

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
G21C 9/00

(45) 공고일자 1994년05월28일  
(11) 공고번호 특1994-0004770

(21) 출원번호	특1986-0006522	(65) 공개번호	특1987-0002599
(22) 출원일자	1986년08월07일	(43) 공개일자	1987년03월31일
(30) 우선권 주장	763,737 1985년08월08일 미국(US)		
(71) 출원인	웨스팅하우스 일렉트릭 코오폰레이션 에이 · 더블류 · 프리쉬 미합중국 펜실베이니아주 15222, 피츠버어그시, 게이트웨이센타, 웨스팅 하우스빌딩		
(72) 발명자	해리 맥스 페라리 미합중국 펜실베이니아주 15218, 피츠버어그시 웨스트 스위스베일 예비 뉴 144 존 프란시스 월슨 미합중국 펜실베이니아주 15668, 미리스빌, 매도우게이트 드라이브 3560 손은진		
(74) 대리인	손은진		

심사관 : 김창달 (책자공보 제3641호)

(54) 데브리 트랩을 갖는 핵 연료 집합체

요약

내용없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

데브리 트랩을 갖는 핵 연료 집합체

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명을 구체화 하는 핵연료 집합체의 부분 단면도.

제2도는 제1도에 도시된 핵연료 집합체의 핵연료봉의 하나를 확대하여 도시하는 부분 단면도.

제3도는 제1도의 선 3-3을 따라 도시한 본 발명의 데브리 트랩의 확대 평 단면도.

제4도는 제3도에 도시된 트랩의 하부 우측 코오너 부분의 확대 부분 평면도.

제5도는 제4도의 선 5-5를 따라 도시한 확대 단면도.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 연료집합체	12 : 저부노즐
14 : 안내딩블	16, 16, A : 격자
18 : 연료봉	20 : 계기관
22 : 상단노즐	26 : 펠릿
28, 30 : 단부 플러그	32 : 플러넘 스프링
34 : 제어봉	36 : 봉 클러스터 제어기구
42 : 데브리 트랩	44 : 격자 구조체
46, 48 : 스트랩	54, 54A, 54B : 셀
56, 58 : 벽	60 : 덤플

## [발명의 상세한 설명]

본 발명은 일반적으로 원자로에 관한 것으로, 특히 데브리 트랩을 포함하는 핵연료집합체에 관한 것이다.

원자로의 냉각재 순환 시스템의 구성요소의 제작 및 이에따른 설치와 보수시, 예를들면 증기 발생기 보수, 또는 교체로 부터 야기되는 부정형 금속조각 및 칩과 같은 데브리를 확실하게 제거하기 위해서는 상당한 주위가 요구된다. 통상적으로 예를 들면 미합중국 특허 제 4, 096, 032호에 서술된 것과 같은 데브리 제거 작업은 원자로 1차 냉각재 시스템의 기능상 유동 시험시 수행되며, 이러한 작업은 데브리를 모으기 위하여 시험시 사용되고 실제로 시험완료후 시스템이 운전되기전에 제거되는 필터와 같은 것을 사용한다.

하지만, 경험적인 결과는 데브리를 제거하는데 따르는 정교한 조치에도 불구하고, 종종 데브리의 일부가 시스템내에 잔류되어 실제로 시스템의 운전시 순환원자로 냉각재에 동반될 수 있음을 보여주고 있다.

냉각재 유동과 함께 운반되는 이러한 데브리는 연료봉 사이의 유동 통로를 막히게 할 수 있으며, 만일 연료봉 지지격자내에 걸리게 된다면, 연료봉 피복에 대하여 진동하게 될 것이며, 기계적 마모를 야기하여 최종적으로 피복 천공을 야기할 것이다.

지금까지는 이러한 문제를 경감시키기 위하여 연료봉의 상류에서 연료집합체내에 설치되는 데브리 트랩을 갖는 연료 집합체를 활용하였다. 이와 같은 데브리 트랩은 전체 원자로 연료사이클을 통하여 제 위치에 유지되며, 연료교체와 동시에 제거되어 교체된다.

