

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁵
G21C 3/30

(45) 공고일자 1994년05월03일
(11) 공고번호 특1994-0003797

(21) 출원번호	특1986-0003783	(65) 공개번호	특1986-0009435
(22) 출원일자	1986년05월15일	(43) 공개일자	1986년12월23일
(30) 우선권 주장	734,372 1985년05월15일 미국(US)		
(71) 출원인	웨스팅하우스 일렉트릭 코오폰레이션 더블류. 에이. 코오트 미합중국 펜실베이니아주 15222, 피츠버어그시, 케이트웨이센타, 웨스팅 하우스빌딩		
(72) 발명자	윌리엄 랠프 칼슨 미합중국 펜실베이니아주 15220, 피츠버어그시, 헤이슨 에버뉴 2359		
(74) 대리인	손은진		

심사관 : 김창달 (책자공보 제3616호)

(54) 모듈형 핵 연료 집합체

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

모듈형 핵 연료 집합체

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명을 실시하는 핵 연료집합체의 부분 절개된 투시도.

제2도는 제1도의 예시된 집합체의 하부-노즐 모듈의 평면 절개도.

제3도는 집합체의 상부-노즐 모듈의 평면 전개도.

제4도는 집합체의 그리드 모듈의 평면 전개도.

제5도는 4개의 4분의 1부-집합체 연료 모듈 또는 연료 부-집합체로 구성되는 집합된 전체 연료집합체의 평면도.

제6a도는 하부-노즐 모듈 계면 정면도.

제6b도는 제6a도의 하부-노즐 모듈 사이의 계면 부분 하부 평면도.

제6c도는 인접한 하부-노즐 모듈 사이의 적당한 방향을 유지하기 위한 연결핀 단면도.

제7a도는 인접한 상부-노즐 모듈 사이의 계면을 예시하는 부분 상부 평면도.

제7b도는 제7a도의 상부-노즐 모듈의 정면도.

제7c도 및 7d도는 제7b도의 상부-노즐 모듈을 연결할 때 사용하기 위한 적절한 뼈대의 평면 정면도.

제8도는 2×2 매트릭스의 상부노즐판 4분의 1 단면을 포함한 상부노즐판의 평면도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 연료집합체	12 : 연료 부-집합체
14 : 하부-노즐 모듈	16 : 그리드 모듈
18 : 상부-노즐 모듈	22 : 안내딴블
24 : 연료봉	50 : 통로

57 : 셀

62 : 핀

66; 68, 76; 82, 78; 80 : 핑거 70; 90 : 개구

86 : 뼈기

92 : 유지 스프링

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 핵 연료집합체에 관한 것이고, 특히 모듈 디자인의 핵 연료집합체에 관한 것이다.

종래 핵 연료집합체는 통상적으로 뼈대구조 및 연료집합체내에 유지된 다수의 연료봉으로 구성된다. 뼈대구조는 상부노즐, 하부노즐, 뼈대구조와 함께 전체 장치를 형성하기 위해서 상부 및 하부노즐을 상호 연결하는 연장 구조 소자와, 통상적으로 제어-봉 안내관 또는 덤블이 되는 구조 소자에 부착되고 유지되는 다수의 연료-봉 지지 그리드를 포함한다.

연료봉은 통상적으로 연료봉 단부에서 플러그되고 밀봉되는 지르칼로이 관내에 우라늄 디옥사이드 연료펠릿 피복을 포함한다.

하부노즐은 원자로의 하부노심판에 연료집합체를 유지하고 연료집합체내에 냉각재를 지시하기 위한 하단부 구조로써 작용한다.

통상적 하부노즐은 스테인레스 강으로 제조되고 모서리 다리와 함께 관통된 판을 포함한다.

상부노즐은 안내덤프의 상단부 부분을 수용하기 위한 구멍과 연료집합체로부터 상부노즐을 통과한 냉각재 유동용 구멍을 가진 판을 구성하는 상단부 구조로서 작용한다.

지르칼로이 관으로 제조되는 안내덤프는 제어봉에 대한 안내와, 단부 구조를 상호 연결하고 서로에 대해 연료봉을 적당하게 유지하기 알맞은 축 그리드를 지지하는 구조 부재로서 작용한다.

위에서 언급한 것처럼, 연료봉은 통상적으로 인코넬합금 또는 지르칼로이로 만든 슬롯 스트랩으로 제조되고 연료봉에 대한 그리드마다 4개 또는 6개 접촉점을 제공하기 위해서 스트랩에 형성된 덤프 및 스프링과 함께 달걀-상자 설비내에서 납땜으로 맞물려진 그리드에 의해서 축으로 유지되고 일정한 간격을 갖는다.

