

Etendue function을 이용한 플라즈마의 국소진단

박호용, 최원호

카이스트 물리학과

플라즈마에서 방출되는 방출광 스펙트럼을 이용한 광진단법은 플라즈마에 섭동을 주지 않으며 비교적 진단이 쉬운 유용한 진단법이지만 측정값이 선적분된 빛의 세기이므로, 적합한 역산과정을 통해야만 국소적 진단이 가능하다는 한계가 있다. 본 연구에서는 13.56 MHz와 90 MHz를 인가한 사각형 플라즈마에서 플라즈마로부터 선적분된 빛의 세기를 Etendue function과 회선정리(convolution theorem)를 이용해 재구성하여 플라즈마 방출광의 공간분포를 측정하였으며 이를 통하여 여기온도의 공간분포를 측정했다. 플라즈마의 국소진단을 위하여 렌즈광학계를 도입하였고, 렌즈시스템에서의 입체각과 유효검출면적에 관계된 1차원의 Etendue function을 점광원을 이용해 측정하였다. 1차원의 Etendue function을 플라즈마에 적용시키기 위해서는 렌즈 입체각에 해당되는 플라즈마 면적효과가 있어야 하므로, 렌즈 앞에 구경(aperture)을 두어 플라즈마의 면적효과가 있는 3차원의 Etendue function을 측정하였다. 이러한 3차원의 Etendue function을 이용해 선적분된 플라즈마 방출광을 재구성하여 렌즈광학계를 이용한 플라즈마의 국소적 진단이 가능하도록 하였다. 이렇게 재구성된 플라즈마 방출광을 이용해 여기온도의 공간분포 측정을 하였다. 실험 결과, 고주파 플라즈마에서 발생할 수 있는 정상파 효과(standing-wave effect)와 침투깊이 효과(skin depth effect)와 같은 전자기 효과에 기인한 것으로 추정되는 90 MHz 플라즈마에서의 방출광 공간분포가 13.56 MHz의 경우와 다르게 측정이 되었다. 이를 확인하기 위해 13.56 MHz가 인가된 플라즈마 방출광 공간분포 측정 및 여기온도의 공간분포 결과와 비교하였다.