본 발명의 주된 목적은 연료봉 피복의 기계적 마모 문제를 극복할 수 있는 반면에 제작 및 사용하기에 경제적인 데브리 트랩을 갖는 핵연료 집합체를 제공하는데 있다.

따라서, 본 발명은 제작기 하부단부 플러그를 갖는 피복관을 가지는 다수의 연료봉과, 연료봉의 하부단부 플러그 위쪽에 배치되어 조직적인 배열의 연료봉을 지지하는 최소한 하나의 저부격자와, 상기 하부단부 플러그 아래로 일정한 간격을 둔 관계로 배치되고 상기 저부격자를 향하여 위쪽으로 냉각재를 유도하기 위한 장치를 포함하는 하부단부 구조체와, 하부단부 구조체를 통하여 저부 격자쪽으로 유동하는 냉각제내에 동반되는 데브리를 포획하기 위한 데브리 트랩으로 구성되는 핵연료집합체에 있어서, 데브리 트랩은, 실질적으로 비 지지격자 구조체-(a)완전히 하부단부 구조체와 저부격자 사이의 냉각재 유동 통로를 가로질러 뻗어있고, (b)실질적으로 상기 하부단부 플러그와 함께 일직선 정렬하여 상기 저부격자에 지지되어 있으며, (c)상기 냉각재의 통과를 허용하는 반면에 냉각제내에 동반된 데브리의 통과를 예방하는 데브리 포획구조체를 그 내부에 배치하고 냉각재 유동방향으로 개방되는 셀의 경계를 정하는-로 구성되며 각각의 연료봉의 하부단부 플러그는 상기 하나의 셀 내부로 연장되어 셀 내에서 상기 데브리 포획 구조체를 형성하는 것을 특징으로 한다.

데브리 트랩을 형성하는 격자 구조체는 상기 셀의 경계를 정하도록 십자꼴 형태로 상호 연결 및 엮여 끼워 넣어진 스트랩으로 구성되는 연료봉 지지격자와 설계상 유사한 것이 바람직하며, 각각의 셀은 각각의 셀벽을 형성하는 스트랩 부분에 대한 경계를 정하고 있다.

데브리 트랩의 셀이, 격자를 통하여 연장되는 각각의 연료봉을 갖는 지지격자의 셀과 같은 유사 주변 크기와 형태를 취하면, 각각의 데브리 트랩셀을 셀 내부에 수용되는 연료봉 단부 플러그 보다 더 큰 크기의 직경을 가지게 되며, 이 때문에 셀내의 데브리 포획 구조체는 각각의 셀 벽에서 부터 셀내에 배치된 단부 플러그 쪽으로 돌출하는 돌출부를 포함할 수 있게 된다.

돌출부는 각각의 셀벽을 형성하는 스트랩 부분에서 부터 절개되어 있는 덩플로 구성되며, 절개된 덩플은 상기 셀 벽 에서부터 실질적으로 셀을 통과하는 냉각재 유동방향에 수직 평면의 각각이 셀 내부에 아아치 모양을 이루고 있다. 다르게 말하면, 절개도니 덩플의 배향은 덩플이 일반적인 냉각재 유동 방향으로 개방되도록 정위된다. 데브리 트랩 격자 구조체의 각각의 셀내의 돌출부는 셀내에 수용된 단부 플러그에 관하여 실질적으로 비 지지관계로 뻗어 있는 것이 바람직하다. 격자 구조체는 행거 스트랩의 대향단부에서 데브리 트랩의 격자 구조체의 외부, 또는 주변 스트랩과 상기 저부격자에 연결된 행거 스트랩에 의하여 저부격자에 관하여 일정한 간격을 두고 있는 관계로 연료 집합체의 저부격자에 지지된다.