그리드는 연료봉을 수용하도록 완전한 뼈대구조를 만들기 위하여 별지 접촉부 또는 그리드 위치에서 안내덤프에 형성된 유사한 것에 의해서, 또는 다른 점시에 의해서 그리드위에 고정되고 안내덤프를 따라서 축으로 일정한 간격을 가진다.

원자로심의 주변에서, 특히 중성자 반사체 또는 조절판 근처에서, 발생된 출력은 낮고, 반사체 또는 조절판 정반대의 연료집합체내에 연료는 서서히 고갈되고, 그것에 의해서 원자로심과 연료집합체내에 연소 스코를 발생하는 것은 이 기술분야에서 잘 알려져 있다. 연료 공급할 때, 주변 노심위치내에서, 새로운 연료집합체 다수를 적재하는 것은 통상적 관례이므로, 이 위치를 먼저 차지한 연료집합체는 안쪽 노심위치에서 보통 다시 위치된다.

주변위치로부터 안쪽위치까지 재위치될 때, 종래 기술 연료집합체는 침투 출력비로 노심에 이르기 쉽다. 추가로, 노심 대칭 고려 사항은 이용할 수 있는 연료 혼합 선택의 수를 제한한다.

많은 종래 기술 연료집합체, 예를 들면 제8×19 격자 디자인이 연료 공급하는 동작중에 원자로심내에 다시 위치될 때, 연료집합체가 어떤 침투 출력 관계를 피하게 될 위치에서 위와 같은 비교적 비연소 연료를 적당한 장소에 위치하게 하는 것은 어렵지 않을 것이다.

또한, 19×19 격자와 같은 많은 종래 기술 연료집합체는 출력 침투 및 위에서 설명된 노심 대칭 고려 사항을 피하도록 데일러된 연료집합체내에 연료 농축을 일반적으로 가지지 않는다.

그외에도, 연료를 공급하는 중에, 봉할, 표면 외모에 대해 점검하기 위한 가능한 많은 연료봉 만큼 검사할 수 있는 것은 유리하다.

본 연료집합체에 있어서, 가장 간단하고 통상적으로 사용되는 검사 방법은 외관 시험을 포함한다.

그러나, 단순한 외관 검사는 종래 기술 연료집합체의 주변봉에 단지 제한한다.

즉, 만일 연료집합체 디자인이 신속한 해체를 허용하지 않는다면, 내부봉은 간단하고 편리한 방법으로 외관으로 검사될 수 없다.

그외에도, 종래 많은 연료집합체에 있어서, 시험 프로그램내에 진보결과를 연결하는 것이 바람직할 때, 전체 연료집합체는 시험 연료집합체가 노심 기하학내에서 적당히 쉼도록 노심내에 다른 연료집합체와 반드시 동일 크기이므로 위험하다.

본 발명의 주요 목적은 내부 연료봉에 쉽게 접근하게 될 연료집합체를 제공하고, 손상 부품이 용이하고 저렴하게 교체되고 및/또는 보수되는 것을 허용하고, 증가된 연료 관리 유연성을 제공하는 것이다.

따라서, 본 발명은 최소한 두개 연료 부-집합체 또는 부-집합체 연료 모듈로 구성된 연료집합체를 제공하며 각 부-집합체는 다수의 연료봉을 포함하고 하부-노즐 모듈, 상부-노즐 모듈, 상부 및 하부노즐 모듈 사이에 뺀 안내덤프 형태로 최소한 하나 구성소자와, 안내덤프에 의해서 유지되고 축방향으로 일정한 간격을 갖는 최소한 두개 연료-봉 스페이서 그리드 모듈을 포함한다.

부-집합체 연료 모듈의 상부-노즐 및 하부-노즐 모듈은 완전한 연료집합체를 형성하기 위해서 부-집합체 연료 모듈을 고정되게 연결하기 위한 보완 결합장치를 제공한다.

양호하게, 결합장치는 상부 및 하부노즐 모듈에 형성된 상보성, 상호연결, 핑거와 같은 돌기와, 서로에 대해 후자를 확고하게 고정하도록 각쌍의 인접한 노즐 모듈의 핑거와 같은 돌기를 통해 개구내에 삽입된 제8과 같은 점쇠장치를 포함한다.

양호하게, 인접한 상부-노즐 모듈의 상호 결합하는 핑거와 같은 돌기는 연료집합체의 동작중에 사용된 연료 부-집합체의 차동축 증대를 보상할 목적으로 쐐기를 위치하게 하는 돌기사이의 축 공간을 제공하도록 크기를 가진다. 그외에도, 연료집합체는 원래 사용된 것과 다른 연료-부집합체로부터 재구성될 수 있으며, 그런 경우에 조절은 역시 크기상 차를 촉진하는 것임에 틀림없다.

