

초고전압 투과전자현미경의 Viewing Chamber를 활용한  
Goniometer 원격 제어  
Remote Access of Goniometer System using HVEM Viewing  
Chamber

안영현<sup>1</sup>, 강지선<sup>1</sup>, 이지수<sup>2</sup>, 이상동<sup>2</sup>, 염현영<sup>3</sup>, 김윤중<sup>1</sup>, 권희석<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국기초과학지원연구원 전자현미경연구부

<sup>2</sup>한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터

<sup>3</sup>서울대학교 컴퓨터공학부

## 1. 서론

원격지의 첨단 장비를 사용하기 위해서는 장비가 설치되어 있는 장소까지 연구자의 직접 방문이 불가피하며 이에 따른 많은 시간 및 경제적 문제가 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 한국기초과학지원연구원(Korea Basic Science Institute - 이하 KBSI)에서는 컴퓨터 및 네트워크를 활용하여 초고전압 투과전자현미경(High Voltage Electron Microscopy - 이하 HVEM)을 원거리에서 제어 및 관찰할 수 있는 원격제어시스템을 개발함으로써 국내는 물론 국제적 원격공동연구 환경을 구축하기 위한 e-Science 과제를 수행하고 있다. 본 연구에서는 원격지에서 HVEM을 이용하여 시료를 관찰하는데 필수적 분야인 Goniometer 원격제어 시스템을 소개한다.

## 2. 시스템 구성

HVEM의 View Chamber에서 나오는 영상을 감지하여 전송하는 것은 원격지에서 HVEM 관찰시 HVEM 빔 정렬 및 Goniometer 조절을 위하여 해결되어야 하는 매우 중요한 과정이다. 시편 관찰의 경우 사이드 카메라인 SP100W (GATAN, USA)을 통해서도 관찰이 가능하나 HVEM 용으로 신규 제작되어 아직 동영상 전송에 관한 기능을 제공하고 있지 않고 관찰 영역이 좁기 때문에 관찰하고자 하는 이미지를 찾기 위해서는 View Chamber 영상에 의존할 수밖에 없는 상황이다. View Chamber에서 나오는 영상의 경우 일반적인 방송 및 디지털카메라를 활용하여 감지하고자할 경우 이들이 감지할 수 있는 최소한의 밝기 수준에도 미달하기 때문에 정상적인 관찰이 불가능하다.

시중에서 쉽게 구할 수 있는 디지털 카메라를 이용하여 view chamber 안의 영상을

촬영한 모습이다. 결과에서 알 수 있듯이 view chamber 안의 영상 신호는 전혀 감지되지 않았다. 따라서 빛이 거의 없는 상태에서도 시편을 관찰할 수 있는 초저조도 카메라의 설치가 필수적이다. [그림 1] 및 [그림 2]은 View Chamber에서 영상을 촬영할 수 있는 카메라 및 이를 설치한 사진이다. 이 카메라는 야간 촬영이 가능하도록 0.05 Lux 상태에서 빛을 감지할 수 있다. 또한 40만 화소를 지원하며 영상을 네트워크로 전송할 수 있도록 디지털 인코딩 장비와 연결되어 있다. 따라서 원격 유저는 이 카메라 영상을 이용한 Goniometer 제어를 통해서 원격지에서 원하는 시편의 이미지를 관찰할 수 있다. [그림 3]는 HVEM Goniometer 원격 제어 프로그램으로써 제공하는 기능은 다음과 같다.

1. 접속: HVEM의 FasTEM 서버 IP를 입력한다. 이것을 통해서 원격제어 프로그램을 HVEM의 FasTEM서버와 접속시킨다.
2. 접속 정보창: HVEM의 FasTEM에 접속할 때 FasTEM의 IP와 접속 포트번호가 입력된다.
3. Goniometer 정보 창: 현재의 Goniometer 상태를 보여준다. Goniometer의 X, Y, Z 축의 정보와 Tilt 정보를 보여준다.
4. Shift: Goniometer를 X, Y방향으로 움직이는 역할로 기본 단위는 0.1 um부터 가능하다.
5. Tilt: Goniometer의 X축으로 시편을 Tilt할 때 사용되며 기본 단위는 0.5도 단위로 수행된다.
6. Neutral: Goniometer를 초기화 한다. 이 메뉴를 실행하면 Goniometer의 위치 및 Tilt 정보가 0으로 셋팅되면서 초기화된다.
7. 수치 이동: 이 메뉴는 X, Y, Z로 직접 Goniometer를 Shift 할 때 사용된다. 즉, 움직이고자 하는 방향을 선택하고, 수치를 입력한 다음에 Set를 누르면 Goniometer는 그 방향으로 움직인다.

### 3. 결과 및 고찰

[그림 4]는 Goniometer를 원격 제어한 결과이다. View Chamber의 영상이 원격지의 컴퓨터를 통해 전송이 되고, 원격지에서는 이 이미지를 통해서 시편을 관찰할 수 있다. [그림 5]은 원격지의 컴퓨터상에 보이는 View Chamber 실시간 동영상을 확대 촬영한 것이다. 컴퓨터 모니터에 나오는 영상을 디지털 카메라를 이용하여 직접 촬영하였다. 향후 완벽한 Goniometer 원격 제어를 위해서는 다음과 같은 과정이 필요하다.

첫 째, 컴퓨터를 이용한 완벽한 원격제어를 위하여 전자현미경 제조회사인 JEOL사 및 카메라 제조회사인 Gatan사를 통해서 제어 관련 정보를 획득해야 한다.