본 발명을 구체화하는 연료집합체에서는 데브리가 연료봉의 피복에 도달하기에 앞서서, 즉 데브리를 포획하기 위하여 연료봉의 하부단부 플러그와 함께 포획하기 위하여 연료봉의 하부단부 플러그와 함께 협력되는 데브리 트랩의 격자 구조체에서 트랩 되므로 연료봉 피복의 기계적 마모를 발생하지 않는다는 것을 상술된 것으로부터 이해할 수 있을 것이다.

이와 같은 관계에 있어서, 단부 플러그에 대한 데브리의 마손 부식은 얇은 벽으로된 연료봉 피복에 상반하는 단부플러그가 실질적으로 견고한 고형체이기 때문에 아무런 문제도 야기하지 않음을 알수 있다. 또한, 본 발명은 연료봉 내의 연료 펄릿 더미의 단축을 필요로 함이 없이 피복 마모와 피복 천공의 문제를 극복할 수 있음을 보여준다.

더욱이, 각각의 격자셀에서 연료봉의 하부단부 플러그를 데브리 포획 구조체의 부분으로 활용하는 것을 다음과 같은 두가지 장점을 제공한다.

첫째로, 그것은 데브리 트랩을 위하여 필요한 스트랩 재료의 양을 감소 시킨다.

둘째로, 그것은 연료봉의 하부단부 플러그가 데브리 트랩의 셀로 부터 철수될 때나, 연료집합체의 재구성시, 데브리 트랩내에 포획된 데브리가 데브리 트랩으로부터 쉽게 제거될 수 있기 때문에 데브

리 트랩을 연료집합체만큼 많은 연료 사이클에서 재사용될 수 있도록 한다. 데브리 트랩으로 부터 포획된 데브리를 제거한후, 데브리 트랩을 재구성되는 연료집합체의 부분으로서 재사용하기 위하여 준비된다.

위와같은 본 발명은 양호한 실시예를 상세히 설명하기 위하여 첨부 도면에 관하여 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 제한 용어로서 설명되는 것이 아니라 편의상 사용되는 것이다.

도면, 특히 제1도를 참조하면, 일반적으로 참고번호(10)으로 표시되어 수직으로 단축한 형태로 도시된 연료집합체는 원자로의 노심영역(도시하지 않음)내의 하부노심판(도시한지 않음)에 연료집합체를 지지하기 위한 하부단부 구조체 또는 저부노즐(12)과, 저부노즐(12)에서 부터 위쪽으로 뻗어있는 다수의 제어봉 안내관 또는 안내덤블(14)과, 안내덤블(14)을 따라 축방향으로 일정한 간격을 두고 있는 횡격자(16)와, 격자(16)에 의하여 간격을 두고 있는 횡격자(16)와, 격자(16)에 의하여 지지되고 가로로 일정한 간격을 두고 있는 조직적인 배열의 긴 연료봉(18)과, 계기관(20), 안내덤블(14)의 상부단부에 부착된 상부단부 구조체 또는 상단노즐(22) 등을 포함하고 있다. 연료집합체(10)는 집합체의 부분을 훼손함이 없이 관례적으로 취급될 수 있는 단일 구조체를 형성한다.

각각의 연료봉(18)은 핵분열성 물질로 구성된 핵 연료펠릿(26)의 더미를 적재하는 간 피복관을 포함하며, 단부 플러그(28, 30)에 의하여 밀봉적으로 밀폐된 대향단부를 갖는다.

상부단부 플러그(28)와 펠릿(26)의 더미 사이에 배치된 폴리넴 스프링(32)은 확고하게 겹쳐 쌓여 있는 펠릿을 관(24)내부에 유지한다. 원자로 운전시, 물 또는 붕소를 함유하는 물과 같은 감속재/냉각재는 전력을 생산하기 위한 열을 연료집합체로부터 추출하기 위하여 안내덤블(14)을 통하여 연료집합체(10)의 연료봉(18)을 따라 위쪽으로 상승된다.

