

## [VI-19]

# 플라즈마 진단과 표면 분석에 의한 $Al_xGa_{1-x}N$ 식각 특성 연구

김현수, 이도행, 조재희\*, 이재원\*, 김태일\*, 염근영  
성균관대학교 재료공학과, \*삼성종합기술원 광반도체 연구실

GaN 및 이의 화합물에 대한 건식 식각 기술은 다양한 광전소자 및 전자 소자 제조시 널리 응용되고 있으며 다양한 건식 식각 방법과 식각 가스 조합이 이용되고 있다. 일반적으로 GaN를 이용한 다양한 소자들의 경우 Al과 In 등이 GaN에 포함된 다양한 3족 질화물의 다층 구조로 형성되게 된다. 한편, p-GaN/AlGaN/InGaN(Q.W)/AlGaN/n-GaN mesa구조의 LD소자의 경면형성시 InGaN active layer의 두께는 수nm로 상대적으로 매우 얇으므로 큰 영향을 주지 않으며, 실제로 수백 nm 두께로 위아래 형성되는 AlGaN의 식각이 소자 구조 식각에 가장 중요한 영향을 주게된다.

실험에 이용된 모든 식각 가스 조합에서 AlGaN, InGaN의 식각 속도가 GaN에 비해 낮은 식각 속도를 보이고 있으며 n-GaN와 p-GaN의 식각 속도는 유사하였다. 이때 n-GaN의 속도는 10%BCl<sub>3</sub>가스 첨가시 850nm/min 정도로 가장 높은 식각 속도를 보이고 있으며 30-50%까지 BCl<sub>3</sub>가스를 첨가함에 따라 AlGaN의 식각 속도는 지속적으로 증가하여 5000Å/min에 접근하였으나 첨가 가스량을 더 증가시키면 GaN와 마찬가지로 AlGaN의 식각 속도는 감소하였다. AlGaN의 낮은 식각 속도는 GaN(8.9eV), InN(7.7eV)비해 상대적으로 높은 11.5eV의 AlN 결합에 기인한 결과로 판단되며 동시에 일반적인 Al 식각시 문제가 되는 Al성분의 산화에 따른 식각 속도 저하도 고려할 수 있었다. Al 함량 변화에 따른 AlGaN 식각 결과, 식각 공정 변수에 관계없이 압력변수를 제외하고 Al 함량이 증가할수록 식각 속도는 감소하고 있다. 압력에 따른 식각 속도는 20mTorr이상의 압력에서는 앞서와 유사한 경향을 지나나 20mTorr이하의 압력에서 식각시 GaN식각 속도의 급격한 감소가 관찰되었다. 결과적으로 Al을 함유한 AlGaN과 AlN가 GaN의 식각 속도와 같은 non-selective한 500nm/min의 소자 식각속도를 15mTorr에서 얻을 수 있었고 압력을 더 감소시킬 경우 AlGaN또는 AlN의 GaN에 대한 선택적인 식각 조건도 얻을 수 있었다. 식각된 AlGaN 표면의 산소와 Al의 증가는 BCl<sub>3</sub> 가스 첨가와 압력 감소에 의해 감소시켜 식각 과정을 거치지 않은 시편의 값에 접근시킬 수 있었다. 또한 BCl<sub>3</sub>가스 첨가시 Al-O 결합의 감소는 일반적으로 보고되는 BCl<sub>x</sub>의 수분 제거 효과로 사료되며 결과적으로 식각 속도의 증가와 연관지을 수 있었다. QMS를 이용하여 관찰된 식각 부산물로 Ga<sup>+</sup>, N<sup>+</sup>, GaCl<sub>2</sub><sup>+</sup>가 공통적으로 관찰되었으며 최종적인 식각 속도와 아주 밀접한 관계를 보이고 있다.

플라즈마 진단과 표면분석 결과로부터 GaN 식각 특성과는 달리 AlGaN의 식각 특성은 플라즈마 자체 특성보다는 표면 특성에 더 큰 영향을 받음을 알 수 있었다. GaN의 식각은 결합력을 깨뜨릴만한 에너지가 존재시 Cl 라디칼의 형성에 더욱 의존하게되는데 비해 Al을 함유한 AlGaN 식각의 경우에는 플라즈마내 이온 및 식각시 산소 혹은 수분의 영향에 더 큰 것으로 사료된다. 이때 플라즈마내 이온종은 앞서 Cl<sub>2</sub><sup>+</sup>와 BCl<sub>2</sub><sup>+</sup>이었으며 산소 혹은 수분의 영향 제거에는 Cl에 비해 작은 양이나 BCl<sub>x</sub> 라디칼이 주로 영향을 주는 것으로 사료된다. 결과적으로 본 연구에서 사용되어진 Cl<sub>2</sub>/BCl<sub>3</sub> 플라즈마는 최적의 가스조합을 이용하여 GaN를 포함한 Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N 식각 속도를 높일 수 있었다.