

[I-3]

고밀도 유도결합형 $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3/\text{Ar}$ 플라즈마를 이용한 sapphire의 식각 특성

성연준, 이용혁, 김현수,* 염근영, 이재원,** 채수희,** 박용조**

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 고위도의 LED, 청색 LD의 재료인 GaN 계열의 III-Nitride 물질을 성장시킬 때 필요한 기판으로 보편적으로 사용되고 있다.

이러한 GaN 계열의 광소자 제조에서 사파이어 기판을 적용시 지적되는 문제점들 중의 하나는 소자 제조 후 사파이어의 결정 구조 및 높은 경도에 의해 나타나는 cutting 및 backside의 기계적 연마가 어렵다는 것이다. 최근에는 이온빔 식각이나 이온 주입 후 화학적 습식 식각, reactive ion etching을 통한 사파이어의 건식 식각이 소자 분리 및 backside 공정을 위해 연구되고 있다. 그러나 이러한 방법을 이용한 사파이어의 식각속도는 일반적으로 15nm/min보다 작다. 높은 식각율과 식각 후 표면의 작은 거칠기를 수반한 사파이어의 플라즈마 식각은 소자 제조 공정시 소자의 isolation 및 lapping후 연마 공정에 이용할 수 있다.

본 연구에서는 평판 유도결합형 플라즈마를 이용하여 $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3/\text{Ar}$ 의 가스조합, inductive power, bias voltage, 압력, 기판온도의 다양한 공정변수를 통하여 (0001) 사파이어의 식각특성을 연구하였다. 사파이어의 식각속도는 inductive power, bias voltage, 그리고 기판 온도가 증가할수록 증가하였으며 Cl_2 에 BCl_3 를 50%이하로 첨가할 때 BCl_3 첨가량이 증가할수록 식각속도 및 식각마스크(photoresist)와의 식각선택비가 증가하는 것을 관찰하였다. 또한, $\text{Cl}_2:\text{BCl}_3=1:1$ 의 조건에 Ar 첨가에 따른 식각속도 및 표면 거칠기를 관찰하였다. 본 연구의 최적 식각조건인 40% Cl_2 /40% BCl_3 /20%Ar, 600W의 inductive power, -300V의 bias voltage, 30mTorr의 압력, 기판온도 70°C에서 270nm/min의 사파이어 식각속도를 얻을 수 있었다. 그리고 이러한 식각조건에서 표면의 거칠기를 줄일 수 있었다. 사파이어 식각은 보편적인 사파이어 lapping 공정시 수반되어 형성된 표면의 거칠기를 줄이기 위한 마지막 공정에 응용될 수 있다.

사파이어의 식각시 나타나는 식각 부산물은 플라즈마 진단장비인 optical emission spectroscopy (OES)를 통하여 관찰하였고, 식각시 사파이어의 표면성분비 변화 및 표면의 화학적 결합은 X-ray photoelectron spectroscopy(XPS)를 사용하여 측정하였다. 식각 전, 후의 표면의 거칠기를 scanning electron microscopy(SEM)을 통하여 관찰하였다.