

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
G21C 3/30

(45) 공고일자 1994년04월27일  
(11) 공고번호 특1994-0003705

(21) 출원번호	특1986-0001471	(65) 공개번호	특1986-0007672
(22) 출원일자	1986년03월03일	(43) 공개일자	1986년10월15일
(30) 우선권 주장	708.190 1985년03월04일 미국(US)		
(71) 출원인	웨스팅하우스 일렉트릭 코오폰레이션 제이.비.퍼구슨 미합중국 펜실베이니아주 15222, 피츠버그그시, 게이트웨이센타, 웨스팅 하우스빌딩		
(72) 발명자	제프리 로버트 섹커 미합중국 펜실베이니아주 15146, 몬로빌, 스톤 클리프 드라이브 4309 에드먼드 에머리 디메리오 미합중국 펜실베이니아주 15235, 피츠버그그시, 오렌도우 드라이브 2816 데니스 리로이 버어먼 미합중국 펜실베이니아주 15146, 몬로빌, 힐즈데일 드라이브 1337 카알 애덜버트 올슨 미합중국 펜실베이니아주 15146, 몬로빌, 힐즈데일 드라이브 1328		
(74) 대리인	손은진		

심사관 : 김창달 (책자공보 제3613호)

(54) 원자로용 만능 연료집합체

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

원자로용 만능 연료집합체

[도면의 간단한 설명]

제1도는 점선으로 도시하고 있는 전형적인 제어봉 스파이더 조립체와, 본 발명을 구체화 하는 원자로용 연료집합체의 부분 정단면도.

제2도는 제1도의 선2-2를 따라 도시한 연료집합체의 상단노즐의 확대 단면도.

제3도는 제1도의 선 3-3상을 화살표 방향으로 본 연료 집합체의 최상단 격자와 연료봉의 확대 평면도.

제4도는 하부우측 코오너 기동을 수용하고 있는 제3도의 격자의 셀의 부분확대 평면도.

제5도는 제4도의 선 5-5를 따라 도시한 코오너 기동과 관련 격자셀의 부분 단면도.

제6도는 제4도의 선 6-6을 따라 도시한 것을 제외하고는 제5도와 동일한 부분 단면도.

제7도는 제1도의 선 7-7상의 화살표 방향으로 본 연료집합체의 상단노즐과 봉군판의 확대 평면도.

제7a도는 제7도의 선 7a-7a를 따라 도시한 상단노즐과 봉군판의 또다른 확대부분 단면도.

제7b도는 제7도의 선 7b-7b를 따라 도시한 상단노즐과 봉군판의 또다른 확대부분 단면도.

제8도는 제7도의 선 8-8을 따라 도시한 봉군 조립체의 단면도.

제9도는 구조관과 다수의 연료봉을 지지하는 봉군판을 가지는 또다른 봉군 조립체의 단면도.

제10도는 연료봉과 안내딩블과 코오너 기동을 생략한 형태로 제1도의 선 10-10을 따라 도시한 연료 집합체의 최하부격자의 확대부분 평면도.

제11도는 새로운 연료집합체내에 설치되어 있는 연소 연료를 가지는 봉군 조립체와, 연소 연료집합체내에 설치되어 있는 새로운 연료를 가지는 봉군 조립체를 예시하고 있는 원자로의 4분의 1부분의 개략적인 윤곽도.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

20 : 연료집합체	22 : 상단노즐
24 : 저부노즐	26 : 기둥
28 : 보울트	30 : 노심
32 : 격자	34 : 연료봉
36,38,104,106 : 봉군조립체	40,42 : 단부 플러그
44 : 채널(channel)	46,48 : 봉군판
50,52,54 : 긴봉	56,58 : 개구
60,78 : 플랜지	62 : 홈
64 : 패스너	66 : 어댑터판
68,72,98 : 구멍	70 : 측벽
74 : 가로판	76 : 판 스프링
80 : 후크(hook)	82 : 노치
84 : 스트랩(strap)	86 : 셀(cell)
88 : 스프링	90,94 : 벽
92 : 딴플(dimple)	96 : 탭(tap)
100 : 제1연료집합체	102 : 제2연료집합체

[발명의 상세한 설명]

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

전형적인 가압수형 원자로는 원자로심내에 다수의 연료집합체를 수용하고 있다.

연료집합체들은 실질적으로 그들의 연료 농축도를 제외하고는 서로가 동일하다. 원자로심을 가로지르는 방사상의 중성자속 프로파일(profile)을 평활하게 하고 연료연소를 최적화하기위하여, 노심의 주변에 가까운 구역에 위치되어 있는 집합체내에 적재된 연료가 노심의 중심에 가까운 구역에 위치되어 있는 집합체내에 적재된 연료보다 얼마간 더 농축되어 있도록 하는 구역농축 방식을 사용하는 것은 관례적으로 되어 있다. 1년과 같은 일정한 노심 사이클후, 더 높은 농축도의 노심구역 내의 연료집합체는 더 낮은 농축도의 구역으로 옮겨지는 반면에 새로운 연료집합체는 최고 농축도 구역에 추가되며 감소 또는 소손된 집합체는 최하 농축도 구역으로 부터 제거된다.

원자로내의 모든 연료집합체는 연료농축도에 있어서의 그들의 차이를 제외하고는 동일한 구조를 가지며, 각각의 연료집합체는 기본적으로 저부노즐과 상단노즐과 구조관과 다수의 제어봉 안내덤블과 연료봉과 격자들로 구성된다. 예를들면, 전형적인 연료집합체에 있어서 연료봉은 한면보다 17개의 봉 설치지점을 가지는 정방형 배열로 정렬될수 있다. 하나의 연료 집합체에 대한 총 289개의 봉 설치지점중에서 264개의 설치 지점은 연료봉을 수용한다. 또한 거기에 24개의 안내덤블과 1개의 구조관 설치지점이 추가된다.

