(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[5]
G21C 7/10

(45) 공고일자 1993년06월23일
(11) 공고번호 93-005576

(21) 출원번호	특1985-0005376	(65) 공개번호	특1986-0001435
(22) 출원일자	1985년07월26일	(43) 공개일자	1986년02월26일

(30) 우선권주장 634,728 1984년07월26일 미국(US)

(71) 출원인 웨스팅하우스 일렉트릭 코오포레이숀 더블류. 에이. 코우트
미합중국, 펜실베이니아주 15222, 피츠버어그시, 게이트웨이센타, 웨스팅하우스빌딩

(72) 발명자 쥰 프란시스 윌슨
미합중국 펜실베이니아주, 머리스빌, 메도우 게이트 드라이브 3560
사무엘 세르니
미합중국 펜실베이니아주, 피츠버어그시, 킹스데일 로우드 101
로버트 켄네드 줴르젠
미합중국 펜실베이니아주, 몬로빌 펜리어 드라이브 126

(74) 대리인 손은진

심사관 : 이병일 (책자공보 제3310호)

(54) 연료봉

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

연료봉

[도면의 간단한 설명]

제1도는 연료봉을 포함하는 연료 집합체의 명시를 위하여 일부가 파단된 부분 단면 정면도.

제2도는 본 발명 연료봉의 확대 단면도.

제3도는 제2도의 연료봉에 적용되는 삽입물의 확대 부분도.

제4도는 본 발명의 또다른 실시예를 도시하는 연료봉 하단부의 단면도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 연료 집합체	14 : 가이드 딤블
18 : 연료봉	28 : 피복체
30 : 상단부 플러그	32 : 하단부 플러그
58,98 : 삽입물	86 : 슬롯

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 원자로용 연료 집합체에 관한 것이며, 보다 상세하게는 개량된 단부 플러그 조립체를 갖는 연료봉에 관한 것이다.

당 기술에 공지된 바와 같이, 원자로 연료 집합체에 사용되는 연료봉은 관상 피복체 내에 연이어 배치된 U-235로 농축된 UO_2로 이루어지는 다수의 원통형 연료 펠릿을 포함하며, 관상 피복체는 바람직하게는 지르코늄 합금의 신장된 박벽관으로 이루어지며 연료관과 동일 재료로 이루어지는 단부 플러

그에 의하여 폐색된다.

공지된 바와 같이, 연료봉이 내부적으로 가압되면 연료봉의 수명이 신장될 수 있는 동시에 원자로의 전체 효율이 증대될 수 있다. 이리하여, 연료봉 제작 과정중에, 헬륨과 같은 불활성 기체가 압력하에서 연료 관내로 유입된 후에 단부 플러그가 관단부에서 용접되어 관을 밀봉하도록 한다. 원자로 작동중에, 관의 내압은 기체 발생으로 인해 증대되며, 연료봉 수명 말기에는 68기압에 이른다.

원자로 작동중에는, 연료봉 외부상에 보다 높은 냉각수압(약 170기압)이 작용하여 연료봉의 내압을 상쇄시킨다. 그러나, 원자로 작동정지중에는, 냉각수의 외부 압력이 영으로 감소하게 되어 연료봉의 내압이 관의 외부 팽창을 야기한다.

연료봉이 관 단부와 플러그와의 연결부에서 연료관에 삽입되어 그에 용접된 단부 플러그를 가짐으로서, 관의 이러한 외부 팽창은 응력 발생을 야기하는 동시에 용접 이음매에서의 최대 불연속 응력점의 집속을 야기한다. 관 재질 및 응력이 피로한도 내에 있는 한, 용점 이음매는 파괴되지 않는다. 그러나, 용접이 불완전하다거나 또는 수소화 및 방사선 조사 경화로 인하여 감소된다면, 용접 이음매가 파손될 수 있다.

이에 대한 하나의 해결책으로서, 분열기체 생성에 대한 여분의 공간을 마련하도록 단부 플러그 내에 공동을 형성하며, 단부 플러그의 기계 가공된 박면부와 연료관 단부 사이에 용접 이음매를 형성하도록 한다.

이러한 방식으로 설계된 단부 플러그는 미합중국 특허 제 3,679,545호에 명세된다.

