이중 주파수를 이용한 펄스 유도 결합 플라즈마 특성 연구

김기현[1*], 김태형[1], 이승민[1], 이철희[1], 김경남[1] , 배정운[1], 염근영[1,2]
[1]Dept. of Advanced Materials, Sungkyunkwan University, Suwon, Gyeonggi-do, 440-746, South Korea
Tel.:82-31-299-6562, E-mail: gyyeom@skku.edu
[2]Sungkyunkwan Advanced Institute of Nanotechnology(SAINT), Suwon, Korea, 440-746

초 록: 플라즈마를 이용한 반도체 미세 공정에서 플라즈마 밀도, 균일성 등과 같은 플라즈마 특성을 조절하는 것은 차세대 공정 장비 개발에 있어 매우 중요한 요소이다. 본 연구에서는 이러한 플라즈마 특성을 효율적으로 제어하기 위해 서로 다른 주파수를 사용하는 2개의 안테나에 pulse 신호를 적용하여 각 안테나에 인가되는 펄스 신호에 따른 플라즈마의 특성을 알아보았다.

1. 서론

최근 플라즈마를 이용한 반도체 공정에서 소자의 미세화와 단가를 낮추기 위한 웨이퍼 대구경화의 추세에 따라 그에 맞는 장비의 대형화와 함께 플라즈마 밀도와, 균일성과 같은 특성을 조절하기 위한 새로운 안테나의 개발이 요구되고 있다. 또한 소자의 미세화와 함께 대두되고 있는 플라즈마에 의한 데미지와 대면적화에 따른 균일도 문제로 인해 낮은 전자온도와 좋은 균일도를 갖는 플라즈마 특성을 얻기위해 최근 플라즈마에 펄스를 적용하여 이러한 플라즈마 특성을 향상시키려는 연구가 진행 중이다.

2. 본론

본 연구에서는 두 개의 다른 주파수를 사용하는 spiral 형태의 유도결합 플라즈마(inductively coupled plasma)안테나를 적용하여 각각의 안테나의 power 및 pulse 조건을 조절함으로써, 기존의 단일 플라즈마를 이용함으로써 발생한 ion bombardment energy 혹은 ion flux 조절의 한계를 극복하고자 하였다. 또한 pulsed power를 통하여 높은 균일도와 낮은 전자온도를 갖는 플라즈마 특성뿐만 아니라, 실제 mask pattern된 sample을 Ar/C_4F_8 혼합 가스를 이용한 식각을 통해 높은 식각 선택비를 갖는 플라즈마 특성을 얻고자 하였다.

3. 결론

2 Mhz와 13.56 Mhz power supply를 각각의 안테나에 적용하여, 2 Mhz가 pulse mode일 때 13.56 Mhz는 CW(continuous wave) mode를 유지하였다. 반대로 13.56 Mhz가 pulse mode를 적용할 경우 2 Mhz는 CW mode 상태에서 변화되는 플라즈마의 특성을 분석하였다. Emissive probe를 이용하여 각각의 조건에 따른 plasma potential과 floating potential을 측정할 수 있었으며, 이 결과를 통하여 전자온도를 계산할 수 있었다. Pulsing 조건에 따라 발생되는 플라즈마를 OES(optical emission spectroscopy)를 이용하여 이 때 변화되는 ion 종의 변화를 관찰하였으며, 실제 식각 공정을 통하여 결과를 OES의 결과와 비교하여 원인을 도출하였다. 플라즈마 불균일도 측정은 ion saturation current probe를 이용하여 가운데에서 끝으로 이동시켜 가며 진행하였고 CW mode에서 약 7%의 플라즈마 불균일도 특성이 pulsing을 이용하여 약 3.3%까지 향상됨을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. Anurag Mishra, K. N. KIM, T. H. KIM and G. Y. Yeom, Plasma Sources Sci. Technol., vol. 9 (2012).
2. Robert F. Kemp and J. M. Sellen Jr., Rev. Sci. Instrum. Vol. 37, 455 (1996).