연료집합체의 구조상의 골격은 상단 및 저부노즐과, 상단 및 저부노즐을 확고하게 중간 연결하며 상단 및 저부 노즐 사이에 수직으로 뻗어 있는 안내덤블로 구성되어 있다. 확고한 골격을 제공하는 이들 구성요소의 일부기능에 부가하여 각각의 이들 구성요소는 제2의 기능을 수행한다. 따라서, 저부노즐은 연료집합체 내부로 유동되는 원자로 냉각제를 위쪽으로 유도하며, 안내덤블은 안내덤블 내부에 제어봉을 삽입하기 위하여 연료집합체를 통과하는 채널을 제공하며, 상단노즐은 제어봉을 지지하는 스파이더 조립체를 위하여 받침대를 제공하게 된다. 또한, 상단노즐은 상단 노즐을 통하여 냉각제를 유동하도록 가능하게 하는 개구를 가지며, 상단 및 저부노즐은 동시에 연료집합체로 부터 연료봉의 상황 및 하향 탈출을 예방한다.

종래의 연료집합체에 있어서, 격자와 연료봉은 연료집합체 골격의 구조상의 부분이라기 보다는 오히려 제각기 직접 간접으로 안내덤블에 의하여 지지되어 있는 것이다. 격자는 축방향으로 일정하게 간격을 두고 있는 위치로 안내덤블에 부착되어 있으며, 연료봉은 종래 기술에서 잘 알려져 있는 바와같이 횡격자에 의하여 유기적인 배열을 이루며 축방향으로 지지되어 있다.

연료집합체의 안내덤블은 연료봉 보다 큰 직경을 가지며, 상술된 바와같이, 핵연료의 반응도를 제어하는 것으로 사용되는 것과 같은 다양한 형태의 제어봉을 수용하기에 적당한 채널을 제공한다. 하지만, 노심 위치에서 사용되는 제어봉이 없는 연료집합체의 안내덤블은, 그러한 안내덤블내부에 위치를 정하고 있는 연료봉이 연료봉의 과열을 예방하기 위하여 안내덤블을 통하여 충분한 냉각제를 유동되도록 하는 충분한 공간을 남겨두지 않기 때문에 일반적으로 연료봉을 수용하는 것으로 활용되

어질수 없게 된다.

이와같이, 종래의 연료집합체는 연료봉을 사용하지 않는 것으로 전용되는 상당한 수의 봉 설치지점(상기 예에 있어서 약 10%)을 가진다. 더우기 원자로심내의 모든 연료집합체가 제어봉을 필요로 하지 않기 때문에(전형적인 노심에서 연료집합체중의 약 2/3가 필요로 하지 않음), 사용되지 않게 되는 노심의 많은 구역내의 비연료봉 설치지점은 저 출력과, 높아진 연료 사이를 비용과, 감소된 연료 집합체 수명과, 부적당한 연료 적재 배열을 야기하게 된다. 단부 노출을 동시에 결합하고 구조적으로 완전무결한 견고한 골격을 제공하기 위하여 안내덤블에 의존하는 종래의 연료 집합체는 연료집합체가 재구성 되어져야 할때 다수의 안내덤블이 상단노즐의 제거와 재고정을 더욱 어렵게 하는 점에서 추가적인 결함을 가지게 된다.

본 발명의 주된 목적은 구조상의 완전함을 손상 시킴이 없이 상기 언급한 문제를 경감하는 반면에 연료집합체가 원자로내부에서 사용되어지는 특정 위치에 연료집합체의 연료용량을 적용시키는데 있어서 더욱더 많은 융통성을 가지는 증진된 연료 집합체 설계를 제공하는데 있다.

따라서, 본 발명은 상부단부 구조체와, 하부단부 구조체와, 상부 및 하부단부 구조체를 서로에 관하여 연결하고 상부 및 하부단부 구조체와 함께 합쳐져 구조적으로 견고한 골격을 형성하는 중간 연결장치와, 단부 구조체 사이에서 수직으로 일정한 간격을 두고있는 위치로 상기 골격상에 지지되어 있는 다수의 횡격자와, 횡격자를 통하여 연장됨에 따라 서로에 관하여 평행하게 일정한 간격을 두고 있는 관계로 지지되는 다수의 연료봉으로 구성되는 핵연료 집합체에 있어서, (a) 상기 중간 연결장치는, 상기 상부 및 하부단부 구조체에 결합되어 있는 대향 단부부분을 가지며 상기 상부 및 하부단부 구조체 사이에 뻗어있는 긴 부재로 구성되며, (b) 상기 연료봉은, 연료봉을 따라 선결된 형태로 산재되어 있는 단부 구조체 사이에 뻗어 있는 선결된 수의 세로 채널을 남겨두도록 배열되며, (c) 연료집합체는 지지부재와, 서로에 관하여 평행하게 일정한 간격을 두고 있는 관계로 뻗어있고 각개가 그 한단부에서 상기 지지부재에 결합되어 있는 다수의 긴 요소로 구성되는 봉군 조립체를 포함하며, 상기 긴요소는 상기 선결된 형태의 새로 채널에 일치하는 형태로 배열되어 각각의 세로 채널 내부에 끼워맞춤 되도록 하는 단면 크기를 가지며, 상기 지지부재는 상기 긴요소의 각개가 상기 하나의 채널내에서 상기 하부단부 구조체를 향하여 세로로 뻗어 있도록 하는 의미에서 상기 상부단부 구조체에서 봉군 조립체를 제거 가능하게 지지 하도록 상기 상부단부 구조체의 부분과 함께 협력될수 있는 것을 특징으로 하는 것이다.

