

진공에너지를 고려한 순수 N₂ 플라즈마의 모니터링Monitoring of pure N₂ plasma considering vacuum energy

정진수, 김병환*

*세종대학교 전자공학과(E-mail:kbwhan@sejong.ac.kr)

초 록: 발생된 플라즈마에 공존하는 진공에너지가 배제된 순수 플라즈마를 모니터링하였다. 이미징 기구를 이용하여 진공과 플라즈마 공간을 척의 온도를 변화시키며 관찰하였고, 획득한 이미지에서 입자정보를 추출하여 종래의 센서와 비교평가하였다. 추출된 입자정보는 OES와 langmuir probe와 유사한 경향성을 보였으며, 이는 추출한 정보가 플라즈마 입자의 분포를 구분할 수 있음을 의미한다.

1. 서론

플라즈마 발생전에 진공에너지가 존재하며 그 상태에 따라 플라즈마 거동과 공정특성이 달라지게 된다. 진공에너지는 음의 에너지를 가지고 있다고 하지만 아직 그 실체는 정확히 이해되지 못한 상태이다. 플라즈마 발생을 위해 요구되는 자유 전자를 진공에너지가 제공하고 있다고 추측이 된다. 플라즈마 발생후 챔버안에는 진공에너지와 플라즈마 에너지가 공존하게 되며 따라서 순수 플라즈마 거동을 모니터링하기 위해서는 발생된 플라즈마에서 진공에너지의 영향을 배제하는 기법이 요구된다. 관련 연구는 국외에서 진행된 바가 없으며, 국내적으로 특허획득 [1]과 sheath에서의 이온에너지 분포 모니터링에 응용한 바가 있다 [2].

제안된 기술을 N₂ 플라즈마에 적용하여 평가하였으며, 비교 평가를 위해 종래의 플라즈마 센서 (OES, Langmuir probe) 데이터와 비교하였다. 공정변수로는 척의 온도를 이용하였다.

2. 본론

플라즈마는 RF 소스전력 500W과 N₂ 유량 100sccm에서 발생시켰으며, 척의 온도를 50도에서 300도로 변화시켰다. 입자 이미징 시스템 [3]을 이용하여 진공공간과 각 조건에서의 플라즈마 공간을 이미징하였다. 획득한 이미지에서 입자분포를 추출하였으며, 순수 플라즈마 입자 정보를 플라즈마 입자정보에서 진공에너지입자정보를 빼서 구하였다. 순수플라즈마 입자 정보는 온도 증가에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 이는 OES에서의 방출된 빛의 강도와 Langmuir probe에서 수집한 이온플럭스 (flux)의 경향과 일치하였다. 이는 진공에너지를 포함한 플라즈마에서 밝혀진 상관성과도 유사하였다. [4]. 비교평가시 유의할 사항은 종래의 센서는 진공에너지를 포함한 정보를 제공하는 반면 본 연구에서 이용한 데이터는 진공에너지가 배제된 데이터라는 점이다. 이는 음의 진공에너지의 영향을 받지않는 OES 데이터와 더 강한 상관성을 보이는 것에서 확인할 수 있었다. 플라즈마 하전입자의 분리가 가능한 이유는 이미징 시스템에서 이용하는 레이저가 전자기 에너지를 흡수한 물질이기 때문이며, 관련한 빛의 물질과 에너지 분포는 이미 보고된 바가 있다 [5-8].

3. 결론

본 연구에서는 플라즈마에너지에서 진공에너지를 배제하는 기법을 N₂ 플라즈마에 적용하였다. 추출한 입자정보는 종래의 센서정보와 매우 유사하였으며, 이는 추출한 정보가 플라즈마 하전입자 정보를 제공할 수 있음을 의미한다. 제안된 기술은 각종 플라즈마 거동을 분리된 하전입자측면에서 분석할 수 있다는 점에서 플라즈마의 모니터링과 공정및 장비의 개발 및 최적화에의 응용이 기대된다. 보다 세밀하게 입자정보를 구분하는 기법이 연구중에 있다.

참고문헌

1. 김병환, 진공플라즈마 감시 시스템 및 그 방법, KR-1305049, 2013.
2. 김병환, 플라즈마 쉬스 내의 이온모니터링 및 장치, KR-1398578, 2014.
3. 김병환, 플라즈마 입자 촬영을 위한 디지털 홀로그래프 센서 시스템, KR-1151588.2014
4. B. Kim, J. Jung, J. Kong, The 12th Internat'l Nanotech Symp. & Nano-conv. Expo Nano July 2-4, 2014, Korea.
5. B. Kim, Visible photons and energy orbits, HongReung Science Publishing Co. (ISBN: 979-11-5600-309-0), 2014.
6. B. Kim, Micron-sized photons of the Sun, IJLRST 3(3), 122-126, 2014.
7. B. Kim, Wrong model of the photon, IJLRST 3(4), 54-60, 2014.
8. B. Kim, Collection of photons, IJLRST 3(4), 1-11, 2014.