

Characterization of Display-type Spherical Mirror Analyzer

절재인, A. Kurokawa*, S. Ichimura*, J. Toth**, K. Yoshihara**

산업과학기술연구소 자동화연구부

* Electrotechnical Laboratory, Japan

** National Research Institute for Metals, Japan

1. 서 론

고체표면을 원자층 단위로 제어하면서, 결정구조와 조성이 잘 정의된 결정을 인공적으로 창제해나가는 것은 궁극적인 꿈이라 할 수 있다. 이를 위해서는 작성된 박막의 평가를 위한 표면분석 기술의 진전이 불가결하다. 근년의 표면분석기술은 표면 최상층의 원자구조의 관찰과 표면근방의 평균조성의 고감도 분석을 가능하게 하고 있다. 그러나 표면 최상층에서 수층에 걸쳐 각 층마다의 원자의 배치를 얻는다고 하는 단층적인 해석법은 개발되어 있지 않는 것이 현실이다.

본 연구에서는 고체 내에서 여기되어 방출된 전자의 에너지와 각도분포를 측정해서 해석하는 것으로 비파괴적으로 단층적인 정보를 얻는 표면전자단층해석법 (Surface Electron Spectroscopic Tomography : SET)를 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 이것은 전자가 표층 내를 통과해서 탈출할 때 입는 탄성산란 및 비탄성산란 현상이 표층에 존재하는 원소 및 그 구조배열에 의존하는 것을 이용해서 표층의 원자의 조성과 배열의 3차원분포를 결정하고자 하는 것이다.

본 연구에서는 이 목적을 위해 제작된 장치의 개요를 설명하고 분석기의 기본적인 성능에 대한 결과를 발표하고자 한다.

2. 장치의 개요

본 실험을 위한 장치의 구성요소로는 시료상의 미소면적을 여기시키기위한 여기원, 시료에서 방출된 2차전자의 각도정보를 각 에너지별로 포집하는 분석기, 장시간 분석을 위해 오염을 최소화 할 수 있는 극고진공 환경, 그리고 각 층마다의 원자의 분포와 조성이 정의된 층구조를 가질 수 있도록 결정시료를 제작할 수 있는 박막 제조장치 등이다.

본 실험에 사용된 장치는 XHV 사양의 진공용기와 박막 제조를 위해서 MBE 장치를 설치하였다. 또한, 단층해석용 분석기로는 반구형 각도분해 에너지 분석기를 이용하였다. 여기원으로는 Micro-AES용 전자총을 이용하였으며, 전자빔이 분석기를 관통하여 시료에 수직으로 입사하도록 설치하였다. 검출기는 형광스크린이 달린 MCP (Micro Channel Plate)를 사용하였으며, 스크린의 2차원 화상으로부터 일정 에너지를 가진 2차전자의 각도분포를 얻을 수 있다.

3. 분석기의 분해능 특성 및 스펙트럼

(1) **분석기와 관련된 문제점** : 전자빔이 분석기의 내부를 통해 입사되기 때문에 분석기에 전압이 가해지면 전자선에 영향을 주어 빔의 위치와 전류가 변하는 현상이 나타났다. 또한, 2차 전자 검출기로 MCP를 사용하였는데 stray 전자에 의한 back-ground 증가로 실험에 애로점이 발견되었다. 본 연구에서는 이와 관련된 여러 가지 문제점과 이를 해결하기 위한 방안을 다각적으로 검토하였으며 이의 결과를 소개한다.

(2) **RHEED총에 의한 분석기의 분해능 측정** : 전자빔과 분석기의 간섭 문제를 해결하기 위한 수단으로 분석기의 외부에 RHEED총을 설치하여 분석기의 분해능을 측정하였다. 그 결과 분석기의 상대 분해능은 약 1% 임을 확인할 수 있었다.

(3) **분석기의 제 특성** : 전자빔 간섭과 검출기와 관련된 문제점을 해결한 후 분석기의 여러 특성을 조사하였다. 특히, guide tube의 alignment 효과, MCP의 shield 효과 MCP의 alignment의 효과 등을 MCP의 output 특성을 조사하여 비교 검토하였다.

(4) **Si 표면에서의 Auger 피크** : 분석기를 optimize한 후 Si 표면에서 방출되는 Auger 피크를 관측하였다. Auger 피크의 관측은 CRR mode와 CPE mode에서 모두 관측하여 비교하였다. 특이한 것은 시편을 가열하여 청정시킨 후 Auger 피크를 관측한 결과 Si LVV 피크의 신호강도가 2차전자에 기인하는 저에너지 피크의 신호강도 보다 2배 이상 크게 나타난다는 것이다. 이는 분석기의 특성상 검출각도가 일반 분석기에 비해 훨씬 크기 때문에 나타나는 효과라고 생각된다. 이 피크를 이용하면 회절 패턴을 스크린 상에서 직접 관찰함에 있어 contrast가 매우 좋은 패턴을 얻을 것으로 기대된다.

4. 결 론

표면전자분광단층해석을 행하기 위한 장치를 제작하였으며, 이를 위해 새로운 분석기에 대한 특성 평가를 하였다. 이 장치는 마이크로빔 전자선에 의한 이차전자의 각도분포 측정을 행하는 것과 층구조를 가진 박막을 작성하는 것을 목표로 하고 있다. 분석기의 초기 상태는 여러 가지 문제점이 발견되었으며, 이를 해결한 후 장치의 기본 특성으로서 분석기의 에너지 분해능을 확인하였다. 앞으로는 이를 이용하여 회절 패턴에 대한 2차원적인 관찰은 물론, 궁극적으로는 박막의 3차원적 정보를 얻을 수 있는 표면전자분광단층해석을 하고자 한다.