

광감쇠법을 이용한 플라즈마 내 나노입자 밀도 측정

선창래, 박호용, 최원호, 박성중*, 신용현*, 정광화*

KAIST 물리학과 기체방전물리연구실, 대전광역시 유성구 구성동 373-1, 305-701

*한국표준과학연구원 진공기술센터, 대전광역시 유성구 도룡동 1번지, 305-340

공정 플라즈마 내에 존재하는 나노 티끌입자들은 플라즈마를 오염시키는 원인이 되어 제거의 대상이 될 뿐만 아니라 오히려 그 반대로 나노입자의 합성 및 생산에도 활용이 가능하므로, 나노입자들의 실시간 *in situ* 밀도측정은 이들 입자들의 적절한 제어를 위해 가장 기본적인 진단이 된다. 본 연구에서는 He-Ne 레이저를 플라즈마에 조사하여 레이저 광의 세기가 감쇠하는 양을 측정하여 입자의 밀도를 알아내는 광감쇠법을 시도하였다. 구성된 진단계를 티끌입자가 포함된 플라즈마에 적용하기 전에 크기와 밀도를 아는 입자가 포함된 수용액 샘플에 적용하여 레이저 세기의 감쇠량과 입사 레이저 세기의 비인 감쇠율의 측정한계를 조사하였고 (약 1%), 또 감쇠단면적을 측정하여 전산코드로 구한 단면적과 아주 잘 일치하는 것을 알아내어 계산으로 구한 감쇠단면적을 사용할 수 있음을 확인하였다. 크기를 아는 여러 가지 종류의 입자들을 외부에서 플라즈마로 입사하여, 입사된 입자의 밀도를 측정하는 실험을 수행한 결과, 실제 플라즈마에서 티끌입자의 밀도를 레이저 감쇠법으로 측정할 수 있음을 확인하였고, 측정된 밀도는 약 10^5 cm^{-3} 임을 알 수 있었다. 또한 Ar + 5% SiH₄ 플라즈마에 구성 진단계를 적용하여 플라즈마 내에서 생성되어 자란 티끌입자의 크기와 밀도를 측정하는 실험도 수행하였다. 티끌입자의 크기는 전극 밑에 위치한 TEM 그리드를 이용하여 입자를 수집하고 전자현미경을 이용하여 측정하였다. 단일광로의 경우, 20 mTorr, 50 W 방전에서 방전시작 170 s 후 100 nm 크기의 입자밀도가 약 10^8 cm^{-3} 임을 알 수 있었다. 측정가능한 입자의 크기 및 밀도를 낮추고 신호대 잡음비를 개선하기 위해 다중광로 광 감쇠법을 위한 측정계를 설계 및 구성하였고, 현재 실험이 진행 중이다. 전산모사 결과 8 m 곡률반경의 두 거울을 이용하여 광경로가 32 번으로 증가하는 것을 알 수 있었다.