만일 연료집합체가 제어봉을 사용하는 원자로심 위치에서 사용된다면, 최소한 일부, 즉 제어봉을 수용하기에 필요한 수 만큼의 봉군 조립체의 긴 요소는 제어봉 안내덤블이 된다. 다르게 말하면, 만일 연료집합체가 제어봉이 없는 원자로심 위치에서 사용되어져야 한다면, 봉군 조립체의 긴요소는 채널내에서 사용되는 연료봉이 될수 있으며 만일 그렇지 않다면 이 채널은 제어봉이 없는 빈 공간으로 남겨질수 있다.

이와같이, 본 발명을 구체화 하는 연료집합체는 완벽한 골격 구조를 이루기 위하여 제어봉 안내덤블에 의존하는 대신에 안내관으로서 제공되도록 요구되지 않는 우선적으로 중공 기둥이 바람직한 긴 부재를 사용하며, 쉽게 장치되고 제거 되도록 상부단부 구조체에서 제거 가능하게 지지되어 있고 연료집합체가 사용되어져야 하는 노심 위치에 따라 제어봉 안내덤블이나 연료봉을 포함하는 봉군 조립체를 사용한다. 이 장치는 연료 집합체가 원자로심 내부에 사용되는 특정위치에 연료 집합체의 연료 용적을 적용하는데 있어서 상당한 융통성을 허용하고 있음을 이해할수 있을 것이다. 또한, 연료 집합체의 골격 구조는 주된 구조상의 지지체가 상단 및 저부 노즐로 부터 분리될수 있는 우선적으로 네개의 코너 기둥이 바람직한 긴 부재로 제공되어 있기 때문에 쉽게 조립되고 분리될수 있는 부분으로 구성된다. 이것은 연료집합체가 너무 빠르게 폐기되지 않도록 하기 위하여 훼손된 연료봉과 격자를 교체하는 것을 가능하게 한다. 집합체의 연료가 완전히 소비되었을때, 연료집합체로 부터의 전체 분해품은 폐기연료 피트(Pit)내에 간편하게 저장할수 있다. 또한, 안내덤블이 이체는 구조상의 부재가 아니기 때문에 만일 제어봉을 안내하는 것으로 필요하지 않다면, 안내덤블들은 쉽게 제거될수 있으며, 연료봉 또는 그와같은 것으로 교체될수 있다. 그러한 교체는 연료사이클 비용을 저감시키며, 연소되는 연료집합체의 수명을 연장하고, 피이킹(Peaking)계수의 저감을 제공하는 적재형태를 최적화 하며, 분석하여 사이클 길이 지연을 조정하고, 긴 사이클 동안 가능 출력을 증가시키는 것으로 활용할수 있는 것이다. 본 발명의 양호한 실시예를 첨부도면을 참고하여 예로서 서술하면 다음과 같다.

다음 설명에 있어서, 동일 참고번호는 전체 도면을 통하여 동일 부분 또는 상응하는 부분을 표시하며, '전방', '배후', '좌측', '우측', '상향', '하향' 등과 같은 용어는 제한되어지는 용어로서 설명되어지는 것이 아니라 편의상 용어로서 사용되는 것이다.

도면, 특히 제1도를 참고하면 일반적으로 참고번호(20)으로 표시되어 있고 수직으로 단축한 형태로 예시하고 있는 연료집합체는 가압수형 원자로(PWR)에서 사용하기 위하여 설계된 것이다. 기본적으로 연료 집합체는 상단노즐(22)의 형태로 되어 있는 상부단부 구조체와, 저부노즐(24)의 형태로 되어 있는 하부단부구조체와, 상단 및 저부노즐(22, 24)사이에서 세로로 뻗어 있고 상단 및 저부노즐(22, 24)을 확고하게 상호 연결하는 관형의 기둥(26)의 형태로 되어 있는 다수의 긴 부재로 구성된다.

제2도와 제7도를 참고하면, 수에 있어서 네개가 바람직한 관형의 기둥(26)은 보울트(28)와 같은 나선패스너에 의하여 상단 및 저부노즐(22, 24)의 각각의 코너 영역에 해제 가능하게 연결되어 있는 내부 나선상부 및 하부단부 부분을 가진다. 그러한 상호 연결된 배열에 있어서, 긴 코너 기둥과 함께 상단 및 저부노즐(22, 24)은, 통합 유니트로서 연료집합체를 PWR(도시하지 않음)의 노심(30, 제16도)내부에 설치하거나 노심으로 부터 제거되도록 가능하게 하는 연료집합체(20)의 견고한 구조상의 골격을 구성한다. 다르게 말하면, 이렇게 상호 연결된 배열은, 이들 연료집합체(20)의 구조적인 구성 부분뿐만 아니라 연료집합체의 비 구조적인 구성부분을 전체적으로 보수 할수 있도록 하기 위하여 상단 및 저부노즐(22, 24)과 코너 기둥(26)을 쉽게 분리되어지도록 하는 것을 가능하게 한

다.

연료집합체(20)의 비구조적인 구성 부분은 다수의 횡격자(32)와, 다수의 연료봉(34)과 봉군 조립체(36, 제1도와 제8도 또는 38, 제9도)로 구성된다. 본 명세서에는 단지 두개의 특정 봉군 조립체가 서술되어 있지만, 또다른 봉군 조립체가 활용되어 질수 있음을 이해할수 있을 것이다. 횡격자(32)는 본 명세서에서 후술되어 있는 방식으로 상단 및 저부노즐(22, 24)사이에서 긴 코오너 기동을 따라 축방향으로 일정한 간격을 두고 있는 위치로 긴 코오너 기동(26)상에 지지되어 있다. 연료봉(34)은 서로와 코오너 기동(26)에 관하여 실질적으로 평행하게 일정한 간격을 두고 있는 관계로 격자(32)에 의하여 지지되어 있고 격자(32)를 통하여 뻗어 있다.

