

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁵
G21C 3/30

(45) 공고일자 1993년08월27일
(11) 공고번호 특1993-0008241

(21) 출원번호	특1985-0005672	(65) 공개번호	특1986-0002107
(22) 출원일자	1985년08월06일	(43) 공개일자	1986년03월26일
(30) 우선권주장	638333 1984년08월06일 미국(US)		
(71) 출원인	웨스팅하우스 일렉트릭 코오포레이숀 모리스 씨. 싸디 미합중국 펜실베이니아주 15222, 피트버어그시, 게이트웨이센타, 웨스팅 하우스빌딩		
(72) 발명자	헤리 맥스 페라리 미합중국 펜실베이니아주, 피츠버어그시, 웨스트 스위스 베일 아비뉴, 144		
(74) 대리인	손은진		

심사관 : 이병일 (책자공보 제3389호)

(54) 스펙트럼 변경봉을 지닌 핵연료 집합체

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

스펙트럼 변경봉을 지닌 핵연료 집합체

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는 명확성을 위해서 절개 되었으며 수직으로 단축된 형태를 예시한 핵연료 집합체의 정면도.

제 2 도는 파손되기 전의 것을 예시하며, 본 발명을 실시하는 스펙트럼 변경봉의 확대되고 수직으로 단축된 단면도.

제 3 도는 약한 부분이 파손되어 채워진 후의 봉을 예시하는 것 외에는 제 2 도와 유사한 도면.

제 4 도는 연료 집합체의 제어봉 안내 덤블중의 하나내에 설치된 봉을 예시한 것 외에는 제 2 도와 유사한 또다른 도면.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|------------------|-------------------|
| 10 : 연료 집합체 | 12 : 하부 노즐 |
| 14 : 안내 덤블 | 16 : 횡방향 격자 |
| 18 : 연료봉 | 20 : 계기관 |
| 22 : 상부 노즐 | 24 : 연료 펠릿 |
| 26,28 : 플러그 | 30 : 제어봉 |
| 32 : 봉 클러스머 제어기구 | 34 : 내부 나선 원통형 부재 |
| 36 : 아암 | 38 : 스펙트럼 변경봉 |
| 40 : 밀봉된 관형부재 | 42 : 가연성 독 물질 |
| 44 : 관 | 48 : 하단 플러그 |

50 : 디스크형 부분

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 일반적으로 원자로에 대한 것이며, 특히, 원자로용 핵연료 집합체에 관한 것이다.

가압수형 원자로(PWR)의 연료 사이클은 시동시 원자로심 내에 과잉량의 반응도를 설계하여 반응도가 노심의 수명기간 소모됨에 따라, 연장된 시간 주기 동안에 노심의 작용을 유지하기 위해서 충분한 반응도가 남아 있도록 하므로서 연장될 수 있다는 것은 잘 알려져 있다. 그러나, 수심 수명의 초기에 과잉 반응도가 존재하므로, 과잉 반응도를 적절하게 제어하기 위한 조치가 반드시 취해져야 한다.

반응도를 제어하기 위한 하나의 기술은 열부분(높은 반응도)을 손실시켜 중성자 스펙트럼의 열의 부분(낮은 반응도)을 증가시키는 효과를 지닌 초기 스펙트럼 변경을 발생시키는 것이다. 이것은 더 적은 열중성자를 생산하게 하며 핵분열을 감소시킨다. 그러면, 원자로 운전이 연장된 후에, 핵분열은 자연히 감소됨에 따라, 열의 부분을 손실시켜 중성자 스펙트럼의 열 부분으로 역행하는 역변경이 착수된다. 그런 제어 기술은 주로 변위봉의 사용을 통하여 이루어진다. 명칭이 의미하는 것처럼, 이러한 봉은 그속에 있는 감속재 물의 일부를 초기에 변위시켜 반응도를 감소시키기 위해 노심내에 위치된다. 그때 반응도가 소모됨에 따라 노심 사이클 중에 어떤점에서, 이러한 봉과 관련되는 변위는 노심으로부터 제거되어 총 감속량과 노심내의 반응도 준위는 증가한다.

