(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0033103
(43) 공개일자 2014년03월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21C 3/356 (2006.01) *G21C 3/352* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7032630
(22) 출원일자(국제) 2012년05월14일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년12월09일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2012/058911
(87) 국제공개번호 WO 2012/159916
국제공개일자 2012년11월29일
(30) 우선권주장
11305626.1 2011년05월20일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
아레바 엔피
프랑스 꾸르베봐 에프-92400 플라스 장 밀리에 1 뚜르아레바
(72) 발명자
리블러 미카엘
독일 91560 하일스브론 암 첸터링 50
블라비우스 디르크
독일 91058 에어랑겐 페흐만슈트라쎄 24
(74) 대리인
정홍식, 김태헌, 이현수

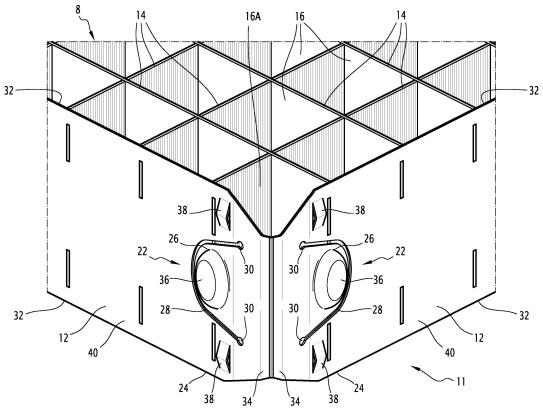
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **핵 연료 조립체 스페이서 그리드 및 대응하는 핵 연료 조립체**

(57) 요 약

핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8)는 연료봉들(4)을 수용하기 위한 셀들(16)의 격자를 규정한다. 스페이서 그리드(8)는 스페이서 그리드(8)의 주변 윤곽의 일부의 범위를 규정하는 적어도 하나의 주변 스트립(12)으로 구성되는 주변 밴드(11) 및 주변 밴드(11)에 형성되고 탄성적으로 변형 가능한 적어도 하나의 스페이서 그리드 위치결정 스프링(22)을 포함한다.

대 표 도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

연료봉들(4)을 수용하기 위한 셀들(16)의 격자를 규정하는 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8)로서,

상기 스페이서 그리드(8)는,

상기 스페이서 그리드(8)의 주변 윤곽(peripheral contour)의 일부의 범위를 규정하는 적어도 하나의 주변 스트립(12)으로 구성되는 주변 밴드(peripheral band; 11) 및

탄성적으로 변형 가능하고 상기 주변 밴드(11)에 형성되는 적어도 하나의 스페이서 그리드 위치결정 스프링(22)을 포함하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 스프링(22)은 캔틸레버식(cantilevered)인, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 스프링(22)은 상기 주변 밴드(11)에 스탬핑되어 있는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 스프링(22)은 상기 주변 밴드(11)에서 절단된 적어도 하나의 기다란 슬롯(28, 46)에 의해 상기 주변 밴드(11)에서 범위가 정해지는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 기다란 슬롯(28, 46)은 굽은 슬롯(curved slot; 28)인, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 스프링(22)은 유연한 캔틸레버식 탭(26) 및 상기 탭(26)으로부터 외향으로 돌출하는 강성의 접촉 돌출부(36, 44)를 포함하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 스프링(22)은 상기 적어도 하나의 주변 스트립(12) 중 하나의 길이방향 단부에 인접하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 주변 스트립(12)의 각각의 길이방향 단부에 각각 인접한 상기 적어도 하나의 주변 스트립(12) 중 하나에 형성되는 2개의 스프링들(22)을 포함하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 주변 밴드(11)는 수개의 주변 스트립들(12)로 구성되고,

