A 7

Cl_2/O_2 유도결합형 플라즈마 특성 및 실리콘 식각에의 응용

Characteristic of Cl_2/O_2 Inductively Coupled Plasma and Application to Silicon etch

김 현 수, 이 주 훈, 오 경 희*, 염 근 영

성균관대학교 재료공학과, *국립기술품질원

일반적으로 실리콘 식각공정은 휘발성의 Si-halide 생성물 형성을 이용하게 되는데 불소(F)에 비해 염소(Cl or Cl_2)를 이용한 실리콘 식각의 경우 화학적 식각속도는 낮으나 ion bombardment에 의해 비등방성 실리콘 식각이 가능하게 된다. 또한 염소를 포함하는 플라즈마를 이용한 실리콘 식각의 경우 vertical한 식각형상과 산화막 등과의 선택비를 개선하기 위해 Br을 함유한 가스나 산소, 질소 등을 첨가하여 사용하고 있다. 본 연구에서는 고밀도 플라즈마 원으로 널리 연구되고 있는 평판형 유도결합형 플라즈마 식각장비를 이용하여 형성시킨 염소/산소 플라즈마의 기본적인 플라즈마 특성을 평가하고 이를 단결정 실리콘 식각에 적용하여 이의 특성을 관찰하였다.

5 mTorr의 압력에서 산소의 첨가량은 0-20%, ICP Power는 200-800W, bias voltage는 0-40V로 변화를 주면서 Cl_2/O_2 유도결합형 플라즈마를 형성시켰다. Langmuir probe를 이용하여 이온전류량을 측정한 결과 산소를 첨가하지 않을 경우 ICP Power 증가에 따라 이온전류량은 증가하였으나 uniformity는 다소 감소하였으며 bias voltage에 따른 변화는 관찰되지 않았다. 방전 전후, 플라즈마 형성 조건에 따른 QMS (Quadrupol Mass Spectrometer; Balzers QMG 125/2)분석을 통해 chamber wall로 입사되는 화학종(chemical species)의 변화를 관찰하였다. 방전전 주로 Cl_2 상태인 염소 플라즈마는 방전후 ICP Power를 증가할수록 Cl의 양이 Cl_2에 비해 증가하였고 실리콘 식각중에는 $SiCl_x$(x=1-4)형태의 식각부산물(etch product)과 관련된 화학종이 측정되었으며 산소 첨가량이 증가함에 따라 SiO_xCl_y 이 관찰되었다.

실리콘 식각에 적용하기 위하여 실리콘의 식각속도와 식각 균일도, SiO_2, Si_3N_4 등과의 식각 선택비를 측정하였다. 실리콘의 식각속도는 일정 bias voltage에서 ICP Power에 비례하였으나 식각 균일도는 ICP Power에 따라 증가하다 감소하는 경향을 보이고 있는데 bias voltage 20,40 V에서 각각 ICP Power 400, 600W조건에서 최적의 식각균일도가 관찰되고 있다. 한편 SiO_2, Si_3N_4 등과의 식각 선택비는 모든 ICP Power조건에서 bias voltage를 증가시킴에 따라 이온효과의 증대로 감소하였다. 식각된 실리콘 웨이퍼의 XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy)분석에 의해 관찰된 식각시 형성된 부산물은 QMS의 측정결과와 유사한 결과를 보이고 있다.

본 연구는 전자통신연구소의 96년도 차세대 반도체 선행기초기술연구사업에 의해 수행되었음.