



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G21K 3/00 (2006.01) G21C 3/00 (2006.01)		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년06월04일 10-0724318 2007년05월28일
(21) 출원번호	10-2005-0061535(분할)	(65) 공개번호	10-2005-0080454
(22) 출원일자	2005년07월08일	(43) 공개일자	2005년08월12일
심사청구일자	2005년07월08일		
(62) 원출원	특허10-2002-0047736 원출원일자 : 2002년08월13일	심사청구일자	2002년08월13일
(30) 우선권주장	JP-P-2001-00246364	2001년08월15일	일본(JP)
(73) 특허권자	미즈비시 주고교 가부시킴가이샤 일본 도쿄도 미나토구 고난 2쵸메 16방 5고 미즈비시 겐시넨료 가부시킴가이샤 일본 이바라키현 나카군 도카이무라 오오아자 후나이시카와 622반쵸 1		
(72) 발명자	모리 마사지 일본 효고현 고베시 효고구 와다사끼쵸 1쵸메 1방 1고 미즈비시주고교 가부시킴가이샤 고베조센쵸 나이 시미즈 준파로 일본 효고현 고베시 효고구 와다사끼쵸 1쵸메 1방 1고 미즈비시주고교 가부시킴가이샤 고베조센쵸 나이 모나카 가즈끼 일본 효고현 고베시 효고구 와다사끼쵸 1쵸메 1방 1고 미즈비시주고교 가부시킴가이샤 고베조센쵸 나이 시모무라 다카시 일본 효고현 고베시 효고구 와다사끼쵸 1쵸메 1방 1고 미즈비시주고교 가부시킴가이샤 고베조센쵸 나이 나카야마 기미오 일본 이바라키현 나카군 도카이무라 오오아자 후나이시카와 622반쵸 1 미즈비시 겐시넨료 가부시킴가이샤 나이 나이토 도시후미 일본 효고현 고베시 효고구 와다사끼쵸 1쵸메 1방 1고 미즈비시주고교 가부시킴가이샤 고베조센쵸 나이		
(74) 대리인	특허법인코리아나		
(56) 선행기술조사문헌	US05867551 JP09068585		

심사관 : 이용호

전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 이물질 필터

(57) 요약

DFBN과 하부 그리드 사이에 제공된 이물질 필터는, 격자로 조립된 2개의 인접한 얇은 스트랩을 갖는다. 스트랩에 축방향으로 연속적인 돌출부는 정면 및 후면에 설치되어 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

하부 노즐의 유동 구멍을 통과하는 이물질 과편의 크기를 축소시키기 위해, 하부 노즐의 상부 표면에 유동 구멍의 중심 근처를 통과하는 라인을 따라 홈을 형성하고, 이 홈에 얇은 시트를 고정하기 위해 삽입한 이물질 필터.

청구항 2.

원자로속의 여러개의 셀을 스프링 형태 돌출부가 축방향으로 제공된 스트랩으로 형성하고, 상기 축방향 스프링 형태 돌출부가 결합하는 고정용 홈을 연료봉 하부 단부탭에 형성한 이물질 필터.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 가압수형 원자로의 연료 집합체에 관한 것이고, 더 자세히는, 냉각재속의 연료 유효부에 이물질이 유입되는 것을 방지하기 위해, 이물질에 대한 보호 수단으로서 작용하는 이물질 필터에 관한 것이다.

도 25는, 일반적으로 가압수형 원자로에 사용되고 있는 연료 집합체의 사시도이다. 도 26은 대표적인 원자로의 단면도이다.

연료 집합체는, 서로 분리되어 있는 상부 노즐(1)과 하부 노즐(2), 상부 노즐과 하부 노즐 사이에서 예정된 간격으로 이격되고, 스트랩에 의해 형성된 격자 공간을 구비하는 다수의 그리드(3), 예정된 간격으로 격자 공간속으로 삽입되고, 그리드(3)의 고정 부분에 의해 고정되고, 상부 노즐(1)과 하부 노즐(2)에 각각 연결된 상부 단부와 하부 단부를 구비하는 제어봉 안내관(4)(안내 심블), 및 그리드(3)의 지지부에 의해 탄성적으로 지지된 다수의 연료봉(5)으로 구성되어 있다. 연료봉(5)에서, 연료 펠릿(pellet)과 스프링은 피복관 및 상하부 단부탭(end tap)에 의해 밀봉된다. 단부탭을 갖는 관형 삽입물(10)은 최하부 그리드에 결합되어 있고, 안내 심블(4)은 삽입물속에 삽입되어, 안내 심블(4)과 하부 노즐(2)이 서로 결합되어 있다. 안내 심블 위치의 격자 공간의 부분을 심블 셀로 하고, 연료봉 위치의 격자 공간의 부분을 연료봉 셀로 한다.

하부 노즐(2)은 원자로의 하부 부분의 개구부 위에 직접 배치되고, 여기에서부터 냉각재는 원자로 코어 위의 원자로 부분으로 흐른다. 이를 위해, 하부 노즐(2)은, 도 27a 및 도 27b에 도시한 바와 같이, 냉각재를 통과시키기 위한 다수의 유동 통로 구멍(6)을 구비한다.

배관 및 냉각 설비의 생산, 설치, 및 수리중에, 금속 입자, 칩(chip), 절삭편(shavings)과 같은 세편 및 파편을 포함하는 다양한 종류의 이물질이 냉각재속에 혼입될 수 있고, 이들 이물질 파편은 연료 집합체의 내부로 유입된 후에 그리드(3)의 셀 속의 벽과 연료봉(5) 사이에 보유된다는 것이 추측된다. 냉각재 유동에 의해 발생하는 보유된 이물질의 이동 및 진동으로 인해, 연료봉(5)의 마모 및 피복관의 제거(피복관의 관통)가 발생한다. 이에 따라, 연료봉(5)의 부식 및 방사성 핵분열 기체 생성물을 연료봉(5) 내부에 보유하지 못하는 현상(연료 누출) 등의 유해한 결과가 나타난다.

이러한 문제를 해결하기 위해, 이물질에 대항하는 제 1 방지 수단으로서, 냉각재속에 혼입된 이물질 파편이 연료 집합체속으로 유입되는 것을 최소화하기 위해, 항-이물질 하부 노즐(이후로 DFBN으로 함)이 채용되어, 냉각재가 통과하는 유동 통로 구멍의 직경이 감소되고, 추가적으로, 제 2 방지 수단으로서, 연장된 고체 하부 단부탭은, 최하부 그리드와 연장된 연료봉 하부 단부탭 부분 사이의 간극을 이용하여 최하부 그리드에 배치된다. 즉, 제 2 방지 수단을 구성하는 최하부 그리드를 통과하는 이물질은, 하류부에 위치한 그리드를 또한 통과하고, 연료 누출이 발생하지 않는다는 것이 추측된다.

그러나, 지금부터 연료 집합체는 더 높은 연료 소비도를 향해 개량될 것이고, 또한, 이와 함께 연료봉의 내부 압력이 더 커져서, 내부 압력을 억제하기 위해 연료봉 하부 단부탭이 짧아지고, 이에 따라 플리넘 체적(plenum volume)을 증가시키는 것이 바람직하다.

연료봉의 조사 성장의 결과로서, 연료봉이 아래쪽으로 이동되어서, 피복관은 최하부 그리드로부터 이동된다; 따라서, 연료봉 하부 단부탭을 축소시킴으로써, 제 2 항-이물질 수단인 최하부 그리드와 연료봉 하부 단부탭 부분(중실 부분) 사이의 간극에 의한 이물질 파편의 트랩(trapping)이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 지속될 수 없다는 문제가 발생한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은, 연료봉 하부 단부탭이 축소되는 경우라도, 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 이물질 트랩 효과가 기대될 수 있는 이물질 필터를 제공하는 것이다.

상술한 목적을 달성하기 위해, 원자로의 DFBN과 하부 그리드 사이에 제공된 이물질 필터에 있어서, 2개의 인접한 얇은 스트랩(strap)이 격자형으로 조립되는 것을 특징으로 한다.

발명의 구성

실시형태 1

도 1 및 도 10은 실시형태 1에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀을 도시한다; 이러한 다수의 셀로 구성된 이물질 필터를 DFBN과 하부 그리드 사이에 제공함으로써, 이물질 파편이 연료 유효부(피복관 부분)속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지할 수 있다.

DFBN(2)와 하부 그리드(3) 사이에는, 스트랩에 의해 형성된 격자 공간을 구비하는 본 발명에 따른 이물질 필터(7)가 제공된다. 도 1 및 도 10은 실시형태 1에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀의 확대도이다. 도 1의 돌출부(9)는 둥근 형상이고, 반면에 도 10의 돌출부(9)는 가공성을 고려해서 평면 형상이다. 돌출부의 형상은 이들 도면에 도시한 형상에 제한되지 않는다.

스트랩에 의해 형성된 이물질 필터(7)는, 정면 및 후면에는 축방향으로 연속적인 돌출부(9)가 제공되고, 하류측의 그리드 부분에 의해 트랩된 이물질보다 작은 이물질(약 1/2)이 포획될 수 있고, 이에 의해, 피복관 부분에 위치한 그리드 하부 단부에 의해 이물질이 트랩되기 전에, 이 이물질 필터 부분에서 이물질을 포획하는 것이 가능하다. 이물질 필터(7)의 외부 크기는 DFBN(2) 및 하부 그리드(3)의 크기보다 다소 작다. 이하에서 설명하는 바와 같이, 이러한 구조에서, 이물질 필터의 외부 스트랩은 제작하기 쉽도록 평면 형상으로서 단순한 형상일 수 있다. 추가적으로, 이물질 필터(7)의 외부 크기를 축소시킴으로써, 연료 집합체를 취급하는 경우, 인접 연료 집합체와의 간섭으로 인해 이물질 필터에 끼치는 잠재적인 손상 요인이 제거될 수 있다.

필터의 구조에 있어서, 격자형으로서 형성된 스트랩의 교차부 부근의 내부 스트랩(8)에는, 축방향으로 연속적인 돌출부(9)가 제공되어 있다(각각의 스트랩 교차부에서, 2개의 스트랩에 의해 정면 및 후면에 돌출부가 제공되어 있다). 돌출부(9)의 축방향 길이는 연료봉(5)의 조사 성장(하부 방향으로의 신장)을 고려해서 결정된다. 즉, 연료봉 하부 단부탭(하부 단부 위치) 및 이물질 필터에 의해 한정된 이물질 트랩 치수가 일정하도록, 연속 돌출부(9)는 광범위한 내부 스트랩(8)의 높이범위내에서 존재한다.

