

최근 국내에 설치된 초고전압 투과전자현미경(UHV-TEM)의 특성 및 활용계획

김윤중

한국기초과학지원연구원 전자현미경팀

과학기술부의 연구기반 구축사업의 일환으로 1998년 12월 공식 출범한 초고전압 투과전자현미경(UHV-TEM)의 설치·운영 사업이 2003년 10월 한국기초과학지원연구원(KBSI) 대덕본원에 장비의 설치 및 성능시험을 완료함으로써 일단락되었다. 설치된 초고전압 투과전자현미경은 지금까지 해외에 설치된 동급 장비와 비교하여 다음과 같은 주요한 특징이 있다. (1) 원자분해능(0.12nm)을 가지며 고경사각($\pm 60^\circ$)의 실행이 가능하다. 이 기능은 세계적으로도 처음 갖게 되는 기능으로 무기 및 생체 물질의 삼차원 구조를 원자 수준으로 분석하는데 유용하리라 전망한다. (2) 최신 에너지 여과장치(HV-GIF)와 다양한 변온 시료지지대(액체 헬륨 온도 $\sim 1500^\circ\text{C}$)를 사용할 수 있다. (3) 장비의 직접 운용과 원격 운용이 가능하다. 이밖에도 필요 시 원자로와 핵융합로 재료 등 극한 물질의 개발에 필요한 이온빔 가속장치를 경통에 부착하여 사용할 수 있도록 준비하였다.

Si wafer를 이용한 장비의 성능시험에서 삼차원적 원자분해능 기능이 확인되었다(Fig. 1). 즉, Si [110] 시료를 이용하여 먼저 아령구조(dumbbell structure: 0.136nm)를 관찰한 다음, 이축경사 시료지지대를 이용하여 [100]와 [111] 방향으로 경사하여 원자분해능 이미지를 획득하였다. 세 방향 모두 Si 원자의 column을 잘 보여주고 있다. Fig. 2는 에너지 여과장치를 이용한 Si [100] 시료의 원자분해능 이미지를 보여주는데, 여과되지 않은 이미지와 비교해 zero-loss peak을 이용한 이미지는 분해능의 향상을 뚜렷이 보여준다. 원자분해능은 Si의 plasmon-loss peak를 이용한 이미지에서도 가능하였는데 이런 경우 정량적인 작업을 수행한다면 서로 다른 원자의 종류까지도 직접 구별할 수 있는 새로운 길을 열 수 있기 때문에 장비의 시험가동 기간에 이 분야를 집중적으로 점검할 예정이다.

본 장비의 가장 중요한 활용 분야로는 신물질의 삼차원 구조를 원자분해능, 고투과력 및 에너지 여과기능을 이용하여 정량적으로 분석하는 것으로 전망된다. 이러한 분석 기능은 국제적인 경쟁이 치열한 차세대 반도체의 개발과 뇌세포의 선진 연구에 기여하리라 기대된다. 금년 11월부터 내년 3월까지 장비의 시험 가동을 마친 후 내년 4월부터는 외부 이용자의 장비 사용이 시작되는데, 장비는 기존의 포항가속기나 하나로 시설과

같이 국가적인 공동연구시설(National User's Facility)의 개념으로 운영될 예정이다. 즉, 장비이용 신청서의 접수 - 적격심사 - 이용시간의 배정의 절차를 취하며, 적격심사는 장비운영위원회(Steering Committee)에서 수행하게 된다.

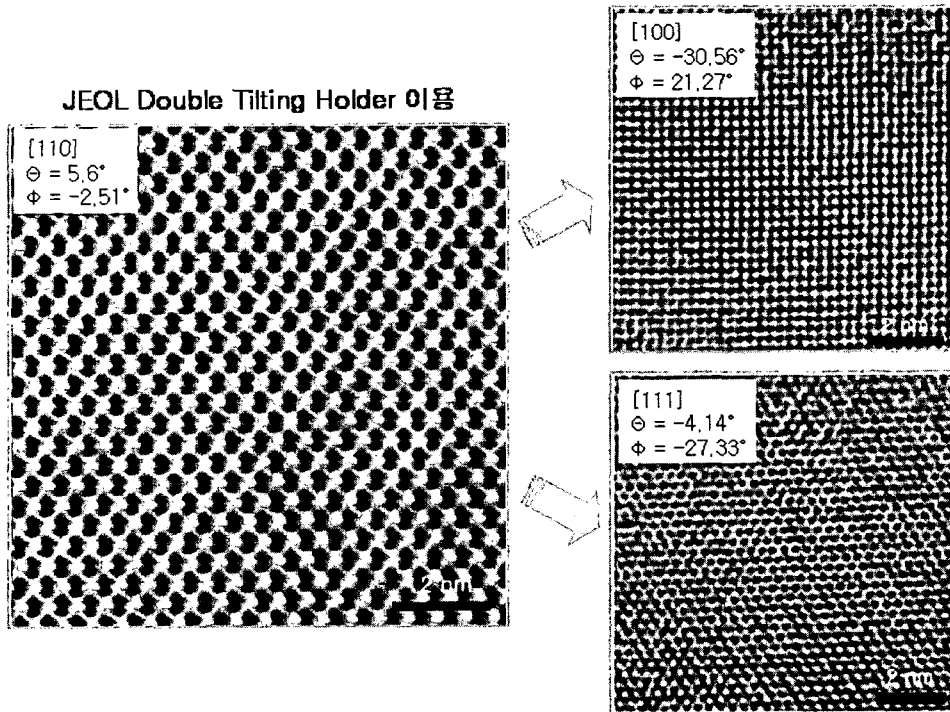


Fig. 1. Atomic images of Si in three different orientations, [110]-[100]-[111], recorded on the multi-scan camera of HV-GIF

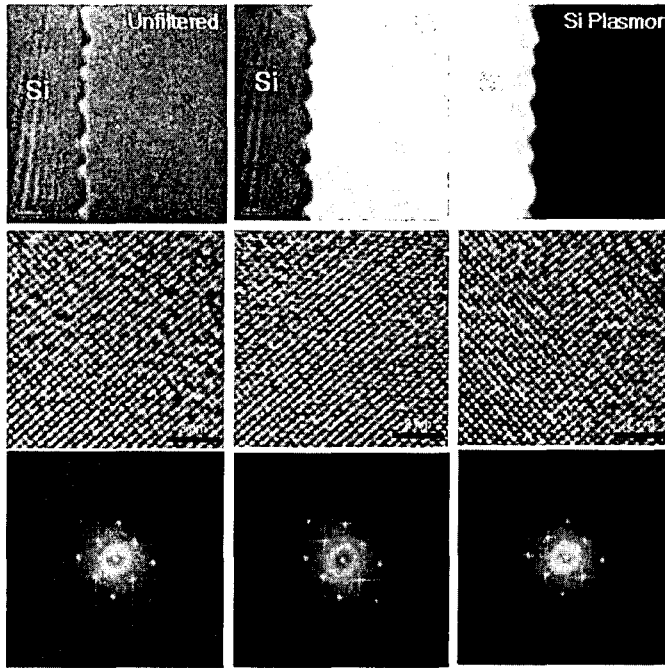


Fig. 2. Atomic images of Si in the [100] orientation without or with energy filtering (the slit width of 10eV).