

대기압 플라즈마 용사법을 이용하여 제작된 텅스텐 코팅막의 아르곤 이온 입사에 따른 내구성 변화

최재명, 김성우, 허성렬, 한현선, 홍상희, 김곤호

서울대학교 에너지 시스템 공학부

대기압 플라즈마 용사법에 의해 코팅된 텅스텐 박막에 아르곤 이온 조사에 따른 표면 변화를 관찰하였다. 핵융합로에서 디버터, 리미터, 제1벽 등과 같은 플라즈마 대면부품은 핵융합 플라즈마를 가두기 위한 핵심 구조체로 고에너지 플라즈마 입자와의 물리·화학적 반응으로 불순물이 발생하거나 구조체가 손상될 가능성이 있다. 핵융합 플라즈마 대면물질로서의 텅스텐은 낮은 스퍼터링률과 높은 용융점으로 높은 열속, 이온속을 가진 플라즈마에 대응하기 적합한 반면 가공이 힘든 단점을 가지고 있다. 이를 보완하기 위한 텅스텐 코팅에 대한 연구가 플라즈마 용사법을 활용하여 진행되고 있다.

대기압 플라즈마 용사법에 의한 텅스텐 코팅은 분말을 이용한 용이한 가공으로 고밀착각도, 고밀도의 피막생성이 가능하지만 기공도가 높고 부착율이 약해지는 단점을 가지고 있다. 이에 본 연구는 스테인레스 스틸 모재에 플라즈마 용사법을 이용하여 코팅된 텅스텐 시료에 아르곤 이온을 입사하는 후처리 과정을 통하여 생기는 내구성 변화를 관찰하였다. 대기압 플라즈마 용사법에 의해 증착된 68~115 μm 두께의 피막이 형성된 시편을 사용하여 압력 1mTorr 플라즈마 밀도 $10^8\sim 10^9\text{cm}^{-3}$ 의 아르곤 플라즈마에 음전압 및 펄스에 의한 쉬스에서 이온 가속을 이용하여 텅스텐 재질의 기공도, 부착율, 거칠기등의 표면 변화를 분석하였다. 입력 인자의 경우 -100V DC 음전압의 조사 시간 변동을 통하여 이온양 및 에너지속을 조절하였으며, 진동수 100Hz, 유지시간 10~100 μs , 11kV/ μs 의 빠른 오름 시간과 0.8kV/ μs 의 내림시간을 가진 일정한 유지 전압의 펄스를 생성하여 이온 에너지값에 따른 텅스텐 표면 변화의 상관관계를 관찰하였다.