이러한 변위를 제거 시키기 위해서 고려되는 한가지 시도는 제어봉과 연관된 것들과 유사한 기구의 사용, 또는 미합중국 특허 공보 제4,432,934호에서 상세히 설명된 것과 같이, 변위봉을 이동시키기 위해 일정한 시간에 동작되는 구동 기구의 사용을 통해서 이루어진다.

변위를 이동시키기 위해서 고려되는 또다른 시도는 변위봉의 단부에 구비되었으며, 봉이 물로 가득 채워지도록 적절한 시간에 투과 되기에 적당한 막을 가지고 있어야 한다. 중공 변위봉위에 특별히 움푹 들어간 단부 캡 주위에 작은 가열 소자는 적당한 시간에 활성화 되며, 그리고 그것에 의해서 발생하는 열은 외부수압이 단부 캡을 파손 할수 있을 정도로 단부 캡의 움푹 들어간 부분을 약하게 하며 그러므로써 봉은 물로 차게 된다.

감속재 변위를 이동시키기 위해서 사용된 또다른 시도는 변위봉으로서, 헬륨과 같은 적절한 개스로 채워졌으며, 원자로 운전을 진행함에 따라 내부 개스 압력이 증가하여 횡방향으로 팽창하도록 설계된 봉을 사용하는 것이다. 봉이 상부 노출의 인접 부분에 스파이크에 대해서 이동하기에 충분할 정도로 신장될때, 스파이크는 봉의 단부 플러그를 천공할 것이고, 그러므로 봉은 물로 채워지게 된다. 이런 시도는 미합중국 특허 공보 제4,371,495호에 서술되어 있다.

감속재 변위를 제거하는 더 단순하고 저렴한 방법을 제공하는 것이 본 발명의 주요한 목적이 되며, 상기 방법은 또한 노심 사이클중 원하는 시간에 실시하기 위해서 설계되어 진다.

따라서, 본 발명은 원자로노심내에 처음에 지정된 과잉 반응도를 지니며 그리고 운전중에 거기를 통하여 흐르는 감속재/냉각재 액체를 지니는 원자로 노심내에 사용하기 위한 핵연료 집합체에 있으며, 상기 연료집합체는 원자로 노심내에서 운전중에 가스를 발생시키고 이 가스가 상기 감속재/냉각재 액체에 용해되는 가연성 독 물질을 포함하는 밀봉된 관형부재 형태로써 최소한 하나의 스펙트럼 변경봉으로 구성되는 상기 장치로 특성을 나타내는 과잉 반응도를 제어하기 위한 장치를 포함하며, 또한 상기 관형 부재는 관부재내에 미리 정해진 가스 압력 준위에서 파손되기 알맞게 된 벽 영역을 지니며, 그것에 의해서 관형 부재내에 감속재/냉각재 액체가 가연성 독물질과 접촉을 하게 된다.

그러므로, 감속재 변위를 이동시킬때 어떤 특별한 장치의 사용에 의존한 종래의 시도와는 다르게, 본 발명은 스펙트럼 변경봉 그 자체의 두개 성분의 부분품 사이의 상호 작용을 이용하며, 즉, 그내에 가연성 독물질, 예를들면 보론 물질은 개스를 방출시키고 감속재/냉각재 액체에서 용해될 수 있는 형태를 지니며, 그리고 봉의 벽부분은 주어진 내부 압력 준위에 도달할때 파손 되도록 고안된다.

본 발명에 따른 스펙트럼 변경봉은 사용시 연료 집합체내에 전달되는 특별한 상태와 조화되도록 용이하게 설계된다. 예를들면, 연료 집합체 노심내의 다른 그룹내에 봉의 처음 내부 압력을 변화함으로써, 스펙트럼 변경봉은 노심부 사이클 중에 다른 시간에 봉이 파손되는 다른 그룹을 가지며 그래서 수형 변위의 이동은 증가하여 단계적으로 도입된다. 동일한 결과, 즉, 변위의 증가적 이동은 다른 봉의 총만된 체적을 변화함으로써 이루어진다. 간단히 말해서, -처음 내부 압력과 총만된 체적- 봉의 이러한 두 변수를 적절하게 변화 함으로써 감속재/냉각재 물을 도입하는 것이 가능하며 그것에 의해서 노심부 작동 사이클중에 바라는 대로 반응도가 증가하게 된다.