본 발명에 따라서 연료집합체의 모듈 디자인은 손상된 연료집합체의 신속한 보수를 용이하게 하고 연료집합체내에 여러 개 부-집합체 연료 모듈 또는 연료 부-집합체가 여러 개 농축 및/또는 연소분포를 가지게 하고, 그것에 의해서 연료집합체내에서 반응도 및/또는 연소가 보다 균등한 출력분포를 획득하기 위한 방법으로 테일러되게 하고, 연료집합체 그 자체 및 원자로심내에서 연료집합체는 연료 관리 통제와 침투출력비의 감소를 유도하고, 그러므로써 종래의 낮은-연소 연료 이용을 증가시키게 되는 것을 이해할 것이다. 예를 들면, 원자로심의 주변에서, 반사체 또는 조절판 근처에서, 발생된 출력은 매우 낮고 근처의 연료는 단지 낮게 연소한다.

본 발명에 있어서, 낮은 연소 연료 모듈은 침투출력과 연결된 통상 관계가 완화되게 하는 노심 형상과 연료집합체내에 이런 낮은 연소 모듈을 선택적으로 위치하게 하므로써 계속되는 사이클내에 효과적으로 이용될 수 있고, 동시에 연료 영역의 나머지 연소를 보다 균일하게 접근하기 위해서 이 연료 모듈내에 연료를 연소시킨다.

그 외에도, 연료봉 화살, 표면외모, 다른 검출에 대하여 점검하기 위해서 연료집합체를 주기적으로 검사하는 것은 제조자 및 오퍼레이터에게 일반적이다. 종래 연료집합체 디자인에 있어서, 단지 주변봉은 외관 기술을 사용함으로써 쉽게 검사될 수 있다.

본 발명에 따라서, 각 부-집합체 연료 모듈의 주변봉은 모듈 연료집합체를 단지 해체함으로써 제8사될 수 있고 그것에 의해서 여러 개 부-집합체 연료 모듈의 내부측에 접근할 수 있다.

본 발명에 따라서 모듈 연료집합체 디자인으로부터 유도되는 다른 장점은 모듈 연료집합체 디자인이 최소의 위험을 가진 시험 프로그램내에 진보된 결과를 연결하게 하는 것이다.

예를 들면, 종래 연료집합체에 있어서, 만일 시험 집합체가 노심내에 연결된다면, 19×19 연료봉 격자를 가지는 전체 집합체는 필요하게 될 것이다.

본 발명에 따라서, 시험 연료는 하나의 부-집합체 연료 모듈을 감소할 수 있다.

수송 또는 연료를 공급하는 동안에 자주 발생하는 연료집합체 손상 영역중에서 한 영역은 축 지지 그리드의 코너에서 임을 알 수 있다.

종래에, 전체 연료집합체는 그런 손상이 발생할 때 폐기되어야 했다.

본 발명에 따라서, 연료집합체는 손상된 부-집합체 연료 모듈을 단지 교체함으로써 재구성될 수 있다.

본 발명의 양호한 실시예는 부수도면에 관한 보기에 의해서 서술될 수 있다.

제1도에 있어서, 제1도는 본 발명을 실시하는 모듈형 연료집합체를 수직적으로 단축된 형태로 예시한다. 통상적으로, 연료집합체는 17×17, 18×18, 19×19 또는 다른 배열의 연료봉을 가질 수 있다.

만일 본 발명을 실시하는 연료집합체가 18×18 배열의 연료봉을 가지는 것으로 가정한다면, 연료집합체는 4개 동일한 부-집합체로 분리되고 부-집합체는 9×9 연료봉 배열을 가진다.

여기서 서술될 양호한 실시예에서, 본 발명이 적용되는 연료집합체는 19×19 배열의 연료봉을 이용하고 부-집합체 모두가 동일하지 않으나 대각선 부 집합체가 상호 교환될 수 있는 것을 가정할 것이다.

편리한 참고를 위하여, I, II, III 및 IV 숫자로 분류된 각 4개의 연료 부-집합체(12)는 하부, 노즐 모듈(14), 다수의 종적으로 일정한 간격을 갖는 그리드 모듈(16), 상부-노즐 모듈(18), 상부-노즐판 모듈 부분(20), 안내덤블(22) 형태로 다수의 구조부재와, 연료봉(24)의 보완 또는 부-배열을 포함한다.

이후에 서술되는 방법으로 집합되고 함께 결합될 때, 4개 연료 부-집합체는 제1도에 예시된 것처럼 완전한 연료집합체로 구성된다.

제2도에 있어서, 함께 고정되게 결합될 때 완전한 연료집합체의 하부노즐을 구성하는 4개 하부-노즐 모듈(14)이 예시된다.