각각의 연료봉(34)은 핵분열성 물질(도시하지 않음)의 연료펠릿을 적재하며, 단부플러그(40, 42)에 의하여 밀폐되어 있는 그 대향 단부를 가진다. 물, 또는 붕소를 함유하는 물과 같은 액체 감속제/냉각제는 원자로심(30)이 전력생산을 위한 열을 연료집합체로 부터 추출하기 위하여 가동중에 있을 때 연료집합체(20)를 통하여 가압되어 상승되어진다.

제3도로 부터 알수 있는 바와같이, 개선된 연료집합체(20)의 연료봉(34)의 배열 범위내에 일일이 열거된 설치지점에 있어서, 다수의 연료봉 중에서 연료봉(34)의 특정 그루우프들은 상단 및 저부 노즐(22, 24)사이에서 뻗어 있는 다수의 긴 채널(44)의 경계를 한정하도록 나머지 다른 연료봉(34)보다 더 먼 거리로 서로로부터 일정한 간격(사실상 이들 각각의 그루우프내에서 중심 연료봉이 생략된 형태임)을 두고 있다. 각각의 봉군 조립체(36 또는 38)는, 연료집합체(20)의 채널(44)과 격자(32)를 통하여 삽입 가능하고 그 상부단부에서 각각의 봉군판에 결합하여 있는 특정한 형태의 긴봉(54와 50 또는 52)과, 봉군 판(46 또는 48)으로 구성된다.

특히, 각각의 긴봉(50)은 안내관 또는 안내덤블이며, 각각의 긴봉(52)의 연료봉이며, 각각의 긴봉(54)은 구조관이다. 봉군 조립체(38, 제9도)의 연료봉(52)의 각각은 치수(길이와 직경)에 있어서 격자(32)에 의하여 지지되어 있는 어떠한 연료봉(34)보다 크다. 각각의 봉군판(46, 48)은 제각기 채널(44)의 개구와 함께 정합되는 형태로 배열되어 있는 다수의 개구(56 또는 58)을 그 내부에 형성하고 있다. 각각의 봉군판(46 또는 48)내의 개구(56 또는 58)중의 중앙 개구는 봉군판에 예를들면 용접으로 속박되어 있는 구조관 상에 형성된 플랜지(60)와, 구조관(54)의 상부단부 부분을 그 내부에 배치한다. 봉군판(46)내의 나머지 개구(56)의 각각은 개구의 벽내에 형성된 환형의 홈(62)를 가지며, 홈(62)과 함께 결합 되도록 안내덤블내에 벌지(bulge)를 형성하는 것에 의하여 봉군판(46)에 확고하게 결합되어 있는 관련 안내덤블(50)의 상부단부 부분을 개구내에 삽입하고 있다. 봉(52)의 상부단부 부분이 패스너(64)에 의하여 관(48)에 속박되어 있는 봉군판(48)내의 나머지 개구(58)는 개구를 통하여 뻗어있는 특대형 연료봉(52)의 상부단부 부분을 가진다.

상술한 바와같이, 각각의 봉군 조립체(36, 38)는 연료집합체(20)내부로 삽입하기에 적당한 것이다. 특히, 상단노즐(22)은, 봉군 조립체의 봉(54와, 50 또는 52)이 봉의 하부단부에서 봉군 조립체(36)이나(38)의 봉을 제거 가능하게 지지하기에 적당하게 되어 있는 저부노즐(24)을 향하여 상단노즐(22)에서 부터 긴 채널(44)을 통하여 연장되도록 하는 의미에서 봉군 조립체(36)이나(38)의 봉군판(46 또는 48)을 제거 가능하게 지지하기에 적당하다.

봉군 조립체(36, 38)를 지지하기 위하여, 상단노즐(22)은 각각의 봉군 조립체의 긴봉의 개구와, 연료집합체내의 긴 채널(44)의 개구를 함께 정합하는 형태로 어댑터판(66)내에 형성되어 있는 다수의 구멍(68)을 가지는 하부가로 어댑터판(66)을 포함한다. 또한, 상단노즐(22)은 어댑터판의 주변에서 부터 위쪽으로 뻗어있는 직립측벽(70)을 가진다. 제1도와 제7도에 도시되어 있고 제7a도와 제7b도에서 실선으로 도시된 바와같이, 봉군조립체(36 또는 38)의 봉군판(46 또는 48)이 설치 위치에서 어댑터판(66)상에 지지되어 있을때 봉군판의 봉(54 와 50 또는 52)은 저부노즐 (24)쪽을 향하여 어댑터판(66)내의 구멍(68)과 채널(44)을 통하여 아래쪽으로 연장된다. 또한 제1도에서 알수 있는 바와 같이, 저부노즐(24)의 가로판(74)내의 구멍(72)은 각각의봉군 조립체(36 또는 38)의 봉(54와 50 또는 52)의 하부단부를 제거가능하게 수용하여 지지하기 위하여 상응하는 형태로 배열되어 있다.

상단노즐의 코오너중의 두개의 대각선상의 코오너에 인접하게 상단노즐(22)의 측벽(70)상의 내부로 향한 상부 플랜지(78)에 고정되어 있는 것은 봉군 조립체를 어댑터판(66)상의 그 설치위치내에 유지하도록 봉군조립체(36 또는 38)의 봉군판(46 또는 48)과 함께 협력하기에 적당한 한쌍의 판 스프링(76)형태로 되어 있는 래치(latch)장치이다. 예를들면, 제1도와 제7도와 제7a도에서 하나의 판 스프링(76)이 봉군판(46)의 상부 표면을 향하여 아래쪽으로 연장되어 상부 표면과 함께 맞물려 있는 그 정상 체결 위치로 도시되어 있다. 적당한 공구(도시하지 않음)을 사용함으로써, 판 스프링(76)은 스프링이 더이상 봉군판(46)의 상부 표면과 맞물려 있지 않는-이때문에, 봉군판의 대각선상의 대향 코오너 근처의 봉군판내에 형성된 밑을 도려낸노치(82)와 맞물려질수 있고 그뒤 판(46)을 제7b도에서 점선으로 표시한 바와같은 어댑터판(66)상의 그 설치 위치로 부터 이격시키는 것으로 사용되어 질수 있는 후크(80)를 가지는 적당한 공구(제7b도에서 도시함)에 의하여 봉군 조립체를 제거되어지게 할수 있는-제7a도에서 점선으로 도시된 바와 같은 비 체결 위치까지 축방향으로 편향되어 질수 있다.

