

## 금속-절연체간 상전이 특성을 산소함량 차이로 규명

• 교신저자 : 홍용기(전주) / 김봉중(GIST)교수, 이택희(서울대)교수

• Nano Letters / 2013. 3.

### 연구내용

‘금속-절연체 상전이특성’을 갖는 단결정 이산화바나듐(VO<sub>2</sub>) 나노산화물 내에서의 산소함량 정도에 따른 이산화바나듐(VO<sub>2</sub>)의 구조적, 화학적, 전기적 특성 변화에 미치는 영향을 규명함으로써 상전이 특성 제어에 성공함.

※ 상전이현상이란? : 고체, 액체, 기체 등의 상태가 서로 바뀌는 것을 말하며, 전기가 통하는 금속 상태에서 온도변화 등에 따라 전기가 통하지 않는 절연체로 변화되는 상전이 현상을 ‘금속-절연체 상전이(MIT : Metal-Insulator phase Transition)’라고 부름.

본 연구에서 고온의 수소환경에서 산소가 환원되는 특성을 고려하여 단결정의 열처리시간을 조절함으로써 단결정 이산화바나듐(VO<sub>2</sub>) 나노산화물의 산소함량 정도를 제어함.

또한 이산화바나듐(VO<sub>2</sub>) 나노산화물의 산소함량 정도가 결정구조, 전기저항, 일함수(work function) 변화에 어떠한 영향을 미치는지 관찰함으로써 산소함량 정도와 결정 구조적, 전기적 상전이 현상의 상관관계를 규명함.

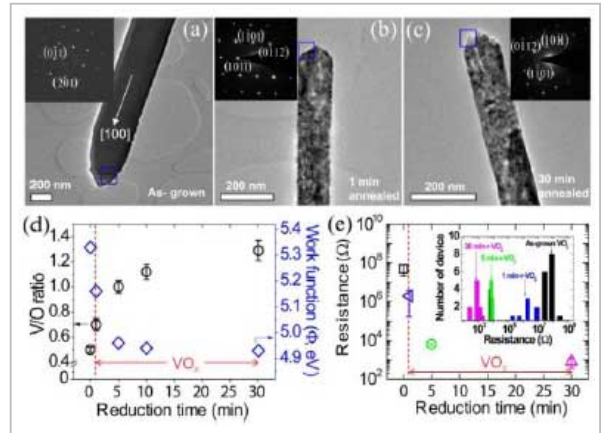
※ 일함수(work function)란? : 고체의 표면에서 한 개의 전자를 고체 밖으로 빼내는 데 필요한 최소의 일 (work) 또는 에너지를 말함.

공동연구팀은 산소함량 정도를 제어하기 위해 이산화바나듐(VO<sub>2</sub>) 나노단결정에 대해 각각 수소 열처리 전 상태, 1분에서 30분동안의 수소 열처리를 실시했으며, 이에 따른 산소함량 정도가 일함수와 전기저항에 어떤 변화를 주었는지를 비교 분석함.

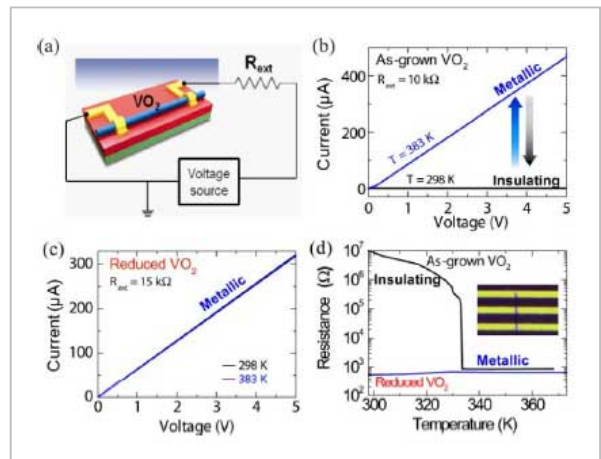
이를 통해 이산화바나듐(VO<sub>2</sub>) 나노단결정은 수소 열처리에 따른 산소함량이 감소될수록 일함수와 전기저항이 점진적으로 감소했다는 것을 수소 열처리를 하지 않은(= 산소함량감소가 없는) 상태와의 비교를 통해 규명함.

### 기대효과

향후 ‘금속-절연체간 상전이 현상’을 이용하는 차세대 메모리, 차세대 디스플레이, 센서, 스위칭 소자 등



[그림 1] a~c. 이산화바나듐(VO<sub>2</sub>) 나노단결정의 투과전자 현미경 이미지와 회절패턴으로 왼쪽부터 수소 열처리 전(a), 1분간 수소 열처리 후(b), 30분간 수소 열처리 후(c) 모습이다. d~e. 이산화바나듐(VO<sub>2</sub>) 나노단결정 내에서 산소부족 정도에 따른 일함수변화(d)와 전기저항의 변화(e)를 보여주는 데이터



[그림 2] a. 전기저항을 측정하기 위한 2단자 나노소자 개략도 b. 열처리 전의 이산화바나듐 나노단결정의 온도에 따른 전류-전압 특성 c. 열처리 후의 이산화바나듐 나노단결정의 온도에 따른 전류-전압 특성 d. 열처리 전과 후의 나노단결정의 온도에 따른 전기저항 변화