편리한 참고를 위하여, 4개의 하부-노즐 모듈(14)은 14a, 14b, 14c와 14d로 나타내고 연료 부-집합체 I, II, III, IV 각각에 속하는 것으로 예시되고, 각 하부-노즐 모듈은 각 하부-노즐 모듈을 통해 냉각재-유동개구(34)와 각 하부-노즐 모듈에 그것을 연결하기 위하여 연결된 안내덤블(22)의 단부부분을 수용하기 위한 홀(36)을 형성한다.

본 발명이 실시예에 의해서 적용되는 연료집합체가 19×19 배열의 연료봉을 사용하도록 가정되므로, 9×9 연료봉 배열을 가지는 두개의 부-집합체(I, III) 10×10 연료봉 배열을 가지는 두개의 부-집합체(II 와 IV)가 있다.

제2도에 예시된 것처럼, 부-집합체(IV)와 연결되는 모듈(14b)에 대하여 대각선으로 배치된 하부-노즐 모듈(14d)은 모듈의 내부 코너에서 부-집합체(II)의 하부-노즐 모듈(14b)의 상응하는 내부 코너부분과 짝맞추기에 적당한 리세스(40)를 가지며, 상기 내부 코너 부분은 내부 코너 부분을 통하여

뿔도록 계기관에 대하여 개구(38)를 내부 코너 부분을 통해 형성한다.

제3도에서, 부 집합체(I, II, III 및 IV) 각각에 속하고 18a, 18b, 18c와 18d로 나타내는 4개 상부-노즐 모듈(18)이 예시된다.

4개의 상부-노즐 모듈(18)이 대응하는 부-집합체(I-IV)와 연결된 하부-노즐 모듈(14) 형태내에서 동일하고, 각 상부-노즐 모듈이 상부-노즐 모듈을 통해서 냉각재 유동통로(50)와 연결된 안내딩블(22)에 대한 통로(52)를 형성하며, 추가로, 상부-노즐 모듈(18b)이 계기관에 대한 통로(54)를 가진다.

또한, 집합되고 다시 연결될 때, 상부-노즐 모듈(18)은 완전한 상부노즐의 연료집합체(10)를 형성한다.

제4도에서, 16a, 16b, 16c와 16d로 나타내고 각각 연료 부-집합체(I, II, III, IV)에 속하는 4개 그리드 모듈(16)이 예시된다. 함께 맞출 때, 이 4개 모듈은 몇 개 연료-봉 스페이스 중에서 하나를 형성하고 완전한 연료집합체를 따라 일정한 간격을 가진 그리드를 지지한다.

그리드 그 자체는 미합중국 특허공보 제3379616호와 4061536호에 설명된 그리드와 같은 종래 스페이스 그리드로써 유사한 구조를 가질 수 있다.

예를 들면; 즉, 그리드는 스프링 핑거 및 덤플에 의해서 그리드내에 유지되고 그리드를 통해 뿔도록 각각의 연료봉에 대하여 개방셀을 한정하도록 달걀-상자와 동일한 형식으로 삽입된 스트랩으로 형성될 수 있으며, 덤플은 각 셀을 한정하는 스트랩 부분에 형성되고, 이 기술분야에서 잘 알려진 것처럼 거기를 통해 뿔는 각 연료봉을 마찰력으로 맞물리기 적당하다.

알려진 것처럼, 여러 개 셀을 한정하는 스트랩 부분은 스트랩 부분에 형성된 냉각재-유동 혼합 날개를 가질 수 있다.

연료봉에 대한 셀 이외에도, 각 그리드 모듈(16)은 관계된 특정한 연료 부-집합체와 연결된 각 안내딩블을 수용하기 위하여 셀(57)과 같은 셀을 포함하고, 또한, 그리드 모듈(16b)은 연료집합체의 계기관을 수용하기 위한 셀(59)을 가진다.

제5도를 고찰하면, 제5도는 4개 부-집합체(I, II, III 및 IV)로 구성되는 것처럼, 연료집합체(10)를 간단한 형태로 예시하고, 부-집합체(I, II, III 및 IV)가 함께 맞추고 연결되는 방법을 예시하는 상부 평면도이다.

양호하게, 상부노즐과, 하부노즐은 일반적으로 사다리꼴 단면의 지간 중폭 에이지 부분(60)을 따라서 결합되고 핀(62)과 같은 적당한 침쇠에 의해서 함께 고정된 상부노즐 및 하부노즐 각각의 모듈을 가진다.