이러한 설계는 용접에서는 물론 응력 관점에서도 양호하다. 응력 관점으로 부터 단부 플러그내의 공동에 의한 부가적인 공간은 기체 생성 압력을 감소시켜서 그로 인해 원자로 운전 정지 중에 연료관의 팽창을 어느정도 감소시킨다. 또한 이러한 설계가 동일한 불연속 응력을 갖지만, 단부 플러그 대 연료관의 연결로 인한 응력 발생은 최대불연속 응력순간에서는 일어나지 않는데 그 이유는 최대 불연속 응력이 공동내의 단부 플러그를 따라 외방향으로 작용하기 때문이다. 그러므로, 최대 불연속 응력은 단부 플러그 설계에서의 경우와 같이 응력 집속 요인에 의해 증대되지는 않는다.

용접 관점으로 부터, 대략 동일한 두께를 갖는 부품이 각자의 두께에서 상당히 상이한 부품보다는 함께 용접하기가 용이하다.

그러나, 이러한 공지된 설계의 몇가지 장점은 연료 펠릿으로 부터 단부 플러그를 단열시키기 위하여 몇몇 연료 펠릿을 세라믹 펠릿으로 대치시킴으로서 상쇄된다. 이러한 세라믹 펠릿은 연료관내에 유용한 연료 펠릿공간을 확보한다. 또한, 공지된 기술은 연료 펠릿칩이 수직으로 위치한 연료봉의 하단부에서 단부 플러그 공동내로 떨어지는 것을 방지하기 위한 설비가 결여되여 있었다. 단부 플러그 공동내의 칩은 단부 플러그로 부터 그들에 의해 발생된 열을 어떻게 제거하느냐 하는 부가적인 문제를 야기한다.

연료봉의 길이를 증대시키거나 또는 연료 펠릿을 제거시킴이 없이 연료봉이 분열 기체 생성에 부합할 수 있도록 하는 개량된 단부 플러그를 갖는 연료봉을 마련하는 것이 본 발명의 주요한 목적이다.

따라서, 본 발명은 핵연료 및 가압 기체를 수용하며 밀봉관계로 양단부에 고착된 한쌍의 단부 플러그를 갖는 관상 부재로 이루어지는 연료봉에 있어서, 적어도 하나의 상기 단부 플러그가 상기 관상부재의 인접 단부에 접합되는 내부 몸체부와, 관상 부재의 외방향으로 신장하는 외부 몸체부와, 관상부재의 내면과 연동하며 상기 외부 몸체부내의 외부 영역과 상기 내부 몸체부내의 내부 영역을 포함하는 내부 공동을 구비하며, 상기 외부 영역이 상기 내부 영역에 관하여 하부가 경사를 이루는 것을 특징으로 한다.

이리하여, 본 발명의 단부 플러그는 분열 기체에 대하여 유용한 공간을 증대시키며 단부 플러그와 관상부재 사이의 용접 이음매로 부터 떨어져 있는 최대 불연속 응력 지점에 위치하는 공동을 가지며, 상기 공동은 또한 분열 가스 공간을 극대화하기 위하여 하부가 경사를 이루며 보다 넓은 영역에 분포되는 최대 불연속 응력 영역에서 매끄러운 윤곽을 갖는다.

또한, 단부 플러그는 용접 이음매에서의 고응력 집속을 배제하면서 가요성을 부여하기 위하여 경사를 이룬 영역에서 벽 두께가 감소된다.

하단부 플러그는 핵연료가 공동내로 들어가지 못하도록 하는 동시에 기체가 공동과 관상부재 내면과 기체 유통관계에 있도록 하는 삽입물을 구비한다.

이하, 본 발명의 양호한 실시예가 첨부 도면에 관련하여 명세된다.

하기 명세에서 동일 도면 번호는 도면을 통하여 동일 또는 대응 부품을 지시하며, “전방”, “후방”, “좌측”, “우측”, “상측”, “하측”등과 같은 용어는 편의상 사용되는 것이며 제한적인 용어로서 해석되는 것은 아니다.

제1도를 설명하면, 연료 집합체(10)는 원자로의 노심 영역(도시않음)에서 하부 노심판(도시않음)상에 연료집합체(10)를 지지하기 위하여 하단부 구조물 즉, 하부 노즐(12)과, 하부 노즐(12)로 부터 상측으로 신장되는 규칙적인 배열의 제어봉 가이드 딤블(14)을 따라 축방향으로 배치된 다수의 횡방향 그리드(16)와, 그리드(16)에 의해 축방향으로 지지되며 횡방향으로 간격을 이루며 배치되는 다수의 신장 연료봉(18 ; 하나만도시)과, 연료 집합체(10)의 중앙에 배치되어 가이드 딤블(14)의 상단부에 고착되는 계측 기구관20)과, 유지 기구가 구비된 상부노즐(22)로 이루어진다.

