



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0003148
(43) 공개일자 2024년01월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G21C 17/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G21C 17/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0080279

(22) 출원일자 2022년06월30일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

김지현

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

방인철

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

전용준

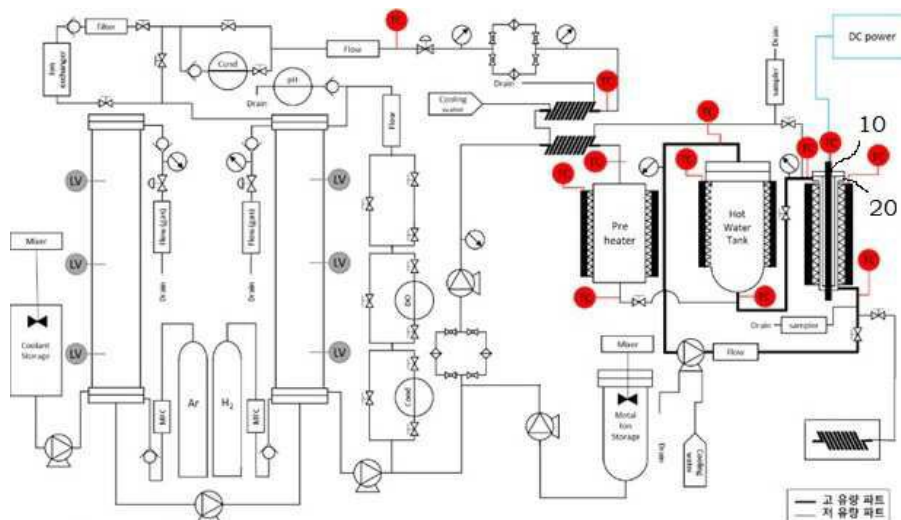
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 크러드 침적 시험 장치 및 시험 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 크러드 침적 시험 장치 및 방법은, 핵연료 피복관에 전원을 인가하여 줄 히팅하는 직접 가열 방식을 사용함으로써, 핵연료 피복관의 표면에 보다 다양한 열유속을 모사할 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이윤주

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

함준혁

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

유승창

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

김지용

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1075001230
과제번호	2106022-0121-SB110
부처명	원자력안전위원회
과제관리(전문)기관명	(재단)한국원자력안전재단
연구사업명	원자력안전규제검증기술고도화(R&D)
연구과제명	원자력발전소 크러드 침적 및 열물성 평가 모델 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2021.04.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

핵연료 피복관과;

상기 핵연료 피복관의 내부에 삽입된 복수의 열전대들(Thermocouple)과;

상기 핵연료 피복관이 관통하도록 관통홀이 형성된 내압 용기와;

상기 내압 용기의 외부에 구비되고, 상기 내압 용기를 관통하여 외부로 노출된 상기 핵연료 피복관의 단부에 전원을 인가하여, 상기 핵연료 피복관을 줄 히팅시키는 전원 공급부와;

상기 내압 용기의 내부에 금속 이온수를 공급하여, 상기 핵연료 피복관의 표면에 크러드를 생성시키기 위한 금속 이온수 주입부와;

상기 관통홀에 구비되어, 상기 핵연료 피복관을 상기 관통홀에 결합시키되, 상기 핵연료 피복관과 상기 내압 용기 사이는 절연시키는 피드 스루와;

상기 피드 스루를 냉각시키기 위한 피드 스루 냉각부를 포함하는 크러드 침적 시험 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 크러드 침적 시험 장치 및 시험 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 고온 고압 환경에서 핵연료 피복관을 줄 히팅 방식으로 직접 가열하여 크러드의 침적 거동을 시험할 수 있는 크러드 침적 시험 장치 및 시험 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 원자력 발전소의 핵연료 피복관의 표면에는 각종 부식 생성물들이 침적되어 크러드(CRUD, Chalk River Unidentified Deposit)라고 하는 방사선이 매우 높은 물질이 퇴적된다. 이러한 크러드는 핵연료의 반응 속도 및 열전달 효율을 저하시키므로, 크러드의 열적 특성을 파악하는 것이 필요하다. 따라서, 실제 원자로와 동일한 환경 조건을 모사하여 크러드를 형성하고 분석하는 시험 장치 및 방법이 사용되고 있다.