핵 분열과정은 연료집합체(10)내의 선결위치에 위치를 정하는 안내덤블(14)내에서 왕복 변위될 수 있는 제어봉(34)에 의하여 제어된다. 이 때문에, 상단노즐(22)은 제어봉(34)에 연결된 방사상으로 뻗어 있는 다수의 플루크(fluke) 또는 아암(40)을 갖는 내부 나선 원통형 부재(38)를 가지는 붕 클러스터 제어기구(36)를 작동적으로 조합하고 있다. 여기서 제어기구(36)는 제어봉(34)을 안내덤블(14)내에서 변위 되도록 작동할 수 있는 것이다.

상기 언급한 바와같이, 연료 집합체 훼손을 저부격자 또는 최하부격자(16)의 하나에 트랩된 데브리에 의하여 야기될지도 모른다.

제1도로 부터 알 수 있는 바와같이, 저부격자(16A)는 연료봉의 하부단부플러그 (30)위쪽으로 일정한 간격을 두고 배치되며, 저부노즐(12)은 연료봉의 하부단부 플러그(30)아래쪽으로 일정한 간격을 두고 배치된다.

종래 기술에 있어서, 냉각재에 동반된 데브리는 냉각재와 함께 저부노즐(12)을 통과하여 데브리가 격자의 계란상자형 구조의 셀내에 트랩되는 저부격자(16A)내부로 유입되었으며, 거기에서 셀을 통하여 뻗어있는 연료관의 관 천공과 기계적 마모를 야기하곤 하였다. 이러한 붕 훼손을 예방하기 위해서는 냉각재에 동반된 데브리가 저부격자(16A)에 도달하기전에 데브리를 포획하는 것이 바람직하다.

본 발명의 기초가 되는 기본 개념은 데브리가 격자형 확장부와 연료봉(18)의 하부단부 플러그(30)사이에서 트랩되도록 하기 위하여 독립단격자형 확장부를 제공하는 것에 의하여 사실상 저부격자(16A)를 확장하는 것이다.

특히, 본 발명은 제1도에 예시된 바와같이 저부격자(16A)에서 부터 지지되고 연료봉(18)의 하부단부 플러그(30)의 레벨에서 저부노즐(12)과 저부격자 사이에 위치되는 일반적으로(42)로 표시된 데브리 트랩을 제공한다. 트랩(42)은 유동 냉각재에 의하여 동반되는 데브리가 연료집합체(10)의 저부 격자(16A)에 도달하기 전에 데브리를 트랩하기 위하여 저부노즐(12)에서부터 연료봉(18)쪽으로 향하는 냉각재 유동 통로를 가로질러 위치선정된다.

제1도와, 제3도에서 제5도까지의 도시된 바와같이, 데브리 트랩(42)은, 서로 십자꼴 상호 체결 형태로 짜 맞춰져 있는 다수의 내부 스트랩(46)과, 내부 스트랩(46)의 단부(52)이 결합됨과 동시에 서로 그 대향단부(50)에서 상호 연결되어 격자 구조체(44)의 주변부의 경계를 정하는 외부 스트랩(48)으로 구성되고 일반적으로 연료봉(18)의 하부단부 플러그(30)와 함께 축방향으로 일직선 정렬된 연료봉 비 지지격자 구조체(44)이다. 내부 및 외부 스트랩(46, 48)은 각개가 연료집합체의 세로방향, 즉, 냉각재 유동 방향으로 개방되어 있는 다수의 셀(54)의 경계를 정한다. 각각의 셀(54)의 대부분은 연료봉 하부단부 플러그의 하나를 셀과 함께 비 지지되는 관계로 수용하고 있으며, 각각의 셀(54)의 일부는 안내덤블(14)의 하나를 수용하고 있다.

특히, 내부 스트랩(46)의 대향하게 배치된 부분의 쌍들은 셀(54)중의 각각의 내부셀(54A)의 내부벽(56)의 경계를 이루며, 외부 스트랩(48)과 일부 내부 스트랩(46)의 대향하게 배치된 부분의 쌍들은 트랩(42)의 외부 주변부를 따라 셀(54B)의 내부벽(56)과 외부벽(58)의 경계를 이룬다.