특히, 이런 접속부 하나, 즉, 연료 부-집합체(III, IV)에 속하는 하부-노즐 모듈(14c, 14d) 사이의 하나를 예시하는 제6a-6c도에 있어서, 모듈(14c, 14d)은 팽팽하게 사이에 맞물리고 스무드한 표면을 나타내도록 정밀하게 기계로 만들어진 지간의 연결 핑거(68, 69)를 모듈의 인접한 에이지에 따라서 제공되는 것을 알 수 있다.

제6b도로부터, 각 모듈의 연결 핑거의 말단부는 인접한 모듈의 연결 핑거 사이의 에이지 부분에 여각으로 경사진 표면과 경계를 이루는 경사진 표면을 제공하도록 베벨된다.

물론, 여기에 도시된 특정한 연결 형상은 단지 하나의 보기이고, 이 기술분야에 숙련된 사람에게 발생할 수 있는 것처럼 다른 적당한 로킹 형상은 대신 사용될 수 있다.

위에서 언급된 것처럼 일단 함께 결합되면, 하부-노즐 모듈은 모듈의 접속부가 분리되는 것을 적극적으로 막도록 서로에 대해서 양호하게 고정된다.

예시된 실시예에서, 이런 목적으로 제공된 침쇠장치는 지간의 핑거(제6a도)를 통해 뿔는 축으로 정렬된 개구(70), 하부노즐의 하부로부터 개구(70)내에 삽입되고 여러 개 핑거의 정렬된 개구(70)를 통해 뿔는 위에서 언급된 핀(62)중에서 하나를 포함한다.

핀(62)은 지간의 연결 핑거 중에서 최저 핑거내에서 개구(70)의 내부 나선 부분(72)과 나선으로 맞물리게 되는 핀 위에 나선 부분(74)을 가짐으로써 위치내에 고정된다. 핀(62)의 삽입과 제거를 원활하게 하도록, 전체 접속부를 통해 개구(70) 및 핀(62)은 제6a도 및 제6c도로부터 알 수 있듯이, 다소 줄어든다.

또한, 핀(62)은 알렌렌치와 같은 회전 모멘트 도구와 맞물리기 위하여 6각형 소켓(75)과 함께 제공될 수 있다.

제7a도와 7b도에 있어서, 상부-노즐 모듈 두개 사이에, 즉, 연료 부-집합체(III, IV)에 속하는 모듈(18c, 18d) 사이의 접속부가 예시된다.

제7a도와 7b도로부터 알 수 있듯이, 이 모듈은 설비가 서로에 대해 인접한 연료 부-집합체의 차동 축증대에 대하여 보정하도록 구체화하는 것을 제외하고, 하부-노즐 모듈과 관련되어 위에서 서술된 것과 동일한 방법으로 결합된다.

특히, 전에 서술한 각 하부-노즐 모듈처럼, 각 상부-노즐 모듈은 모듈로부터 일정한 간격을 둔 내부 핑거와 외부 핑거를 가진다.

그러나, 하부-노즐 모듈과 다르게, 내부의 간지 연결 핑거(78, 80)는 외부의 핑거(76, 82)보다 더 좁고, 그러므로써 간지 연결 핑거 사이에 공간(84)을 남긴다.

하부-노즐 모듈을 갖춘 경우에서 처럼, 상부-노즐 모듈의 연결 핑거 말단부는 각 공간(84)의 단면 형상이 되는 대체로 사다리꼴 단면의 접속부를 형성하도록 베벨된다.(제7a도).

제7c도와 7d도에 있어서, 각 축방향 공간(84)처럼 동일한 사다리꼴 단면 형상을 가지고("축방향", 연료집합체의 축 또는 종방향 의미로써 사용된다) 연료집합체 재구성 또는 연료 연소 테일러에 대하여 연료 부-집합체 사이의 적절한 축정렬을 유지하기 위해서 만일 필요하다면 여러 개 공간(84)내에 위치되기 적당한 여러 개의 위와 같은 뼈대를 표시하는 조절하는 뼈대(86)가 예시된다.

각 뼈대(86)은 홀(90)을 가지며, 뼈대가 한 공간(84)내에 위치될 때, 각 뼈대(86)는 제6c도내에 도시된 그러나 상부-노즐 모듈 위에서부터 삽입된 핀(62)과 동일한 핀을 수용하기 위해서 지간의 핑거(76-82)를 통해서 뺀 축방향으로 정렬된 개구(90)의 부분을 형성하고 개구와 축방향으로 정렬된다.

최고의 연결 핑거(76)의 개구(90)는 연결된 연결핀의 외부 나선 부분과 공동작용할 수 있는 내부 나선 부분(91)을 가지며, 접속부를 통한 전체 개구(90)는 물론 상기 연결핀은 동시에 그 사이에 꼭 끼워맞춤을 확실하게 할 때 핀의 삽입 및 제거를 원활하게 하기 위해서 제7a도로부터 알 수 있듯이 다소 줄어든다.

