

**AlGaAs/InGaAs PHEMT에서 DX-center 및 표면 결함이
전기적 특성에 미치는 영향**
(Effects of DX-centers and surface states in AlGaAs/InGaAs
PHEMT on the electrical characteristics)

최경진, 이종람
포항공과대학교 재료금속공학과

화합물 반도체 소자의 표면은 매우 불안정하여 대기중의 산소 또는 금속 원자들과 쉽게 반응하고 그 반응열에 의해서 반도체 표면에는 고 농도의 표면 결함이 생성된다. 뿐만 아니라 AlGaAs HEMT 소자의 경우, AlGaAs 층의 Si 도핑에 의해서 내부 격자 결함인 DX-center가 생성되는 것으로 알려져 있다. 이러한 표면 결함 및 DX-center는 반도체 표면에서의 Fermi level pinning 현상, FET (Field Effect transistor)의 낮은 항복전압, 트랜스컨덕턴스 (G_m) 분산 현상 등과 같은 소자의 악영향과 깊은 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 DLTS (deep level transient spectroscopy)측정을 통하여 이러한 격자결함의 유형과 농도를 결정하고 이들, 결함이 소자의 전기적 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 G_m 분산 실험을 실시하였다.

본 실험에 사용된 AlGaAs/InGaAs PHEMT 소자는 3 인치 반절연 GaAs 기판 위에 MBE (molecular beam epitaxy) 장비를 이용하여 제작하였다. 반절연 기판 위에 0.6 μm 의 undoped GaAs와 $\text{Al}_{0.24}\text{GaAs}/\text{GaAs}$ 초격자를 버퍼층으로 성장시킨 후, 채널층으로는 $\text{In}_{0.22}\text{GaAs}$ 층을 125Å 두께로 성장시켰다. 그리고 채널층 위와 아래에 각각, $5 \times 10^{12}/\text{cm}^2$ 의 면도핑과 $9 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 의 AlGaAs (두께:50Å) 층을 통하여 InGaAs 층에 전자를 공급하였다. 채널층 위에 게이트 금속 층으로 AlGaAs 층을 성장시킨 후, 마지막으로 오믹 접촉 향상을 위하여 캡층으로 n-형 GaAs 이중층을 성장시켰다. 이와 같은 에피층 위에 DLTS 측정이 가능하도록 게이트 finger 수가 10 개인 multi-finger 게이트 소자를 제작하였다.

DLTS 측정 결과, 활성화 에너지가 각각 0.50 ± 0.03 eV (H1), 0.81 ± 0.01 eV (H2)인 두 개의 표면 결함과 DX-center에 의한 스펙트럼을 관찰하였다. 그리고 G_m 분산 측정 결과, 음의 게이트 전압에서 G_m 의 값은 표면 결함에 의해서 감소하였다. 그러나 양의 전압에서, G_m 의 값은 저주파수 영역에서는 증가하다가 고주파수 영역에서는 감소하는 양상을 나타내었다. 온도에 따른 G_m 분산 결과로부터 분산을 유발하는 트랩의 활성화 에너지는 0.39 ± 0.03 eV로 결정되었고 이는 DLTS 스펙트럼에서 DX-center의 활성화 에너지인 0.42 ± 0.01 eV와 잘 일치하였다. 위 결과로부터 DX-center가 소자의 G_m 분산에 미치는 영향을 직접적으로 확인할 수 있었다.

감사의 글 : 본 연구는 정보통신연구관리단 대학기초연구지원사업 (과제번호: 98-229)에 의해서 수행되었고 이에 감사합니다.