연료 집합체(10)를 구성하기 위하여, 횡방향의 그리드(16)가 소정의 축방향으로 간격을 이루는 위치에서 가이드 딤블(14)에 고착되며, 연료봉(18)이 그리드(16)를 통하여 하부로 부터 삽입되며, 나사(24)와 같은 것에 의하여 가이드 딤블의 하단부에 적절히 고착되며, 상부 노즐(22)이 가이드 딤블(14)의 상단부에 고착된다. 분열 과정을 제어하기 위하여 다수의 제어용(도시않음)이 연료 집합체

(10)의 제어봉 가이드 딤블내에서 왕복운동한다.

제2도를 설명하면, 연료봉(18)은 관상 피복체(28)와 그 내부에 단부끼리와 연이어 배치된 U-235로 농축된 U0과 같은 다수의 원통형 연료 펠릿(26)으로 이루어진다. 피복체(28)은 본 발명의 단부 플러그(30, 32)로 양단부가 폐색되며 바람직하게는 지르코늄 합금으로 이루어지는 신장된 박벽관이다. 단부 플러그(30, 32)는 피복체(28)와 동일한 재료로 이루어지며, 피복체(28)내의 가압하에 있는 불활성 기체 및 핵연료를 밀봉시킨다. 플리넘 챔버(34)가 피복체(28)내에서 연료 펠릿(26)더미와 상단부 플러그(30)사이에 구비되며, 펠릿(26)을 하단부 플러그(32)에 대하여 적소에 견고하게 압축 적재시키기 위하여 플리넘 챔버(34)내에 헬리컬 스프링(36)이 배치된다.

개량된 단부 플러그의 상단부 플러그(30)은 그 외부 직경이 플러그(30)가 고착되는 피복체(28)의 외경과 대체로 동일한 외부 몸체와(38)와 피복체(28)의 내경보다 약간 작은 외경을 갖는 내부 몸체부(40)으로 이루어진다. 외부 및 내부 몸체부(38, 40)가 함께 합체되는 플러그(30)의 외주부 주변에, 상단부 플러그가 피복체의 상단부(46)내로 압착될때 피복체(28)의 상단부(44)가 접속되는 환상 쇼울더(42)가 구비된다.

거어스용접(48)으로 쇼울더(42)에서 상단부 플러그(30)에 관(28)의 상단부(46)를 용접시킨다. 축방향의 구멍(50)의 외부 몸체부(38)의 단부벽을 통해 신장된다. 가압된 용접 챔버에서, 불활성 기체가 축방향 구멍(50)을 통해 피복체(28)내로 주입된후, 구멍의 상단부가 용접에 의해 밀봉된다.

상단부 플러그(30)는 중공이며 플리넘 챔버(34)로부터 분열가스 확산을 위한 공간을 증대시키는 공동(52)를 갖는다. 외부 몸체부(38)내 공동(52)의 외부 영역(54)은 단부 플러그(30)내의 분열가스 공간을 극대화하고 원자로 작동정지 중에 피복체(28)의 감소된 팽창으로 거어스 용접(48)에 야기되는 응력으로 부터 외측으로 최대불연속 응력 영역(A)을 두도록 하기 위하여 내부 몸체부(40)내 공동의 내부 영역(56)에 대하여 경사를 이룬다. 또한, 공동(52)을 구성하는 상단부 플러그(30)의 내부 윤곽은 최대 불연속 응력 영역에서 매끄러운 윤곽을 가져서, 응력이 일지점에 집속되지 않고 보다 넓게 분포되도록 한다. 공동(52)의 외부 영역(54)에서의 단부 플러그(30)의 감소된 벽두께로 인하여 거어스 용접(48)에서의 고응력 집속을 방지하면서 단부 플러그의 가요성을 부여한다.

본 발명의 단부 플러그 조립체는 또는 하단부 플러그(32)와 삽입물(58)을 포함한다. 하단부 플러그(32)는 V-자형 단면적을 갖는 외부 몸체부(60)와, 외부 몸체부(60)의 최대 직경에 비해 감소된 직경을 갖는 원통형의 내부 몸체부(62)와로 이루어진다. 내부 몸체부(62)의 외경은 피복 체(8)의 내경보다 약간 작아서 하단부 플러그(32)가 피복체(28)의 하단부(68)내로 압착될 때 피복체의 하단부(64)가 외부 및 내부 몸체부(62, 64)사이의 합체 영역에서 하단부 플러그(32)의 외주에 형성된 환상 쇼울더(66)에 접속되도록 한다. 거어스 용접(70)은 쇼울더(66)에서 단부 플러그(32)를 피복체(28)의 하단부(68)에 밀봉시킨다.