본 발명의 양호한 실시예를 이하 첨부된 도면에 따라 단지 예시적으로 상세히 설명한다.

하기 설명에서, 동일한 참고번호는 몇개의 도면을 통하여 동일하거나 또는 대응되는 부분을 나타내며, 그리고 "앞의", "뒤의", "왼쪽", "오른쪽", "위쪽", "아래쪽"과 같은 용어들은 제한된 용어로 해석되지 않는 편리한 용어로서 사용된다.

도면중, 특허 제 1 도에서, 번호(10)으로 나타낸 연료 집합체는 가압수형 원자로(PWR)에 사용되는 형태이다. 기본적으로, 연료 집합체는 원자로의 노심 영역(제시되지 않음) 내에 저부 노심판(제시되지 않음)위에 조립체를 지탱하기 위한 저부노즐(또는 하부노즐)(12)과 하부노즐(12)로 부터 위쪽으로 돌출된 다수의 안내관(또는 안내덤블)(14)과 축방향으로 안내덤블(14)을 따라서 위치하는 여러 횡방향 격자(16)와 격자(16)에 의해서 지탱되고 횡방향으로 일렬로 늘어진 연료봉(18)과 계기관(20)과 정부 안내덤블(14)에 부착된 정부노즐(또는 상부노즐)(22)로 구성된다.

연료봉(18)의 각각은 핵연료 펠릿(24)을 포함하며, 그리고 그것의 반대 단부는 단부 플러그(26,28)에 의해서 밀봉된다.

이분야에서 잘 알려진 것처럼, 분열성 물질로 구성되는 연료펠릿(24)은 PWR에 의해서 생산되는 반응력의 근원이며, 그리고 봉소가 있을때 또는 없을때의 물과 같이, 액체 감속재/냉각재는 연료 집합체의 노심부를 통하여 위쪽으로 펌프되어 유용한 작용을 일으키도록 노심으로 부터 열을 추출한다.

핵분열 과정은 연료 집합체(10)내에 미리 정해진 위치에 정해진 안내 덤블(14)내에 상호적으로 이동될 수 있는 제어봉(30)에 의해서 조절된다. 제어봉은 상부노즐(22)에 배치된 봉 클러스터 제거기구

(32)에 의해서 이동하며 그리고 다수의 방사성 확장 플루우크(또는 아암)(36)와 더불어 내부 나선 원통형 부재(34)를 지닌다.

처음에 설명된 바와 같이, 노심 사이클의 초기 단계에서 감소되며 그리고 나중엔 증가되는 과잉 반응도를 노심에 설계함으로써 PWR의 원자로 노심부의 수명을 연장시킨다.

본 발명은 과잉 반응도를 제어하기 위한 스펙트럼 변경봉(38)을 제공한다. 제 1 도에는, 단 하나의 봉(38)이 표시됐으나 보통 연료 집합체(10)내에 이런 형태의 몇개봉이 존재한다. 제 2 도에서 가장 잘 예시된 것처럼, 스펙트럼 변경봉(38)은 감속재/냉각재 액체에 용해될 수 있는, 예를들면, B_2O_3 , H_3BO_3 (붕산), $Li_2B_4O_7$, $LiBO_2$ 또는 $K_2B_4O_7$ 등의 붕소 물질인 가연성 독 물질(42)를 포함하는 밀봉된 관형부재(40)로 구성된다. 붕소 물질은 붕산 용액과 같은 액체 형태로 존재하고, 또는 그것은 유리되며, 또는 간결하고, 또는 높은 밀도로 꼭 채워지고 규화된 파우더 형태의 고체로 존재한다.

관형 부재(40)는 관(44)과 단부 플러그(46) 반대편 단부에 밀봉된 플러그(48)로 구성되고, 관과 단부 플러그는, 지르코늄이 기저로된 합금과 같은 적당한 재료로 만들어진다. 관형부재(40)는 개스가 관형부재내에 독 물질로 부터 방출될때 생기는 내부 압력의 주어진 준위에서 파손되는 약한 부분을 지닌다. 비록 약한 부분이 관형 부재의 여러곳에 위치될 수 있지만, 그것은 하단 플러그(48)의 중심에 형성되는 얇은 디스크형 부분(50)에서 많이 볼수 있다.