본 발명에 있어서, 얇은 내부 스트랩(8) 2개가 서로 포개질 수 있고, 스트랩 교차부 부근의 정면 및 후면에는 축방향으로 연속적이고 넓은 범위의 돌출부(9)가 제공된다. 스트랩 교차부 부근의 정면 및 후면에 축방향으로 연속적이고 넓은 범위의 돌출부(9)를 제공할 목적으로, 스트랩(8) 2개가 서로 포개진다. 이와는 별도로, 압력 손실 증가의 억제 및 심블의 수치적인 제약(삽입물(10)과의 수치적인 접촉)도 고려되고 있다. 돌출부의 형상은, 스트랩의 성형성과 냉각수의 규칙적인 유동을 고려하여 결정된다. 스트랩 교차부 부근(서로 직교하는 스트랩을 조합하기 위한 슬릿(23)의 부근)에서 높이(축) 방향으로 슬롯을 제공하지 않고 돌출부가 형성되는 경우에, 잔여 뒤틀림은 크고, 스트랩 성형성은 악화된다. 그래서, 도 6a 내지 도 6e에 도시한 바와 같이, 스트랩 교차부측의 높이 방향으로 돌출부를 형성하기 위한 슬롯(11)이 제공되는 (외팔보형) 형상을 채용하였다. 또한, 도 7a 내지 도 7c에 도시한 바와 같이, 절곡(切曲)(lancing)(26)을 수행하는 것이 가능하다. 추가로, 축방향 슬롯 뿐만 아니라 제거된 횡방향 슬롯에도 절곡을 수행하는 것이 또한 가능하다. 돌출부는 각각의 격자(셀)에 의해 규칙적인 형상으로 형성된다.

상술한 바와 같이, 이물질 트랩 성능을 향상시키기 위해, 축방향으로 연속적인 돌출부를 구비한 스트랩에 의해 형성된 본 발명의 이물질 필터는, 연료봉 하부 단부탭이 짧아지는 경우라도, 이물질 필터 스트랩과 하부 단부탭 사이의 최대 간극을 그리드 부분보다 작게(약 1/2로)할 수 있고, 이에 따라, 연료 누출을 일으키는 이물질 파편이 연료 유효부속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 최소화될 수 있다.

본 발명의 이물질 필터의 구조에 있어서, 연료봉 하부 단부탭이 짧아지는 경우라도, 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 이물질 트랩 효과가 기대될 수 있다.

실시형태 2

도 2는 실시형태 2에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀을 도시한다. 실시형태 1에서와 같이, 이러한 다수의 셀로 구성된 이물질 필터를 DFBN과 하부 그리드 사이에 제공함으로써, 이물질 파편이 연료 유효부속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지된다.

상술한 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따르면, 연료 누출을 일으키는 냉각재속의 이물질 파편이 DFBN의 유동 통로 구멍을 통과해서 연료 유효부속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지할 목적으로 이하의 수단이 채용된다.

DFBN(2)과 하부 그리드(3) 사이에는, 스트랩에 의해 형성된 격자 공간을 구비하는 본 발명의 이물질 필터(12)가 제공된다. 실시형태 2의 이물질 필터(12)의 기본 구조는 실시형태 1에서의 이물질 필터(7)의 기본 구조와 유사하다.(도 2는 실시형태 2에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀의 확대도이다. 돌출부의 형상은 도시한 형상에 제한되지 않는다.) 실시형태 1에서는, 이물질 필터의 돌출부가 삽입물로부터 이격되어 있는 반면에, 실시예 2에서는, 돌출부(13)가 삽입물(10)의 외부 표면(둘레)을 따라 제공되어 있는 것을 특징으로 한다. 이러한 구조에 의해, 이물질 필터 부분속의 냉각재의 습윤 주변 면적이 감소한다. 추가로, 압력 손실 증가의 억제가 기대된다. 또한 이러한 이물질 필터가 제공되는 경우, 실시형태 1에서와 동일한 항-이물질 효과(이물질 트랩 특성)가 기대된다.

실시형태 3

도 3a 내지 도 3c는 실시형태 3에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀을 도시한다; 이러한 다수의 셀로 구성된 이물질 필터를 DFBN과 하부 그리드 사이에 제공함으로써, 이물질 파편이 연료 유효 부속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지된다.

상술한 목적을 달성하기 위해, 연료 누출을 일으키는 냉각재속의 이물질 파편이 DFBN의 유동 통로 구멍을 통과해서 연료 유효부속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지하기 위해, 본 발명은 이하의 수단을 채용한다.

DFBN(2)과 하부 그리드(3) 사이에는, 스트랩에 의해 형성된 격자 공간을 구비하는 본 발명에 따른 이물질 필터(14)가 제공된다. 실시형태 3의 이물질 필터(14)는, 돌출부(15)의 형상이 실시형태 1 및 실시형태 2의 돌출부와 상이한 것을 제외하고는, 실시형태 1 및 실시형태 2의 이물질 필터와 기본적으로 동일하다(도 3a 내지 도 3c는 실시형태 3에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀의 확대도이다. 돌출부의 형상은 도시한 형상에 제한되지 않는다.). 실시형태 3의 이물질 필터(14)는, 실시형태 1 및 실시형태 2의 이물질 필터에 의해 포획되는 이물질 파편보다 더 작은 이물질 파편을 포획할 수 있고, 실시형태 1 및 실시형태 2의 이물질 방지 효과보다 더 우수한 이물질 방지 효과(이물질 트랩 효과)가 기대되는 것을 특징으로 한다.

실시형태 4

도 4a 내지 도 4c는 실시형태 4에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀을 도시한다; 이러한 다수의 셀로 구성된 이물질 필터를 DFBN과 하부 그리드 사이에 제공함으로써, 이물질 파편이 연료 유효부속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지된다.

상술한 목적을 달성하기 위해, 연료 누출을 일으키는 냉각재속의 이물질 파편이 DFBN의 유동 통로 구멍을 통과해서 연료 유효부속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지하기 위해, 본 발명은 이하의 수단을 채용한다.

DFBN(2)과 하부 그리드(3) 사이에는, 스트랩에 의해 형성된 격자 공간을 구비하는 본 발명에 따른 이물질 필터(16)가 제공된다. 실시형태 4의 이물질 필터(16)의 기본 구조는, 실시형태 3에서의 이물질 필터의 기본 구조와 유사하다.(도 4a 내지 도 4c는 실시형태 4에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀의 확대도이다. 돌출부의 형상은 도시한 형상에 제한되지 않는다.) 실시형태 3에서는, 이물질 필터 돌출부의 둘레 및 연료봉 또는 삽입물의 둘레가 동심원인 반면에(돌출부 둘레의 중심은 연료봉 또는 삽입물의 중심과 동일하다), 실시형태 4에서는 이러한 동심원 형상이 채용되지 않는다; 심블 셀 위치에서, 돌출부(17)의 선단부(forward end)는 삽입물(18)과 간섭(오버랩)된다. 실시형태 4의 이물질 필터(16)는, 실시형태 3의 이물질 필터와 동등하거나 또는 더 높은 이물질 유입 방지 효과(이물질 트랩 특성)를 제공한다. 이물질 필터의 축방향 위치결정은, 그리드 부분의 경우에 점용접에 의해 이물질 필터의 내부 스트랩과 삽입물을 결합시킴으로써, 일반적으로 유효하다는 것이 고려된다; 본 발명의 실시형태 4의 이물질 필터(16)가 채용되는 경우, 삽입물(18)의 외부 표면에 절단부(cutout) 등을 제공함으로써, 이물질 필터(16)의 돌출부(17)의 선단부 부분을 기계적으로 결합시키는 것이 가능하다. 추가로, 돌출부는 외팔보 형상이기 때문에, 돌출부는 삽입물속에 절단부를 제공하지 않고 삽입물의 외부 표면(둘레)을 따라 신장할 수 있다.(이물질 필터 스트랩과 삽입물의 결합은 점용접에 의해 이루어질 수도 있다.)

실시형태 5

도 5a, 5b, 11a 및 11b는 실시형태 5에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀을 도시한다; 이러한 다수의 셀로 구성된 이물질 필터를 DFBN과 하부 그리드 사이에 제공함으로써, 이물질 파편이 연료 유효부속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지된다.

상술한 목적을 달성하기 위해, 연료 누출을 일으키는 냉각재속의 이물질 파편이 DFBN의 유동 통로 구멍을 통과해서 연료 유효부속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지하기 위해, 본 발명은 이하의 수단을 채용한다.

DFBN(2)과 하부 그리드(3) 사이에는, 스트랩에 의해 형성된 격자 공간을 구비하는 본 발명에 따른 이물질 필터(19)가 제공된다. 실시형태 5의 이물질 필터의 기본 구조는, 실시형태 1에서의 이물질 필터의 기본 구조와 유사하다.(도 5a 및 도 5b는 실시형태 5에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀의 확대도이다. 돌출부의 형상은 도시한 형상에 제한되지 않는다.) 셀의 모서리 부분에서 45°의 경계면이 존재하는 경우, 실시형태 1에서는, 이물질 필터의 돌출부의 형상이 45°경계면에 대해 대칭인 반면에(동심원이고 동일한 곡면 형상), 실시형태 5에서는, 왼쪽 및 오른쪽 돌출부(20)가 비대칭이다. 실시형태 1에서와 같이, 도 5a에서는, 이물질 필터 돌출부의 둘레 및 연료봉(5) 또는 삽입물(10)의 둘레가 동심원인 반면에(돌출부의 둥근 부분의 크기는 상이하지만, 둥근 부분의 중심은 연료봉 또는 삽입물의 중심과 동일하다), 도 5b에서는, 실시형태 4에서와 같이 동심원 형상이 채용되지 않고, 심블 셀 위치에서, 돌출부(20)의 선단부는 삽입물(18)과 간섭(오버랩)된다. 도 11a 및 도 11b는, 외팔보형 돌출부(20)의 진동이 사용 조건(유동)에 따른 문제일 때, 진동을 억제하기 위해 용접(27)에 의해 돌출부(20)의 선단부가 결합되는 이물질 필터 구조를 도시한다. 도 11a 및 도 11b의 구조의 차이점은, 돌출부(20)의 선단부에 발생하는 오버랩 양(28)이다; 도 11b에서 오버랩 양(28)은 증가되어 있다. 오버랩 양(28)을 증가시키기 위해, 도 7c에 도시한 바와 같은 측면 구조가 돌출부(20)에 첨가된다.(특정한 형상이 제한되지 않는다.) 도 11a 및 도 11b에 대해서, 일시적인 결합 특성을 고려하면(일시적인 결합 특성을 개선하기 위해), 내부면에 위치된 외팔보형 돌출부(20)

는 이들 돌출부가 셀(연료봉) 중심쪽으로 미리 당겨지는 상태에서 성형되는 것이 가능하고, 돌출부의 선단부를 점용접하는 때에 핀 등이 셀에 끼워지고, 내부 돌출부가 외부 돌출부와 접촉하도록 용접이 수행된다. 실시형태 5의 이물질 필터는, 실시형태 1의 이물질 방지 효과와 동일한 이물질 방지 효과(이물질 트랩 특성)를 제공하는 것이 기대된다.