둘 째, 사이드 카메라인 SP100W의 제어가 가능해야 한다. SP100W는 1600\*1200의 고화질 사진을 제공한다. 따라서 동영상과 함께 관찰한 시편의 이미지를 사용자에게 제공하는 기술이 필요하다. 현재 Gatan 측에서 제공한 자료를 기반으로 '관찰한 이미지'에 대하여 원격지에서의 저장이 가능하다.

마지막으로 장비의 안전성을 고려한 완벽한 보안 장치가 마련되어야 한다. 첨단 고가 연구 장비인 HVEM을 원격 제어 할 경우 숙련되지 않은 사람에 의한 장비 운영은 경우에 따라 심각한 문제가 발생할 수 있다. 따라서 이에 대한 방비가 필요하며, 특히 연구의 중요성을 감안하여 연구 결과인 실험 데이터의 외부 유출을 막기 위한 보안 및 불법적인 제어 방지를 위한 그리드 컴퓨터 기술을 적용할 것이다. 앞으로 이러한 보안 및 기술적 문제가 해결되어 HVEM 원격제어 시스템이 완성이 되면 보다 다양한 형태의 HVEM 운영이 가능하다. 예를 들어, 시료만의 제공을 통하여 원격 관찰 및 이미지 획득이 가능하므로 국내 원거리 사용자의 경우 뿐 만 아니라 해외 사용자의 장비 활용이 용이함은 물론 야간 시간대의 이용이 가능하다. 따라서 HVEM의 원격제어 시스템은 국가 첨단장비인 HVEM의 가동률 및 효율성을 높이고, 국내의 유명 연구기관의 연구 활동 증진에도 도움을 줄 것이라 기대한다.

#### 4. 감사의 글

Goniometer의 원격 제어 및 카메라 제어를 위한 관련 개발 문서 및 도구를 제공하여 주신 JEOL사 및 Gatan사의 관계자 분들에게 감사드립니다.

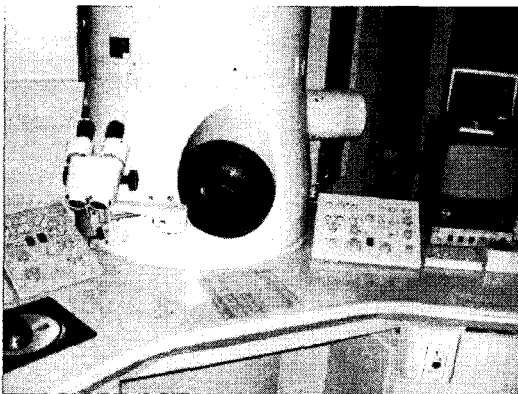


그림 1. HVEM의 View Chamber

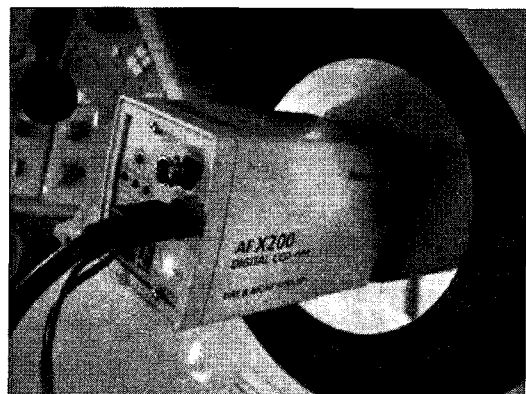


그림 2. View Chamber 카메라 설치

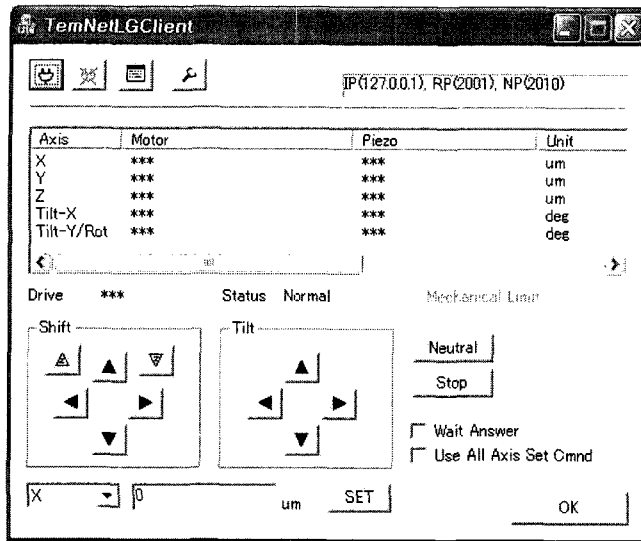


그림 3. Goniometer 원격 제어 프로그램

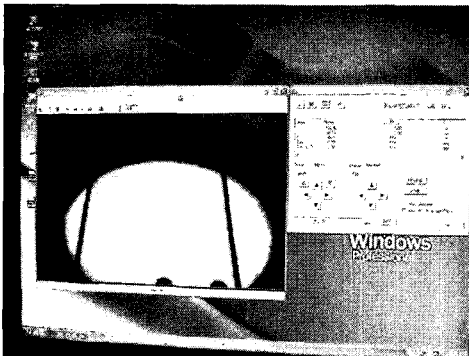


그림 4. Goniometer 원격 제어를 통한 시편 관찰

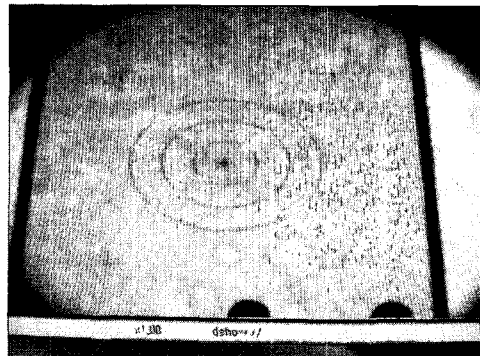


그림 5. View Chamber 확대 모습