

EF-TEM(EM912 Omega)의 Goniometer 정밀도 향상

정종만, 권기현, 김진규, 김윤중

한국기초과학지원연구원 전자현미경연구부

투과전자현미경 (TEM) 경통의 중간에 위치하고 있는 goniometer는 경통에 삽입된 시료지지대 (holder)를 x-y-z 이동 및 경사(α 각)를 이용하여 관찰하고자 하는 시료 영역을 전자 빔의 중앙에 오도록 하는 기능을 하고 있다 (Fig. 1). Goniometer는 각 장비마다 조금씩 차이는 있지만 EM912 Omega (Carl Zeiss)의 경우 x, y, z는 $1.0 \mu\text{m}$, α 각은 0.02° 의 분해능을 가지고 있으며, α 각 구동 범위는 최대 $\pm 60^\circ$ 이다. 나노결정 구조체의 3차원 구조분석에 주로 사용하는 double-tilt holder의 β 각 정밀도도 중요하지만 goniometer의 α 각 정밀도 또한 큰 비중을 차지한다. 또한 생체시료의 3차원 구조분석에 주로 사용하는 tomography holder는 α 각을 주로 사용하기 때문에 정밀 작업을 위해서는 goniometer의 α 각에 대한 분해능을 향상시킬 필요성이 있다.

EM912 Omega에 부착된 goniometer는 각 방향 구동을 encoder가 부착된 motor로 구동 및 제어한다 (Fig. 2). x-y-z 및 α 각을 구동하는 button을 한번 동작할 때 마다 $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 와 $0.02^\circ \sim 0.1^\circ$ 씩 각각 구동한다. z축의 경우 별도의 encoder를 부착하면 motor구동 신호를 $1 \mu\text{m}$ 에서 $0.017 \mu\text{m}$ (약 $\frac{1}{60}$)로 분해능을 증가 시킬 수 있다 (Fig. 2-(b)). 이러한 원리를 이용하여 α 각 구동에 encoder를 부착한 결과 z축과 동일한 분해능으로 구동하는 것을 확인할 수 있었다.

z축 구동의 정밀도 향상은 실제 TEM 작업에서 특히 유용하다. 즉 시편의 초점 조절을 기계적인 구동에 의해 달성할 수 있기 때문에 넓은 범위의 초점을 획득할 수 있으며, eucentric height의 정밀조정이 가능하여 다양한 방향으로 시편을 경사시킬 때 생기는 오차를 크게 줄일 수 있다.

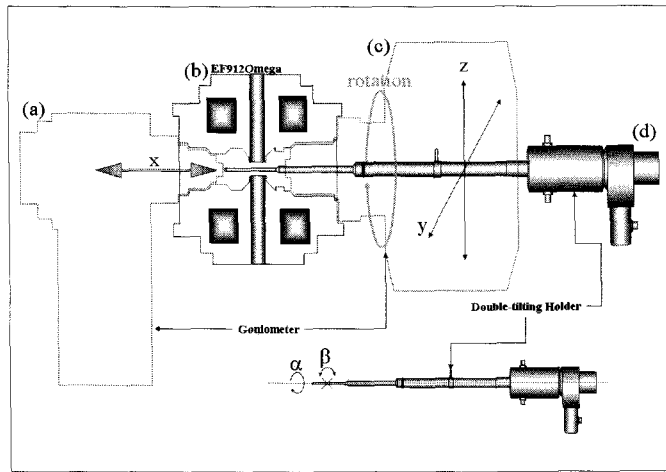


Fig. 1. EM912 Omega의 goniometer 구동 모식도, (a) Holder x축 구동, (b) TEM column, (c) Holder의 y축, z축, rotation 구동, (d) Double-tilt holder.

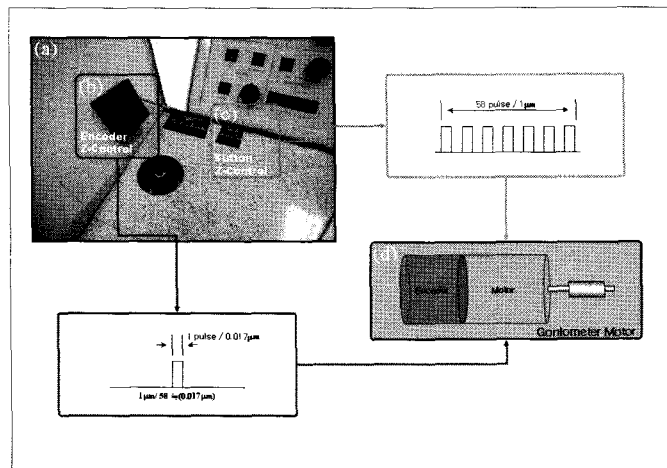


Fig. 2. EM912 Omega의 z축 구동 원리, (a) EM912 Omega의 오른쪽 panel, (b) z축 eucentric height용 encoder (약 $\frac{1}{60}$ 분해능 향상), (C) z축 eucentric height용 button ($0.02^\circ \sim 0.1^\circ$), (d) z축 구동용 motor 모식도.