실시형태 6

도 6a 내지 6e 및 7a 내지 7c는 실시형태 6에 따른 이물질 필터의 내부 스트랩 측면 형상(대표적인 셀의 확대도)을 도시한다; 이들 측면 형상과 실시형태 1 내지 5의 단면 형상(평면도)을 적절히 조합함으로써, 연료 누출을 발생시키는 이물질과 편이 연료 유효부속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지되는 이물질 필터 형상 및 조합 패턴이 얻어진다. 도 8 내지 도 11b는, 내부 스트랩(예를 들어, 실시형태 1 및 실시형태 5의 조합)과 연결된 이물질 필터의 외부 스트랩 구조(대표적인 셀의 확대도)를 도시한다.

연료 누출을 일으키는 냉각재속의 이물질 파편이 DFBN의 유동 통로 구멍을 통과해서 연료 유효부속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지하기 위해, 이물질 필터(21)에는 축방향으로 연속적인 돌출부(24)가 제공되어 있다.

도 6a 내지 6e 및 7a 내지 7c는 이물질 필터(21)의 내부 스트랩 측면 형상을 도시한다.(돌출부, 슬롯 등의 특정한 형상은 도시한 형상에 제한되지 않는다.) 이물질 필터의 외부 크기는 DFBN(2)과 하부 그리드(3)의 외부 크기보다 다소 작다. 이들 내부 스트랩 측면 형상이 실시형태 1 내지 5의 단면 형상(평면도)과 조합하는 패턴을 이하에서 설명한다.

표

		내부 스트랩 측면 형상					
		도 6a 도 7a, 도 7b	도 6b	도 6c	도 6d	도 6e	도 7c
단면 구조 (평면 도)	도 1, 도 10	0	0	0	.	0	-
	도 2	0	0	0	.	0	-
	도 3a	0	0	0	.	0	-
	도 3b	-	-	-	-	0	-
	도 3c	.	.	.	0	.	-
	도 4a	0	0	0	.	0	-
	도 4b	-	-	-	-	0	-
	도 4c	.	.	.	0	.	-
	도 5a	0	0	0	.	0	-
	도 5b	.	.	.	0	.	-
	도 11a	0	0	0	0	0	-
	도 11b	-	-	-	-	-	0

기호 0은 추천된 조합 패턴을 나타냄.

기호 .은 추천되지 않는 경우에 채용될 수 있는 패턴을 나타냄.

이물질 필터의 외부 크기를 작게함으로써, 외부 스트랩 형상(22)이 실시형태 1 내지 5의 내부 스트랩 단면 형상(평면도)과 조합되는 동안, 평면이고 단순한 외부 스트랩 형상(22)을 얻을 수 있다.

추가적으로, 최외부 둘레의 셀의 내부에서, 외부 스트랩(22)과 연료봉(5) 사이의 간극보다 더 작은 이물질 파편을 포획하기 위해, 도 9a 내지 도 11b에 도시한 바와 같이, 도 8에 도시한 내부 스트랩(8)의 양 단부에 단독으로 위치된 돌출부(25)의 길이 및 형상을 변화시킬 수 있다.(돌출부의 특정한 형상은 도시한 형상에 제한되지 않는다.) 도 8 내지 도 11b는, 내부 스트랩(예를 들어, 실시형태 1과 실시형태 5의 조합)과 연결된 이물질 필터의 외부 스트랩 구조(대표적인 셀의 확대도)를 도시한다. 상기 조합을 통해 구성된 본 발명의 이물질 필터에 있어서, 연료봉 하부 단부탭이 짧아지는 경우라도, 이물질 필터의 외부 스트랩과 하부 단부탭 사이의 최대 간극을 하부 그리드 부분보다 더 작게 형성하는 것이 가능하고, 이에 따라, 연료 누출을 일으키는 이물질 파편이 연료 유효부속으로 유입되는 것을 최소화할 수 있다.

이러한 이물질 필터를 설치함으로써, 향상된 이물질 방지 효과(연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 트랩되는 이물질의 내구성 및 더 작은 이물질 파편에 대한 트랩 특성)가 기대된다.

실시형태 7

도 12a 및 12b는 실시형태 7에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀을 도시한다; 이러한 다수의 셀로 구성된 이물질 필터를 DFBN과 하부 그리드 사이에 제공함으로써, 이물질 파편이 연료 유효부속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지된다.

상술한 목적을 달성하기 위해, 연료 누출을 일으키는 냉각재속의 이물질 파편이 DFBN의 유동 통로 구멍을 통과해서 연료 유효부속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지하기 위해, 본 발명은 이하의 수단을 채용한다.

DFBN(2)과 하부 그리드(3) 사이에는, 스트랩에 의해 형성된 격자 공간을 구비하는 본 발명에 따른 이물질 필터(29)가 제공된다.(도 12a 및 도 12b는 실시형태 7에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀의 확대도이다. 돌출부의 특정한 형상은 도시한 형상에 제한되지 않는다.) 채용된 구조는, 격자형으로 형성된 스트랩의 교차부의 각각의 내부 스트랩(8)에, 축방향으로 연속적인 돌출부(30)가 제공되는 구조이다(돌출부는 각 스트랩 교차부의 2개의 스트랩에 의해 정면 및 후면에 제공된다). 돌출부(30)의 축방향 길이는 연료봉(5)의 조사 성장(하부 방향 신장)을 고려하여 결정된다. 즉, 연료봉 하부 단부 탭(하부 단부 위치) 및 이물질 필터에 의해 한정된 이물질 트랩 치수가 일정하도록, 연속적인 돌출부(30)는 내부 스트랩(8)의 넓은 높이 범위에 제공된다. 본 발명에 있어서, 얇은 내부 스트랩(8)은 서로 이격되어 평행하게 배치되고, 스트랩 교차부의 정면 및 후면에는 축방향으로 넓은 범위의 연속적인 돌출부(30)가 제공된다. 축방향으로 넓은 범위의 연속적인 돌출부(30)를 스트랩 교차부의 인접하는 정면 및 후면에 제공하기 위해, 2개의 얇은 내부 스트랩(8)이 서로 이격되어 배치된다. 추가적으로, 연료봉(5) 주위 이외의 위치에서 이물질이 트랩되는 경우도 또한 고려해야 한다. 추가적으로, 도 12a 및 도 12b에 도시한 바와 같이, 스트랩 교차 영역에 돌출부(30)가 없는 경우에, 스트랩 하부 표면에 절단부(31)를 제공하는 것이 가능하고, 이에 따라 이물질이 교차 영역으로 더 쉽게 들어갈 수 있다. 이물질이 스트랩 교차 영역으로 들어가는 것에 관해서, 작은 이물질이라도 트랩될 수 있도록 베인형(vane) 돌출부(32)가 또한 제공된다(도 12a). 연료봉 주위 이외의 영역으로 이물질이 쉽게 들어갈 수 있도록 스트랩 교차부의 공간 영역이 크게 설정되는 이물질 필터에 있어서, 도 12a에 도시한 바와 같은 베인형 돌출부(32)를 제공하지 않고 하부 그리드 바로 밑에 이러한 이물질 필터(29)를 배치하는 것이 가능해서, 아주 작은 이물질이라도 트랩될 수 있도록 하부 그리드의 2개의 스트랩(33)에 의해 큰 공간 영역이 2개로 분할된다(도 12b).

돌출부의 형상은 스트랩의 성형성 및 냉각수의 규칙적인 유동을 고려하여 결정된다. 즉, 돌출부(30)의 형상은 2개의 셀을 통해 연장하는 넓은 형상이다. 추가적으로, 돌출부는 각 격자(셀)에서 규칙적인 형상을 채용한다. 상술한 바와 같이, 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 이물질 트랩 성능을 향상시키기 위해, 축방향으로 연속적인 돌출부를 갖는 스트랩에 의해 형성되는 본 발명의 이물질 필터에 있어서, 연료봉 하부 단부 탭이 짧아지는 경우라도, 이물질 필터의 스트랩과 하부 단부 탭 사이의 최대 간극을 그리드 부분보다 더 작게(약 1/2) 형성하는 것이 가능하고, 이에 따라, 연료 누출을 일으키는 이물질 파편이 연료 유효부속으로 유입되는 것을 최소화할 수 있다.

본 발명의 이물질 필터의 구조는, 연료봉 하부 단부 탭이 짧아지는 경우라도 이물질 트랩 효과가 기대될 수 있는 구조이다.

실시형태 8

도 13a 내지 13d는 실시형태 8에 따른 이물질 포획 상하부 노즐을 도시하는 도면으로서, 이물질 파편이 연료 유효부속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지되는 구조를 도시한다.

상술한 목적을 달성하기 위해, 연료 누출을 일으키는 이물질 파편이 DFBN의 유동 통로 구멍을 통과해서 연료 유효부속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지하기 위해, 본 발명은 이하의 수단을 채용한다.