이러한 상태에서, 관(44)내에 물로 용해되는 붕소물질(42)이 처음에 중성자를 흡수함으로써 힘을 저하 시킨다는 점에 있어서 스펙트럼 변경봉(38)은 초기에 과잉반응도를 제어할 수 있는 고정된 가연성 중성자 흡수체로써 작용한다. 그러나 붕소가 중성자를 흡수할때, 그것은 리튬과 헬륨가스로 변화되며, 그러므로 봉의 내부 압력은 얇은 디스크형 부분(50)에 세계 힘을 가하여 결국엔 파손에 이르게 될때까지 증가하도록(예를 들면, 실온에서 약 80기압 이하의 준위로부터)헬륨 가스는 발생되며 이에 의해 제 3 도에서 예시된 것처럼, 결국 파손에 이르게 된다.

얇은 부분(50)이 파손됨과 동시에 감속재/냉각재 물은 관(44)으로 들어가서 제3 도에서 예시된 것과 유사하게, 결국엔 전체봉이 감속재물로서 채워질때까지 보존 물질이 점차적으로 용해된다.

그러므로, 약한 부분(50)의 파손과 감속재물 내에 중성자 흡수 물질의 필연적인 용해는 증가된 중성자 감속에 대해서 스펙트럼 변경으로 귀착되고, 따라서 이상 반응도의 활용이 최초로 연료 집합체 내에 설계되어진다.

제 4 도는 제어봉 안에 있는 안내 덩블(14)중의 하나내에 스펙트럼 변경봉(38)의 배치를 예시한다. 그것은 제어기구(32)의 아암(36)중 하나에 연결된다.

스펙트럼 변경봉(38)은 연료집합체 내에서 발생하는 특별한 상태와 조화를 이루기 위해서 양호하게 제조된다. 예를들면, 봉의 종만한 체적을 변화함으로써 그리고/또는 봉의 다른 체적내에 초기의 내부 압력을 변화함으로써 노심 동작 사이클중의 알맞은 시간에 봉이 파손되도록 고안되었다. 이러한 두 변수를 적절하게 변화함으로써, 순환중에 원하는 대로 반응도를 증가시키는 감속재 물을 추가시키는 것이 가능하다. 예를 들면, 전 사이클을 통하여 스펙트럼 변경봉 파손 40%중의 25%, 사이클을 통하여 약 60% 봉 파손 중 35%, 사이클을 통하여 약 80%의 봉 파손중의 나머지 40%를 갖는 것이 가능하다. 비록 파손이 발생할때 처리 시간에 대한 불확실성이 존재하지만, 비교적 작은 반응도 변화가 제어봉 운동 또는 냉각재 붕소 농도내의 변화 또는 흐름에 의해서 쉽게 조절될 수 있는 통계적 변화이므로 정확한 시간은 중요하지 않다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

내부에 최초 설계된 과잉 반응도를 지니고 운전시 그곳을 통해 흐르는 감속재/냉각재 액체를 지니는 원자로심에 사용하기 위한 연료 집합체에 있어서, 상기 연료 집합체는 과잉 반응도를 제어하기 위한 장치를 포함하며, 상기 제어장치는 가연성 독 물질(42)이 원자로 노심내에 존재하는 동작 상태와 접촉할때 가스를 발생시키며, 상기 감속재/냉각재 액체에 용해되는 가연성 독 물질을 포함하는 밀봉된 관형 부재(40)내에 최소한 하나의 스펙트럼 변경봉(38)을 구비하고 상기 관형부재(40)는 그안에 미리 정해진 개스 압력 준위에서 파손 되기에 알맞은 벽부분(50)을 가지며, 이에 의해 감속재/냉각재 액체가 관형 부재안에서 가연성 독 물질과 접촉하도록 가능케한 것을 특징으로하는 핵연료 집합체.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 벽부분(50)은 감소된 벽 두께를 가지는 관형 부재의 단부인 것을 특징으로하는 핵연료 집합체.

