

투과전자현미경(TEM)을 이용한 물질의 정량구조분석법 고찰

김윤중

한국기초과학지원연구원 중앙분석기기부

투과전자현미경의 전자 회절에 의한 물질의 구조분석법(전자결정학, Electron Crystallography)은 전통적인 X-선 회절과 중성자 회절에 의한 구조분석법과 함께 회절 현상을 이용한 결정구조 분석법의 한 축을 이룬다. 특히, 전자 회절법은 X-선이나 중성자 회절 분석에 필요한 충분한 크기의 단결정 시료를 얻을 수 없을 때나 여러 가지 상들이 혼재되어 있는 물질의 구조분석에 탁월하다. 한편, 전자현미경의 고분해능 영상 기능은 회절 도형의 상 문제(phase problem)를 해결하는데 도움이 된다.

그럼에도 불구하고 전자현미경을 이용한 물질의 구조분석은 아직까지 제한적으로만 활용되고 있는데 가장 큰 요인으로는 회절 자료의 정량화가 어렵다는 점을 들 수 있다. 즉, 전하를 띤 전자빔과 물질을 구성하는 원소들의 전자와의 강렬한 상호작용(interaction)은 대부분 동적 산란(dynamic scattering)을 초래하기 때문에 사진에 기록된 회절 강도 자료를 정량화 하기가 어렵다. 무기 시료에서는 주로 경원소로 구성된 유기 시료나 생체 시료에 비해 이러한 현상이 더욱 심하게 나타난다.

그러나, 최근에 개발된 전자현미경과 다양한 부대 장치들은 상기한 문제점들을 해결하는데 크게 도움을 주고 있다. 대표적인 예로서 비탄성 산란된 전자들을 여과시킬 수 있는 에너지 여과장치, 회절 강도의 정량적인 기록이 가능한 고성능 imaging plate나 CCD camera 장치를 들 수 있다. 또한 전자현미경 내에서 시료를 직접 가열하거나 냉각시키면서 구조의 변화를 연구할 수 있는 역동적 분석 장치도 유용한 구조 정보를 제공해 준다. 현재 국가적인 공동활용장비로 제작이 진행되고 있는 초고전압 투과전자현미경은 물질의 정량적인 구조분석 작업을 수행하기에 적절한 장비로서 고각($\pm 60^\circ$)의 경사가 가능한 goniometer를 활용하면 3-D 구조분석에도 매우 유용하리라 기대된다.