

[IV~11]

산소, 질소가 첨가된 유도결합형 염소 플라즈마의 실리콘 식각 특성 비교

김현수, 이영준, 이주훈, 엄근영, 황기웅*
성균관대학교 재료공학과, *서울대학교 전기공학과

염소를 포함하는 플라즈마를 이용한 식각 공정은 알루미늄 등의 금속 및 다결정 실리콘, 금속-실리사이드 등의 식각 널리 사용되고 있으며 최근 들어 고밀도 플라즈마를 이용한 연구 결과가 진행되고 있는 상황이다. 본 연구에서는 평판형 유도결합형 플라즈마 식각 장비를 이용하여 염소 플라즈마를 형성하고 첨가된 산소, 질소 양 변화에 따른 실리콘 식각특성 변화를 관찰하였으며 QMS(Quadrupole Mass Spectrometer; Balzers QMG 125/2)와 XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy)분석을 통해 이의 결과를 비교 분석하였다. 식각시 ICP Power는 200-800W로 변화를 주었으며 기판에 가해지는 bias voltage는 bias Power조절을 통해 0-60V로 변화시켰다.

ICP Power를 200W에서 800W까지 증가함에 따라 이온 밀도의 증가와 Cl_2 의 Cl로의 분해 정도 증가로 실리콘의 식각 속도는 증가하였다. 일정 이온 밀도를 지닌 ICP 600W조건에서 bias voltage를 가하지 않은 경우에 비해 bias voltage를 0-60V까지 가함에 따라 이온 에너지 증대 효과로 실리콘 식각 속도가 증가하였으며 동일 bias V에서 산소 첨가량의 증가에 따라 식각 속도는 감소하고 질소가 첨가된 경우 큰 감소를 보이지 않았다. 이러한 가스 첨가량에 따른 식각 속도 변화는 Langmuir probe에 의한 이온전류밀도 측정과 QMS에 의한 플라즈마 화학종 분석 결과로 확인할 수 있었다. 산소를 첨가한 경우 이온전류밀도나 Cl의 QMS signal 절대 값은 감소하고 있으며 질소를 첨가한 경우에는 적은 감소량을 보이고 있다. 실리콘 웨이퍼를 chamber내 loading시킨 후 QMS 분석을 통해 실리콘 식각시 식각부산물물은 염소 플라즈마의 경우 $SiCl_x(x=3,4)$ 이었으나 산소가 첨가된 경우 silicon oxychloride ($SiCl_xO_y$)형태가 관찰되었고 질소를 첨가한 경우 새로운 식각부산물물은 관찰되지 않았다. 산소, 질소 첨가량 이외에 ICP Power와 bias voltage 변화에 따른 식각된 실리콘 표면의 XPS 분석 결과 산소첨가량이 증가할 수록 Si-Cl(O) bond에서 Si-O bond로 화학적 결합 상태가 변화하였으며 bias voltage에 의존하는 결과를 보이고 있다. 이에 반하여 질소를 첨가할 경우에는 염소 플라즈마와 거의 유사한 화학적 결합 상태를 보이고 있으며 Si-N bond는 관찰할 수 없었다.

결과적으로 산소와 질소가 첨가된 유도결합형 염소 플라즈마를 이용한 실리콘 식각특성을 QMS와 XPS분석을 통해 관찰한 결과 식각 후 첨가가스 종류 및 양에 따른 실리콘 식각 특성의 차이를 플라즈마와 실리콘 표면의 상태의 변화와 연관지을 수 있었다.

- 본 연구는 전자통신연구소의 96년도 차세대 반도체 신형기초기술연구사업의 자원에 의해 수행되었음.