

## Hybrid integration of GaAs/AlGaAs in-plane-gate resonant tunneling and field effect transistors

손승훈<sup>1,2,3</sup>, 강명길<sup>1,2</sup>, 황성우<sup>1</sup>, 이정일<sup>3</sup>, 박용주<sup>3</sup>, 유윤섭<sup>4</sup>, 안도열<sup>2</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 타임도메인연구단, <sup>2</sup>시립대학교 양자정보처리연구단,  
<sup>3</sup>한국과학기술연구원, <sup>4</sup>한경대학교

Resonant tunneling device (RTD)는 양자 효과를 디바이스 동작에 직접 응용할 수 있는 흥미로운 소자이다. 따라서 이 소자를 통한 전자 수송 연구는 많은 그룹에서 활발히 진행되고 있다. 이 소자는 주로 화합물 반도체를 이용한 수직형태로 제작 되어 왔다. 최근 우리는 in-plane-gates(IPGs)를 이용한 평면 형태의 RTD를 보고하였다. 이번 논문에서 우리는 IPGs로 동작시키는 평면구조의 RTD 와 field effect transistor(FET)가 하이브리드(hybrid)된 회로의 제작과 특성을 보고한다.

분자선 에피택시로 성장시킨 GaAs/AlGaAs 웨이퍼에 전자빔 리소그래피 와 연속적인 습식 식각공정을 통하여 QD, FET 채널과 게이트들을 한 평면에 직접화 하여 제작하였다. 제작된 회로에서 RTD 소자는 게이트 바이어스가 인가되지 않은 상태에서는 측면 depletion 으로 인하여 채널이 완전 depleted 되어있다. 따라서 채널을 확장시켜 주기 위해 양의 게이트 바이어스를 인가시키며 동작시킨다. 이때 QD 의 에너지 레벨과 소스의 전기화학퍼텐셜과의 일치에 의한 NDR 현상이 나타나게 된다. 이 NDR peak들은 양의 게이트 바이어스를 증가시킬수록 적은  $V_{DS}$  영역으로 이동되어진다. 전체 하이브리드 회로에서 일정양의 전류를 흘려주며 RTD 게이트단과 연결된 입력전압에 바이어스를 인가할 때 FET 소스단에 연결된 출력전압은 입력 전압과 인버터된 전압이 잘 나타남을 확인 할 수 있으며 적어도 두개 이상의 높고 낮은 출력전압의 주기를 가지는 것을 확인 할 수 있다. 이결과는 멀티 밸류 로직에 응용할 수 있다.

결론으로 우리는 평면형태의 RTD-FET 가 하이브리드된 회로를 제작 보고하였다. 이 회로에서 QD 과 FET 의 채널은 도랑으로 분리된 게이트들에 의해 동작된다. 제작된 회로에는 인버터의 특성을 성공적으로 증명해주었다. 이러한 인버터의 특성은 멀티 밸류 로직에 응용할 수 있는 가능성이 있다.