[0003] 종래의 시험 장치나 방법에서는 핵연료 피복관의 내부에 봉상 히터와 열전대를 함께 삽입하여, 핵연료 피복관의 표면에서의 열발생을 모사하는 간접 가열방법을 주로 활용하고 있다.

[0004] 그러나, 핵연료 피복관에 삽입될 수 있는 봉상 히터의 열발생량은 제한되어 있으므로, 다양한 표면 열유속 모사에는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0932246호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은, 고온 고압 환경에서 핵연료 피복관을 직접 가열하면서도 크러드 침적을 보다 안정적으로 모사할 수 있는 크러드 침적 시험 장치 및 시험 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따른 크러드 침적 시험 장치는, 핵연료 피복관과; 상기 핵연료 피복관의 내부에 삽입된 복수의 열전대들(Thermocouple)과; 상기 핵연료 피복관이 관통하도록 관통홀이 형성된 내압 용기와; 상기 내압 용기의 외부에 구비되고, 상기 내압 용기를 관통하여 외부로 노출된 상기 핵연료 피복관의 단부에 전원을 인가하여, 상기 핵연료 피복관을 줄 히팅시키는 전원 공급부와; 상기 내압 용기의 내부에 금속 이온수를 공급하여, 상기 핵연료 피복관의 표면에 크러드를 생성시키기 위한 금속 이온수 주입부와; 상기 관통홀에 구비되어, 상기 핵연료 피복관을 상기 관통홀에 결합시키되, 상기 핵연료 피복관과 상기 내압 용기 사이는 절연시키는 피드 스루와; 상기 피드 스루를 냉각시키기 위한 피드 스루 냉각부를 포함한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따른 크러드 침적 시험 장치 및 방법은, 핵연료 피복관에 전원 장치를 연결하여 핵연료 피복관을 줄 히팅하는 직접 가열 방식을 사용함으로써, 핵연료 피복관의 표면에 보다 다양한 열유속을 모사할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 크러드 침적 시험 장치의 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.
도 2는 도 1에 도시된 내압 용기와 핵연료 피복관을 나타낸 확대도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0011] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 크러드 침적 시험 장치는, 핵연료 피복관(10), 내압 용기(20), 전원 공급부(30), 금속 이온수 주입부(40), 피드 스루(50) 및 피드 스루 냉각부(미도시)를 포함한다.

[0012] 상기 핵연료 피복관(10)은, 원자로에서 사용되는 핵연료 피복관을 모사한 시편이다.

[0013] 상기 핵연료 피복관(10)은, 지르코늄 합금 봉, 지르코늄 합금 피복관 및 지르코늄 합금 튜브이 차례대로 길이방향으로 길게 연결된다. 상기 지르코늄 합금 봉과 상기 지르코늄 합금 피복관 및 상기 지르코늄 합금 튜브는 서로 용접된다.

[0014] 상기 지르코늄 합금 봉과 상기 지르코늄 합금 튜브에는 상기 전원 공급부(30)가 연결된다.

[0015] 상기 지르코늄 합금 피복관의 내부에는 복수의 열전대들이 서로 소정간격 이격된 위치에 삽입된다. 상기 열전대들에 연결된 전선은 상기 지르코늄 합금 튜브를 통해 외부로 배출된다.