제2도와 제7도로 부터 알수 있는 바와같이, 보울트(28)로 표시되어 있는 기동(26)의 상부단부는 설치될때 봉군판(46)의 주변 범위 바로 밖에서 어댑터판(66)의 코오너 영역내에 위치를 정하게 된다.

제3도에서 제6도까지를 참고하면, 모든 격자(32)를 대표하는 것으로서 도시된 격자(32)는 다수의 개방셀(86)의 경계를 정하도록 계란상자형 배열로 정렬되어 있는 다수의 삽입 스트랩(84)으로 구성되어 있다. 격자의 각각의 가장자리를 따라 17개의 셀을 가지는 것으로 예시되어 있는 실시예에 있어서 289개의 셀이 도시되어 있지만, 다른 배열 크기가 연료집합체에서 사용될수 있으므로 격자(32)의 셀(86)내의 봉(50, 52)과 기동(26)의 위치는 변화될수 있다. 셀을 통하여 뻗어 있는 연료봉(34)을 가지는 각각의 셀(86)은 셀의 한쌍의 인접벽(90)상에 제각기 범위를 정하고 있는 한쌍의 신축성 스프링(88)과, 다른 한쌍의 인접벽(94)의 각개 벽상에 제각기 경계를 정하고 있는 한쌍의 덤플(92)을 내장하고 있다. 그러나 셀을 통과 하는 긴봉(50, 52, 54)중의 하나, 또는 코오너 기동(26)중의 하

나를 가지는 셀을 그러한 스프링(88) 또는 덩플(92)을 가지지 않는다. 수에 있어서 29개인 이들 후자의 셀(86)은 연료 집합체(20)의 긴 채널(44)과 함께 일직선으로 정렬되어 있으며, 이 셀들은 연료 봉(34)보다 큰 직경을 가지는 관형의 구성 부분을 수용한다.

각각의 봉군 조립체와 관련되는 다양한 형태의 봉 즉 안내덩플(50)과 특대형 연료봉(52)과 구조관(54)들은 그것들을 지지하기 위하여 격자셀(86)내부에 어떤 다른 장치를 설치하는 것을 필요로 하지 않지만, 격자 자체는 격자를 지지하기 위하여 코너 기둥(26)에 의존하므로 어떤 다른 장치가 격자를 지지하는 기능을 수행하도록 제공되어야 한다. 제4도에서 제6도까지에 도시된 바와같이, 각각의 코너 기둥(26)은, 기둥(26)을 수용하고 있는 각각의 셀(86)의 벽(90, 94)내의 구멍(98), 또는 벽상의 덩플(92, 제4도) 배후에 있는 개구 형태로 되어 있는 상보성 연동 장치와 일직선으로 정렬하여 맞물려 질수 있도록 정렬되어 있고 기둥으로 부터 방사상 외부쪽으로 돌출되어 있는 네쌍의 탭(96)형태로 되어 있는 연동장치를 가진다.

코너 기둥(26)상에 격자를 설치하기 위하여, 먼저 기둥은 격자가 기둥위로 활주하여 그 필요 위치까지 기둥을 따라 이동될때 기둥이 어떠한 구조체와도 충돌되지 않게되고 기둥의 탭(96)이 제4도에서 점선으로 도시된 바와같이 셀(86)의 코너와 함께 일렬정렬되는 위치까지 기둥의 세로축에 관하여 회전되어진다. 그뒤, 덩플(92)과 구멍(98)이 기둥(26)상의 탭(96)과 함께 공통 평면내에 있도록 격자(32)가 위치선정될때, 기둥은 기둥의 초기 위치로 부터 45°로 회전되며, 이 때문에 제4도에서 실선으로 도시되어 있고 제5도와 제6도에 도시된 바와같이 기둥의 탭(96)의 제각기 덩플(92)배후의 개구와 격자벽의 구멍(98)에 맞물려지며, 이에 따라 격자(32)는 그 적당한 위치로 유지 되어진다.

이상에서 서술한 바와같이, 연료집합체는, 상단노즐(22)의 어댑터판(66)상에 있는 봉군조립체(36 또는 38)의 해제 가능한 지지 형태와, 기둥(26)이 격자(32)를 제거 가능하게 지지하는 형식과, 상단 및 저부노즐(22, 24)에 대한 코너 기둥(26)의 상부 및 하부단부의 해제 가능한 고정 형태 때문에 보수나 어떤 다른 목적을 위하여 쉽게 분리되어질수 있음을 명백하게 이해할수 있을 것이다.

#### [연료봉 군의상호 교환]

상술된 바와같이, 본 발명을 구체화 하는 연료 집합체는 다른 형태의 연료 집합체내에서 다른 형태의 봉군 조립체의 사용을 용이하게 한다. 예시된 실시예에 있어서, 두개의 다른 형태의 봉군 조립체, 즉 원자로심내에 있을때 안내덩플내에 수용되는 제어봉이 있는 곳에 위치될수 있는 연료 집합체에서 사용하기에 적당하며 제어봉 안내덩플(50)을 포함하는 봉군 조립체(36, 제8도)와, 원자로심내에 있을때 연료 집합체내에 있는 채널(44)과 같은 채널이 연료봉(52)을 수용하기 위해 활용될수 있도록 남아 있는 제어봉이 없는곳에 위치를 정할수 있는 연료집합체에서 사용하기에 적당하며 특대형 연료봉(52)을 포함하고 있는 봉군 조립체(38, 제9도)를 도시하고 있다.

