

PW-P016

CCP에서의 마이크로 아킹 Fast-imaging을 통한 마이크로 아킹 방전 메커니즘 조사

김용훈, 장홍영

한국과학기술원 물리학과

플라즈마 아킹은 PECVD, 플라즈마 식각 그리고 토카막과 같은 플라즈마를 이용하는 여러 공정과 연구 분야에서 문제가 되어왔다. 하지만, 문제의 중요성과 다르게 아킹에 대한 본질적인 연구는 아직 미비한 상태이다. 플라즈마 아킹은 집단전자방출(collective electron emission)에 의한 스파크 방전(spark discharge) 현상이다. 집단전자방출은 전계방출(field emission)이나 플라즈마와 쉬스를 두고 인접한 표면위에서의 유전분극(dielec emission)에 의해 발생한다. 우리는 CCP 플라즈마를 이용해 micro-arcing(MA)을 일으키고 랑뮈르 프로브를 이용해 MA 동안의 플로팅 포텐셜의 변화를 측정한다. MA시 PM-tube를 이용해 광량의 변화를 측정하고 플로팅 포텐셜을 fast-imaging과 동기화 시켜 MA 발생 메커니즘을 유추한다.

우리는 30×20 cm 크기의 사각 전극을 위 아래로 가진 챔버에서 Ar 가스를 RF (13.56 MHz) 파워를 이용해 방전시켰다. 방전 전압과 전류는 파워 전극 앞단에서 High voltage probe (Tektronix P6015A)와 Current probe (TCPA300 + TCP312)를 이용해 측정했다. 플라즈마 아킹시 변하는 플라즈마 플로팅 포텐셜은 챔버 중앙에 위치한 랑뮈르 프로브에 의해 측정되고 챔버 옆의 뷰포트 앞에 위치한 PM-tube를 이용해 아킹시 변하는 광량을 측정하고 Intensified CCD를 이용해 fast-imaging을 한다. 또한 CCD 앞에 band pass filter를 부착하여 MA의 발생 메커니즘을 유추한다.

RF 방전에서의 플라즈마 아킹은 아킹시 플로팅 포텐셜의 변화에 의해 크게 세부분으로 나눌 수 있다. 아킹 발생과 동시에 급격히 감소하는 감소부분(약 2 us) 그리고 감소한 포텐셜이 유지되는 유지부분(약 0~10 ms) 그리고 감소했던 포텐셜이 서서히 원래 상태로 회복되는 회복부분(약 100 us)이다. 아킹 초기시 방출된 집단 전자들은 쉬스를 단락시키게 되고 이로 인해 플로팅 포텐셜은 급격히 감소하게 된다. 이렇게 감소한 플로팅 포텐셜은 아킹 스트리머가 유지되는 한 계속 감소한 상태를 유지하게 된다. 그리고 플라즈마를 섭동했던 집단전자방출이 중단되면 플라즈마는 섭동전의 원래 상태로 회복된다.

플라즈마 아킹 발생시 생성되는 순간적으로 많은 전자들을 국소적으로 생성하게 되고 이 전자들에 의해 광량이 순간적으로 증가하게 된다. PM-tube (750.4 nm)에 의해 측정된 아킹시 광량은 정상방전 상태의 두배 가량이 된다. 그리고 이 순간적으로 증가된 광량은 시간이 지남에 따라 감소하게 되고 정상방전 일때의 광량이 된다. 광량이 증가한 후 정상방전상태의 광량에

이르는 부분은 플로팅 포텐셜이 감소한 상태에서 유지되는 부분과 일치하고 이는 플로팅 포텐셜의 유지부분동안 집단전자방출이 있다는 간접적인 증거가 된다. 그리고 정상 방전 상태 일때의 광량이 되면 집단전자방출이 중단되었다는 것이므로 그 시점부터 플로팅 포텐셜은 정상 방전상태 일때의 포텐셜로 복구되기 시작한다. 이처럼 PM-tube를 이용한 아킹 광량 측정은 아킹 스트리머를 간접적으로 측정하게 하고 집단전자방출을 이용해 아킹 시의 플로팅 포텐셜의 변화를 설명하게 해 준다.

Keywords: 아킹, 스파크, 이상방전