

3차원 입자 시뮬레이션을 이용한 직각 자석 구조의 마그네트론 스퍼터 장비 모델링 및 타겟 침식률 계산

장현우^{1,2}, 김성봉², 박장식³, 오지영³, 이승길⁴, 유석재², 유창모¹

¹포스텍 물리학과, ²국가핵융합연구소, ³아바코, ⁴LG 디스플레이

LCD 생산에 적용할 수 있는 대형 마그네트론 스퍼터 장비에서 공간적으로 불균일한 타겟 침식은 타겟의 사용 효율을 떨어뜨린다. 특히 직사각형의 외부 자석과 직선형태의 내부 자석 구조를 가진 마그네트론 스퍼터에서는 cross-corner 효과로 인해 국부적으로 일정 부분에 대한 상대적으로 높은 침식률이 문제가 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 국부적으로 자기장 세기를 바꾸는 시행착오를 통하여 실험적으로 문제를 해결하려는 방법이 있지만 비용 및 시간이 매우 많이 들어 전산모사를 통한 문제 해결 방법이 훨씬 유리하다.

우리는 몬테 카를로 방법에 기반한 3차원 입자 시뮬레이션을 통하여 마그네트론 스퍼터 장비를 모델링을 하였다. 직사각형의 외부와 직선형태의 내부 자석 구조가 만들어 내는 정적인 공간 자기장의 분포는 OPERA3D를 이용하여 계산하였고, 플라즈마 입자들이 만들어내는 자기장에 의해 섭동영향을 받지 않는다고 가정하였다. 플라즈마 전기장 및 전하의 운동은 상호작용의 일관성이 유지되도록 계산하였다. 이온밀도의 공간분포는 내부 자석과 외부 자석 사이의 직선 부분 보다 cross-corner 효과가 일어나는 부분에서 상대적으로 더 높은 밀도분포를 보였다. 플라즈마 시뮬레이션을 통하여 얻은 타겟에 입사한 이온의 개수 및 속도에 대한 정보를 이용하여 타겟의 침식률을 계산하였다. 이러한 침식률을 계산하기 위한 시뮬레이션 기술은 산업용 대형 스퍼터 장비 연구 및 개발에 매우 효율적인 방법이 될 것이다.

Keywords: particle-in-cell, magnetron sputter, Monte Carlo collision, three-dimensional simulation, target erosion