다른 축 용접(두께)의 뼈대(86)가 다른 연료 부-집합체에 관해 사용하는 동안에 주어진 연료 부-집합체에 의해서 행해진 축 증대에 대하여 보정하기 위해서 사용될 수 있음은 이해될 수 있다.

완전한 연료집합체의 초기 구성에 있어서, 조절 뼈대(86)는 모든 새로운 연료 부-집합체가 동일 축 용적을 가지므로 공칭 두께를 가질 것이다.

조사후 부-집합체 연료 모듈의 검사, 교체등과 더불어 처음에 사용된 뼈대는 만일 동일 연료-부집합체가 동일한 연료집합체내에서 재사용 되기를 바란다면 재사용될 수 있다.

그러나, 만일 연료집합체가 다른 연료집합체로부터 연료 부-집합체를 사용하거나 또는 하나 이상의 새로운 연료 부-집합체를 사용하는 것을 재구성한다면, 그때 여러 개 용적은 가지는 뼈대는 축 증대 차이를 보정하도록 사용될 것이다.

연료집합체가 동작중에 노심내에서 "부동하는 것"을 막도록 장치는 연료집합체를 적당한 위치에 유지하도록 제공된다.

위의 장치는 상부노즐 모듈을 통해 뺀 안내덤블(22) 부분에 대하여 공축으로 위치되는 유지 스프링(92)을 포함할 것이다.

양호하게, 각 연료 부-집합체는 안내덤블(22)에 대한 종래 벌지 기술에 의해서 포착되는 하나의 상부-노즐판 모듈(20)이 함께 제공된다.

상부-노즐판 모듈(20)은 연료집합체의 적당한 위치내에 연료집합체를 유지하도록 유지 스프링(92)에 의해서 원자로 내부에 대해서 바이어스 된다.

제8도내에 예시된 실시예에서, 충분히 집합된 상부노즐에 의해서 한정된 플리넘내에 위치될 수 있는 전체 상부-노즐 상부판을 구성하는 4개 상부-노즐판 모듈이 있으며, 그것에 의해서 연료집합체(10)와 원자로 내부(예시되지 않음) 사이의 베어링 표면을 제공한다.

기능공에 의해서 알 수 있듯이, 각 상부노즐판 모듈은 안내덤블(22)이 포착되는 한 개 이상의 통로(94)가 제공된다.

그러므로, 안내덤블의 벌지된 단부에 의해서 포착되기 쉬운 상부-노즐판 모듈은 집합후에 유지 스프링(90)에 대하여 본래 "부동한다".

본 발명의 양호한 실시예에 관한 전의 서술이 보기에 의해서 나타났고, 수정이 위의 설명을 비추어 볼 때 가능한 것은 이해할 수 있다.

예를 들면, 다른 형태의 지간 핑거 또는 핑거와 같은 돌기 및 줄어든 핀과 다른 점식장치는 연료집합체 모듈 또는 부-집합체를 결합할 때 사용될 수 있으며, 연료집합체를 4분의 1 부분으로 나누는 대신, 다른수의 연료 부-집합체는 전체 또는 완전 연료집합체를 형성하기 위해서 사용될 수 있다.

스페이스 그리드는 그것이 모듈 부분으로 분리될 수 있는 한 어떤 적당한 축 지지 그리드 장치를 포함할 수 있다. 또한, 상부 및 하부노즐은 모듈 부분내에서 분리되기 적당한 어떤 형상을 포함할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

연료집합체는 최소한 두개 부-집합체 모듈로 구성되는 모듈 구성을 가지며, 각 부-집합체 모듈은 하부-노즐 모듈(14), 상부-노즐 모듈(18), 다수의 연료봉(12), 연료봉을 유지하는 최소한 하나의 연료-봉 스페이스 그리드 모듈(16)과, 최소한 하나의 연장 구조적 부재(22)로 구성되며, 상기 최소한 하나의 연장 구조적 부재는 하부-노즐 및 상부-노즐 모듈을 상호 연결하고 상기 또는 각 그리드 모듈, 하부-노즐 모듈(14), 상부-노즐 모듈(18)과, 그리드 모듈(16)을 유지하고, 상기 그리드 모듈의 여러 개 부-집합체 모듈의 상기 그리드 모듈(16)은 완전히 하부노즐, 상부노즐과, 스페이스 그리드를 보완적으로 형성하고, 상기 하부-노즐 모듈(14) 및 상부-노즐 모듈(18)은 핵 연료집합체를 구성하는 완전 장치로써 서로에 대해 부-집합체 모듈을 고정되게 그러나 분리하게 결합하기 위한 방법으로 함께 상호 연결되게 고정된 결합 장치(60-74; 76-82,90)를 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈형 핵 연료집합체.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 결합 장치는 각 하부-노즐의 지간 핑거와 같은 부분(66,68; 76-82)과 상부-노

즐 모듈(14; 18)과, 서로에 대해 지간의 핑거와 같은 부재를 분리되게 고정시키는 장치(62,70; 62,90)를 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈형 핵 연료집합체.

