에 이른다. 이 때 시료표면과 금속바늘 사이에 아주 작은 전압을 걸어주면 전자들은 시료표면과 금속 바늘 사이의 공간을 뚫고 터널링 전류를 흐르게 한다. 터널링 전류는 바늘과 시료간의 거리에 아주 예민하며 STM은 이 전류를 이용한다. 즉, 금속 바늘이 시료를 따라 움직임으로서 이 때의 변화하는 터널링 전류를 검출하고 이를 영상화함으로써 시료의 표면 관찰이나 혹은 최근 관심있는 반도체 분야에서 소자의 고집적화에 따른 리소그래피에 의한 미세가공에 응용된다.

STM은 기본적으로 시료표면 위에서 금속 바늘의 위치를 정확하게 이동시켜 줄 수 있는 피에조 세라믹 주사 장치(PZT Scanner), 시료를 금속 탐침에 부딪침 없이 접근시킬 수 있는 시료 접근 장치(Translator), 주변의 역학적인 진동으로 부터 시료와 금속 탐침 사이를 보호해 주는 진동 고립 장치(Vibration Isolation) 등의 기계적인 부분과 일정한 터널링 전류가 흐를 수 있도록 피에조 세라믹을 조정해 주는 궤환 회로 및 터널링 전류의 변화를 영상화 해 주는 영상 처리 장치로 구성된다.

본 논문은 STM에서의 시료접근 장치와 궤환 회로를 제작하였는데, 시료접근 장치를 보면 종래의 방식을 탈피한 PZT(Piezoelectric)를 사용하여 톱니파 전압이 외부에서 인가될 때 시료 홀더의 관성과 가이드레일 사이의 마찰 특성을 이용한다. 가이드레일 위에 올려진 시료홀더를 움직이기 위해 PZT에 톱니파 전압을 인가하면, 전압이 가해지는 동안 시료홀더는 정지 마찰력 때문에 가이드 레일과 함께 움직이고, 전압이 최대치에 도달한 후 전압을 갑자기 초기 상태로 떨어뜨리면, 가이드 레일은 원래 상태로 되돌아 가지만 시료 홀더는 관성때문에 이 움직임을 미처 따라가지 못해 시료를 접근할 수 있었다.

또한, STM의 터널링 전류는 아주 작은 신호(1-10nA)로 외부 잡음에 매우 민감하기 때문에 커패시턴스를 최소화 하기 위해서 시료와 프리 앰프 사이의 도선을 짧게함과 동시에 잡음의 영향을 줄이기 위해 프리 앰프를 STM의 중간 지지판에 궤환회로를 구성하였다.