

다양한 공정 주파수에서 유도 결합 플라즈마의 플라즈마 밀도와 에너지 전달 효율 측정

이재원, 최익진, 이영광, 정진욱*

한양대학교 전기공학과

현재 반도체 및 디스플레이 장비들이 공정 매개변수 및 플라즈마 변수를 독립적으로 제어하기 위하여 전원 주파수를 다양하게 사용된다. 플라즈마의 상태나 에너지 전달 효율은 반도체 및 디스플레이 공정에 중요한 요소이다. 따라서 플라즈마 발생장치의 전원 주파수를 바꾸었을 때의 플라즈마 밀도와 에너지 전달 효율에 관하여 연구하였다.

공정용 유도 결합 플라즈마(ICP)를 발생시키기 위하여 신호 발생기에서 전력 증폭기와 임피던스 정합회로(Matcher)를 거쳐 반응 용기에서 플라즈마를 발생시켰다. 6 mTorr의 압력에서 주파수는 13.56 MHz에서부터 80 MHz까지, 15~60 W의 전력을 인가하였다. 플라즈마의 에너지 효율을 측정은 제작한 로고스키코일(Rogowski Coil)을 이용하여 시스템 전반을 등가회로로 계산하였으며, 플라즈마 밀도는 반응용기 중앙에서 부유 탐침법을 적용하여 도출하였다. 같은 전력 조건에서 주파수가 증가함에 따라 플라즈마 밀도가 증가함을 볼 수 있었다. 그러나 플라즈마 에너지 효율은 주파수가 높아짐에 따라 점점 커지다 작아지는 경향을 볼 수 있었다. 에너지 전달 효율의 변화는 정합회로의 표피효과(Skin effect)에 기인하며 플라즈마 밀도의 변화는 이온의 에너지 손실에 기인한다.

Keywords: 플라즈마, 유도 결합 플라즈마, ICP, 에너지 효율, 주파수