하부 노즐(2)의 유동 구멍(6)을 통과하는 이물질 파편의 크기를 축소시키기 위해, 유동 구멍(6)의 중심 근처의 라인상(하부 노즐의 상부 표면)에는 홈(groove)(35)이 형성되고, 홈(35)속으로 얇은 시트(sheet)(34)가 삽입된다; 용접 등에 의해 시트(34)가 하부 노즐의 상부 표면 또는 하부 표면에 고정되는 향상된 이물질 포획 하부 노즐의 구조를 도 13a에 도시한다. 시트의 길이에 대해서, 각각의 홈 라인에 대해 하부 노즐의 전체 폭을 통해 연장하는 단일 시트를 이용함으로써, 생산 비용면에서 유리하다; 안내 심블과의 위치 관계(조화)에 따라 시트를 분할하고, 분할된 시트 부분을 하부 노즐의 상부 표면의 홈속으로 삽입하는 것이 또한 가능하다. 유동 구멍(6)을 통과하는 이물질의 크기를 추가로 축소시키기 위해, 홈(35)을 비스듬히 형성하여 그 안으로 시트를 비스듬히 삽입하는 것이 가능하다(도 13b). 압력 손실 감소의 관점으로부터, 시트의 두께는 가능한 작게될 수 있다. 추가로, 상부 및 하부 시트 표면은 비스듬하거나 또는 둥근 형상을 가질 수 있다(도 13c 및 13d). 비스듬하고 둥근 형상은 도시한 형상에 제한되지 않는다. 비스듬한 형상은 연삭(grinding) 또는 파쇄(crushing)에 의해 실현될 수 있다. 둥근 형상은, 예를 들어, 레이저 조사에 의해 단부 표면을 용해시키고, 표면 장력을 이용함으로써 실현될 수 있다.

실시형태 9

도 14 내지 도 16은 실시형태 9에 따른 이물질 필터를 도시한다. DFBN과 하부 그리드 사이에 이러한 이물질 필터를 설치함으로써, 이물질 필터가 연료 유효부(피복관 부분)속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지된다.

상술한 목적을 달성하기 위해, (연료 누출을 일으키는) 냉각재속의 이물질 파편이 DFBN의 유동 통로 구멍을 통과해서 연료 유효부속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지하기 위해, 본 발명은 이하의 수단을 채용한다.

DFBN과 하부 그리드 사이에는, 스트랩에 의해 형성된 격자 공간을 구비하는 본 발명에 따른 이물질 필터(36)가 설치되어 있다. 도 14에 도시한 바와 같이, 이러한 이물질 필터(36)는, 서로 포개진 2개의 스트랩으로 각각 구성되고 상호교대로 엠보싱된 딩플(embossed dimple)(37)을 구비하는 합성 스트랩에 의해 형성되고, 합성 스트랩은 격자로 결합된다; 격자 공간의 개수 및 피치는 종래 하부 그리드의 개수 및 피치와 대략적으로 동일하고, 외부 크기는 DFBN 및 하부 그리드의 크기보다 다소 작다. 이러한 구조에서, 엠보싱된 딩플은 상호교대로 각각의 스트랩의 축 방향으로 제공되고, 2개의 스트랩은 서로 포개어지고, 이에 따라 상호-딩플 거리는 축소될 수 있고, 이물질 포획 효과는 향상된다. 도 15의 이물질 필터(38)에서는, 도 14의 엠보싱된 딩플이 제공되지 않고, 축방향으로 연속적인 직선 딩플(39)이 제공된다; 추가로, 하부 그리드와 이물질 필터 사이의 간극으로 인해 이물질이 통과하는 것을 방지하기 위해, 이물질 필터의 스트랩 폭은 증가된다. 스트랩 폭이 증가되는 이러한 구조는, 이 실시형태에 적용될 뿐만 아니라, 어떤 경우에는, 이하에 개시되는 다른 실시형태에도 적용될 수 있다. 격자 공간의 개수 및 피치는 종래 하부 그리드의 개수 및 피치와 대략적으로 동일하고, 외부 크기는 DFBN과 하부 그리드의 크기보다 다소 작다. 이러한 구조에 있어서, 딩플(39)이 연속적으로 신장하는 직선 부분은 스트랩의 축 방향으로 제공되고, 2개의 스트랩은 서로 포개어지고, 이에 따라 상호-딩플 거리는 축소될 수 있고, 이물질 포획 효과는 향상된다. 다음으로, 도 14의 이물질 필터와 같이, 도 16의 이물질 필터(40)는 합성 스트랩을 격자로 결합시킴으로써 형성되고, 각각의 합성 스트랩은, 2개의 스트랩을 서로 포개고, 상호교대의 연속적인 엠보싱된 딩플(37)을 구비함으로써 형성된다; 이러한 경우에, 2개의 스트랩을 서로 포개는 경우, 간극(약 1 내지 2 mm)이 제공된다. 격자 공간의 개수 및 피치는 종래 하부 그리드의 개수 및 피치와 대략적으로 동일하고, 외부 크기는 DFBN과 하부 그리드의 크기보다 다소 작다. 서로 이격된 2개의 스트랩으로 각각 구성된 합성 스트랩에 의해 형성되는 본 발명의 도 16의 이물질 필터에 있어서, 연료봉 하부 단부 탭이 짧아지는 경우라도, 이물질 필터의 스트랩과 하부 단부 탭 사이의 최대 간극을 그리드 부분보다 작게할 수 있고, 이에 따라 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 이물질 트랩 성능이 향상된다.

도 14 내지 도 16에 도시한 본 발명의 이물질 필터를 설치함으로써, 종래 기술의 문제점인 이물질 파편을 포획하는 것이 가능하고, 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 이물질 파편의 이물질 방지 효과가 기대될 수 있다.

실시형태 10

도 17 내지 도 21은 실시형태 10에 따른 이물질 필터를 도시한다; DFBN과 하부 그리드 사이에 이들 이물질 필터를 설치함으로써, 이물질 파편이 연료 유효부(피복관 부분)속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지된다.

상술한 목적을 달성하기 위해, (연료 누출을 일으키는) 냉각재에 혼합된 악영향을 갖는 이물질 파편이 DFBN의 유동 통로 구멍으로 들어가서 연료 유효부속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지하기 위해, 본 발명은 이하의 수단을 채용한다.

DFBN과 하부 그리드 사이에는, 스트랩에 의해 형성된 본 발명에 따른 이물질 필터(41)가 설치된다. 도 17에서 도시한 바와 같이, 이러한 이물질 필터(41)는 합성 스트랩을 격자로 결합시킴으로써 형성되고, 각각의 합성 스트랩은, 상호교대의 엠보싱된 딩플(42)을 각각 갖는 2개의 스트랩을 서로 포갠으로써 형성되고, 딩플은, 셀의 내부 측면과 딩플이 접촉하고, 또한 딩플이 둥글게 되도록 형성된다; 격자 공간의 개수 및 피치는 종래 하부 그리드의 개수 및 피치와 대략적으로 동일하고, 외부 크기는 DFBN 및 하부 그리드의 크기보다 다소 작다. 이러한 구조에 있어서, 엠보싱된 둥근 딩플(42)은 스트랩의 축 방향으로 상호교대로 제공되고, 2개의 스트랩은 서로 포개어지고, 이에 따라 상호-딩플 거리는 축소될 수 있고, 이물질 포획 효과는 향상된다. 도 18의 이물질 필터(43)에서는, 도 17의 둥근 딩플이 제공되지 않고, 축방향으로 연속적인 직선 둥근 딩플(44)이 제공된다; 격자 공간의 개수 및 피치는 종래 하부 그리드의 개수 및 피치와 대략적으로 동일하고, 외부 크기는 DFBN 및 하부 그리드의 크기보다 다소 작다.

이러한 구조에 있어서, 엠보싱된 둥근 딩플(44)이 연속적으로 신장하는 직선 부분은 스트랩의 축 방향으로 제공되고, 2개의 스트랩은 서로 포개어지고, 이에 따라 상호-딩플 거리는 축소될 수 있고, 이물질 포획 효과는 향상된다.

다음으로, 도 17의 이물질 필터와 같이, 도 19의 이물질 필터(45)는 합성 스트랩을 격자로 결합시킴으로써 형성되고, 각각의 합성 스트랩은, 2개의 스트랩을 서로 포개고, 상호교대의 엠보싱된 덤플(42)을 구비함으로써 형성되고, 덤플은, 셀의 내부 측면과 덤플이 접촉하고, 덤플이 등글게 되도록 형성된다. 임의적으로 선택된 여러개의 고정용 셀의 덤플(46)과, 홈이 형성된 연료봉 하부 단부탭이 결합한다는 점에서, 이 이물질 필터는 도 17의 이물질 필터와는 다르다. 격자 공간의 개수 및 피치는 종래 하부 그리드의 개수 및 피치와 대략적으로 동일하고, 외부 크기는 DFBN 및 하부 그리드의 크기보다 다소 작다. 다음으로, 도 18의 이물질 필터와 같이, 도 20은 합성 스트랩을 격자로 결합시킴으로써 형성되는 이물질 필터(47)를 도시하고, 각각의 합성 스트랩은, 서로 포개진 2개의 스트랩으로 구성되고, 셀의 내부 측면과 접촉하는 상호교대의 엠보싱된 둥근 덤플을 구비한다. 이러한 경우에 있어서, 내부 측면에 접촉되어 고정된 둥근 덤플의 모서리 부분은, 도면 부호 48로서 나타낸 바와 같이 45°로 직선 형상을 하고 있다. 격자 공간의 개수 및 피치는 종래 하부 그리드의 개수 및 피치와 대략적으로 동일하고, 외부 크기는 DFBN 및 하부 그리드의 크기보다 다소 작다. 도 21은, 45°로 직선 형상인 도 20의 둥근 덤플(20)이 대안적인 아닌 축방향으로 연속적으로 연장하는 직선 덤플(50)로서 형성되는 이물질 필터(49)를 도시한다; 격자 공간의 개수 및 피치는 종래 하부 그리드의 개수 및 피치와 대략적으로 동일하고, 외부 크기는 DFBN 및 하부 그리드의 크기보다 다소 작다.

도 17 내지 도 21에 도시한 본 발명의 이물질 필터를 제공함으로써, 종래 기술의 문제점인 작은 이물질 파편을 포획하는 것이 가능하고, 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 이물질 방지 효과가 기대될 수 있다.

실시형태 11

도 22는 실시형태 11에 따른 이물질 필터를 도시한다; DFBN과 하부 그리드 사이에 이러한 이물질 필터를 설치함으로써, 이물질 파편이 연료 유효부(피복관 부분)속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지된다.

상술한 목적을 달성하기 위해, (연료 누출을 일으키는) 냉각재에 혼합된 악영향을 갖는 이물질 파편이 DFBN의 유동 통로 구멍으로 들어가서 연료 유효부속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지하기 위해, 본 발명은 이하의 수단을 채용한다.

