

Study of multi-stacked InAs quantum dot infrared photodetector grown by metal organic chemical vapor deposition

김정섭¹, 하승규², 양창재¹, 이재열¹, 박세훈¹, 최원준², 윤의준^{1,3,4}

¹서울대학교 재료공학부, ²한국과학기술원 나노소자연구센터,

³서울대학교 융합기술과학대학원 나노융합학과, ⁴서울대학교 재료공학부 WCU하이브리드 재료전공

적외선 검출소자(Infrared Photodetector)는 근적외선에서 원적외선 영역에 이르는 광범위한 파장 범위의 적외선을 이용하는 기기로서 대상물이 방사하는 적외선 영역의 에너지를 흡수하여 이를 영상화할 수 있는 장비이다. 적외선 관련 기술은 2차 세계대전 기간에 태동하였으며, 현재에는 원거리 감지기술 등과 접목되면서 그 활용 분야가 다양해지고 있다. 특히 능동형 정밀 타격무기를 비롯한 감시 정찰 장비 및 지능형 전투 장비 시스템 등에 대한 요구를 바탕으로 보다 정밀하고 신속한 표적 감지 및 정보처리 기술에 관한 연구가 선진국을 통해서 활발히 진행되고 있다. 기존의 Bolometer 형식의 열 감지 소자는 반응 속도가 느리고 측정 감도가 낮은 단점이 있으며, MCT(HgCdTe)를 이용한 적외선 검출기의 경우 높은 기계적 결함과 77K 저온에서 동작해야하기 때문에 발생하는 추가 비용 등이 문제점으로 지적되고 있다[1]. 이에 반해 화합물 반도체 자기조립 양자점(self-assembled quantum dot)을 이용한 적외선 수광소자는 양자점이 가지는 불연속적인 내부 에너지 준위로 인하여, 높은 내부 양자 효율과 온도 안정성을 기대할 수 있으며, 고성능, 고속처리, 저소비전력 및 저소음의 실현이 가능하다. 본 연구에서는 적층 InAs/InGaAs dot-in-a-well 구조를 유기금속화학기상증착법을 이용하여 성장하고 이를 소자에 응용하였다. 균일한 적층 양자점의 성장을 위해서 원자현미경(atomic force microscopy)을 이용하여, 각 층의 양자점의 크기와 밀도를 관찰하였고, photoluminescence (PL)를 이용하여 발광특성을 연구하였다. 각 층간의 GaAs space layer의 두께와 온도 조절 과정을 조절함으로써 균일한 적층 양자점 구조를 얻을 수 있었다. 이를 이용하여 양자점의 전도대 내부의 에너지 준위간 천이(intersubband transition)를 이용하는 n-type GaAs/intrinsic InAs 양자점/n-type GaAs 구조의 양자점 적외선수광소자 구조를 성장하였다. 이 과정에서 상부 n-type GaAs의 성장 온도가 600도 이상이 되는 경우 발광효율이 급격히 감소하고, 암전류가 크게 증가하는 것을 관찰하였다. 이는 InAs 양자점과 주변 GaAs 간의 열에 의한 상호 확산에 의하여 양자점의 전자 구속 효과를 저해하는 것으로 설명된다.

- [1] A. Rogalski, "Review Infrared detectors: status and trends", Progress in Quantum Electronics, Vol.27, pp.59-201 (2003)