조립체(38)와 같은 봉군 조립체는 연료봉을 수용하기 위하여 비어 있는 채널(44)이 있는 곳에 연료봉을 추가 하는데 활용되어질수 있을 뿐만 아니라, 그것들은 제11도에서 도시된 바와같이, 하나의 봉군조립체(38)내의 연료의 농축도가 또다른 조립체내의 연료의 농축도와 다르게 되어지게 할수 있는 것이다. 이와같이, 각개가 새로운 연료를 적재하는 제1도의 연료봉(34)와 같은 보통의 연료봉의 배열을 내장하는 다수의 제1연료 집합체(100)가 제11도에 도시되어 있다. 또한 각개가 연소 연료를 가지는 보통의 연료봉의 배열을 내장하는 다수의 제2연료집합체(102)가 제11도에서 도시되어 있다. 각각의 연료집합체(100, 102)를 본 명세서에서 상술된 바와같은 본 발명에 일치하는 구조를 가지는 것으로 가정하면, 연료집합체의 상단 노즐로 부터 쉽게 제거할수 있는 조립체(38)와 같은 연료봉 군 조립체의 사용은 원자로심(30)의 연료 교체시 봉군 조립체의 교체를 더욱 용이하게 할수 있을 것이다. 그러므로, 연소 연료를 적재하는 봉군 조립체(104)는 마찬가지로 연소 연료를 적재하는 연료 집합체(102)로 부터 새로운 연료를 가지는 연료집합체(100)로 재 위치선정될수 있다. 이와 유사하게, 새로운 연료를 가지는 봉군 조립체(106)는 연소연료를 적재하는 연료집합체(102)내부에 장치될수 있다.

따라서, 본 명세서에 서술되어 있는 장치는 단지 새로운 연료봉이나 연소 연료봉을 내장하는 연료집합체를 원자로심 내부로 적재하는 종래 방식 대신에 연소 연료 집합체내에 새로운 연료를 가지는 봉군 조립체를 사용하며 새로운 연료 집합체내에 연소된 연료를 가지는 봉군 조립체를 사용하는 새로운 연료 적재 방식을 수행 할수 있게 된다. 증가된 생산력은 저 연료사이클 비용과, 긴 연료집합체의 수명과, 긴 사이클 동안 증가되는 가능출력의 관점에서 보아 새로운 연료적재 방식으로 부터 기인되는 것이다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

상부단부 구조체와, 하부단부 구조체와, 상부 및 하부단부 구조체를 서로에 관하여 연결하고 상부 및 하부단부 구조체와 합쳐져 구조적으로 견고한 골격을 형성하는 중간 연결장치와, 단부 구조체 사이에서 수직으로 일정한 간격을 두는 위치로 상기 골격상에 지지되어 있는 다수의 횡격자와, 횡격자를 통하여 연장됨에 따라 서로에 관하여 평행하게 일정한 간격을 두고 있는 관계로 지지되는 다수의 연료봉으로 구성되는 핵연료 집합체에 있어서, (a) 상기 중간 연결장치는, 상기 상부 및 하부단부 구조체에 결합되어 있는 대향단부 부분을 가지며 상기 상부 및 하부 단부구조체(22, 24)사이에서 뻗어 있는 긴 부재(26)로 구성되며, (b) 상기 연료봉(34)은, 연료봉을 따라 선결된 형태로 산재되어 있고 단부 구조체 사이에 뻗어있는 선결된 수의 세로채널(44)을 남겨두도록 배열되며, (c)연료집합체는 지지부재(46 ; 48)와 서로에 관하여 평행하게 일정한 간격을 두고있는 관계로 뻗어있고 각개가 그 한단부에서 상기 지지부재에 결합되어 있는 다수의 긴요소(50, 54 ; 52, 54)로 구성되는 봉군조립체(36 ; 38)를 포함하며, 상기 긴 요소는 상기 선결된 형태의 세로채널에 일치하는 형태로 배열되어 각각의 세로채널(44)내부에 끼워맞춤되도록 하는 단면크기를 가지며, 상기 지지부재(46 ; 48)는 상기 긴 요소의 각개가 상기 하나의 채널(44)내에서 상기 하부단부 구조체(24)를 향하여 세로로 뻗어 있도록 하는 의미에서 상기 상부단부 구조체에서 봉군 조립체(36 ; 38)를 제거 가능하게 지지하도록

상기 상부단부 구조체(22)의 부분(66)과 함께 협력될 수 있는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능연료 집합체.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 연료집합체는 원자로심내의 제어봉 설치지점에서 사용되며, 상기 긴 요소의 최소한 일부는 제어봉 안내 덩불(50)로 구성되는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능연료 집합체.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 연료집합체는 원자로심내의 제어봉이 없는 설치지점에서 사용되며, 상기 긴 요소의 최소한 일부는 연료봉(52)으로 구성되는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 연료봉(52)의 최소한 일부는 연료 핵연료를 적재하고 있는것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 5

제3항에 있어서, 상기 연료봉(52)의 최소한 일부는 새로운 핵연료를 적재하고 있는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 6