각각의 주변 스트립들은 상기 스페이서 그리드(8)의 상기 주변 윤곽의 측면의 범위를 정하고, 상기 대응하는 주변 스트립(12)의 각각의 길이방향 단부에 각각 인접한 2개의 스프링들(22)을 포함하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주변 밴드(11)의 하나의 캔틸레버식 자유단부(24)에 의해 형성되는 적어도 하나의 스프링(22)을 포함하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 스페이서 그리드(8)의 상기 주변 윤곽의 2개의 인접면들의 범위를 정하는 상기 주변 밴드(11)의 2개의 주변 스트립들(12)의 2개의 주변 스트립 자유단부들(24)에 의해 범위가 정해지는 적어도 하나의 코너 셀(16A)을 포함하고, 상기 자유단부들(24)은 상기 또는 각각의 셀 코너(16A)가 횡방향으로 개방되도록 구멍(42)에 의해 서로 분리되는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 12

제 11 항에 있어서,

각각의 코너 셀(16A)은 구멍(42)에 의해 분리되는 2개의 인접 주변 스트립들(12)의 2개의 자유단부들(24)에 의해 범위가 정해지는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 13

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

횡방향으로 개방된 코너 셀(16A)의 범위를 정하는 각각의 자유단부(24)는 스페이서 그리드 위치결정 스프링(22)을 형성하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 스프링(22)과 관련되고 상기 적어도 하나의 스프링(22)에 인접한 상기 주변 밴드(11)에 형성되며 외향으로 돌출하는 적어도 하나의 모션 리미터(38)를 포함하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 15

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주변 스트립들(12) 사이에 분포된 중간 스트립들(14) 및 주변 스트립들(12)의 교차 세트들(intersecting sets)을 포함하는 엮여 짜여진 스트립들(interlaced strip)의 조립체로 구성되는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(8).

청구항 16

연료봉들(4)의 번들, 연료 채널(10) 및 상기 연료 채널(10) 내에서 상기 연료봉들(4)의 번들을 횡방향으로 위치시키기 위해 제 1 항 내지 제 15 항 어느 한 항에 따른 적어도 하나의 스페이서 그리드(8)를 포함하는 핵 연료 조립체(2).

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 연료봉들을 수용하기 위한 셀들의 격자를 규정하는 핵 연료 조립체 스페이서 그리드에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 비등수용 원자로 핵 연료 조립체(또는 "BWR 연료 조립체")는 일반적으로 연료봉들의 번들(bundle)을 따라 분포되는 스페이서 그리드들에 의해 횡방향로 유지되는 연료봉들의 번들, 연료봉들로부터 떨어져서 냉각수/감속재의 흐름을 채널링(channeling)하기 위해 연료봉들의 번들 내에 제공되는 적어도 하나의 관형 수로 및 연료봉들 사이 및 주위에서 냉각수/감속재의 흐름을 채널링하기 위해 연료봉들의 번들을 둘러싸는 관형 연료 채널을 포함한다. 유사하게, 워터-워터 에너지틱 리액터(water-water energetic reactor) 핵 연료 조립체(또는 "VVER fuel assembly")는 일반적으로 연료봉들의 번들을 따라 분포되는 스페이서 그리드들에 의해 횡방향으로 유지되는 연료봉들의 번들, 연료봉들로부터 떨어져서 냉각수/감속재의 흐름을 채널링하기 위한 연료봉들의 번들 내에 제공되는 적어도 하나의 워터 로드(water rod), 연료봉들 사이 및 주위에서 냉각수/감속재의 흐름을 채널링하기 위해 연료봉들의 번들을 둘러싸는 관형 연료 채널을 포함한다.

[0003] 스페이서 그리드는 일반적으로 연료봉들을 수용하기 위한 셀들의 격자를 규정하고 주변 스트립들로 구성되고 스페이서 그리드의 주변 윤곽의 범위를 정하는 주변 밴드를 포함한다. 그것은 바람직하게는 연료봉들 사이 및 주위에서, 즉 연료 채널의 내벽들에 인접하여 위치된 주변 연료봉들 주위에서 냉각수/감속재의 적절한 흐름을 보장하기 위한 연료 채널 내부에서 스페이서 그리드의 적절한 횡방향 위치결정을 보장하기 위해 주변 밴드 위에 제공되는 위치결정 수단들을 포함한다.

