B - 4

Thermal Activation Energies of GaN:Mg grown via MBE and MOCVD techniques

류대열[1], 김도진[1], 이석헌[2], 이정희[2]
[1]충남대학교 재료공학과
[2]경북대학교 전기전자공학부

1. 서론

청색 LED 및 레이저다이오드용으로 사용되는 GaN는 n형과 p형의 도핑이 필수적이다. p형 도판트로 보통 Mg를 사용하는데, MOCVD건 MBE방법이건 p형 도핑은 GaN성장에 있어서 걸림돌이 되어온 이슈이며, 현재까지도 개선의 여지가 있는 연구분야이다. 따라서 도핑에 대한 다각적인 접근을 통한 p형 도핑 및 불순물의 특성에 대한 근본적인 이해가 없으면, 우수한 특성의 GaN 소자의 제작에 있어 p도핑은 중요한 문제로 남아있을 것이다.

본 연구에서는 rf-nitrogen 셀을 사용한 MBE방법과 MOCVD 방법으로 성장시킨 Mg-doped GaN 층의 불순물 거동에 대해 Hall effect 측정과 admittance spectroscopy 방법을 사용하여 분석하고자 하였다.

2. 실험방법

GaN층은 MBE장비와 MOCVD 장비를 사용하여 사파이어 기판 위에 AlN 버퍼층을 성장시킨 후 도핑층을 성장시켰다. Capacitance와 Conductance를 측정하기 위하여 lithography 공정으로 dot-and-ring 형태의 패턴을 사용하였다. dot를 schottky전극으로, 주위를 ohmic전극으로 만들었다. Ohmic 전극은 Ni/Au를, Schottky전극으로는 Ti/Au를 lift-off 공정으로 증착시켰다.

Conductance 및 Capacitance의 측정은 HP 4284A Precision LCR meter를 사용하였다. 직류 바이어스를 0으로 하고 소신호 진폭을 20meV로 고정시킨 상태에서 주파수를 100Hz부터 1MHz까지 변화시키며 수행하였다. 시편은 cryostat에 장착시켜, 액체질소와 히터를 이용하여 온도를 조절하였다.

3. 실험결과 및 결론

온도를 변화시켜며 실시한 Hall 효과 측정결과, MBE로 성장시킨 경우 1 Rf cell로 성장시킨 것보다 2 Rf cell로 성장시킨 시편의 도핑농도가 높았으며, activation energy도 각각 약 160meV, 150meV로 약 10meV정도의 차이를 나타내었다. Admittance spectroscopy 방법으로부터 얻은 결과는 Hall 효과 측정 결과보다 작은 115meV, 80meV정도의 activation energy를 나타내었다. MOCVD로 성장시킨 시편의 경우도 Hall 효과 측정으로 약 160meV, admittance spectroscopy 방법으로 약 110meV를 얻었으며, MBE로 성장시킨 시편의 경우와 유사한 경향을 나타내었다. Hall 측정 방법과 admittance spectroscopy 방법에 따라 activation energy에서 다른 결과를 나타낸 것은 Electric field의 영향으로 생각된다.