DFBN과 하부 그리드 사이에는, 스트랩에 의해 형성된 본 발명에 따른 이물질 필터(51)가 설치된다. 도 22에 도시한 바와 같이, 이러한 이물질 필터(51)는, 서로 포개진 2개의 스트랩으로 각각 구성되고 스트랩의 전체 높이를 통해 2 방향으로 연장하는 돌출부(52)를 구비하는 합성 스트랩에 의해 형성된다. 스트랩 성형성 및 냉각수의 규칙적인 유동을 고려하면, 스트랩은 2-셀 피치에 배치되고, 또한 스트랩에는 평면 표면 및 넓은 폭을 갖는 돌출부가 설치되어 있다. 추가로, 본 발명에 있어서, 연료봉 하부 단부탭이 짧아지는 경우라도, 이물질 필터의 스트랩과 하부 단부탭 사이의 최대 간극을 그리드 부분보다 작게 할 수 있다. 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 이물질 트랩 성능을 향상시키기 위해, 스트랩을 서로 포개는 경우에 약 1 내지 2 mm의 간극이 제공된다. 격자 공간의 개수 및 피치는 종래 하부 그리드의 개수 및 피치와 대략적으로 동일하고, 외부 크기는 DFBN과 하부 그리드의 크기보다 다소 작다.

도 22에 도시한 본 발명의 이물질 필터를 설치함으로써, 종래 기술의 문제점인 이물질 파편을 포획하는 것이 가능하고, 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 이물질 방지 효과가 기대될 수 있다.

실시형태 12

도 23은 실시형태 12에 따른 이물질 필터를 도시한다. DFBN과 하부 그리드 사이에 이러한 이물질 필터를 설치함으로써, 이물질 파편이 연료 유효부(피복관 부분)속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지된다.

상술한 목적을 달성하기 위해, (연료 누출을 일으키는) 냉각재에 혼합된 악영향을 갖는 이물질 파편이 DFBN의 유동 통로 구멍으로 들어가서 연료 유효부속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지하기 위해, 본 발명은 이하의 수단을 채용한다. DFBN과 하부 그리드 사이에는, 스트랩에 의해 형성된 셀을 각각 구성하는 단일-유닛 격자 공간을 구비하는 본 발명에 따른 이물질 필터(53)가 설치되어 있다. 도 23에 도시한 바와 같이, 이 이물질 필터(53)는 스트랩에 의해 형성되고, 이 스트랩은, 스프링 형태 돌출부(54)가 축방향으로 제공되고, 셀을 각각 구성하는 단일-유닛 격자 공간이 레이어 용접에 의해 하나의 셀 조립체로 형성되는 것을 특징으로 갖는다. 셀 조립체는 각각의 셀을 위해 연료 집합체의 연료 봉의 하부 단부탭에 장착되고; 따라서, 주변 홈이 연료봉 단부탭에 미리 형성되고, 본 발명의 축방향 스프링 형태 돌출부(54)가 고정용 홈과 결합한다. 홈이 형성된 연료봉 하부 단부탭에 본 발명의 이물질 필터를 장착하는 방법으로서, 이물질 필터 셀 조립체(연료봉과 동일한 개수)가 격자 공간 피치의 박스형 홀더(분리 챔버)에 수용되고, 이물질 필터 셀 조립체가

연료 집합체의 하부 측면으로부터 모든 연료봉 하부 단부탭속으로 동시에 밀어지는 방법이 예시된다. 흡이 형성된 연료봉 하부 단부탭에 장착된 본 발명의 이물질 필터에 있어서, 스프링 형태 돌출부의 리턴 부분이 직선이어서, 이물질 필터는 분리되지 않는다.

도 23에 도시한 본 발명의 이물질 필터를 설치함으로써, 종래 기술의 문제점인 이물질 파편을 포획하는 것이 가능하고, 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 이물질 방지 효과가 기대될 수 있다.

실시형태 13

도 24는 실시형태 13에 따른 이물질 필터의 외부 스트랩(60)의 구조를 도시한다. 도시한 구조 및 결합 패턴에 있어서, 이들 외부 스트랩(60)은 실시예 9 내지 실시예 11의 기본적인 내부 셀 구조와 결합하고, 이에 따라 이물질 필터의 외부 둘레에서 연료 누출을 일으키는 이물질 파편이 연료 유효부속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지된다.

이물질 필터의 외부 둘레에서 또한 상술한 목적을 달성하기 위해, 또한, 연료 누출을 일으키는 냉각재속의 이물질 파편이 DFBN의 유동 통로 구멍으로 들어가서 연료 유효부속으로 유입되는 것을 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지하기 위해, 본 발명은 이하의 수단을 채용한다. 도 24a 내지 24f는 이물질 필터의 외부 스트랩 구조를 도시한다. 이물질 필터의 외부 크기는 DFBN과 하부 그리드의 크기보다 다소 작다. 이들 구조 타입은 이하의 특징을 갖는다:

- 도 24a의 외부 스트랩(60)은 일반적으로 평면 형상이다(돌출부 형상이 없음).
- 도 24b에 도시한 외부 스트랩 구조는 내부 스트랩(61)에 결합된 부분에서 돌출부를 갖고, 성형성을 고려해서 평면 부분이 제공된다.
- 도 24c에 도시한 구조에 있어서, 도 24b의 상부 부분에 인접하는 돌출부의 형상은 제거되어서, 인접하는 연료 사이를 통과하는 이물질의 크기가 감소된다.(돌출부는 축방향으로 연속적이다.)
- 도 24d에 있어서, 도 24c의 돌출부는 축방향으로 분리되어 있다.
- 도 24e에 있어서, 도 24b 내지 도 24d의 돌출부는 둥글다.
- 도 24f에 있어서, 외부 스트랩이 내부 스트랩(61)에 결합되는 위치에 인접하여 돌출부가 제공된다.

이하의 이들 외부 스트랩(60)이 실시예 9 내지 실시예 11의 기본적인 내부 셀 구조와 조합되는 패턴이다.

		외부 스트랩 구조					
기본적인 내부 셀 구조	도 14	도 24a	도 24b	도 24c	도 24d	도 24e	도 24f
	도 14	0	0	0	0	0	0
	도 15	0	-	-	-	-	-
	도 16	0	-	-	-	-	-
	도 17	0	0	0	0	0	-
	도 18	0	0*	0*	0*	0*	0*
	도 19	0	0*	0*	0*	0*	0
	도 20	0	0*	0*	0*	0*	0
	도 21	0	0*	0*	0*	0*	0
	도 22	0	0*	0*	0*	0*	0

*를 갖는 구조체에 있어서, 내부 스트랩(61)의 양단부의 돌출부는 제거될 수 있다.

상기 결합을 통해 형성된 본 발명의 이물질 필터에 있어서, 연료봉 하부 단부탭이 짧아지는 경우라도, 이물질 필터의 외부 스트랩(60)과 하부 단부탭 사이의 최대 간극을 하부 그리드 부분보다 작게할 수 있고, 이에 따라, 연료 누출을 일으키는 이물질 파편이 연료 유효부속으로 유입되는 것이 방지될 수 있다.

이러한 이물질 필터를 설치함으로써, 종래 기술에서보다 우수한 이물질 방지 효과(이물질 트랩 특성)가 기대될 수 있다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명의 이물질 필터에 있어서, 이물질 필터의 스트랩과 하부 단부탭 사이의 최대 간극을 그리드 부분의 간극보다 작게할 수 있고(약 1/2), 연료봉 하부 단부탭(하부 단부 위치)과 이물질 필터에 의해 한정된 이물질 트랩 치수가 일정하도록, 연속 돌출부는 내부 스트랩 높이 방향으로 광범위하게 제공되고, 이에 따라, 예를 들어, 연료봉 하부 단부탭을 축소시킴으로써 연료 집합체의 더 높은 연료 소비에 직면하는 경우라도, (연료 누출을 일으키는) 악영향을 갖는 이물질 파편이 연료 유효부속으로 유입되는 것이 연료 집합체의 전체 수명에 걸쳐 방지될 수 있다.

이러한 이물질 필터 스트랩 형상을 채용함으로써, 종래 기술에서보다 우수한 이물질 방지 효과(더 작은 이물질을 트랩하는 능력 및 전체 수명에 걸쳐 이물질 트랩 특성의 내구성)가 기대될 수 있다. 이러한 이물질 필터 구조는 연장된 하부 단부탭을 갖는 연료봉에 또한 적용가능하다.

도면의 간단한 설명

도 1은 실시형태 1에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀의 확대도이다.

도 2는 실시형태 2에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀의 확대도이다.

도 3a, 3b, 3c는 실시형태 3에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀을 각각 도시하는 확대도이다.

도 4a, 4b, 4c는 실시형태 4에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀을 각각 도시하는 확대도이다.

도 5a 및 도 5b는 실시형태 5에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀을 각각 도시하는 확대도이다.

도 6a, 6b, 6c, 6d, 6e는 실시형태 6에 따른 이물질 필터의 내부 스트랩의 각각의 측면도이다.

도 7a, 7b, 7c는 실시형태 6에 따른 이물질 필터의 내부 스트랩의 각각의 측면도이다.

도 8은 실시형태 6에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀의 확대도이다.

도 9a 및 도 9b는 실시형태 6에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀의 각각의 확대도이다.

도 10은 실시형태 1 및 실시형태 6에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀의 확대도이다.

도 11a 및 도 11b는 실시형태 2 및 실시형태 6에 따른 이물질 필터의 구조를 각각 도시한다.

도 12a 및 도 12b는 실시형태 7에 따른 이물질 필터의 연료봉 셀 및 심블 셀의 각각의 확대도이다.

도 13a, 13b, 13c, 13d는 실시형태 8에 따른 이물질 포획 상하부 노즐을 도시한다.

도 14는 실시형태 9에 따른 이물질 필터를 도시한다.

도 15는 실시형태 9에 따른 이물질 필터를 도시한다.

도 16은 실시형태 9에 따른 이물질 필터를 도시한다.

도 17은 실시형태 10에 따른 이물질 필터를 도시한다.

도 18은 실시형태 10에 따른 이물질 필터를 도시한다.

도 19는 실시형태 10에 따른 이물질 필터를 도시한다.

도 20은 실시형태 10에 따른 이물질 필터를 도시한다.

도 21은 실시형태 10에 따른 이물질 필터를 도시한다.

도 22는 실시형태 11에 따른 이물질 필터를 도시한다.

도 23은 실시형태 12에 따른 이물질 필터를 도시한다.

도 24a, 24b, 24c, 24d, 24e, 24f는 실시형태 13에 따른 이물질 필터의 외부 스트랩 구조를 각각 도시한다.