청구항 3

제2항에 있어서, 인접한 노즐 모듈(14 또는 18)의 지간 핑거와 같은 부분(66,68 또는 76-82)에 연결된 고정장치(62,70; 62,90)는 상기 지간의 핑거와 같은 부분을 통해 뺀 개구(70 또는 90)내에 삽입된 핀(62)을 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈형 핵 연료집합체.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 핀(62) 및 상기 개구(70 또는 90)는 개구 내외에 핀을 삽입하고 회수하는 것을 용이하게 하는 방법으로 줄어드는 것을 특징으로 하는 모듈형 핵 연료집합체.

청구항 5

제4항에 있어서, 인접한 하부-노즐 모듈(14)의 지간 핑거와 같은 부분(66-68)은 크기 및 형태에서 보완적으로 실제로 스무드하고 연속적 하부-노즐 표면을 나타내도록 공동작용하는 것을 특징으로 하는 모듈형 핵 연료집합체.

청구항 6

제5항에 있어서, 인접한 상부-노즐 모듈의 지간 핑거와 같은 부분(76-82)은 인접한 부-집합체 연료 모듈 사이의 상대적 축 증대를 조절하기 위한 축 공간(84)을 부분 사이에 한정하도록 축방향으로 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 모듈형 핵 연료집합체.

청구항 7

제6항에 있어서, 각 상기 축 공간(84)은 스무드하고 연속적인 상부-노즐 표면을 나타내기 위해서 형성된 뼈기(86)를 축 공간내에 배치하는 것을 특징으로 하는 모듈형 핵 연료집합체.

청구항 8

제7항에 있어서, 모듈 연료집합체는 상기 4개 부-집합체 모듈, 상호 교환할 수 있는 4개 부-집합체 모듈 중에서 최소한 두개 부-집합체를 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈형 핵 연료집합체.

청구항 9

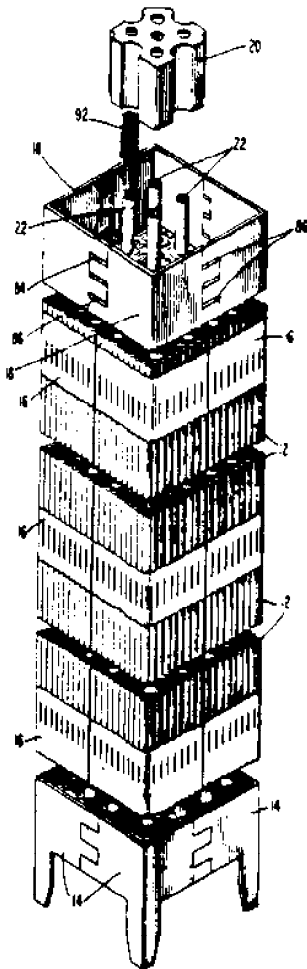
제8항에 있어서, 각 상기 부-집합체 모듈은 연결된 상부-노즐 모듈(18)로부터 일정한 간격을 가지는 상부-노즐판 모듈(20)과 동시에 거기 사이에 배치된 유지 스프링 장치(92)를 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈형 핵 연료집합체.

청구항 10

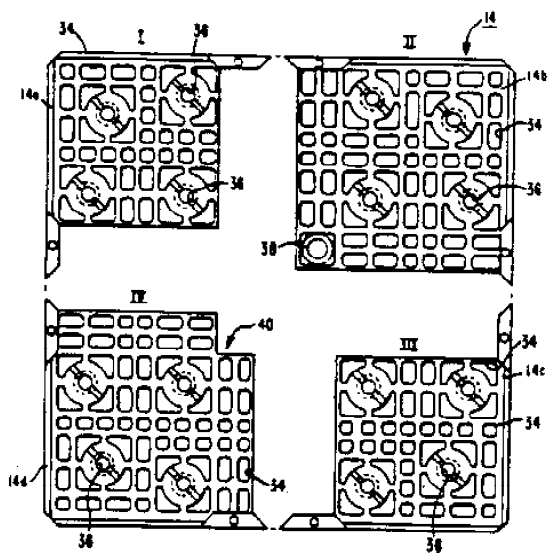
위의 항 중에서 어떤 한 항에 있어서, 상기 또는 각 연장 구조 부재(22)를 제어-봉 안내덤블이 되는 것을 특징으로 하는 모듈형 핵 연료집합체.