제3항, 또는 제4항, 또는 제5항에 있어서, 연료봉(52)으로 구성되는 각각의 상기 긴 요소는 치수에 있어서 상기 횡격자(32)에 의하여 지지되어 있는 어떠한 연료봉(34)보다도 더 큰것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 긴 요소는 구조관(54)을 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 상부단부 구조체(22)는 상부단부 구조체상의 제위치에 봉군 조립체를 해제 가능하게 유지하도록 봉군 조립체(36, 38)의 상기 지지부재(46, 48)와 함께 협력할 수 있는 래치장치(76)를 포함하며, 상기 래치장치는 봉군조립체를 제거하기 위하여 봉군 조립체를 해제하도록 편향되어질 수 있는 것인것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 래치장치(76)는, 먼저 봉군조립체(36 : 38)의 지지부재(46 : 48)에 의하여 탄성적으로 떨어져 직선 운동되고 그 다음 봉군 조립체가 상부단부 구조체상의 제 위치에 고정되었을 때 봉군 조립체와 함께 래치 맞물림으로 닫히도록 상부단부 구조체상에 설치되어 있는 최소한 하나의 판 스프링으로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 봉군조립체(36 ; 38)의 상기 지지부재(46 ; 48)는 연료집합체로부터 봉군조립체를 이격시키기 위하여 공구와 함께 맞물릴수 있는 장치(82)를 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 상부단부 구조체(22)의 상기 부분(66)은 각개가 상기 세로채널(44)의 하나와 함께 축방향으로 일직선 정렬하여 배치된 다수의 개구(68)를 그 내부에 형성하고 있는 판이며, 봉군조립체(36 ; 38)의 상기 지지부재(46 ; 48)는 제각기 하나의 상기 개구(68)를 통하여 뻗어있는 상기 긴 요소(50, 54 ; 52, 54)와 함께 상부단부 구조체의 상기판(66)상에 착석되어 있는 판으로 구성되는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 12

제11항에 있어서, 상기 하부단부 구조체(24)는 상기 봉군조립체(36 ; 38)의 긴요소(50, 54 ; 52 ; 54)를 긴 요소의 하부단부에서 제거가능하게 지지하고 있는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료 집합체.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 격자(32)는 제1연동장치(92, 98)를 포함하고 있으며, 상기 중간 연결장치로 구성되는 긴부재(26)는 각각의 격자(32)를 상기 긴부재(26)에 이탈 가능하게 고정하기 위하여 상기 제1연동장치와 함께 협력될 수 있는 제2연동장치(96)을 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 각각의 상기 격자(32)는 각각의 연료봉(34)과 긴부재(26)과 긴요소(50, 54 ; 52, 54)가 셀을 통하여 연장되도록 하기 위하여 실질적으로 장방형 및 단부 개방형태를 가지는 다수의 셀(86)의 경계를 한정하는 계란포장 상자형 구조물이며, 상기 제1연동장치(92, 98)는 셀을 통하여

뿔어있는 하나의 긴부재(26)를 가지는 각각의 셀(86)의 벽부분내에 형성된 개구로 구성되어 있고, 상기 제2연동장치(96)는, 긴 부재의 세로축에 관한 긴 부재의 부분적인 회전을 통하여 관련된 연동 개구와 함께 체결 맞물림으로 변위되거나 체결 맞물림으로부터 이격될 수 있도록 배열되어 있고 각각의 긴 부재(26)상에 설치되어 있는 방사상의 돌출부(96)으로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 각각의 상기 긴부재(26)는 각각의 단부 구조체(22, 24)에 이탈 가능하게 결합되어 있는 긴 부재의 상기 대향단부 부분을 가지며, 각각의 긴 부재(26)는, 긴 부재를 상기 단부구조체로부터 해제시키고 관련된 제1연동장치(92, 98)로부터 제2연동장치(96)가 이탈되도록 회전하게 될때 상기 골격으로부터 제거 될 수 있는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 16

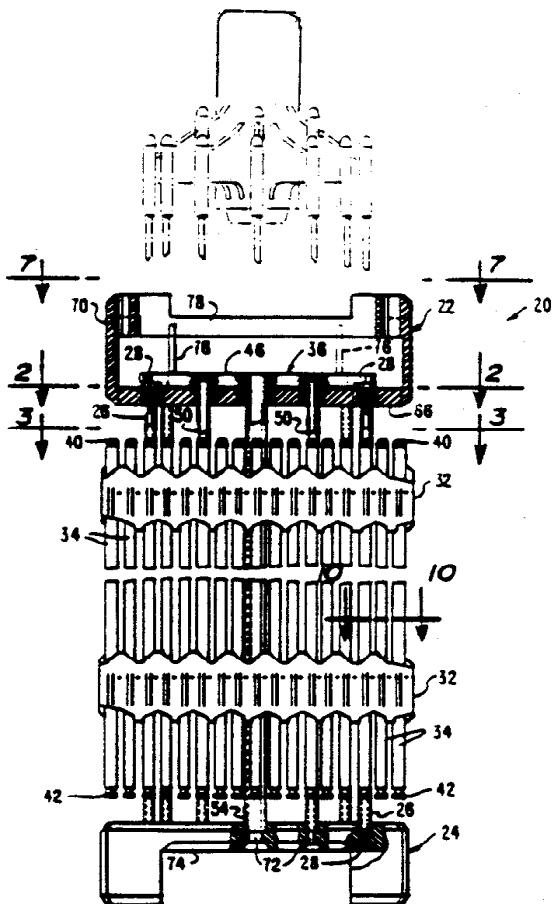
제15항에 있어서, 상기 긴부재(26)는 상기 골격의 각각의 코너에 인접하게 배치되어 있는 코너기둥인 것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료집합체.