[0004] US 2005/0246961, EP 0 709 0857 및 US 6 156 043은 주변 밴드의 바깥 둘레(outer periphery)로부터 외향으로 돌출하고 주변 밴드에 형성되고 및/또는 주변 밴드에 조립되는 스톱들(stops), 로브들(lobs) 또는 강성 탭들이 제공되는 주변 밴드를 포함하는 스페이서 그리드들을 개시한다.

발명의 내용

[0005] 본 발명은 용이하게 그리고 저비용으로 얻을 수 있으면서, 연료 채널 내의 연료봉들의 번들의 양호한 횡방향 위치결정을 허용하는 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 제공하는 것이다.

[0006] 이를 위해, 본 발명은, 연료봉들을 수용하기 위한 셀들의 격자를 규정하는 핵 연료 조립체 스페이서 그리드로서, 스페이서 그리드는 스페이서 그리드의 주변 윤곽(peripheral contour)의 일부의 범위를 규정하는 적어도 하나의 주변 스트립으로 구성되는 주변 밴드(peripheral band), 및 탄성적으로 변형 가능하고 주변 밴드에 형성되는 적어도 하나의 스페이서 그리드 위치결정 스프링을 포함하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 제안한다.

[0007] 다른 실시예들에 있어서, 스페이서 그리드는 독립적으로 또는 임의의 기술적으로 실행가능한 조합으로 취해지는 다음의 특징들 중 하나 또는 수개를 포함한다:

[0008] - 적어도 하나의 스프링은 캔틸레버식이고;

[0009] - 적어도 하나의 스프링은 주변 밴드에 스탬핑되고;

[0010] - 적어도 하나의 스프링은 주변 밴드에서 절단된 적어도 하나의 기다란 슬롯에 의해 주변 밴드에서 범위가 정해지고;

[0011] - 적어도 하나의 기다란 슬롯은 굽은 슬롯이고;

[0012] - 적어도 하나의 스프링은 유연한 캔틸레버식 탭 및 탭으로부터 외향으로 돌출하는 강성의 접촉 돌출부를 포함하고;

[0013] - 적어도 하나의 스프링은 적어도 하나의 주변 스트립 중 하나의 길이방향 단부에 인접하고;

[0014] - 주변 스트립의 각각의 길이방향 단부에 각각 인접한 적어도 하나의 주변 스트립 중 하나에 형성되는 2개의 스프링들을 포함하고;

[0015] - 주변 밴드는 수개의 주변 스트립들로 구성되고 주변 스트립들 각각은 스페이서 그리드의 주변 윤곽의 측면의 범위를 정하고 주변 스트립들 각각은 대응하는 주변 스트립의 각각의 길이방향 단부에 각각 인접한 2개의 스프링들을 포함하고;

[0016] - 하나의 스프링은 주변 밴드의 하나의 캔틸레버식 자유단부에 의해 형성되고;

[0017] - 하나의 코너 셀은 스페이서 그리드의 주변 윤곽의 2개의 인접면들의 범위를 정하는 주변 밴드의 2개의 주변 스트립들의 2개의 주변 스트립 자유단부들에 의해 범위가 정해지고, 상기 자유단부들은 또는 각각의 셀 코너가 횡방향으로 개방되도록 구멍에 의해 서로 분리되고;

[0018] - 각각의 코너 셀은 구멍에 의해 분리되는 2개의 인접 주변 스트립들의 2개의 자유단부들에 의해 범위가 정해지고;

[0019] - 횡방향으로 개방된 코너 셀의 범위를 정하는 각각의 자유단부는 스페이서 그리드 위치결정 스프링을 형성하고;

[0020] - 적어도 하나의 스프링과 관련되고 적어도 하나의 스프링에 인접한 주변 밴드에 형성되고 외향으로 돌출하는 적어도 하나의 모션 리미터를 포함하고;

[0021] - 엮여 짜여진 스트립들(interlaced strip)의 조립체는 주변 스트립들 사이에 분포된 중간 스트립들 및 주변 스트립들의 교차 세트들(intersecting sets)을 포함하고;

[0022] 본 발명은 또한 연료봉들의 번들, 연료 채널 및 연료 채널 내에서 연료봉들의 번들을 횡방향으로 위치시키기 위해 위에 정의된 것과 같은 적어도 하나의 스페이서 그리드를 포함하는 핵 연료 조립체에 관한 것이다.

