

핵융합 플라즈마 대면재료용 산화저항성 텅스텐 합금의 기계적합금화 거동

Mechanical Alloying Behavior of Tungsten-based Self-Passivating Alloys for Fusion Plasma Facing Materials

김승수^o, 류호진^{o†}

^o한국과학기술원 원자력및양자공학과

[†]Corresponding author: hojinryu@kaist.ac.kr

미래 에너지로 기대되고 있는 핵융합 발전이 실용화되기 위해서는 초고온 플라즈마 환경에서의 가혹한 열속과 입자 침식 조건을 장기간 견딜 수 있는 고내구성 대면재 및 구조재의 개발이 필수적이다. 국제 열핵융합 실험로(ITER) 사업에서는 플라즈마 입자의 강한 충돌과 높은 열속을 견디기 위해 용점이 높은 텅스텐을 디버터용 대면재로 사용하는 것을 고려하고 있다. 그러나 순수 텅스텐을 디버터용 대면재로 사용하는 것에는 심각한 안전 문제가 내포되어 있다. 열핵융합 로에 사고로 인하여 공기가 들어갈 경우 텅스텐은 휘발되기 쉬운 방사성의 산화물을 생성한다. 그리고 이것이 유출 될 경우 안전에 심각한 위험을 초래하기 때문에 꼭 해결 되어야 할 주요한 문제로 여겨진다. 이 문제를 해결할 수 있는 방안으로 떠오른 것 중 하나가 자기 부동태화 텅스텐 합금을 개발 하는 것이다. 이에 따라 여러 국가에서 텅스텐 기반의 자기 부동태화 합금을 개발 중에 있다. 산화 저항성이 향상되었다고 보고된 합금 조성으로는 W-Si-Cr, W-Si-Zr, W-Cr-Ti 등이 있다. 본 연구에서는 기존 보고된 합금보다 산화 저항성이 뛰어난, 다원계로 이뤄진 텅스텐 기반 합금을 개발하기 위하여 W, Cr, Ti 및 W, Ta, Cr, V, Ti 이 혼합된 금속 분말을 초경 불을 이용한 고 에너지 불 밀링을 통하여 기계적 합금화 공정을 연구하였다. 기계적 합금화된 분말의 결정 구조 변화 및 미세조직을 X선 회절 분석과 전자주사현미경을 이용하여 분석하고 고 에너지 불 밀링 시간이 기계적합금화 공정에 미치는 영향을 분석하였다.

Keywords: Self-passivating alloy, plasma facing materials, Mechanical Alloying