

TT-007

### Study on the effect of p-type doping in mid-infrared InAs/GaSb superlattice photodetectors

한임식<sup>1,2</sup>, 이용석<sup>1</sup>, Nguyen Tien Dai<sup>1</sup>, 이훈<sup>1</sup>, 김준오<sup>1</sup>, 김종수<sup>2</sup>, 강상우<sup>3</sup>, 최정우<sup>4</sup>, 김하솔<sup>5</sup>, Zahyun Ku<sup>6</sup>, 이상준<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국표준과학연구원 소재계능측정센터, <sup>2</sup>영남대학교 물리학과, <sup>3</sup>한국표준과학연구원 진공기술센터, <sup>4</sup>경희대학교 응용물리학과, <sup>5</sup>전남대학교 물리학과, <sup>6</sup>Air Force Research Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base

안티모니 (Sb)를 기반으로 한 제2형 초격자 (Type II superlattice, T2SL) 구조 적외선 검출기 연구는 2000년대 들어 Sb 계열의 화합물 반도체 성장 기술이 발전함에 따라 HgCdTe (MCT), InSb, 양자우물 적외선 검출기 (QWIP)를 대체할 수 있는 고성능의 양자형 적외선 검출 소재로 부상하였으며, 현재 전 세계적으로 활발한 연구가 진행되고 있다. 특히, 기존의 양자형 적외선 검출소자에 비해 전자의 유효질량이 상대적으로 커서 밴드 간의 투과전류가 줄어들 뿐만 아니라, 전자와 정공이 서로 다른 물질 영역에 분포하여 Auger 재결합률을 효과적으로 줄일 수 있어 상온 동작이 가능한 소재로 주목을 받고 있다. 또한, T2SL 구조는 초격자를 구성하는 물질의 두께나 조성 변화를 통한 밴드갭 변조가 용이하여 단파장에서 장파장 적외선에 이르는 광범위한 파장 대역에서 동작이 가능할 뿐만 아니라 구조적 변화를 통해 이중 대역을 동시에 검출 할 수 있는 차세대 적외선 열영상 소자로 알려져 있다.

본 연구에서는 분자선 에피택시(MBE)법을 이용하여 300 주기의 InAs/GaSb (10/10 ML) 제2형 초격자 구조를 성장하여 적외선 검출소자를 제작하였다. 제2형 초격자 구조를 구성하는 물질계에 p-type dopant인 Be을 이용하여 각각 도핑 농도가 다른 시료를 성장하였다. 이때 p-type 도핑 농도는 각각  $1/5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 로 변화를 주었다. 성장된 시료의 구조적 특성 분석을 위해 고분해능 X선 회절 (High resolution X-ray diffraction, HRXRD)법을 이용하였으며, 초격자 한 주기의 두께가 6.2~6.4 nm로 설계된 구조와 동일하게 성장됨을 확인 하였으며, 1차 위성피크의 반치폭은 30~80 arcsec로 우수한 결정성을 가짐을 확인하였다. 적외선 검출을 위한  $410 \times 410 \mu\text{m}^2$  크기의 단위 소자 공정을 진행하였으며 이때 적외선의 전면 입사를 위해 소자 위에 300  $\mu\text{m}$ 의 윈도우 창을 제작하였다. 단위 소자의 측면에는 표면 누설 전류가 흐르는데 이를 방지하기 위해서 표면보호막을 증착하였다. 적외선 검출 소자의 전기적 특성 평가를 위해 각각의 시료의 암전류 (dark current)와 파장별 반응 (spectral response)을 온도별로 측정하여 비교 및 분석하였다.

**Keywords:** InAs/GaSb type II superlattice, spectral response, dark I-V measurement

TT-008

### Synthesis and color-controllable luminescence in Dy3+-activated CaWO4 phosphors

Peng Du, Jae Su Yu\*

Department of Electronics and Radio Engineering, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Republic of Korea

Enormous interest in trivalent rare-earth (RE) ions activated luminescent materials has been gaining owing to their promising applications in bio-imaging, solar cells, white light-emitting diodes and field-emission displays. Among these trivalent RE ions, dysprosium (Dy3+) was widely investigated due to its unique photoluminescence (PL) emissions. A series of Dy3+-activated CaWO4 phosphors were prepared by a facile high-temperature solid-state reaction method. The X-ray diffraction, PL spectra, cathodoluminescence (CL) spectra as well as PL decay curves were used to characterize the prepared samples. Under ultraviolet light excitation, the characteristic emissions of Dy3+ ions were observed in all the obtained phosphors. Furthermore, the PL emission intensity increased gradually with the increment of Dy3+ ion concentration, reaching its maximum value at an optimized Dy3+ ion concentration. Additionally, color-tunable emissions were obtained in Dy3+-activated CaWO4 system by adjusting the Dy3+ ion concentration and excitation wavelength. Ultimately, strong CL properties were observed in Dy3+-activated CaWO4 phosphors. These results suggested that the Dy3+-activated CaWO4 phosphors may have potential applications in the field of miniature color displays.

**Keywords:** Optical materials, Luminescence, Cathodoluminescence, Phosphors