[0023] 본 발명 및 그의 이점들은 단지 예로서 그리고 첨부 도면들을 참조하여 주어지는 다음의 설명을 읽을 때 더 잘 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 BWR 핵 연료 조립체의 부분 측단면도이고;

도 2는 본 발명의 실시예에 따른, 도 1의 핵 연료 조립체의 연료 채널에 수용되는 스페이서 그리드의 상면도이고;

도 3은 도 2의 스페이서 그리드의 코너의 사시도이고;

도 4는 도 2 및 도 3의 스페이서 그리드의 주변 스트립의 측입면도이고;

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 스페이서 그리드의 코너의 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 도 1에 도시된 비등수용 원자로용의 핵 연료 조립체(2)는 연료 조립체가 원자로 내부에 배치되는 경우 수직으로 연장하는 조립체 축선(L)을 따라 길게 되어 있다.

[0026] 연료 조립체(2)는 핵 연료봉들(4)의 번들(bundle), 연료봉들(4)의 번들 내에 배열되는 관형 수로(6), 연료봉들(4)의 번들을 따라 분포되고 연료봉들을 횡방향으로 유지하는 스페이서 그리드들(8), 및 연료봉들(4)의 번들을 둘러싸는 관형 연료 채널(10)을 포함한다.

[0027] 연료봉들(4)은 기다랗고 조립체 축선(L)을 따라 서로 평행하게 연장한다. 각각의 연료봉(4)은 관형 클래딩(tubular cladding), 클래딩 내부에 적층된 핵 연료의 펠렛들(pellets) 및 클래딩의 단부들을 폐쇄하는 캡들(caps)을 포함한다. 연료봉들(4)은 연료봉들(4) 사이에 사이 공간(interspacing)을 갖는 격자에 배열된다.

[0028] 수로(6)는 연료봉들(4)에 평행하게 연장한다. 수로(6)는 연료봉들(4) 사이의 사이 공간들과 별도로 냉각수/감속재 흐름을 채널링하기 위해 배열된다. 수로(6)는 전형적으로 격자에 있는 하나 또는 수개의 연료봉들(4)을 대체한다.

[0029] 스페이서 그리드들(8)은 연료봉들(4)을 따라 공간 관계로 분포된다. 각각의 스페이서 그리드(8)는 조립체 축선(L)에 대해 횡단선으로 연장한다. 각각의 스페이서 그리드(8)는 일반적으로 연료봉(4)을 각각 수용하기 위한 셀들(16)의 격자 및 수로(6)를 수용하기 위한 개구(18)를 규정한다. 연료봉들(4)은 각각의 스페이서 그리드들(8)에 의해 횡방향으로 유지된다. 수로(6)는 스페이서 그리드들(8)의 대응하는 개구(18)를 통과한다. 각각의 스페이서 그리드(8)는 수로(6)에 고정된다.

[0030] 연료 채널(10)은 연료봉들(4)에 평행하게 연장한다. 연료 채널(10)은 연료봉들(4)의 번들 및 수로(6)를 둘러싼

다. 연료 채널(10)은 연료봉들(4) 사이 및 주위로 냉각수/감속재 흐름을 채널링하기 위해 배열된다.

[0031] 연료 조립체(2)는 하측 노즐 및 조립체 축선(L)을 따라 이격되는 상측 노즐, 연료봉들(4), 수로(6) 및 하측 노즐과 상측 노즐 사이를 연장하는 연료 채널(10)을 포함하고, 수로(6) 및 연료 채널(10)은 하측 노즐과 상측 노즐을 연결한다.