도 25는 연료 집합체의 사시도이다.

도 26은 대표적인 원자로의 단면도이다.

도 27a 및 도 27b는 하부 노즐의 평면도이다.

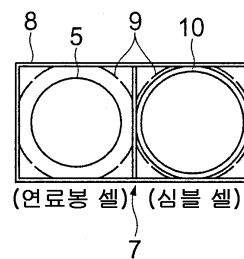
* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

2 : DFBN 3 : 하부 그리드 8, 33 : 스트랩 7, 12, 14, 16, 19,

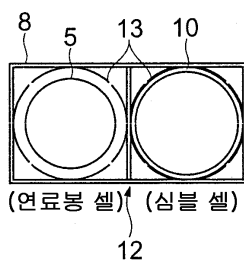
21, 29, 36, 38, 40, 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53 : 이물질 필터

도면

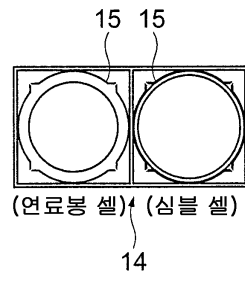
도면1



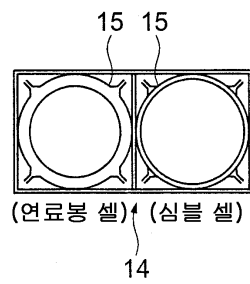
도면2



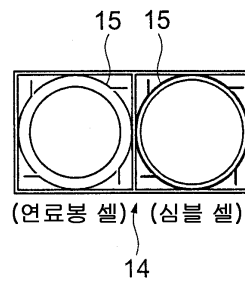
도면3a



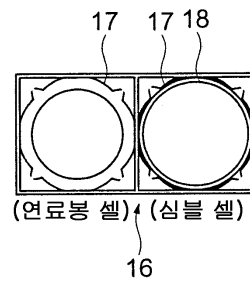
도면3b



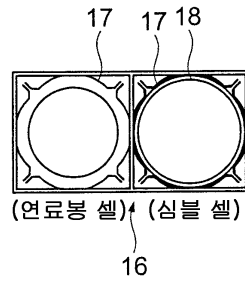
도면3c



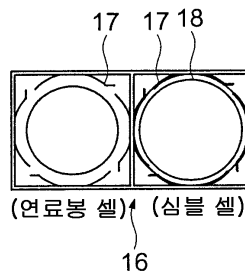
도면4a



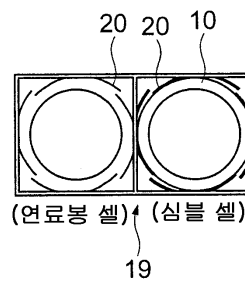
도면4b



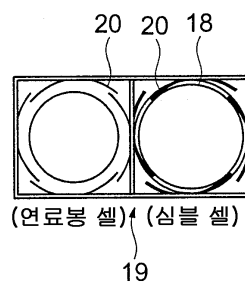
도면4c



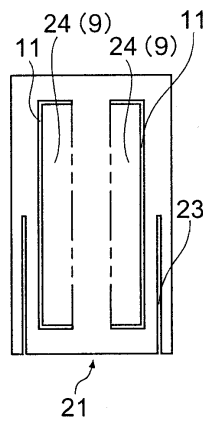
도면5a



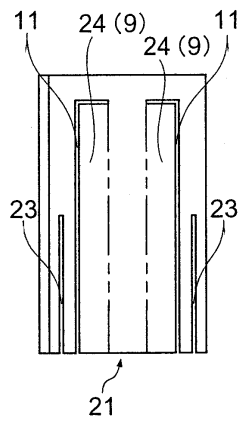
도면5b



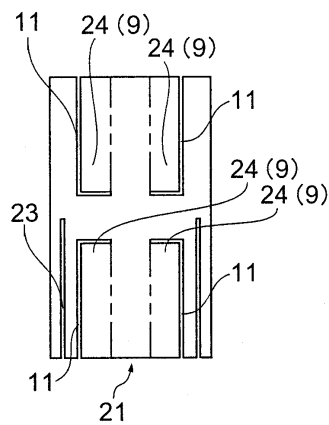
도면6a



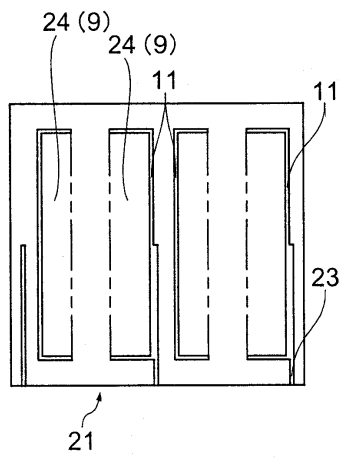
도면6b



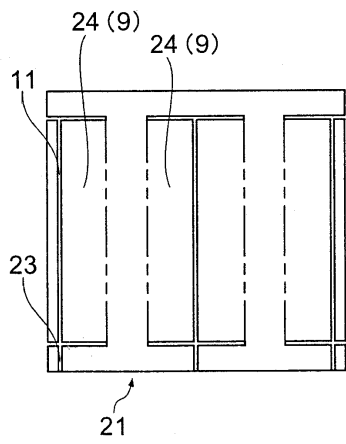
도면6c



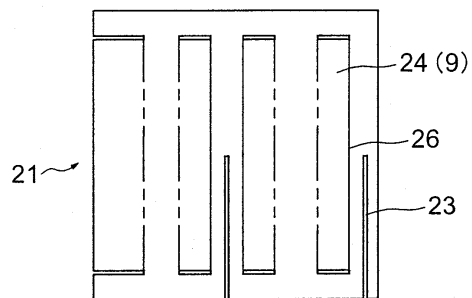
도면6d



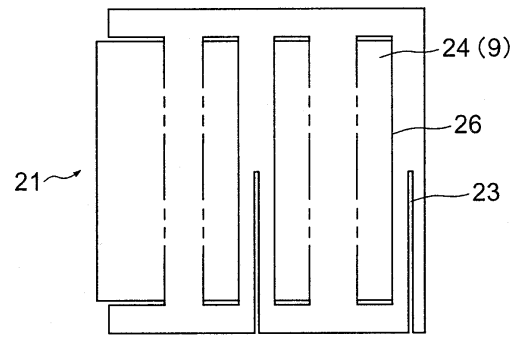
도면6e



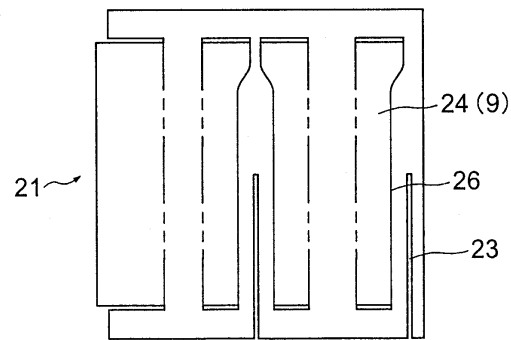
도면7a



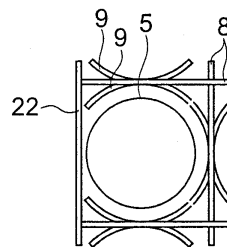
도면7b



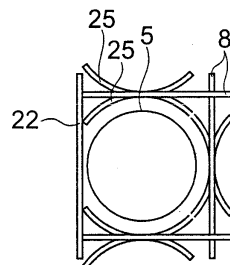
도면7c



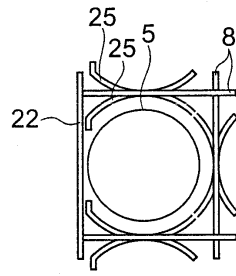
도면8



