

실리콘 표면 원자선의 도핑

안종렬

연세대학교 원자선 원자막 창의연구단

원자선을 응용하기 위해서는 원자선을 다양한 형태로 변화시키거나 그 특성을 제어할 필요가 있습니다. 그 대표적인 경우가 순수한 반도체 물질에 추가적인 원자 도핑을 할 경우 그 특성이 엔형이나 피형 반도체로 바뀌는 것입니다. 원자선에서도 추가적인 원자 흡착을 이용해서 그 특성을 다양한 형태로 변화시킬 수 있음을 발견하였습니다.

Si(111)에 흡착된 Na 원자선의 경우 1/3 단층만 흡착되었을 경우 일반적인 절연체의 특성을 보여주지만 Na 원자를 추가적으로 흡착시키게 되면 그 특성이 모트-허바드 절연체로 바뀌게 됨을 발견하였습니다.⁽¹⁾ 이 경우 Na 원자가 Na 원자선에 전자를 제공해주는 역할을 하게 됨을 밝혔습니다. Si(111)에 형성된 대표적인 원자선인 In 원자선의 경우는 상온에서 금속성질을 나타내고 저온에서는 전하밀도파의 특성을 나타내는 것으로 알려져 있습니다.⁽²⁾⁽³⁾ 금속상태의 In 원자선에 Na 원자가 흡착되었을 경우 Na 원자가 불순물 역할을 하게 되며 이러한 불순물 주위에 국소적으로 일차원적인 전하밀도파가 형성됨을 발견합니다.⁽⁴⁾ 최근에는 이러한 불순물에 의한 전하밀도파의 특성을 연구하기 위해 불순물의 양과 온도에 따른 자세한 특성 변화를 연구 중에 있습니다. 마지막으로 Si(111)을 계단형태로 만든 표면위에, 예를 들면 Si(557), Au 원자를 흡착할 경우 Au 원자선이 형성되면서 계단형태로 되어 있는 Si 표면을 안정화시키는 것으로 알려져 있습니다. 이 경우 2개 이상의 원자선이 하나의 Si 계단에 형성되며 전기적으로 금속성이나 절연체 등의 다양한 형태의 특성을 보여 줍니다.⁽⁵⁾ 이러한 구조위에 In 원자가 추가될 경우 In 원자는 전자를 제공해주는 역할을 하며, Au 원자를 추가할 경우 Au 원자는 불순물 역할을 함을 발견하였습니다.

이러한 추가적인 원자 흡착을 이용한 원자선의 특성 변화는 원자선의 특성 연구와 응용에 큰 기여를 할 것으로 기대가 됩니다.

[참고문헌]

1. J. R. Ahn *et al.*, "Observation of a quasi-1D Mott-Hubbard insulator: The re-entrant Na/Si(111)-3x1 surface", *Europhys. Lett.* 57, 859 (2002).

2. H. W. Yeom *et al.*, "Instability and charge density wave of metallic quantum chains on a silicon surface" *Phys. Rev. Lett.* 82, 4898 (1999).
3. J. R. Ahn *et al.*, "Mechanism of gap opening in a triple-band Peierls system - In atomic wires on Si", *Phys. Rev. Lett.* (2004).
4. S. S. Lee *et al.* with J. R. Ahn, "Adsorbate-induced pinning of a charge density wave in a quasi-1D metallic chains", *Phys. Rev. Lett.* 88, 196401 (2002).
5. J. R. Ahn *et al.*, "Metal-insulator transition in Au atomic chains on Si with two proximal bands", *Phys. Rev. Lett.* 91, 196403 (2003).