[0032] 동작 시, 연료 조립체(2)는 원자로 내에 배치되고, 조립체 축선(L)은 실질적으로 수직이고 하측 노즐은 원자로의 저판(bottom plate)에 제공되는 냉각수/감속재 출구에 부분적으로 삽입된다. 출구를 빠져나가는 냉각수/감속재 흐름은 하측 노즐 내로 흐르고, 연료봉들(4)로부터 분리되어 수로(6) 내로 흐르는 제 1 냉각수/감속재 흐름, 및 연료봉들(4) 사이 및 주위에서 연료 채널(10)로 흐르는 제 2 냉각수/감속재 흐름으로 분할한다.

[0033] 스페이서 그리드들(8)은 유사할 수 있다. 본 발명에 따른 하나의 스페이서 그리드(8)는 도 2 내지 도 4를 참조하여 더 기재될 것이다.

[0034] 도 2는 명확하게 하기 위해 연료봉들 및 수로 없이, 연료 채널(10) 내에 수용되는 스페이서 그리드(8)를 도시한다.

[0035] 도 2에 도시된 것과 같이, 스페이서 그리드(8)는 정사각형 주변 윤곽(square peripheral contour)을 보인다. 스페이서 그리드(8)는 4개의 코너들에서 쌍들에 의해 연결되는 4개의 면들을 포함한다. 대안으로, 스페이서 그리드(8)는 다른 형상을 나타낼 수 있다. 즉 다각형, 예를 들어 6개의 코너들에서 쌍들로 연결되는 6개의 면들을 갖는 육각형 윤곽(hexagonal contour)을 나타낼 수 있다.

[0036] 스페이서 그리드(8)는 스페이서 그리드(8)의 주변 윤곽의 범위를 정하는 주변 밴드(11)를 포함한다. 주변 밴드(11)는 주변 밴드(11)의 하나의 각각의 측면을 각각 규정하는 기다란 주변 스트립들(12)로 구성된다.

[0037] 스페이서 그리드(8)는 2개의 마주하는 주변 스트립들(12) 사이에서 연장하고 각각 하나의 개개의 연료봉(4)을 일반적으로 수용하는 셀들(16, 16A)의 격자를 규정하는 엮여 짜여진(interlaced) 중간 스트립들(14) 및 수로(6)를 수용하는 적어도 하나의 개구(18)를 포함한다. 중간 스트립들(14)은 제 1 방향으로 연장하는 평행한 스트립들의 제 1 세트 및 제 1 방향과 다른 제 2 방향으로 연장하고 제 1 세트의 스트립들을 가로지르는 스트립들의 제 2 세트를 포함한다. 주변 셀들(16, 16A)은 주변 스트립들(12)에 의해 외향으로 범위가 정해진다. 스페이서 그리드(8)는 스페이서 그리드(8)의 코너들에 위치되고 2개의 인접 주변 스트립들(12)의 단부들(24)에 의해 각각 범위가 정해지는 코너 셀들(16A)을 포함한다.

[0038] 연료 채널(10)은 스페이서 그리드(8)의 주변 윤곽에 대응하는 횡단면을 나타낸다. 연료 채널(10)은 내벽들(20)을 포함한다.

[0039] 스페이서 그리드(8)는 주변 밴드(11)의 각각의 측면과 연료 채널(10)의 대향(facing) 내벽(20) 사이에 가로 간격을 갖는 연료 채널(10) 내에 수용된다.

[0040] 스페이서 그리드(8)는 주변 밴드(11)와 연료 채널(10)의 내벽들(20) 사이에 간격을 유지하기 위한 위치결정 수단들을 포함한다.

[0041] 위치결정 수단들은 연료 채널(10)의 내벽들(20)로부터 멀리 주변 밴드(11)를 바이어싱하기 위해 주변 밴드(11) 위에 제공되는 탄성적으로 변형 가능한 스프링(22)을 포함한다. 각각의 스프링(22)은 주변 밴드(11)의 외면(40)으로부터 외향으로 돌출한다.

[0042] 각각의 주변 스트립(12)에는 주변 스트립(12)의 각각의 길이방향 단부(24) 위에 하나의 스프링(22)이 제공된다.