청구항 3

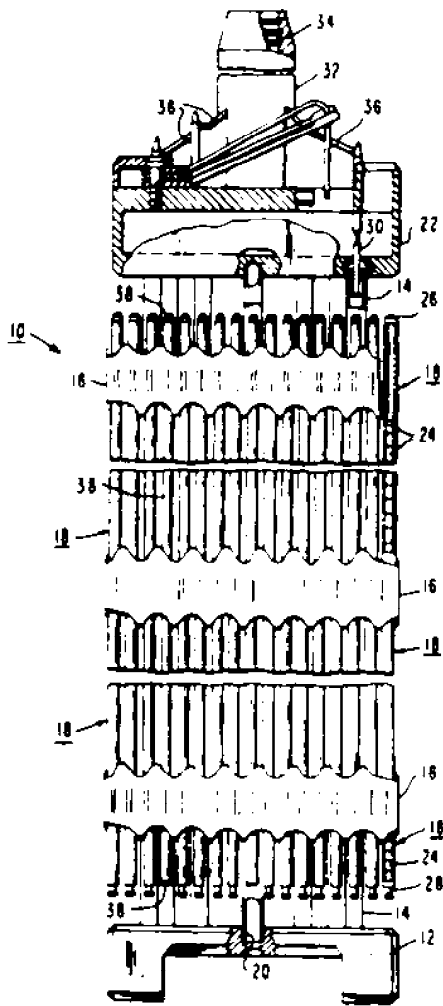
제 2 항에 있어서, 상기 밀봉된 관형부재(40)는 관(44)과 밀봉된 상기관 반대 단부위에 배치된 한쌍의 단부 플러그(46,48)로 구성되고, 감소된 두께의 상기 벽부분(50)은 상기 단부 플러그중 최소한 하나(48)의 디스크형 단부를 포함하는 것을 특징으로 하는 핵연료 집합체.

청구항 4

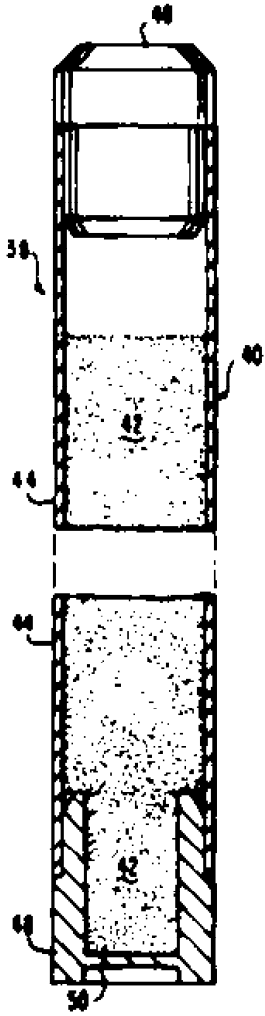
제 1 항, 제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 관형부재(40)는 노심의 작동중에 미리 알려진 시간에 상기 벽부분(50)의 파손이 발생되도록 초기에 선택된 미리 정해진 높은 내부 압력을 갖도록 밀봉되는 것을 특징으로 하는 핵연료 집합체.

도면

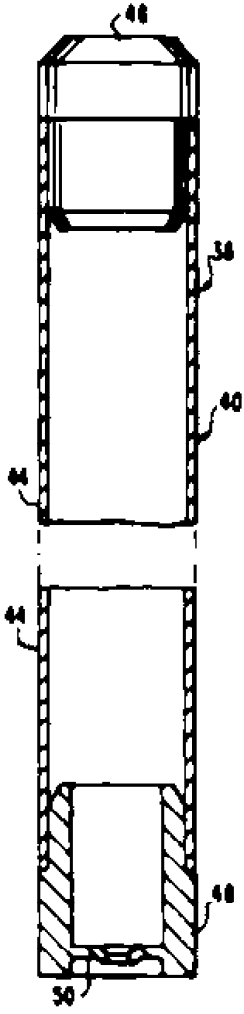
도면1



도면2



도면3



도면4