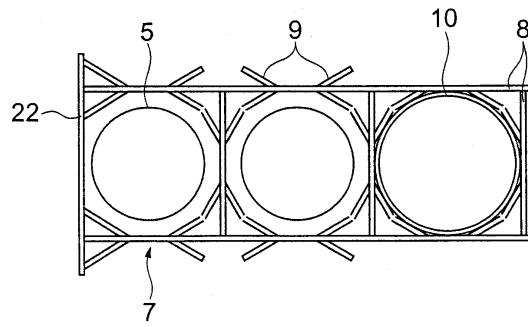
도면9a



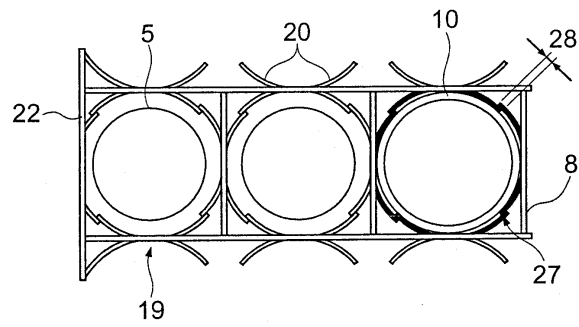
도면9b



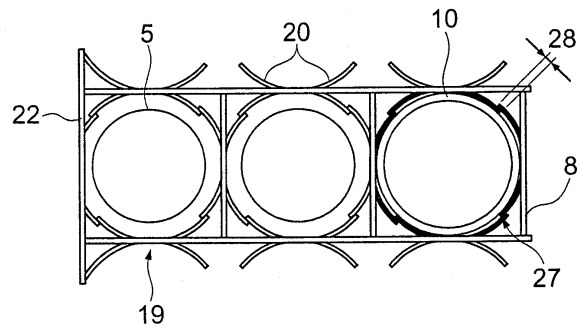
도면10



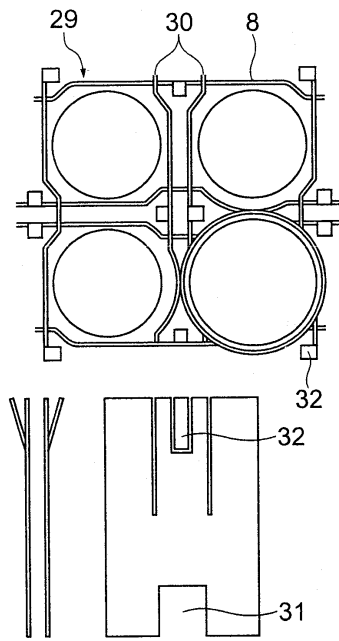
도면11a



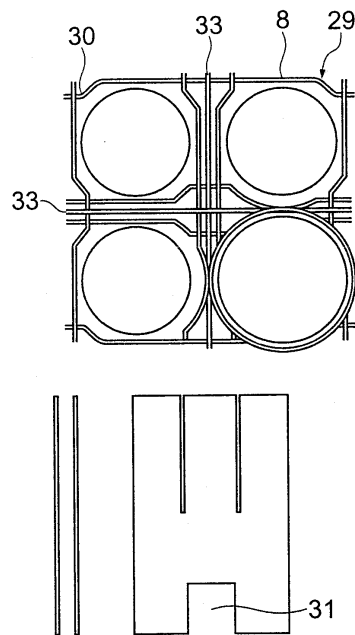
도면11b



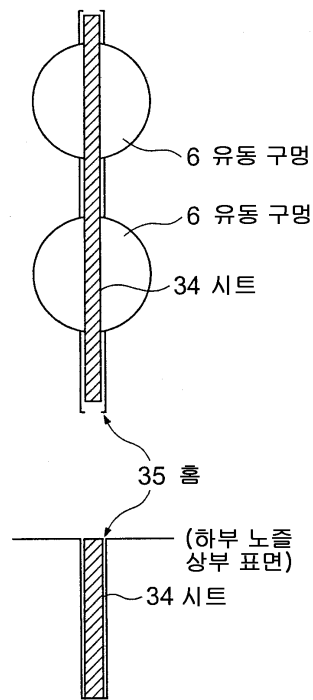
도면12a



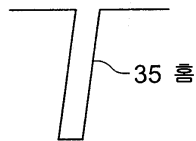
도면12b



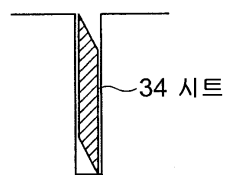
도면13a



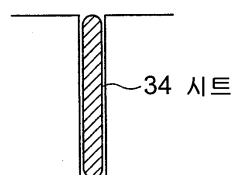
도면13b



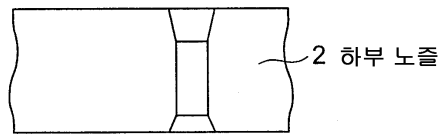
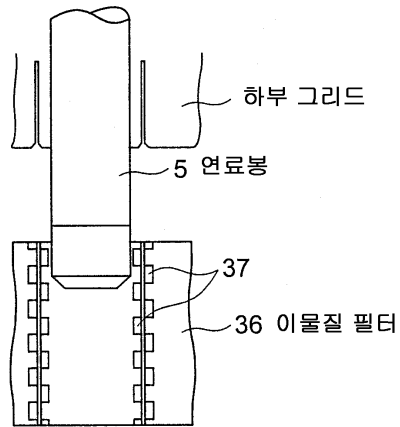
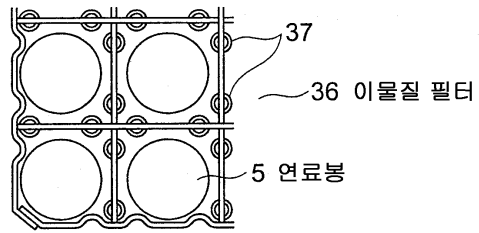
도면13c



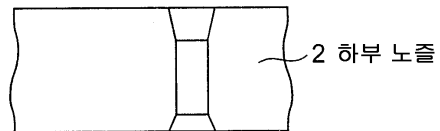
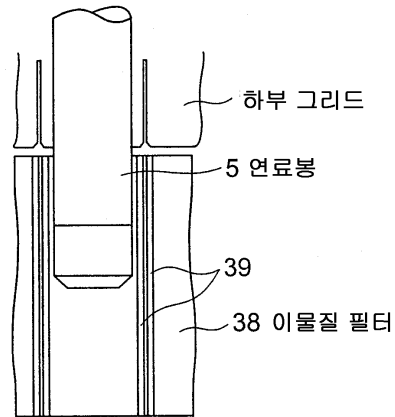
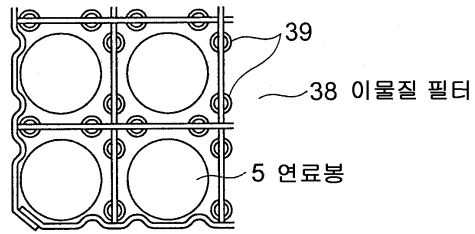
도면13d



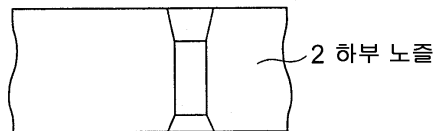
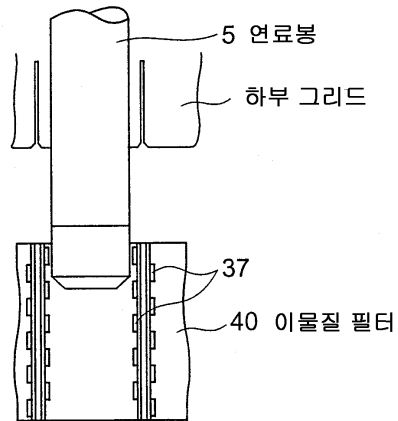
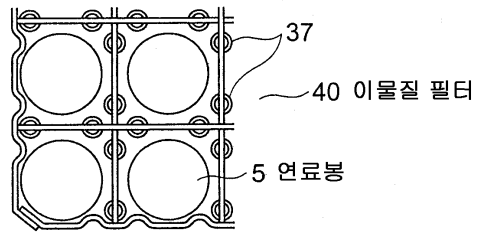
도면14



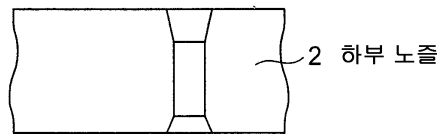
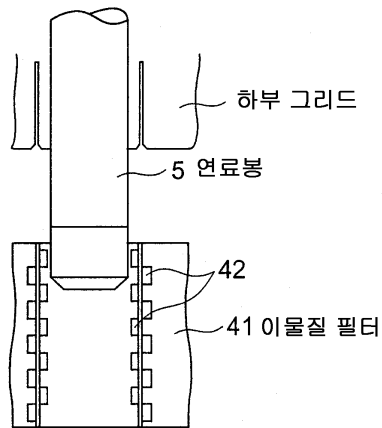
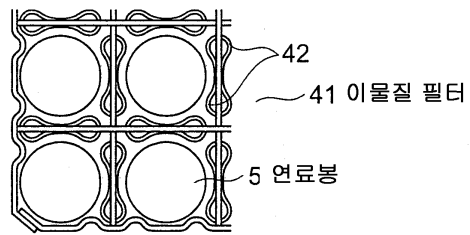
도면15



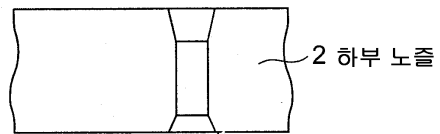
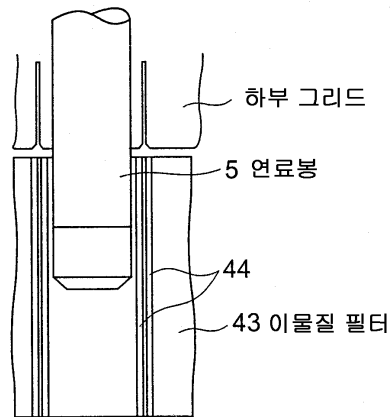
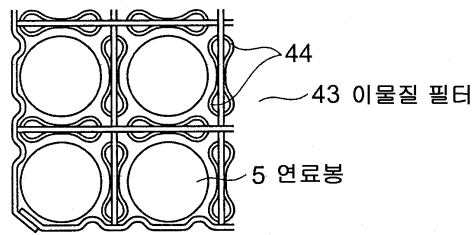
도면16



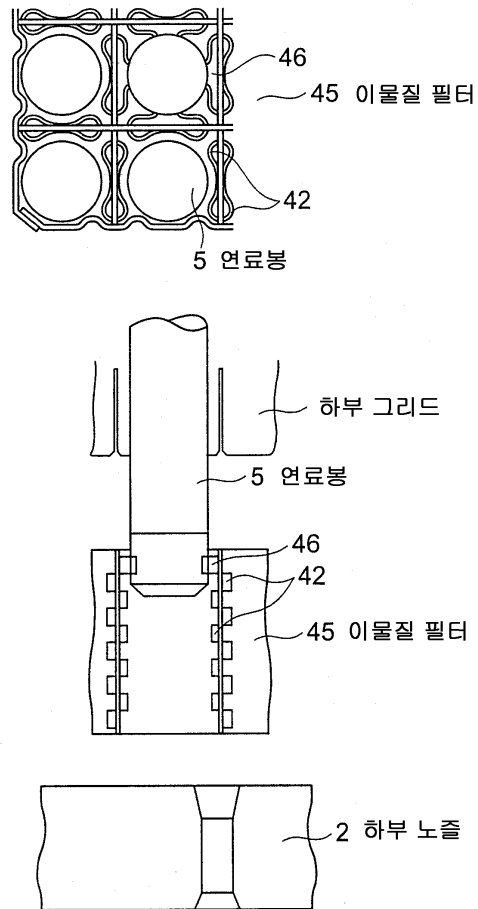
도면17



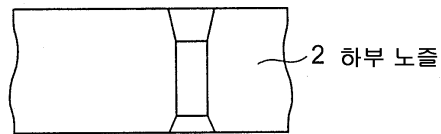
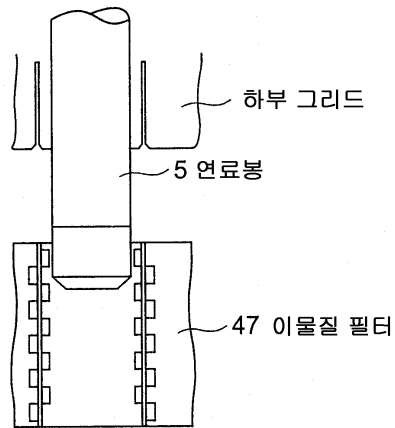
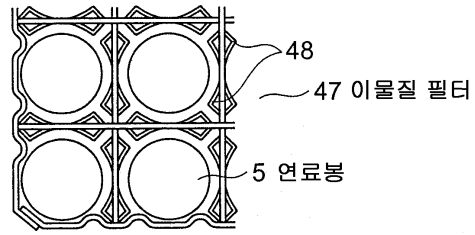
도면18



