

유도결합형 $Cl_2/BCl_3/Ar$ 플라즈마를 이용한 sapphire wafer의 건식 식각

(Inductively coupled $Cl_2/BCl_3/Ar$ plasmas etching of sapphire wafer)

성연준, 이용혁, 김현수*, 엄근영, 이재원**, 채수희**, 김태일**
성균관대학교 재료공학과, *영국 광전자 연구소, **삼성종합기술원 질화물반도체팀,

Al_2O_3 는 높은 화학적, 열적 안정성으로 인하여 미세전자 산업에서 절연막이나 광전자소자의 재료로써 널리 이용되고 있다. 특히, 사파이어는 GaN를 기본으로 하는 III-Nitride 물질을 성장시킬 때 필요한 기판으로 널리 사용되고 있다.

GaN를 기본으로 하는 III-Nitride 물질의 경우 에피 성장, 식각 공정, 금속 화공정과 같은 단위공정이나 소자제조 공정은 많은 연구가 이루어져왔으나 플라즈마를 이용한 사파이어의 건식 식각에 대한 연구는 거의 진행되지 않고 있다. 최근에는 이온빔 식각이나 이온 주입 후 화학적 습식 식각, reactive ion etching을 통한 사파이어의 건식식각이 보고되고 있다. 그러나 이러한 방법을 이용한 사파이어의 식각속도는 15nm/min보다 작으며 식각 후 표면의 거칠기가 식각전에 비하여 크다. 높은 식각율과 식각 후 표면의 작은 거칠기를 수반한 사파이어의 플라즈마 식각은 소자 제조 공정시 소자의 isolation 및 lapping공정에 이용할 수 있다.

본 연구에서는 유도결합형 플라즈마를 이용하여 $Cl_2/BCl_3/Ar$ 의 가스조합, inductive power, bias voltage, 압력, 기판온도의 다양한 공정변수를 통하여 c-plane 사파이어를 식각하였다. 사파이어의 식각 속도는 inductive power, bias voltage, 그리고 기판 온도가 증가할수록 증가하였으며 Cl_2 에 BCl_3 를 50%이하로 첨가할때 첨가량이 증가할수록 식각속도 및 마스크와의 식각선택비가 증가하는 경향을 나타내었다. 50% Cl_2 /50% BCl_3 의 가스조합, inductive power 400Watts, bias voltage 200V, 압력 30mTorr, 기판온도 70°C에서 180nm/min에 가까운 사파이어의 식각속도를 나타내었다. 이는 기존에 보고된 결과에 비교하여 보았을 때 최고의 식각속도를 나타내었다. 또한, $Cl_2:BCl_3=1:1$ 의 최적조건에 Ar을 첨가함에 따른 식각속도 및 표면 거칠기를 관찰하였다. 사파이어의 식각 부산물을 관찰하기 위해 플라즈마 진단장비인 optical emission spectroscopy (OES)를 사용하였으며 SEM으로 표면을 관찰하였다.