

## InSb 적외선 감지 소자용 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub> 절연막 계면 특성 연구

박세훈<sup>1,2</sup>, 이재열<sup>1</sup>, 김정섭<sup>1</sup>, 김수진<sup>1</sup>, 석철균<sup>1</sup>, 양창재<sup>1</sup>, 박진섭<sup>2</sup>, 윤의준<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 재료공학부, <sup>2</sup>서울대학교 재료공학부 WCU 하이브리드 재료전공,

<sup>3</sup>서울대학교 융합과학기술대학원 나노융합학과

중적외선 영역 (3~5  $\mu\text{m}$ )은 공기 중에 존재하는 이산화탄소나 수증기에 의해 흡수가 일어나지 않기 때문에 군사적으로 중요한 파장 영역이며, 야간에 적을 탐지하는데 응용되고 있다. InSb는 77 K에서 중적외선 파장 흡수에 적합한 밴드갭 에너지 (0.228 eV)를 갖고 있으며, 다른 화합물 반도체와 달리 전하 수송자 이동도 (전자:  $10^6 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ , 정공:  $10^4 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ )가 매우 빠르기 때문에 적외선 화상 감지기 재료로 매우 적합하다. 또한 현재 중적외선 영역대에서 널리 사용되는 HgCdTe (MCT)와 대등한 소자 성능을 나타냄과 동시에 낮은 기판 가격, 소자의 제작 용이성 때문에 MCT를 대체할 물질로 주목 받고 있다. 하지만, 기판과 절연막의 계면에 존재하는 결함 때문에 에너지 밴드갭 내에 에너지 준위를 형성하여 높은 누설 전류 특성을 보인다. 따라서 InSb 적외선 소자의 구현을 위하여 고품질의 절연막의 연구가 필수적이라고 할 수 있겠다.

절연막의 특성을 알아보기 위해, n형 InSb 기판에 플라즈마 화학 기상 증착법 (PECVD)을 이용하여 SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>를 증착하였으며, 증착 온도를 120°C에서 240°C까지 40°C 간격으로 변화하여 증착온도가 미치는 영향에 대하여 알아보았다. 절연막과 기판의 계면 특성을 분석하기 위하여 77 K에서 커패시턴스-전압 (C-V) 분석을 하였으며, 계면 트랩 밀도는 Terman method를 이용하여 계산하였다 [1].

Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>를 증착하였을 경우, 120~240°C의 증착 온도에서  $2.4\sim 4.9 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$ 의 계면 트랩 밀도를 가졌으며, 증착 온도가 증가할수록 계면 트랩 밀도가 증가하는 경향을 보였다. 또한 모든 증착 온도에서 flat band voltage가 음의 전압으로 이동하였다. SiO<sub>2</sub>의 경우 120~200°C의 증착 온도에서  $7.1\sim 7.3 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$ 의 계면 트랩 밀도 값을 보였으나, 240°C 이상에서 계면 트랩 밀도가  $12 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$ 로 크게 증가하였다. SiO<sub>2</sub> 절연막을 사용함으로써, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 대비 약 25% 정도 낮은 계면 트랩 밀도를 얻을 수 있었으며, 모든 증착 온도에서 양의 전압으로 flat band voltage가 이동하였다. 두 절연막에 대한 계면 트랩의 원인을 분석하기 위하여 XPS 측정을 진행하였으며, 깊이에 따른 조성 분석을 하였다.

본 실험에서 최적화된 SiO<sub>2</sub> 절연막을 이용하여 InSb 소자의 pn 접합 연구를 진행하였다. Be+ 이온 주입을 진행하고, 급속열처리(RTA) 공정을 통하여 p층을 형성하였다. -0.1 V에서 16 nA의 누설 전류 값을 보였으며,  $2.6 \times 10^3 \Omega \text{ cm}^2$ 의 RoA (zero bias resistance area)를 얻을 수 있었다.

### Reference

- [1] L. M. Terman, Solid-State Electron. 5 284 (1962)