

HRTEM을 이용한  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_4$  나노섬유의 결정구조 분석Structural analysis of nanofiber  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_4$  using HRTEM

한국과학기술연구원 나노재료연구센터 안재평\*, 정현성, 박종구  
고려대학교 화학과 나찬용, 배승룡, 박정희

탄소나노튜브를 발견한 이래 약 10년 동안 나노선에 대한 많은 잠재적인 응용력 때문에 폭발적인 연구가 진행되었다. 나노선에서 나타나는 특수기능은 나노선의 특수한 1차원적 구조에서 발현되는데 이를 좀더 효과적으로 이용하기 위해 최근에는 2종류 이상의 화학원소를 복합화시켜 좀더 전문적인 기능을 부여할 수 있는 복합나노선 제조 분야가 각광을 받고 있다. 그러나 나노선을 좀더 활발하게 이용하고 복합재를 설계하기 위해서는 구조분석에 기반을 나노분석이 선행되어야 한다. 본 연구발표에서는 HRTEM을 이용하여  $\text{In}_2\text{O}_3$ -ZnO 복합나노선의 광학 특성에 따른 구조분석을 수행하고자 하였다.

ZnO (99.98%, Aldrich), In (99.99%, Aldrich), Sn (99.99%, Aldrich) 분말을 석영튜브에서 증발시켜 Si 기관에 증착시키는 방법으로  $\text{In}_2\text{O}_3$ -ZnO 복합나노선을 합성하였다. 나노선을 성장시키기 위한 합성구역의 튜브로 온도는  $900^\circ\text{C}$ 와  $1000^\circ\text{C}$ 였으며 각각의 온도에서 합성된 나노선은  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_5$ 와  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_4$ 였다.  $\text{In}_2\text{O}_3$ -ZnO 복합나노선의 전자 및 광학 특성은 UV-vis(Cary2200, Varian Instruments)와 He-Cd 레이저(파장=325 nm)를 이용한 PL 측정을 통하여 수행하였다. 또한 이들  $\text{In}_2\text{O}_3$ -ZnO 재료의 구조분석을 위해 XRD와 TEM을 이용하여 수행하였다.

HRTEM을 얻기 위해서 FEI Tecnai G2를 이용하였고, energy-dispersive X-ray fluorescence (EDX)와 electron energy-loss spectroscopy (EELS, GATAN GIF-2000)를 이용하여 미소부위별 조성분석을 수행하였다. HRTEM 해석은 Gatan Digitalmicrograph (GMS 1.3V)을 이용하여 Fast Fourier Transformation한 후 FFT 패턴을 해석하였고 이를 바탕으로 Java Electron Microscopy Simulation (JEMS) 소프트웨어를 이용하여 HRTEM image를  $\text{In}_2\text{O}_3$ -ZnO 복합나노선의 구조를 시뮬레이션하였다.

본 연구에서 합성된  $\text{In}_2\text{O}_3$ -ZnO 나노선은 [001] 방향으로 성장하였고 두 종류의 복합나노선 ( $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_5$ 와  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_4$ )이 관찰되었다. 복합나노선의 구조는 여러층의 ZnO와 한 층의  $\text{In}_2\text{O}_3$ 가 [001] 방향으로 주기적으로 적층되어 있는 superlattice 구조를 이루고 있었다. 다만 화학조성의 차이는 ZnO의 주기가 몇 층으로 이루어졌는가에 의해 결정되었다.