상단부 플러그(30)와 마찬가지로, 하단부 플러그(32)는 펠릿(26)에 의해 발생된 분열 기체의 확산을 위한 공간을 증대시키는 공동(72)을 갖는 중공체로 이루어진다. 외부 몸체부(60)내 공동(72)의 외부 영역(74)는 내부 몸체부(62)내 공동(72)의 내부 영역(76)에 대하여 경사를 이루어서 하단부 플러그(32)내의 분열 기체 공간을 극대화하며 원자로 운전 정지시의 피복체(28)의 팽창으로 용접(70)에서 야기되는 운전 정지시의 피복체(28)의 팽창으로 용접(70)에서 야기되는 응력으로부터 외측으로 최대불연속 응력 영역(B)이 놓이도록 한다.

또한, 공동(72)을 규정하는 하단부 플러그(32)의 내부 윤곽은 최대 불연속 응력 영역에서 원활한 윤곽을 가져서, 응력이 일지점에 접속되지 않고 보다 넓게 분포되도록 한다. 공동(72)의 외부 영역(74)에서의 감소된 두께의 단부 플러그(32)로 인하여 용접(70)에서의 고응력 집속을 방지하면서 하단부 플러그(32)에 가요성을 부여한다.

하단부 플러그(32)에 연결되는 삽입물(58)은 연료칩이 피복체(28)로부터 하단부 플러그의 공동(72)내로 떨어지는 것을 방지하도록 채택된다.

하기에 설명하는 바와 같이 삽입물(58)은 연료칩의 유입을 방지하도록 그 일단부가 폐색되었지만, 분열 기체가 피복체로 부터 단부 플러그의 공동(72)내로 통과할 수 있도록 하는 수단을 구비한다.

제2도 및 제3도에 도시된 양호한 실시예에서, 삽입물(58)은 하측 외부 단부(80)가 개구되어 있는 원통형 측벽(78)과, 삽입물 측벽의 상부 또는 내부 단부를 폐색하며 연료관(28)을 갖는다. 삽입물(58)은 하단부 플러그(32)의 내부 몸체부(62)내 공동(72)의 내부 영역으로 삽입되며, 그 개구 외부 단부(80)는 외부 몸체부(60)와 내부 몸체부(62)와의 합체 영역에 인접한 단부 플러그내에 형성된 내부 환상 레지(84)상에서 회전한다.

삽입물 측벽(78)은 하단부 플러그(32)의 내부 몸체부(62)의 내경보다 약간 큰 외경을 갖는다. 또한, 측벽(78)은 축방향으로 측벽을 분할하는 슬롯(86)을 갖는다.

이러한 구조로 인하여, 삽입물(58)이 단부 플러그(32)내로 삽입될때, 단부 플러그(32)가 피복체(28)내에 삽입됨에 따라서 삽입물(58)을 적소에 유지시키는 방사상의 스프링력을 받는다.

레지(84)로 부터 단부 플러그 내부 몸체부(62)의 내부 연부(88)까지의 길이는 삽입물 측벽(78)내 슬롯(86)의 길이 및 측벽의 높이보다 작아서, 삽입물 측벽(78)의 내부연부(90)는 내부 몸체부(62)의 내부 연부(88)를 초월하여 신장하여 슬롯(86)의 대응하는 내부단부(92)는 연료관(28)의 내부로 노출된다.

이러한 구조가 분열 기체가 하단부 플러그(32)내의 공동(72)내로 확산될 수 있도록 하는 간극을 형성한다. 기체는 가압하에 있기 때문에, 삽입물 측벽(86)의 외부 표면(94)와 단부 플러그 내부 몸체부(62)의 내부 표면(96) 사이의 공동(72)내로 통과될 수 있다.

삽입물 측벽(78)의 내부 연부(90)는 열전달을 최소화하도록 연접 연료 펠릿(26)이 하부 단부 플러그

(32)와 접속하지 않도록 한다.

제4도는 하단부 플러그(32)의 내부 몸체부(62)내 공동(72)의 내부 영역(76)으로 압착되도록 채택된 변경 실시예의 삽입물(98)을 도시한다. 삽입물(98)은 산화 지르코늄으로 이루어지며 연료칩의 통과를 방지하면서 분열 기체가 연료관(28)으로 부터 공동(72)으로 통과할 수 있도록 하는 소직경의 중앙공(100)을 갖는다.