#### 청구항 17

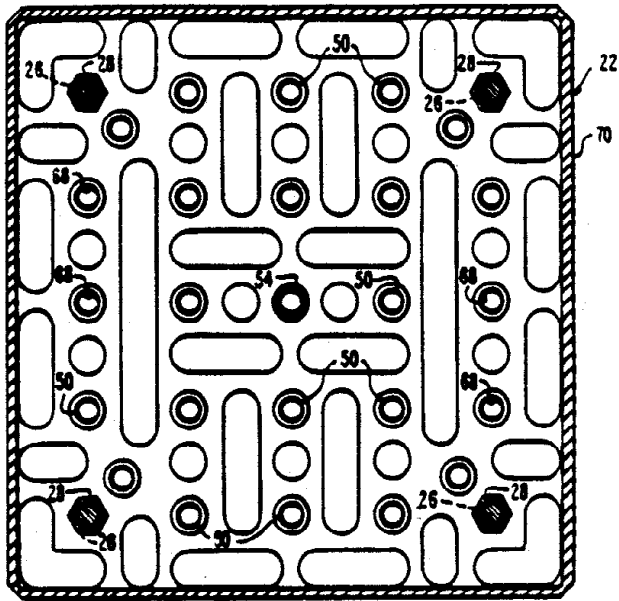
제16항에 있어서, 상기 긴부재(26)는 관 형태로 되어 있는 것을 특징으로 하는 원자로용 만능 연료 집합체.

### 도면

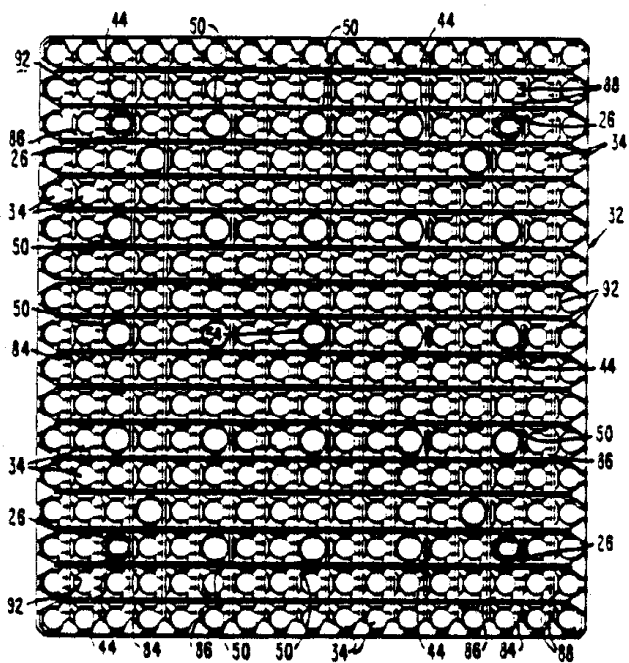
도면1



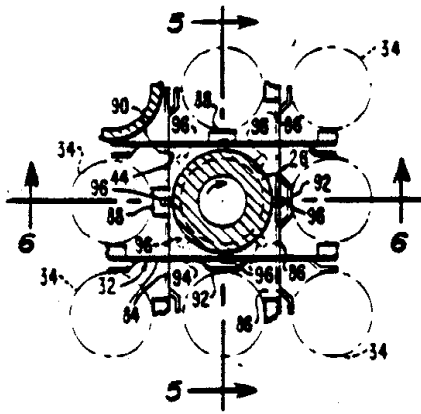
도면2



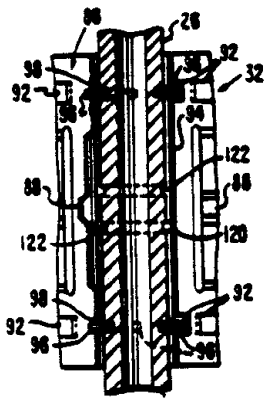
도면3



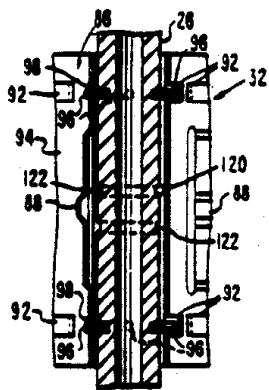
도면4



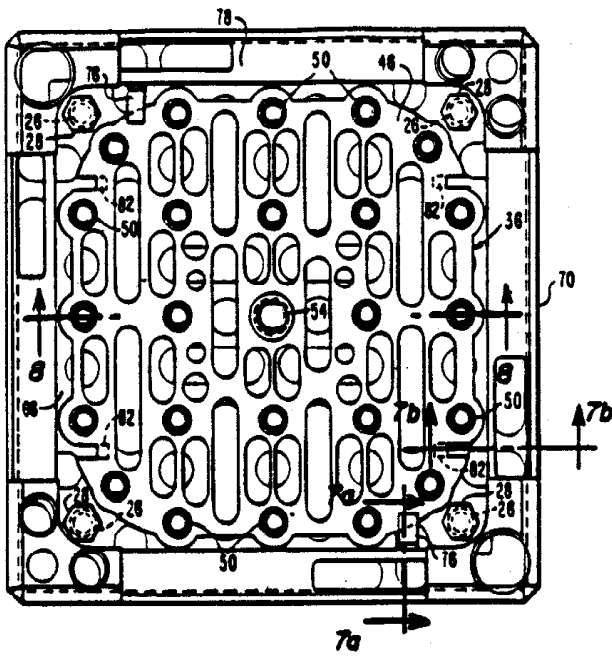
도면5



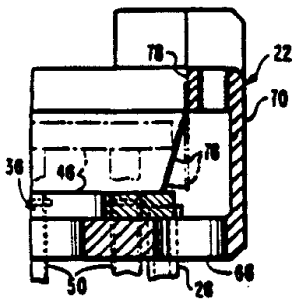
도면6



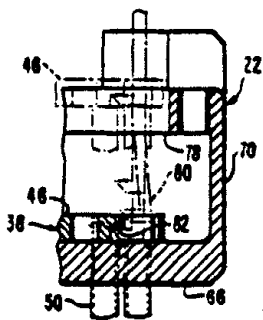
도면7



도면7a



도면7b





도면 11

