

실리콘 다이오드를 적용한 다채널 중성 입자 분석기 개발

천세민¹, 좌상범², 강인제³, 이현주*

제주대학교 에너지공학

플라즈마를 제어하기 위해서는 플라즈마의 온도, 밀도, 에너지 분포등과 같은 플라즈마의 특성을 정확히 측정할 수 있어야한다. 핵융합발전에서는 플라즈마를 발생하기 위하여 플라즈마의 온도, 밀도 등 각종 변수들을 시공간적으로 계측, 분석할 수 있는 진단설비를 사용하고 있으며, 정확한 플라즈마 제어와 측정을 위한 새로운 진단기술을 개발하고 있다. 그리고 중요한 변수 중에 하나인 플라즈마 이온온도를 측정하기 위해 중성입자 검출법이 잘 알려져 있다. 이 실험은 수소 중성입자가 토카막 내부의 플라즈마 이온과 충돌하면서 생성된 고속 중성입자의 에너지를 분석하는 실험이다.

본 연구의 실험방법은 수소 중성입자를 이온빔 장치에서 이온화 시킨 후 자체 제작한 가속기를 통하여 가속시켜 에너지 특성을 분석을 하는 것이다.

본 연구의 실험장치로 에너지 교정용 100 keV 이온빔 소스를 제작 하였고 이온빔 장치 내부에 수소기체를 주입하고 기체방전을 일으켜 플라즈마를 발생시켰다. 이온빔 외부에는 팬을 설치하고 전도성이 강한 물 대신 전도성이 약한 오일을 사용하여 냉각 하였다. 이온빔 장치와 결합될 이온 가속장치는 지름 300 mm, 두께 2 mm의 원형 구리판을 여러층으로 쌓아 전극으로 제작하였고 전극과 전극 사이에서 코로나 방전과 스파크를 방지하기 위해 전극 둘레에 코로나 링을 설치 하였다. 또한 전극 사이마다 1GΩ의 저항을 설치한 후 고전압을 생성하여 이온 가속 효율을 증대시켰다. 진공시스템으로는 Alcatel사의 CFF100 터보분자 펌프와 우성진공사의 MVP24 진공로타리펌프를 결합하여 사용하였으며, 진공도측정은 Alcatel사의 ACS1000 장치를 사용하였다. 고진공후 고속 중성입자의 이온화와 에너지 측정을 위한 전하교환기를 설치하였다. 전하교환기로는 진공시스템을 별도로 설치하고 비용이 비교적 많이 드는 기체형 전하교환기 대신 소형화가 가능하고 유지보수가 좋은 고체형 전하교환기 제작하여 실험 하였다. 전하교환기에서 이온화된 고속 중성입자가 전기장이나 자장에 영향을 받았을때 에너지분포를 디텍터를 통해 측정하였다. 즉, 이온화된 중성입자의 에너지가 실리콘 다이오드를 통해 전압 펄스 신호로 변환되고 이차 증폭기를 통해 전압 펄스 신호들이 증폭한다. 에너지 측정을 위한 디텍터는 소형화가 가능하고 비용이 비교적 적게 드는 실리콘 다이오드를 설치하였다.

본 연구결과 중성입자 에너지 분석 장치가 실제 핵융합 장치의 플라즈마 이온온도와 특성 측정에 적용할 수 있으며, 앞으로 개발될 여러 형태의 응용 플라즈마 발생장치의 플라즈마 진단에 이용될 것으로 기대한다.

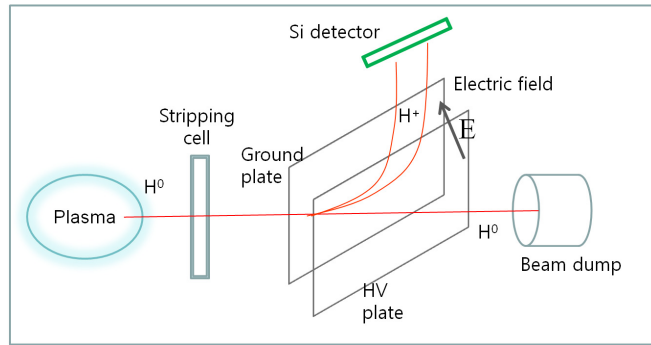


그림 1.

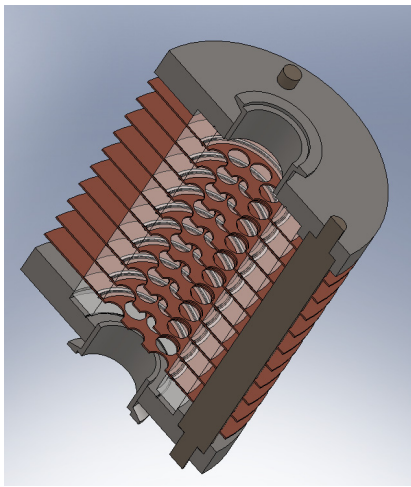


그림 2.

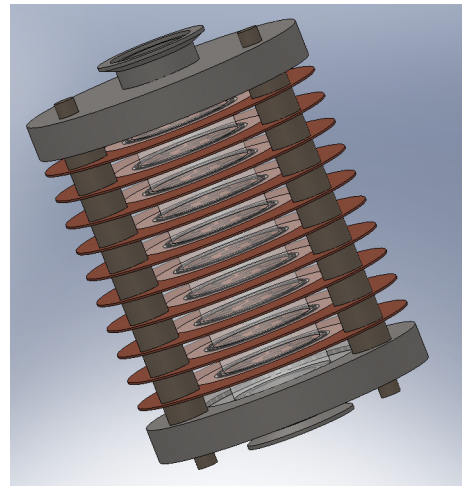


그림 3.

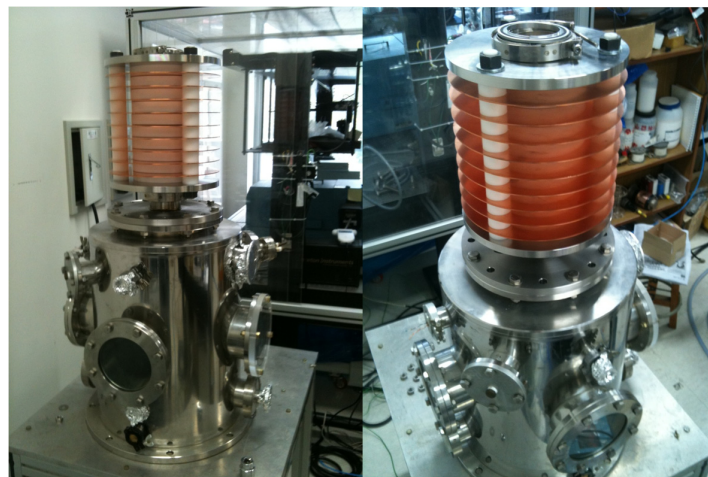


그림 4.

Keywords: 중성입자, 플라즈마, 실리콘 다이오드