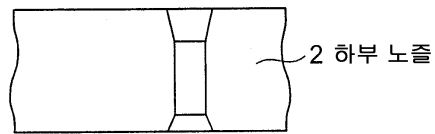
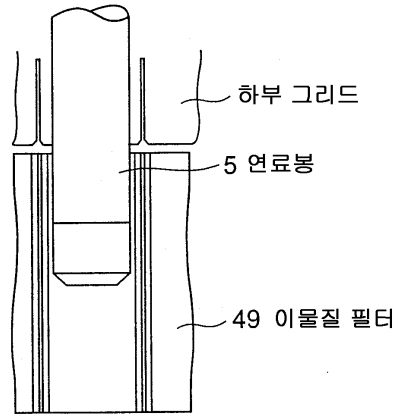
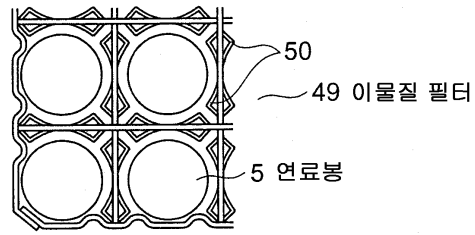
도면19



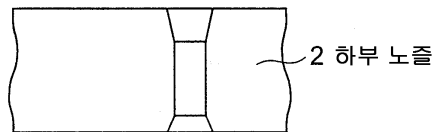
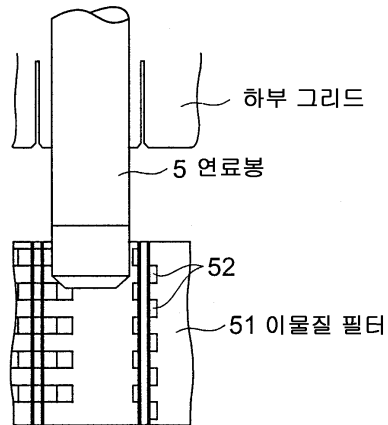
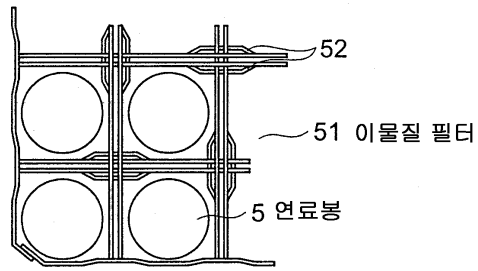
도면20



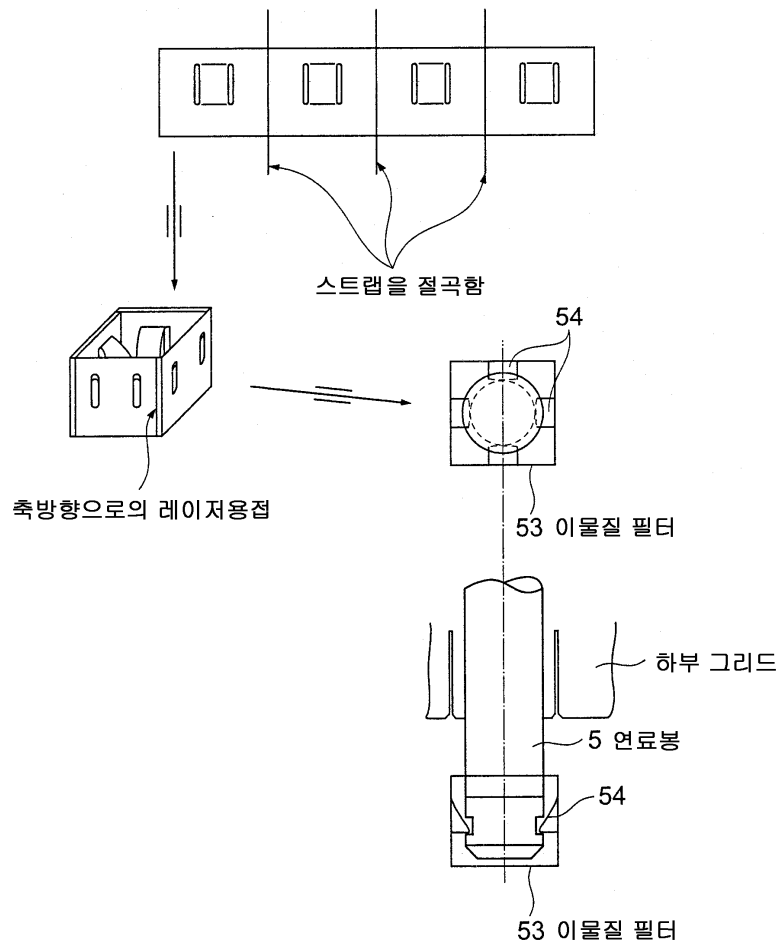
도면21



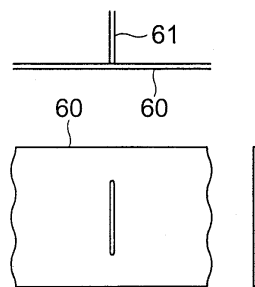
도면22



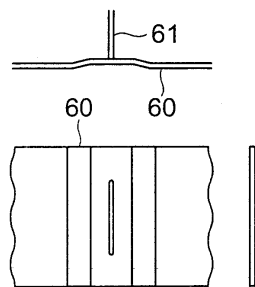
도면23



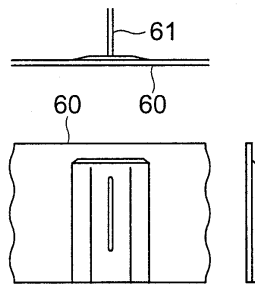
도면24a



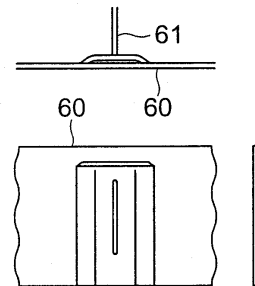
도면24b



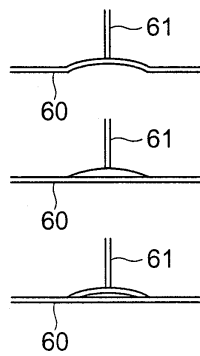
도면24c



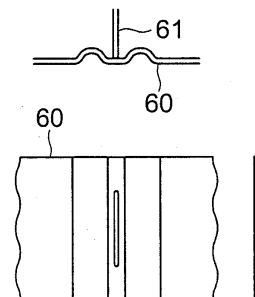
도면24d



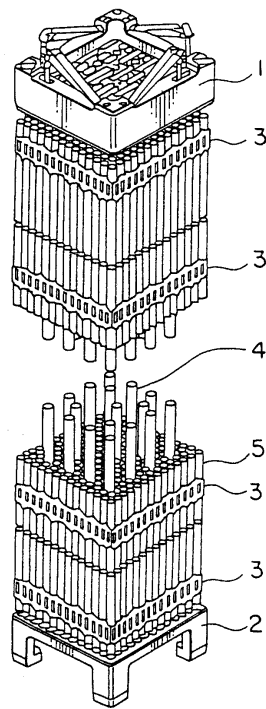
도면24e



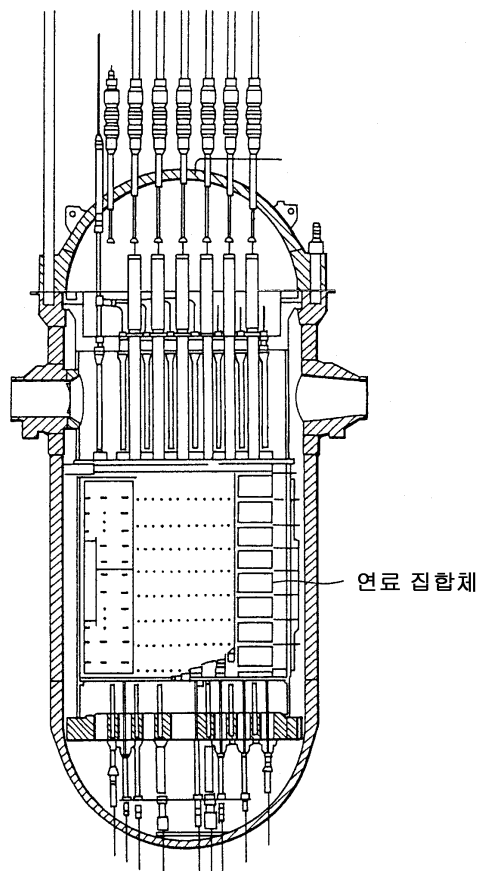
도면24f



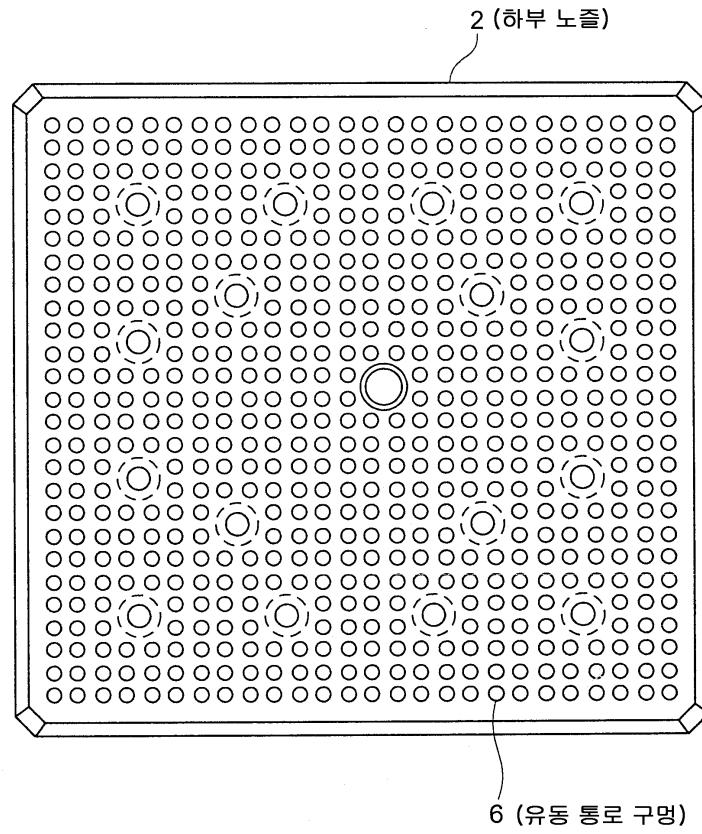
도면25



도면26



도면27a



도면27b