양삽입물(58, 98)이 하단부 플러그(32)내에 설치되기 때문에, 단부 플러그의 길이를 최소활 할수 있으며, 피복체(28)내의 연료 및 플리넘 길이를 극대화 할수 있다. 또한, 삽입물을 사용하여 인접 펠릿이 단부 플러그와 접촉하지 않도록 함으로써, 연료 펠릿으로 부터 단부 플러그를 단열시키는 세라믹 펠릿의 사용이 필요치 않게 된다. 본 발명의 단부 플러그를 사용함으로써 부가되는 여분의 분열기체 공간은 일 연료 펠릿에 의해 차지되는 공간과 대략 동일하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

핵 연료 가압하의 가스를 수용하며, 밀봉 결합 관계로 양단부에 고착된 한쌍의 단부 플러그를 갖는 피복체로 이루어지는 연료봉에 있어서, 적어도 하나의 상기 단부 플러그(30, 32)가 상기 피복체(28)의 인접 일단부에 결합되는 내부 몸체부(40, 62)와, 피복체의 외측으로 신장하는 외부 몸체부(38, 60)와, 피복체의 내면과 연통하며 상기 외부 몸체부 내의 외부 영역(52, 74) 및 상기 내부 몸체부 내의 내부 영역(56, 76)을 구비하는 내부 공동(52, 72)을 구비하며, 상기 외부 영역이 상기 내부 영역에 대하여 경사를 이루고 있는 것을 특징으로 하는 연료봉.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 외부 몸체부(38, 60)가 대체로 상기 피복체(28)의 외경과 동일한 최대 외경을 가지며, 상기 내부 몸체부(40, 62)가 상기 외부 몸체부 보다 작은 직경을 갖는 것을 특징으로 하는 연료봉.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 공동(72)의 내부 영역(76)이 피복체 내의 핵 연료가 상기 공동(72)으로 유입되는 것을 방지하면서 상기 피복체(28)와 중공과의 기체 유동 관계를 허용하는 삽입물(58, 98)을 수용하는 것을 특징으로 하는 연료봉.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 삽입물(58)이 단부 플러그(32)의 상기 몸체부(62)내에 설치되는 중공의 측벽(78)과 피복체(28)의 내면을 향하여 측벽(78)을 밀폐시키는 내부 단부벽(82)과, 피복체(28)의 내면과 상기 공동(72) 사이의 기체 유동을 허용하는 내부 단부(92)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 연료봉.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 중공의 측벽(78)이 단부 플러그(32)의 내부 몸체부(62)를 초월하여 피복체(28)의 내측으로 신장하는 내부 연부(90)를 가지며, 측벽의 외부 단부로 부터 상기 내부 연부로 축방향으로 신장하는 슬롯(86)을 구비하는 것을 특징으로 하는 연료봉.

청구항 6

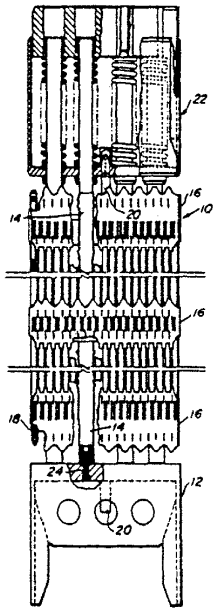
제5항에 있어서, 축방향의 슬롯(86)을 갖는 상기 중공의 측벽(78)이 상기 내부 몸체부(62)의 내경을 약간 초과하는 외경을 갖는 것을 특징으로 하는 연료봉.

청구항 7

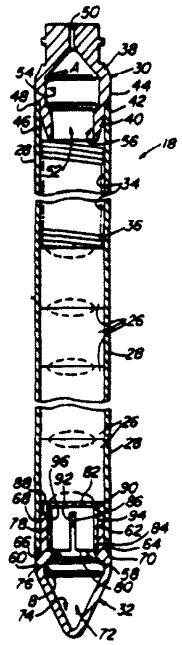
제6항에 있어서, 단부플러그의 상기 내부 몸체부(62)가 상기 삽입물(58)을 축방향으로 지지하는 내부 레지(84)를 갖는 것을 특징으로 하는 연료봉.

도면

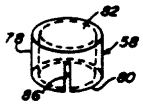
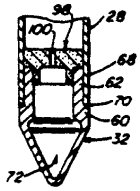
도면1



도면2



도면3



도면4