데브리 트랩(42)은 연료봉의 하부단부 플러그(30)를 지나 셀을 통과하는 냉각재 유동에 의하여 셀 내부로 운반되는 데브리를 포획하기 위하여 각각의 셀(54)내에 경계를 정하고 있는 장치를 포함한다. 포획장치는, 각각의 셀(54A,54B)내에 수용된 하부 연료봉 단부 플러그(30)와, 셀벽에서 부터 셀내에 배치된 단부 플러그(30)쪽으로 돌출되는, 다이핀칭과 같은 적당한 방법으로 각각의 셀(54A,54B)의 벽(56, 58)상에 형성된 덤플(60)의 형태가 바람직한 돌출부로 구성된다. 셀을 통하여 연장되는 안내덤블(14)을 갖는 셀벽과 구별되는 셀(54)의 벽(56)을 형성하는 각각의 내부 스트랩 부분은(제4도)스트랩 부분에서 부터 대향방향, 즉 벽(56)과 같은 특정 스트랩 부분을 공유하는 서로 인접하는 각각의 셀(54)내부로 돌출하는 두개의 덤플(60)을 스트랩 부분상에 형성하고 있다. 외부벽

(58)을 형성하는 각각의 외부 스트랩 부분은 각각의 주변셀(54B)내부로 뻗어있는 하나의 덤플(60)을 갖고 있다. 각각의 덤플(60)은 아아치 모양을 이루며 관련셀(54)을 통과하는 냉각재 유동 방향으로 개방되어 있다. 제3도에서 제5도까지 명백히 알수 있는 바와같이 대향하게 배치된 벽(56, 58)의 각각의 쌍에서부터 각각의 셀(54)내부로 뻗어 있는 덤플(60)사이의 거리는 덤플이 단부 플러그에 관하여 비 지지관계로 배치되도록 하기 위하여 셀(54)내에 배치된 연료봉 하부단부 플러그(30)의 직경보다 미소하게 더 크다.

데브리 트랩(412)은, 그 하부단부(64)에서 트립구조체의 코오너(66)에 인접한 트랩 구조체(44)에 부착되고 그 상부단부(68)에서 저부격자(16A)에 연결되어 행거스트랩(62, 제1도)에 의하여 저부격자(16A)에서부터 지지된다.

본 명세서에 서술된 장치를 사용함에 따라, 원자로 냉각재 내에 동반된 데브리는 데브리는 격자 구조체(44)에서 트랩될 것이다. 이점에서, 데브리는 연료봉(18)의 하부단부 플러그(30)와 함께 접촉하게 되지만 얇은 벽으로된 연료봉의 자르칼로 이 피복관에 상반하는 연료봉의 단부 플러그가 고정체이기 때문에 단부 플러그(30)상에서 데브리로부터 야기되는 어떤 기계적 마모라도 무해하게 되며, 연료봉 파손을 야기하는 경우는 없을 것이다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

