

중성자 조사 및 열처리에 의한 자성반도체의 특성 연구  
(Study on the properties of magnetic semiconductor by neutron beam irradiation and annealing)

강희수, 김정애, 김경현, 이제진, 우부성, 백경호, 김도진, 김창수\*, 유승호\*\*, 김창균\*\*,  
오상준\*\*\*, 김봉구\*\*\*\*, 강영환\*\*\*\*  
충남대학교, \*한국표준연구원, \*\*한국화학연구원, \*\*\*한국기초과학지원연구소,  
\*\*\*\*한국원자력연구소

최근 자성반도체(diluted magnetic semiconductor; DMS)를 이용한 소자 개발이 가능해짐에 따라 국내외에서 활발한 연구가 이루어지고 있다. 본 연구실에서는 GaN-단일전구체를 이용하여 상온에서 자기적 특성을 나타내는 p-type GaMnN를 성장시켰다. 극한 환경에서의 자성반도체 재료의 물성 변화를 알아보기 위해, 본 연구에서는 세계 최초로 중성자 빔의 조사에 따른 자성반도체의 구조적, 자기적 특성 및 열처리에 따른 특성 변화를 관찰 및 분석하였다.

Molecular beam epitaxy(MBE)를 이용하여 Mn cell 온도가 각각 770°C, 940°C인 GaMnN 박막을 성장시켰다. 성장된 박막 시편에 한국원자력연구소 하나로 HTS공에서 중성자 빔을 각각 20min( $4.17 \times 10^{16}$  n/cm<sup>2</sup>), 24hour( $3.0 \times 10^{18}$  n/cm<sup>2</sup>)씩 조사하였다. 중성자 빔을 조사한 시편은 진공 분위기하에서 1000°C, 30초간 열처리하였다.(rapid thermal annealing;RTA, 승온속도: 8°C/sec) 중성자 빔을 조사한 GaMnN 박막의 구조적인 특성은 X-ray diffraction(XRD) 측정을 통해 관찰하였고, 박막의 자기적 특성은 superconducting quantum interference device(SQUID)를 통해 측정하였다.

XRD 측정 결과 석출물이 존재하지 않는 박막에 중성자 빔을 조사한 후 열처리 한 경우 Mn<sub>3</sub>Ga<sub>0.5</sub>로 판단되는 새로운 peak을 관찰할 수 있었다. 석출물이 존재하는 박막을 열처리한 경우 Mn<sub>3</sub>Ga<sub>0.5</sub>의 XRD 회절강도가 급격히 감소하고 동시에 Mn<sub>3</sub>Ga 상이 생성되는 것을 관찰할 수 있었다. SQUID 측정 결과 중성자 빔을 조사한 석출물이 존재하지 않는 박막은 열처리 후 Ms값이 증가하였으나, 반면에 중성자를 조사하지 않은 박막의 경우 열처리 후 Ms값이 감소한다. 이러한 현상은 XRD 상에서 관찰된 Mn<sub>3</sub>Ga<sub>0.5</sub>로 판단되는 상의 생성에 따른 영향으로 사료된다.