

Meta-morphic growth of InAs-inserted-channel InAlAs/InGaAs inverted HEMT structure on GaAs wafer for the application to SPIN-FET

송진동*, 임주영, 주기수, 구현철, 장준연, 한석희, 최원준, 이정일
한국과학기술연구원 나노소자연구센터

* JDSONG@KIST.RE.KR

SPIN-FET의 성공적인 제작을 위해서 고속의 동작을 보장하는 양자우물형 2 DEG 구조가 요구된다. 특히 InAs 물질은 상온에서 0.354eV의 낮은 밴드갭을 가지고 있어, 기존의 GaAs 혹은 InGaAs 물질로 양자벽을 제작할 때, 깊은 양자우물이 형성 되는 장점이 있다. 또한 상온에서 $30,000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 의 매우 큰 전자 mobility 값을 보유하여, 그 어느 반도체 물질보다 SPIN-FET의 응용에 가깝다 하겠다. 그러나 InAs 물질의 격자상수는 약 0.60584nm로 기존의 GaAs (0.56533nm), InP (0.58688nm)와 차이를 보여 InAs 2DEG의 제작에 어려움을 겪고 있다. 현재 GaAs기판에 Al(Ga)Sb (0.61 ~ 0.62 nm)물질을 성장하여 격자상수를 보정하여 InAs/InAlGaAsSb의 물질을 사용하여 2 DEG을 제작하는 방법과 InP 기판위에 InGaAs 및 InAlAs 물질을 쌓고 InAs 물질의 격자부정합에 의한 critical thickness이하도록 성장하는 두가지 방법이 있다. 전자의 경우 Sb계열 화합물 반도체에 대한 연구가 As 및 P 계열의 화합물에 비해 일천하여 안정된 물질의 공급에 어려움이 있고, 후자의 경우 제작의 난이도는 상대적으로 용이하나, InAs 물질에 격자 부정합에 의한 품질 열화 문제가 있어, 전자의 소자보다 낮은 성능 특성을 보인다.

이에 본 팀은 가장 안정된 소자공정 및 반도체 성장 기법이 보장되는 GaAs 기판위에 InAs 2DEG을 Sb계열의 물질을 넣지 않고 성장하는 방법에 대해 연구하였다. 즉, GaAs 기판상에 InP의 격자 상수 이상으로 격자상수 변화층을 성장한후 InGaAs 및 InAlAs를 사용하여 InAs 2DEG을 형성시킨다. 본 연구의 핵심은 안정된 격자상수 변화층의 성장과 GaAs 및 격자상수 변화층간의 격자 부정합에 의한 결점들을 제거하는 방법이다. 이를 위해 본 팀은 다양한 조성의 InAlAs층을 다양한 성장 시퀀스 및 결점 제거층의 도입을 통해 성장하였으며, 각각 샘플의 특성을 PL 및 TEM, AFM등의 광학적, 구조적 특성 분석장비를 이용하여 측정하였다.

최종적으로 본 연구의 목적인 InAs 2DEG구조의 HEMT를 성장하였으며 이의 특성을 보고한다. 상기 구조는 차후에 본 팀이 SPIN-FET의 소자의 실현을 위한 실험에 쓰이게 될 것이다.