제각기 하부단부 플러그를 갖는 피복관을 가지는 다수의 연료봉과, 연료봉의 하부단부 플러그 위쪽에 배치되어 조직적인 배열의 연료봉을 지지하는 최소한 하나의 저부 격자와, 상기 하부단부 플러그 아래로 일정한 간격을 둔 관계로 배치되고 상기 저부격자를 향하여 위쪽으로 냉각재를 유도하기 위한 장치를 포함하는 하부단부 구조체와, 하부단부 구조체를 통하여 저부격자 쪽으로 유동하는 냉각재 내에 동반되는 데브리를 포획하기 위한 데브리 트랩으로 구성되는 핵연료 집합체에 있어서, 상기 데브리 트랩(42)은 실질적으로 비 지지격자 구조체(44)-(a) 완전히 하부단부 구조체(12)와 저부격자(16A)사이의 냉각재 유동통로를 가로질러 뻗어있고, (b)실질적으로 상기 하부단부 플러그(30)와 함께 일직선 정렬하여 상기 저부격자(16A)에 지지되어 있으며, (c)상기 냉각재의 통과를 허용하는 반면에 냉각재내에 동반된 데브리의 통과를 예방하는 데브리 포획 구조체를 그 내부에 배치하고 냉각재 유동 방향으로 개방되는 셀(54)의 경계를 정하는 -로 구성되며, 각각의 연료봉(18)의 하부단부 플러그(30)는 상기 하나의 셀(54) 내부로 연장되어 셀내에서 상기 데브리 포획 구조체를 형성하는 것을 특징으로 하는 데브리 트랩을 갖는 핵연료 집합체.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 격자 구조체(44)는 상기 셀(54)의 경계를 이루도록 십자꼴 형태로 상호 연결되어 짜맞춰진 스트랩(46, 48)으로 구성되며, 각각의 셀은 셀의 벽을 형성하는 스트랩 부분에 의하여 경계를 짓고 있는 것을 특징으로 하는 데브리 트랩을 갖는 핵연료 집합체.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 각각의 연료봉의 하부단부 플러그(30)는 플러그를 적재하는 셀(54)보다 더 작은 크기의 직경을 가지며, 상기 데브리 포획 구조체는 각각의 단부플러그 수용셀(54)의 벽에서부터 셀내부에 배치된 단부 플러그(30)쪽으로 돌출하는 돌출부(60)를 포함하는 것을 특징으로 하는 데브리 트랩을 갖는 핵연료 집합체.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 돌출부(60)는, 각각의 셀벽(56, 58)을 형성하는 스트랩 부분에서부터 절개되어 있고 스트랩 부분에서부터 실질적으로 셀(54)을 통과하는 냉각재 유동 방향에 수직인 평면의 각각의 셀 내부로 아아치형 모양을 이루는 덤플로 구성되는 것을 특징으로 하는 데브리 트랩을 갖는 핵연료 집합체.

### 청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서, 두개의 인접한 단부 플러그 수용셀(54)사이에서 벽(56)을 형성하는 각각의 스트랩 부분은 두개의 상기 돌출부(60)를 갖고 있으며, 상기 두개의 돌출부는 상기 스트랩 부분에서부터 대향방향, 즉 각개가 상기 스트랩 부분에서부터 두개의 인접셀의 특정 셀로 돌출되는 것을 특징으로 하는 데브리 트랩을 갖는 핵연료 집합체.

### 청구항 6

제5항에 있어서, 각각의 단부 플러그 수용셀(54)의 돌출부(60)는 셀내에 수용된 단부 플러그(30)에 관하여 실질적으로 비 지지관계로 있는 것을 특징으로 하는 데브리 트랩을 갖는 핵연료 집합체.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 격자 구조체(44)는 격자에 관하여 일정한 간격을 두고 있는 관계로 상기 저부격자(16A)에서부터 지지되어 있는 것을 특징으로 하는 데브리 트랩을 갖는 핵연료 집합체.

### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 스트랩(46, 48)은 상기 십자꼴 형태로 짜 맞춰진 내부 스트랩(46)과, 상기 격자 구조체(44)의 주변부의 경계를 정하는 외부 스트랩(48)으로 구성되며, 상기 외부 스트랩은 외부 스트랩의 대향단부(50)에서 서로 상호 연결되고 내부 스트랩의 대향단부에서 내부스트랩과 상호 연결되며, 상기 격자 구조체(44)는, 상기 격자 구조체(44)의 상기외부 스트랩(48)과 저부격자 사이에