[0016] 상기 핵연료 피복관(10)의 내부에는 마그네슘산화물(MgO) 파우더가 충전된다. 상기 핵연료 피복관(10)의 내부에 마그네슘산화물 파우더를 충전함으로써, 상기 핵연료 피복관(10)의 내부에 삽입된 열전대들이 상기 핵연료 피복관(10)의 표면에 밀착되어 정확한 온도 측정이 가능하고, 상기 핵연료 피복관(10)의 내,외부 압력차에 의한 변형이 방지될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 핵연료 피복관(10)은 아르곤(Ar)가스를 이용하여 내부를 가압하여, 상기 핵연료 피복관(10)의 내,외부 압력차가 설정 범위 내에 들도록 한다.

[0018] 상기 내압 용기(20)는, 상기 핵연료 피복관(10)이 삽입되도록 상기 핵연료 피복관(10)의 길이방향으로 길게 형성된다. 상기 내압 용기(20)의 양단부는 상기 핵연료 피복관(10)이 관통하도록 관통홀이 형성된다.

[0019] 상기 전원 공급부(30)는, 상기 내압 용기(20)의 외부로 노출된 상기 핵연료 피복관(10)의 양측 단부에 전원을 인가하여, 상기 핵연료 피복관(10)을 줄 히팅시키는 직류전원장치이다.

[0020] 상기 금속 이온수 주입부(40)는, 상기 내압 용기(20)의 내부에 금속 이온수를 공급하여 상기 핵연료 피복관(10)의 표면에 크러드를 생성시키기 위한 것이다.

[0021] 상기 피드 스루(50)는, 상기 관통홀에 구비되어, 상기 핵연료 피복관(10)을 상기 관통홀에 결합시키기 위한 결합 부재이다. 상기 피드 스루(50)는, 상기 핵연료 피복관(10)에 전원 인가시 상기 내압 용기(20)로 전류가 흐르는 것을 방지하기 위하여, 절연재를 포함한다.

[0022] 상기 피드 스루 냉각부(미도시)는, 상기 핵연료 피복관(10)에 전원 인가시 상기 피드 스루(50)에도 발열이 발생되므로, 상기 피드 스루(50)를 냉각시키기 위한 냉각 유로를 포함한다.

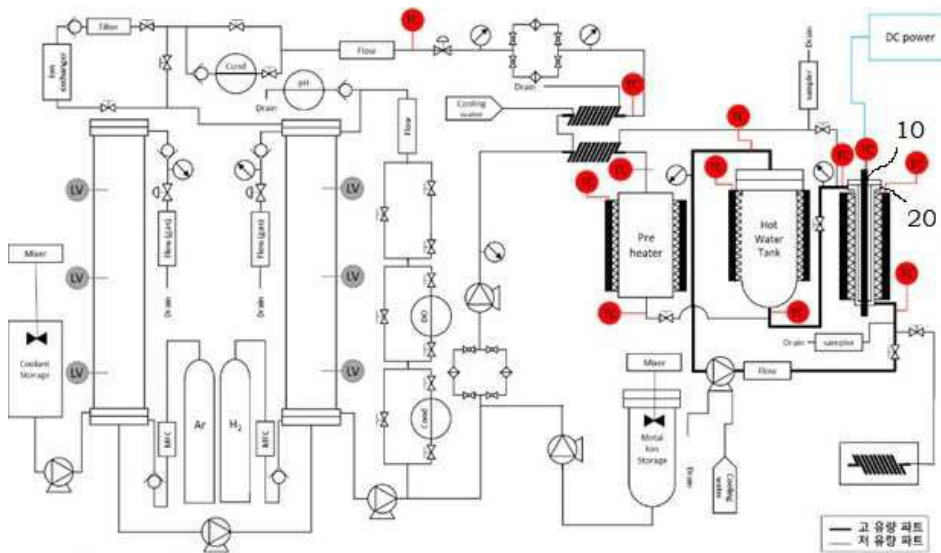
[0023] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0024] 10: 핵연료 피복관 20: 내압 용기
30: 전원 공급부 40: 금속 이온수 주입부
50: 피드 스루

도면

도면1



도면2

