

# 광주과학기술원 이택희 교수팀, 분자 트랜지스터의 전류 조절과 전하수송 메커니즘 규명

네이처(Nature)지 발표, “분자 스케일의 트랜지스터 개발 가능성 열어”

광주과학기술원 이택희 교수 연구팀이 트랜지스터 구조의 분자소자를 이용한 단일 분자를 통해 이동하는 전류의 조절방법과 전하수송 메커니즘(Transport mechanism)을 규명하였다.

이택희 교수의 주도하에 진행된 이번 연구는 △송현욱 박사과정생(제1저자, GIST) △정희준 교수(한양대) △김영상 연구원(한양대 석사) 장윤희 교수(GIST) △마크 리드(Mark A. Reed) 교수(예일대) 등이 참여한 국제공동연구로, 교육과학기술부(장관 안병만)와 한국연구재단(이사장 박찬모)이 지원하는 중견연구자지원사업(NRL), 국가핵심연구센터(NCRC), 세계수준연구중심대학(WCU)육성사업, 지식경제부의 시스템 IC2010사업, 광주과학기술원 분자레벨 집적화 시스템 사업의 지원을 받아 수행되었다.

특히 이번 연구결과는 세계 최권위의 과학저널인 ‘네이처(Nature)’誌 제462권 12월 24일자에 주요 논문 소식(News and Views)과 함께 게재되는 영예를 얻

었다.

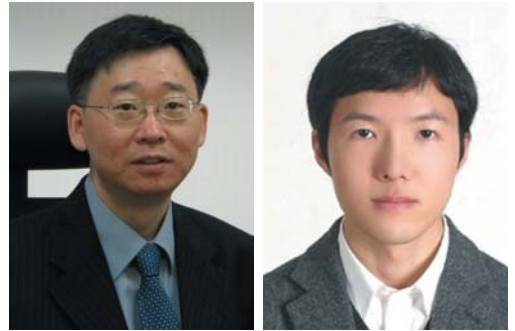
이택희 교수 연구팀은 이번 연구에서 분자의 전하흐름을 제어할 수 있는 트랜지스터 소자를 제작하여 분자소자의 전하수송 특성을 밝혀냈다.

지금까지 분자소자에 대한 연구는 대부분 두 개의 전극을 이용한 분자의 구조나 분자와 전극간의 접합 성질을 이용한 전하수송 특성을 제어하는 방법으로 진행되어 왔다.

그러나, 이 교수팀은 세 단자 전극인 트랜지스터 소자의 게이트 전극을 이용하여 분자 오비탈(Orbital)의 에너지 준위(Energy level)를 직접 조절함으로써, 이동전하(Charge carrier)의 터널링 수송에 대한 에너지 장벽의 크기를 조절하여, 궁극적으로 전류의 양을 조절하는 데 성공하였다.

분자를 통해 흐르는 전류는 게이트 전압에 의해 조절되는 분자의 오비탈의 에너지 준위에 의존하게 되고, 전하수송 메커니즘은 인가된 게이트 전압과 소스-드레인 전압에 따라 다이렉트 터널링(Direct tunneling)에서 전계방출에 의한 터널링(Field emission 혹은 Fowler-Nordheim tunneling)으로 전이된다.

이 때 측정된 전이전압은 분자의 오비탈 준위와 소스-드레인 전극의 페르미 준위(Fermi



이택희 교수

송현욱 박사과정

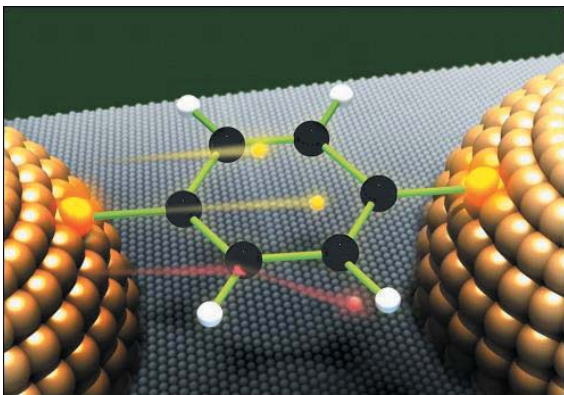
level)간의 에너지 차이에 의존한다. 이러한 현상을 이용하여 분자 트랜지스터(Molecular transistor)를 구현할 수 있고, 특히 분자소자의 전자구조(Electronic structure)를 알아낼 수 있었다.

또한 이택희 교수팀은 비탄성 터널링 분광법(Inelastic Electron Tunneling Spectroscopy)을 이용하여 분자 트랜지스터 내에 존재하는 단일 분자에 대한 진동 스펙트럼을 관찰하여, 분자 오비탈의 게이트 의존성을 규명하는데 성공하였다.

이 연구결과는 제작된 분자 트랜지스터의 전하이동이 실제로 분자를 통해서 일어나며, 트랜지스터 소자의 게이트 전극으로 분자 오비탈을 직접 제어할 수 있다는 사실을 보여주는 중요한 연구성과이다.

연구를 주도한 이택희 교수는 “이번 연구는 지금까지 실리콘 기반의 반도체 기술로는 불가능하다고 여겨졌던 단일 분자를 이용한 분자 트랜지스터를 개발할 수 있는 가능성을 보여주었다”고 연구의의를 밝혔다.

교육과학기술부 2009.12.24



분자 트랜지스터(Molecular transistor)의 모식도