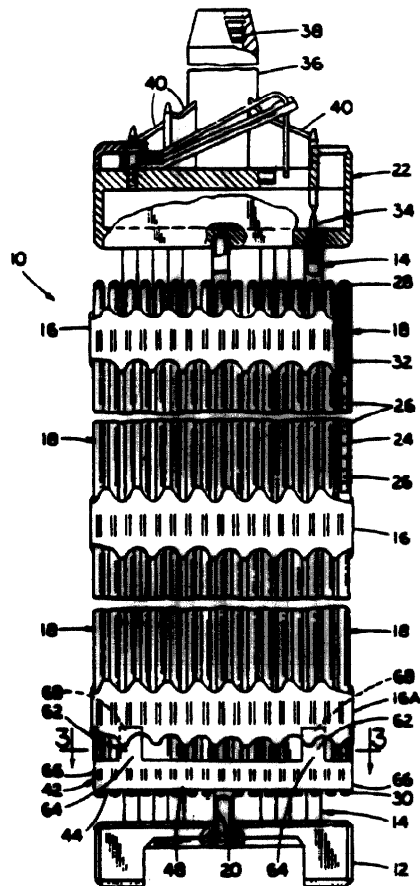
뺏어있고 외부 스트랩(48)과 저부격자를 연결하는 행거 스트랩(62)에 의하여 상기 저부격자(16A)에서 부터 지지되는 것을 특징으로 하는 데브리 트랩을 갖는 핵연료 집합체.

#### 청구항 9

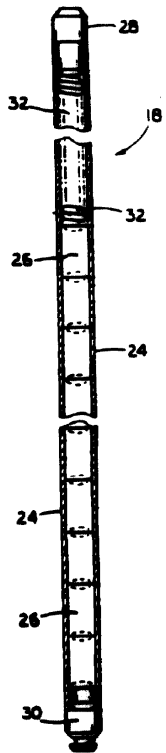
제8항에 있어서, 상기 외부 스트랩(48)의 상호 연결된 단부는 상기 격자 구조체(44)의 코오너(66)의 경계를 이루며, 상기 행거 스트랩(62)은 격자 구조체의 각각의 코오너(66)에서 격자 구조체에 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 데브리 트랩을 갖는 핵연료 집합체.

도면

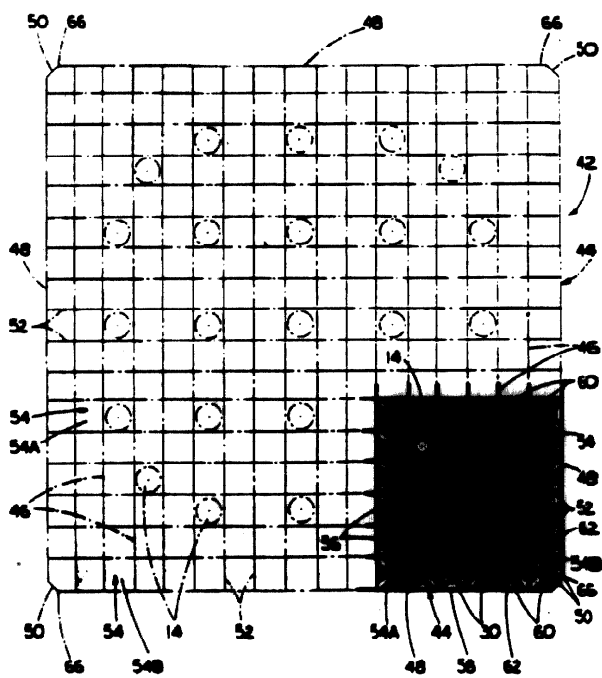
도면1



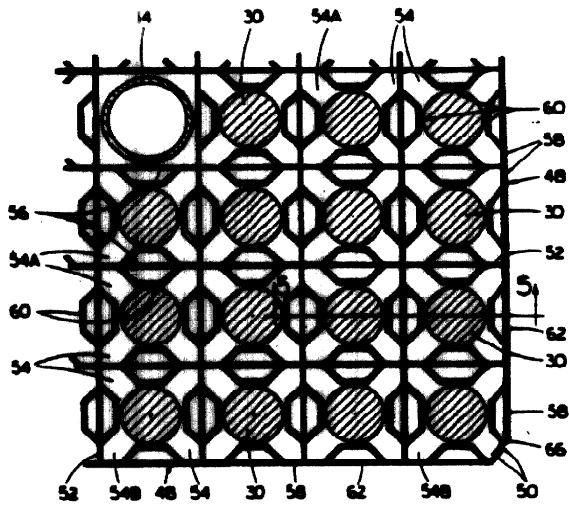
도면2



도면3



도면4



도면5

