

광진단을 이용한 전자 에너지 분포 함수 변화 감지 알고리즘 개발

박설혜, 김곤호

서울대학교 에너지시스템공학부

원자의 여기 및 천이에 의한 플라즈마에서의 빛 방출은 일차적으로 여기를 위한 특정 문턱값 이상의 에너지 공급이 전제된다. 진공 플라즈마에서 대부분의 에너지 전달 과정은 전자와의 물리적 충돌에 의해 일어나므로 충돌 여기의 결과 발생한 광신호 세기는 전자 에너지 분포에 대한 정보를 내포하고 있다. 전자는 입자들 간의 에너지 전달 매개가 되는 동시에 플라즈마 구성 입자 중 가장 가벼워 빠르게 주변 환경 변화에 응답하여 열평형을 이루므로 EEDF는 플라즈마의 미세한 변동까지도 보여줄 수 있는 인자가 된다. 플라즈마의 열평형 이동에 관한 정보를 광신호로부터 EEDF의 형태로 추출해내기 위해 BEB (Binary - Encounter - Bethe) 모델을 근거로 충돌 반응 단면적을 함수로 나타내어 신호를 분석하였다. EEDF의 꼴을 $f(E)=AE\exp(-E^b)$ 의 임의의 형태로 두고 아르곤의 427nm, 763nm 두 빛의 세기 비를 BEB 모델을 적용하여 전개한 결과 b factor 의 값을 구할 수 있었다. b factor 가 1인 경우는 Maxwellian, 2인 경우는 압력이 높은 조건에서 잦은 충돌에 의한 에너지 손실 때문에 고에너지 전자군이 현격하게 감소된 Druyvesteyn 분포를 의미하므로 광신호에 모델을 적용하여 얻은 b factor의 변화는 EEDF의 형태 자체의 변화가 감지되었음을 보여준다. 실제로 13.56MHz - 1kW ICP 장치에서 아르곤 플라즈마를 발생시켰을 때, 압력이 낮아 Maxwellian 분포가 예상되는 10mTorr 조건에서는 $b=1.13$, Druyvesteyn 분포에 가까워지는 100mTorr 조건에서는 $b=1.502$ 로 관측되었다.

*지식경제부(10031812-2008-11)의 지원을 받은 연구임.