

KAERI 중성빔 음이온원 개념설계

정승호, 이광원, 인상열, 장두희, 김태성

한국원자력연구원

ITER를 비롯한 실증로나 상용로급 토카막에서는 중성빔 가열이나 전류구동을 위해 1MeV 이상의 빔 에너지가 요구된다. 빔 출력이 가속전압의 5/2승에 비례함에도 불구하고 양이온 빔의 경우 에너지가 높아지면 빔의 중성화 효율이 급격히 감소하여 ITER NBI의 경우 양이온 빔의 중성화 효율은 0%에 가깝다. 한편 음이온 빔은 1MeV 이상의 에너지영역에서도 빔 에너지와 거의 무관하게 60% 정도의 중성화 효율을 갖는다. 따라서 ITER는 음이온 빔을 바탕으로 한 중성빔 가열장치(N-NBI)를 채택하고 있다. 우리나라의 핵융합연구가 핵융합 발전을 지향하는 N-NBI에 대한 연구를 시작해야 하며 그 출발점으로 음이온원 개념설계를 시작하였다.

개념설계는 음이온원 개발과정을 통해 1) 음이온 생성원리 규명, 2) 음이온원 핵심기술 확보, 3) 음이온 및 음이온 빔 관련 진단 등을 연구할 수 있는 축소규모의 proto-type 음이온원 개발을 목표로 하였다. 음이온원 개발은, 초기에는 KAERI NB test stand 및 KAERI 이온원의 플라즈마 버킷을 활용하기 위해 filament-arc type으로 시작하지만 어느정도 기반이 확립되면 플라즈마 버킷의 electron dump를 제거하고 그 자리에 RF driver를 장착하여 궁극적으로 RF 음이온원을 개발할 계획이다. 본 학회에 발표하는 포스터는 filament-arc type 음이온원에 대한 개념설계이다.

설계된 음이온원은 Tent-type 자장필터를 장착하며, 0.5A의 수소 음이온빔 인출을 목표로 하고 있다. 이를 위해 플라즈마 버킷, 세슘 공급시스템, bias plate, 플라즈마 그리드, electron deflection 자석이 설치된 인출 그리드, 접지 그리드 등에 대한 개념설계가 이루어 졌다. 이 외에도 음이온원 전원과 진단 시스템에 대해서도 논의하였다.

Keywords: 개념설계, 음이온원, 중성빔 장치