

Growth of 2dimensional Hole Gas (2DHG) with GaSb Channel Using III-V Materials on InP Substrate

신상훈^{1,2}, 송진동^{1*}, 한석희¹, 김태근²

¹한국과학기술연구원, ²고려대학교 전기전자전파공학과

Silicon 기반의 환경에서 연구 및 제조되는 전자소자는 반도체의 기술이 발전함에 따라 chip 선폭의 크기가 30 nm에서 20 nm, 그리고 그 이하의 크기로 점점 더 작아지는 요구에 직면하고 있다. 탄소나노 구조와 나노와이어 기술이 Silicon을 대신할 다음세대 기술로 주목받고 있다. 많은 연구결과들 중에서 III-V CMOS가 가장 빠른 접근 방법이라 예상된다. III-V족 물질을 이용하면 electron 보다 수십 배 이상의 이동도를 얻을 수 있으나 p-type의 구조를 구현하는 것이 해결해야 할 문제이다.

p-type 3-5 족 화합물을 이용하여 에너지 밴드 갭의 변화를 가능하게 한다면 hole의 이동도를 크게 향상시킬 수 있어 silicon 기반의 p-type 소자보다 2~3배 더 빠른 소자의 구현이 가능하다. 3-5족 화합물 반도체의 성장 기술이 많이 진보되어 이를 이용하여 고속 소자를 구현한다면 시적으로 더욱 빨리 다가올 것이라 예상된다.

에너지 밴드갭의 변화와 격자 부정합을 고려하여 SI InP 기판에 GaSb 물질을 채널로 사용한 p-type 2-dimensional hole gas (2DHG) 소자를 구현하였다. 관찰된 소자 구조의 박막 상태의 특징을 보이며 10 um × 10 um AFM 측정결과 1 nm 이하의 표면 거칠기를 가지며 상온에서의 hole 이동도는 약 650 cm²/Vs이고 sheet carrier density는 5×10¹² /cm²의 결과를 확인하였다. 실험결과 InP 기판위에 채널로 사용된 GaSb 박막을 올리는데 있어 가장 중요한 것은 Phosphorus, Arsenic, 그리고 Antimony 물질의 양과 이들의 변화시간의 조절이다.

본 발표에서 Semi-insulating InP 기판위에 electron이 아닌 hole을 반송자로 이용한 차세대 고속 전자소자를 구현하고자 하여 MBE (Molecular Beam Epitaxy)로 p-type 소자를 구현하여 실험하였다. 아울러 더욱 빠른 소자의 구현을 위하여 세계의 우수 그룹들의 연구 결과들과 앞으로 예상되는 고속 소자에 대해서 비교와 함께 많은 기술에 대해 논의하고자 한다.

Keywords: 2DHG, hole mobility, III-V, CMOS, InP