

RF 안테나 주파수에 따른 유도결합형 수소 플라즈마 이온원의 수소 이온 밀도 분율 변화 연구

허성렬, 김곤호

서울대학교 에너지시스템공학부

중성입자빔 입사장치(neutral beam injection, NBI)의 중성빔 에너지 효율은 이온원의 수소 이온 밀도 분율이 결정한다. 이온원에서 만들어진 H^+ , H_2^+ 그리고 H_3^+ 는 중성화 과정(neutralization) 중 해리(dissociation) 때문에 각각 입사 에너지의 1, 1/2 그리고 1/3을 가진 중성입자가 된다. 중성빔 에너지 효율 제고하기 위해서는 이온원의 전체 이온 중 단원자 수소 이온 밀도 증가가 필요하다. 유도결합형 수소 플라즈마 이온원에서 RF 안테나 주파수에 따른 플라즈마 밀도와 단원자 수소 이온 밀도 비율 변화를 관찰하였다. RF 플라즈마에서 가스 압력이 결정하는 전자의 운동량 전달 충돌 주파수 대비 높은 RF 안테나 주파수(13.56 MHz)와 낮은 RF 안테나 주파수(수백 kHz)의 전력을 인가하였으며, Langmuir 탐침, 안테나 V-I 측정기 그리고 QMS(quadrupole mass spectrometer)을 이용하여 플라즈마 특성을 진단하였다. 플라즈마 밀도와 수소 이온 밀도 분율은 플라즈마 가열 메커니즘과 수소 플라즈마 내 반응 메커니즘에 의해 결정된다. 플라즈마 가열 메커니즘에 따른 실험 결과에 대한 RF 안테나 주파수 효과는 플라즈마 트랜스포머 회로 모델을 통해 해석하였으며, 수소 플라즈마 내 반응은 0-D 정상 상태의 입자 및 전력 평형 방정식 결과로 해석하였다.