

PF-P015

ICP와 헬리콘 플라즈마를 이용한 대면적 고밀도 플라즈마 소스 개발

이진원, 안상혁, 유대호, 장홍영

한국과학기술원 물리학과

플라즈마 공정에서의 생산률이 플라즈마의 밀도에 비례한다는 많은 연구가 이루어진 후, 초 대면적 고밀도 플라즈마 소스의 개발은 플라즈마 소스 개발에서 중요한 부분을 차지하기 시작하였다. 이로 인해, 전자 공명 플라즈마, 유도 결합 플라즈마와 헬리콘 플라즈마 등 새로운 고 밀도 플라즈마 개발 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근에는 고밀도 플라즈마 개발과 더불어, 대면적 플라즈마 소스의 개발이 플라즈마 공정 기술의 중요한 이슈가 되고 있는데, 이는 450 mm 이상의 반도체, 2 m×2 m 이상의 8세대 평판 디스플레이와 1 m×1 m 태양광 전지 생산 공 정에서 플라즈마의 기술이 요구되고 있기 때문이다. 대면적 공정영역의 이러한 경향은 균일한 대면적 고밀도 플라즈마 개발을 촉진시켜왔다.

밀도가 낮은 축전 결합 플라즈마를 제외한, 대면적 공정에 적합한 고밀도 플라즈마원으로 유도 결합 플라즈마와 헬리콘 플라즈마를 선택한 후, 병렬연결 시의 특성을 알기 위하여 ICP와 헬리콘 의 단일 튜브와 다수 튜브의 플라즈마 내부, 외부 변수를 측정하여 조사하였다. 두 가지 플라즈 마 소스의 비교 실험을 위하여, 자기장을 제외한 모든 조건을 동등하게 한 후 실험을 하였다.

단일 헬리콘 실험을 바탕으로, 대면적 실험에 가장 적합한 자기장의 세기, 자석의 위치 및 튜브의 치수를 정한 후, fractal 구조를 위한 16개 다수 방전을 ICP와 헬리콘을 비교하였다. 병 렬연결 시, RF 플라즈마에서는 같은 전압을 가져도, 안테나 디자인을 고려하지 않으면 모든 튜브의 방전이 이루어 지지 않았다. 이를 컴퓨터 모의 전사를 통해 확인하고, 가장 최적화된 안테나를 설계하여 실험을 하였다. ICP에서는 모든 튜브가 방전에 성공한 반면, 헬리콘 플라즈 마는 ICP에 10배에 달하는 높은 밀도를 냈으나, 오직 4개 튜브만이 켜지고 안정적으로 방전이 이루어 지지 않았다. ICP의 경우, RF 전송선의 디자인을 통해 파워의 균등 분배가 가능하지만, 헬리콘의 경우 자기장을 추가해서 고려해야 되는 것을 확인하였다. 모든 튜브에 비슷한 자기 장을 형성하기 위해서는 자석의 크기가 커지는 문제점이 있으나, 매우 낮은 압력에서 방전이 가능하고, 같은 압력에서 ICP에 비해 10배 이상 달하는 장점이 있다. 실험 결과를 바탕으로, ICP와 헬리콘 플라즈마의 다수 방전에 대한 분류를 하였고, 바로 현장에 투입이 가능한 소스 로 판단된다.

Keywords: ICP, Ultra Large Area, helicon, High Density Plasma, Fractal Structure