

DUPIC 핵연료 소결체 제조 특성 Characteristics of the DUPIC Fuel Pellets

김용기, 김수성, 이정원, 김종호, 강권호, 양명승
한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

DUPIC(Direct Use of spent PWR fuel In CANDU reactor) 핵연료 주기기술을 개발하기 위해 1986년에 고리 1 호기에서 방출된 G23 경수로 사용후핵연료 집합체를 사용하여 1999년 4월부터 핫셀에서 DUPIC 핵연료를 제조하고 있다. 경수로 사용후핵연료를 산화.환원 공정으로 분말처리하여 제조된 DUPIC 핵연료 원료 분말을 이용하여 경수로 사용후핵연료의 연소도, 소결체 제조공정중 성형압, 소결온도, 소결시간 등의 제조공정 변수를 변화시키면서 DUPIC 핵연료 소결체를 제조하고 제조특성을 분석하였다. 방사능이 매우 높은 DUPIC 소결체를 검사하기 위해 핫셀에서 원격 조작이 가능한 검사장비를 개발하였으며 개발된 장비를 이용하여 핫셀에서 제조된 DUPIC 소결체의 물성을 검사하였다. 실험결과 10.01~10.43 g/cm³의 소결밀도, 7.26~9.48 μ m의 평균 결정립 크기 및 Ra 0.8 μ m 이하의 표면조도를 가진 중수로용 DUPIC 핵연료 소결체를 원격으로 제조할 수 있었다. 분석결과 성형압을 증가시키에 따라 소결밀도는 증가하였으나 소결체표면에 미세균열발생 빈도가 증가하는 경향을 얻었다. 분석결과를 이용하여 DUPIC 핵연료 제조 공정을 개선, 확립하고 하나로에서 수행할 조 사시험용 DUPIC 핵연료를 제조하였다.

비화학양론 UO_{2+x} 와 $(U,Gd)_{2+x}$ 산화물 핵연료의 열전도도 Thermal Conductivity of Nonstoichiometric UO_{2+x} and $(U,Gd)_{2+x}$

양재호, 김건식, 강기원, 송근우, 김종현
한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

UO_{2+x} 소결체 및, 각각 6wt% Gd_2O_3 와 12wt% Gd_2O_3 가 치환된 $(U,Gd)O_{2+x}$ 소결체에서 O/M 비의 변화에 따른 열전도도의 온도 의존 관계를 분석하였다. 열전도도는 각 온도에서 laser flash 방법으로 측정된 열확산도와 시편의 밀도, 그리고 비열을 곱하여 얻었다. UO_{2+x} 시편에서 nonstoichiometry x가 증가함에 따라 열전도도는 전체 온도에서 감소한다. 이종원자인 Gd가 치환된 $(U,Gd)O_{2+x}$ 시편의 경우, 같은 O/M 비를 가질 때 치환량의 증가에 따라 저온에서의 열전도도는 크게 감소한다. 그러나 고온으로 갈수록 열전도도의 감소폭은 크게 줄어들어 600 $^{\circ}C$ 이상의 온도 영역에서는 치환량에 따른 열전도도의 감소는 거의 없다. 그러나 같은 치환량에서 O/M 비에 따른 열전도도의 변화를 보면 UO_{2+x} 의 경우와 마찬가지로 높은 온도까지 열전도도의 감소가 일어난다. 이종원자인 Gd 치환량의 증가는 phonon-point defect 간의 충돌을 증가시키는 반면에 O/M 비의 증가는 대칭성이 국부적으로 다른 defect cluster의 양을 증가시켜 phonon 부정합에 의한 phonon-phonon 충돌을 증가시킨다. Phonon-defect 간의 충돌은 온도에 무관하고 phonon-phonon 충돌은 온도 증가에 따라 증가하므로 이종원소와 O/M 비가 동시에 변하는 시편의 경우 저온에서는 이종원소의 치환량이 고온에서는 O/M 비의 증가량이 전체적인 열전도도의 감소를 지배한다.