

낮은 에너지에서 높은 플럭스 입자빔 생성을 위한 플라즈마 발생원 개발

유석재¹, 김성봉², 김대철¹, 김종식¹, 이봉주¹, 조무현²

¹국각핵융합연구소, ²포항공과대학

50 eV 이하의 낮은 에너지를 갖는 입자빔은 반도체 및 디스플레이 제조를 위한 나노박막 형성 및 가공에 매우 좋은 특성을 보인다. 즉, 에너지가 너무 크면 박막의 손상이 심해지며, 또한 너무 작게 되면 박막 형성에 필요한 에너지를 충분히 공급하지 못해 박막의 특성이 나쁘게 된다. 소자의 집적도가 커짐에 따라 기존의 증착 방법 및 플라즈마를 이용한 공정 경우에는 기판의 가열로부터 생기는 열에 의한 손상과 플라즈마의 하전입자에 의한 손상이 점점 더 심각한 문제가 될 것이며 이는 차세대 나노소자 제조를 위해서 반드시 해결해야 할 문제이다. 낮은 에너지를 갖는 높은 플럭스의 입자빔을 활용하게 되면 이러한 문제는 해결 가능해진다. 그러나 나노공정에 필요한 50 eV 이하에서 높은 플럭스를 갖는 이온빔을 플라즈마로부터 직접 인출하기는 공간 전하효과에 의한 제한 때문에 거의 가능하지 않다. 그러므로 이온을 직접 인출하기 보다는 플라즈마 내에서 중성원자로 만들어 인출하게 되면 공간전하효과에 의한 제한을 피할 수 있어 낮은 에너지 영역에서도 높은 입자빔을 생성할 수 있다. 이러한 낮은 에너지에서 높은 플럭스를 갖는 중성입자빔의 생성을 위해서는 그 특성에 맞는 플라즈마 발생원이 필요하다. 즉, 플라즈마 두께는 매우 얇고, 운전 압력은 1 mTorr 이하에서 높은 플라즈마 밀도를 갖고 있어야 한다. 또한 분자의 해리도를 높이기 위해 전자 온도는 기존의 공정용 플라즈마 보다 더 높아야 한다. 따라서 본 논문에서는 높은 플럭스의 중성입자빔을 생성을 위해 요구되는 플라즈마 조건과 이에 대한 플라즈마 발생원 개발에 대해 집중적으로 다룰 것이다.

헬리콘 플라즈마의 모드변환 영역 근처에서 충돌에 의한 에너지 흡수에 관한 연구

김선호¹, 성충기¹, 황용석¹

¹서울대학교 원자핵공학과

본 연구에서는 헬리콘 플라즈마의 고밀도, 고효율 특성을 냉 플라즈마의 분산관계식을 이용하여 기존에 해석되었던 헬리콘 파동과 TG 파동이 분리 되어 있는 모드 변환 영역에서 먼 영역뿐만 아니라 두 파동이 서로 유사한 특성을 갖게 되는 모드 변환영역에서도 그것의 진행 특성과 파워 흡수 특성을 해석하였다. 그 결과 헬리콘 파동이 모드 변환 영역 근처에 접근하면 기존에 알려졌었던 것과는 달리 헬리콘 파동도 충돌에 의해 매우 큰 파워 흡수 특성을 갖는 것으로 해석되었고 이러한 결과를 파동의 공명현상과 관련한 군속도와 위상 속도의 관계 그리고 MHD 영역의 Alfvén 파동의 유사성을 통해서 설명하였다. 이러한 이론적 해석의 결과는 헬리콘 모드 운전이 모드 변환 영역의 분산관계식과 밀접한 관계를 가지고 있음을 나타내고 운전 주파수, 인가 자기장의 세기 그리고 안테나의 스펙트럼의 변화에 따라 보다 쉬운 헬리콘 모드의 운전 가능성을 제시한다. 이와 같은 이론적 예측을 실험으로 입증하기 위하여 위의 세 가지 운전 변수를 독립 변수로 하여 입력 전력에 따른 헬리콘 모드 전개에 대한 실험을 수행하였고 그 결과가 이론적 예측과 부합함을 확인하였다.