

Ellipsometric Study in Vacuum

김영동

경희대학교 물리학과 나노광물성 연구실

편광분석법(ellipsometry)은 대상 물질의 유전율 함수의 실수부와 허수부를 Kramers-Kronig 관계식의 도움 없이 그 물질상수를 정확히 측정할 수 있는 매우 우수한 기술이다. 이 기술의 큰 장점 중 하나는 빛의 편광상태의 변화를 이용한 비파괴적인 방법으로써 실시간 측정이 가능하며, 박막의 두께측정의 오차범위는 0.1 nm 이하로써 매우 정확하다는 것이다.

본 연구자는 이러한 우수한 측정 기술인 편광분석법을 고진공의 분자살박막증착장치(MBE)와 결합하여 AISb, AIP의 유전율 함수를 측정하였다. AI 계열을 포함하는 반도체 화합물은 AI의 산소친화력이 강해 대기 중에서 순수한 유전율 함수를 얻기가 불가능하다. 하지만 본 연구실에서 초고진공 상태의 MBE 챔버에서 시료를 성장시키는 동시에 실시간으로 편광분석기를 이용하여 측정하였고, 지금까지 발표된 결과들 중 가장 순수한 상태의 AISb 유전율 함수를 얻어낼 수 있었다. 또한 순수한 AIP의 유전함수를 측정할 수 있었고, 이는 편광분석기를 이용한 최초의 실험결과로써 이차미분을 이용한 전이점 분석결과 이론적인 전자밴드구조에서 E1, E1+ Δ 1, E2에 해당하는 밴드갭들을 확인할 수 있었다.

또한 표면의 원자배열 구조와 실시간으로 일어나는 그들의 역학적인 현상들에 관한 정보를 얻을 수 있는 surface photoabsorption (SPA)를 metalorganic chemical vapor deposition (MOCVD)에 장착하여 실시간 모니터링이 가능하도록 하였다. SPA를 이용하여 GaAs/AlGaAs 양자우물구조의 성장을 원자층 수준으로 실시간 모니터링을 할 수 있었다. 그리고 SPA를 이용하여 MOCVD 안에서 InP에 As가 흡착 및 탈착되는 현상을 분석하여, As의 흡착이 두 단계에 의해 이루어짐을 분석하였다.

그리고 편광분석법의 빠르고 정확한 측정 기술을 규칙적인 구조체에서 전자기파의 회절을 구할수있는 Rigorous Coupled-Wave Analysis (RCWA) 계산방법과 결합하여 나노구조의 기하학적인 모양을 정확하고 빠르게 구할 수 있었다. 본 연구를 위해 규칙적인 3차원 Si 구조체 제작하여 편광분석기로 측정하고 SiO₂와 표면 거칠기를 고려하여 RCWA로 분석한 결과, 규칙적인 Si 구조와 산화막 층까지 정확하게 분석할 수 있음을 확인하였다. 또한 규칙적인 나노구조 분석 연구를 넘어 불규칙적인 나노구조에 대한 분석 가능성을 보이기 위해 InAs 양자점을 증착하여 분석하였고, 이를 통해 편광분석법과 RCWA를 이용하여 불규칙적인 나노구조의 모양과 크기, 분포의 분석이 가능함을 보였다.