[0043] 도 3에 도시된 것과 같이, 2개의 스프링(22)은 스페이서 그리드(8)의 주변 윤곽의 코너에 인접하여 제공되고, 2개의 인접 주변 스트립들(12) 각각 위의 하나는 코너를 규정한다.

[0044] 도 3 및 도 4에 도시된 것과 같이, 각각의 스프링(22)은 대응하는 주변 스트립(12)에 스탬핑된다(stamped). 더욱 상세하게는, 각각의 스프링(22)은 주변 스트립(12)에 스탬핑되는 탄성적으로 유연한 캔틸레버식 탭(26)을 포함한다. 탭(26)은 기다란 굽은 슬롯(28)에 의해 주변 스트립(12)에 범위가 정해진다. 탭(26)은 슬롯(28) 및 이 슬롯(28)의 대향단들(30)을 연결하는 가상선에 의해 범위가 정해진다.

[0045] 도 3 및 도 4에 도시된 것과 같이, 가상선은 주변 밴드(11)의 주변 스트립(12)의 길이방향 에지들(32)에 실질적으로 횡단선으로 연장한다. 각각의 스프링(22)은 대응하는 주변 스트립(12)의 인접 극단(adjacent extremity; 34)으로부터 멀리 따라서 인접 코너의 에지로부터 멀리 캔틸레버식으로 연장한다. 각각의 스프링(22)은 주변 밴

드(11)에서, 이 주변 밴드(11)의 길이방향 에지들(32) 사이에 제공된다.

[0046] 선택적으로 또는 대안으로, 적어도 하나의 스프링(22) 또는 각각의 스프링(22)은 대응하는 주변 스트립(12)의 인접 극단(34)을 향해 따라서 인접 코너의 에지를 향해 캔틸레버식으로 연장한다.

[0047] 선택적으로 또는 대안으로, 적어도 하나의 스프링(22)의 가상선 또는 각각의 스프링(22)의 가상선은 주변 스트립(12)의 2개의 길이방향 에지들(32)에 실질적으로 평행하게 연장하고, 적어도 하나의 스프링(22) 또는 각각의 스프링(22)은 주변 스트립(12)의 하나의 길이방향 에지(32)를 향해 캔틸레버식으로 연장한다.

[0048] 슬롯(28)은 그것이 2개의 갈라지는 브랜치들을 갖는 대략 U자형(또는 둥근 첨단을 갖는 V자형)을 나타내도록 구부러져 있다. 탭(26)은 그것의 베이스로부터 그것의 자유 첨단(free tip)을 향해 수렴한다.

[0049] 스프링(22)의 자유 상태(free state)에서, 탭(26)은 스페이서 그리드(8)에 대해 외향으로 배향되는 주변 스트립(12)의 외면(40)으로부터 돌출한다.

[0050] 스프링(22)은 탭(26)의 자유 첨단에 제공되는 강성의 접촉 돌출부(36)를 포함한다. 접촉 돌출부(36)는 탭(26)으로부터 외향으로 돌출하여 연료 채널(10)의 대향 내벽(20)과 접촉한다. 접촉 돌출부(36)는 예를 들어 탭(26)에 스탬핑된 딤플(dimple)로서 제공된다.

[0051] 각각의 주변 스트립(12)은 연료 채널(10)의 대향 내벽(20)을 향한 주변 스트립(12)의 운동 및 관련 스프링(22)의 나중의 과응력(overstress)을 제한하기 위해 주변 스트립(12)에 형성되는 적어도 하나의 강성의 스톱(rigid stop) 또는 모션 리미터(38)를 포함한다.

[0052] 각각의 모션 리미터(38)는 예를 들어 주변 스트립(12)에 스탬핑되고 주변 스트립(12)의 외면(40) 위에서 외향으로 돌출하는 강성 딤플로서 제공된다.