도면

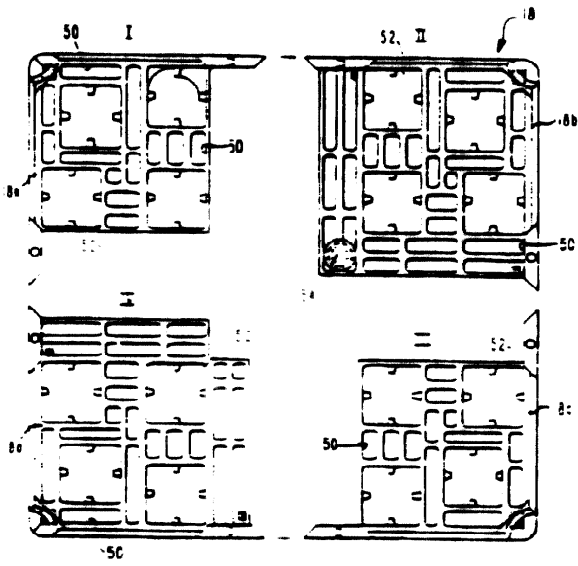
도면1



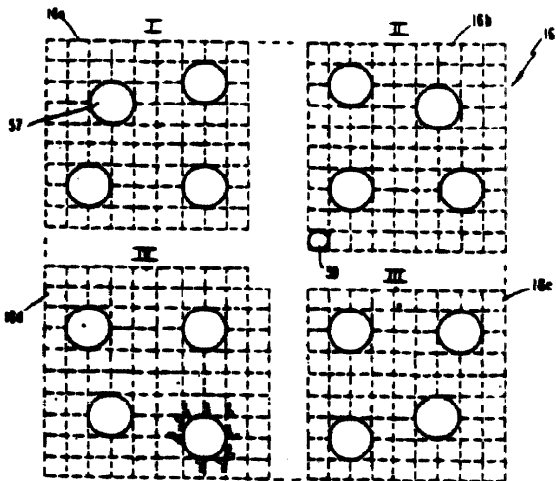
도면2



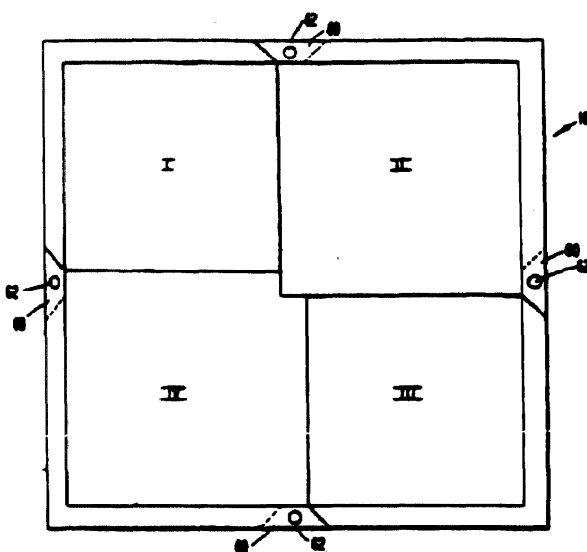
도면3



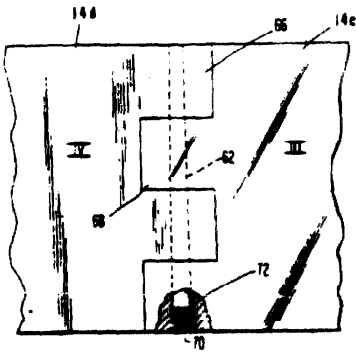
도면4



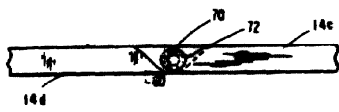
도면5



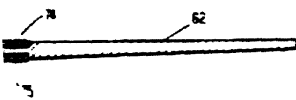
도면6A



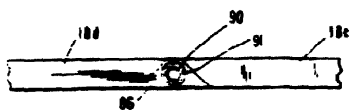
도면6B



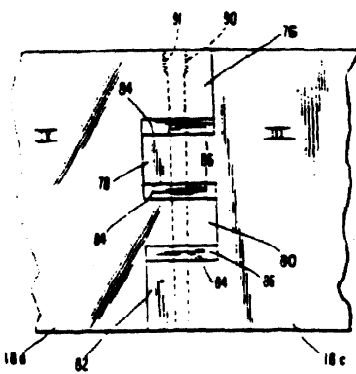
도면6C



도면7A



도면7B



도면7C



도면7D



도면8

