

다중 전원을 이용한 듀얼 랑뮤어 프루브 시스템을 통한 플라즈마 진단

김 현, 이우현, 황기웅

서울대학교 전기 컴퓨터 공학부

RF 플라즈마의 경우 일반적인 싱글 랑뮤어 프루브를 사용하여 I-V 파형을 구하는 경우에, 우리는 시평균한 값만을 구할 수 있다. 일반적인 플라즈마 반응 챔버의 구조상, 양 전극의 크기가 다르기 때문에, 시간에 따라 진동하는 플라즈마 포텐셜의 형태는 정확한 사인파의 형태가 아니다. 그렇기 때문에 플라즈마 포텐셜에 따라서 진동하는 데이터를 시평균한 값에는 DC 오프셋 성분이 나타난다. 이러한 DC 오프셋값은 랑뮤어 프루브를 통한 플라즈마 포텐셜 측정시에 오차로 나타난다.

우리는 DC 오프셋에 의한 에러값을 보정하기 위해 멀티 프루브를 사용할 수 있다. 가장 흔하게 쓰이는 듀얼 랑뮤어 프루브의 경우를 살펴보면, 내부의 전원이 플로팅되어 있으며 전압 인가를 위한 회로 또한 접지에서 절연되어 있기 때문에, 플라즈마 포텐셜이 시간에 따라 흔들려도 전체적인 전위가 플라즈마 포텐셜과 함께 움직이기 때문에, 앞에서 말한 DC 오프셋에 의한 오차를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

그러나, 이를 위하여는 회로의 절대적인 플로팅이 필요하지만 실제 듀얼 랑뮤어 프루브의 전원 회로를 구현시에는, 트랜스포머 등을 사용하여 회로를 절연시켜도 회로에 기생적으로 발생하는 콘덴서 성분 때문에 플로팅에 영향을 받을 수 있다. 또한 양극과 음극 사이의 내부 임피던스가 다르게 나타난다. 실제로 기존의 듀얼 랑뮤어를 가지고 RF 플라즈마를 측정할 때에, 듀얼 랑뮤어 프루브의 두 팁 간에 서로 다른 전압-전류 파형이 나타나곤 한다. 이러한 두 팁간의 전압-전류 파형의 차이는 두 팁이 물리적으로 완전히 동일한 구조를 가질 수 없기 때문에 발생하기도 하지만, 위에서 밝힌 원인에 의해서도 발생한다. 이로 인하여 듀얼 랑뮤어 프루브에 의한 I-V 파형은 이론 상 원점을 대칭으로 한 기함수의 형태이어야 하는데, 실제 측정 결과를 보면 이러한 대칭 형태의 모양을 보기 힘들다.

우리는 이에 이를 보정하기 위하여 위상이 180도 차이가 나는 두 개의 삼각파 발생 전원을 각각 듀얼 랑뮤어 프루브의 양 팁에 인가하여 두 팁 간의 내부 저항과 기생 임피던스 등을 일치시킨 프루브를 디자인하였으며 이 프루브를 이용한 실험에서, 비교적 완벽하게 원점에 대하여 대칭하는 I-V 커브를 구할 수 있었다. 이에 이 논문에서는 새로운 회로와 이 회로로 이루어진 듀얼 랑뮤어 프루브를 사용하여 플라즈마를 진단하는 방법에 대하여 기술한다.

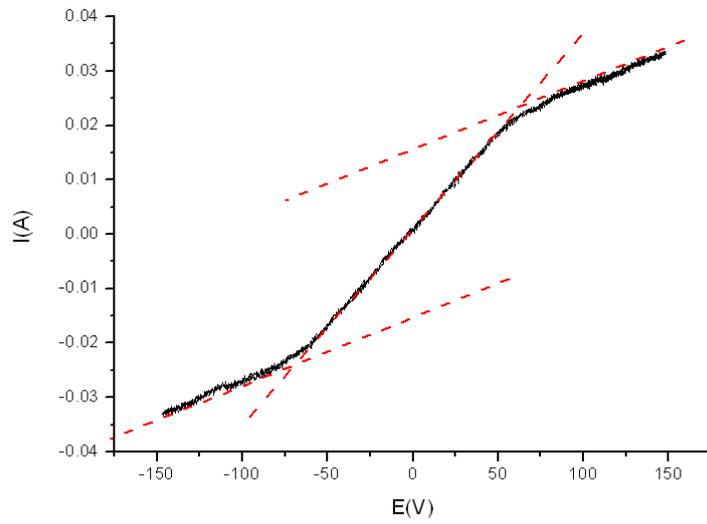


Figure 1. I-V curve with the modified DLP

Keywords: 듀얼 랑뮤어 프루브(Dual Langmuir Probe)