

광방사 세기비를 이용한 공정 플라즈마의 변수 진단

이영광, 오세진, 이재원, 황혜주, 이희진, 김유신, 정진욱

한양대학교 전기공학과

아르곤 기체의 방사세기 또는 그 세기 비는 플라즈마 공정 진단에서 일반적으로 사용된다. 본 실험에서는 100 mTorr 압력 조건하의 유도결합 플라즈마(13.56 MHz)에서 E-H 모드 전이 영역, rf 바이어스(12.5 MHz) 전력 인가 및 N₂ 혼합 시 단순화한 충돌-방사 모델에 기초한 광방사 세기비 방법을 적용하여 플라즈마 변수를 진단하였다. 개발 프로그램 기반의 분광기를 사용하여 아르곤 기체의 특정 파장(750.4, 751.5 그리고 811.5 nm)들을 관측하였고, 동일한 조건하에서 정전 탐침법을 이용하여 전자 에너지 분포함수의 변화도 측정 하였다. 맥스웰 전자 에너지 분포를 가정하는 일반적인 경우와 비교하여 볼 때 실제적인 전자 에너지 분포함수의 측정은 전자의 가열 메커니즘에 대한 상세한 정보를 제공함과 동시에 플라즈마 재흡수에 대한 보정을 가능하게 해준다. 광방사 세기비법에 의해 측정된 결과에 의하면, 750.4 nm/751.5 nm는 높은 에너지(>13.08 eV)의 전자들의 유효 전자온도에 대한 정보를 나타내는 반면 811.5 nm/750.4 nm는 아르곤 준안정 준위 밀도(1s5)에 대한 정보를 제공하게 된다. 수행된 실험 조건하에서, 측정된 준안정 준위 밀도는 E-H 모드 전이 영역에서 최대값을 나타내었고 바이어스 전압 및 N₂ 기체 혼합 비율이 증가함에 따라 감소하는 결과를 얻었다. 유효 전자온도의 경우 광방사 세기비법과 정전 탐침법 모두 같은 결과를 보여 주었는데, E-H 모드 전이 영역에서는 전자온도는 거의 일정하였고 바이어스 전압 및 N₂ 기체 혼합 비율이 증가함에 따라 전자온도는 증가하였다. 이러한 실험 결과는 방전 모드 전이, 바이어스 인가 그리고 혼합 기체 사용하는 공정 플라즈마를 이해하는데 있어 이들 변수의 진단이 중요한 요소임을 보여준다.

Keywords: 광방사 세기비, 공정 플라즈마, 플라즈마 변수, 전자 온도, 준안정준위 밀도