[0053] 도 3 및 도 4에 도시된 것과 같이, 2개의 모션 리미터들(38)은 스프링(22)의 2개의 대향하는 측면들 위에 제공된다. 더욱 상세하게는, 하나의 모션 리미터(38)는 스프링(22) 위에 제공되고 다른 모션 리미터(38)는 스프링(22) 아래에 있다. 대안으로, 2개의 모션 리미터들(38)은 스프링(22)의 자유단에 인접한 스프링(22)의 정면에 하나가 제공되고 스프링(22)의 힌지결합된 단부(hinged end)에 인접한 스프링(22) 뒤에 다른 하나가 제공된다. 대안으로, 하나의 모션 리미터(38)만이 스프링(22) 위에, 스프링(22) 아래에, 스프링(22)의 자유단에 인접한 스프링(22)의 정면에 또는 스프링(22)의 힌지결합된 단부에 인접한 스프링(22) 뒤에 제공된다. 대안으로 2개 이상의 모션 리미터들이 제공될 수 있다.

[0054] 각각의 모션 리미터(38)는 스프링(22)의 자유 상태에서 관련된 스프링(22)의 돌출 높이보다 낮은 돌출 높이를 나타낸다.

[0055] 탄성적으로 변형 가능한 스프링(22)을 포함하는 주변 밴드(11)는 적절한 간격 및 양호한 성능들을 보장하기 위해 적절한 조정 가능한 힘에 의해 연료 채널(10)에서 스페이서 그리드(8)의 탄성 위치결정을 허용한다. 모션 리미터들(38)은 스프링(22)의 과응력을 회피시키고 최소 간격을 제공한다.

[0056] 도 3 및 도 4에 도시된 것과 같이, 주변 스트립(12)은 2개의 동일한 스프링(22)을 포함하고, 이들 중 하나는 주변 스트립(12)의 각각의 단부(24)에 있다. 대안으로, 하나의 주변 스트립(12)은 예컨대 연료 채널(10)에 대한 스페이서 그리드(8)의 특정 위치결정, 즉 중심에서 벗어난(off-centered) 위치결정을 얻기 위해 상이한 형상들, 높이들 및/또는 스프링 상수들(spring rates)을 나타내는 2개의 상이한 스프링(22)을 포함할 수 있다.

[0057] 유사하게, 스페이서 그리드(8)의 주변 스트립들(12)은 예컨대 연료 채널(10)에 대한 스페이서 그리드(8)의 특정 위치결정, 즉 중심에서 벗어난 위치결정을 얻기 위해 동일한 스프링(22) 또는 대안으로 형상들, 높이들 및/또는 스프링 상수들을 나타내는 상이한 스프링(22)을 포함할 수 있다.

[0058] 주변 스트립(12)에 하나의 부품(one-piece)으로 일체로 형성되는 스프링(22)은, 주변 밴드(11)에 조립되는 스프링들에 비해, 스페이서 그리드(8)의 단순화된 설계 및 감소된 수의 제조 단계들 및 감소된 흐름 저항을 가져온다.

[0059] 도 2 내지 도 4의 실시예들에 있어서, 스프링(22)이 각각의 주변 스트립(12)의 2개의 단부들(24)에 제공되어 2개의 스프링(22)은 2개의 대응하는 측면들 상의 스페이서 그리드(8)의 각각의 코너 가까이에 제공된다.

[0060] 대안으로, 주변 스트립(12)에는 주변 스트립(12)의 하나의 단부(24)에 하나의 스프링(22)이 제공될 수 있다. 따라서, 스페이서 그리드(8)에는 스페이서 그리드(8)의 단지 모든 다른 코너들에 인접한 스프링(22), 예컨대 2개

의 대각선으로 마주하는 코너들에 인접한 스프링(22)이 제공될 수 있다.

[0061] 대안으로, 스페이서 그리드(8)의 주변 스트립들(12) 중 적어도 하나는 예를 들어 조립체 축선(L)에 대해 횡단선으로 주변 밴드(11)를 따라 이격된 2개 이상의 스프링(22)을 포함할 수 있다.

[0062] 도 2 내지 도 4의 실시예에 있어서, 주변 밴드(11)는 예컨대 용접에 의해 주변 스트립들의 길이방향 단부에서 쌍들로 조립되는 수개의 초기에는 분리된 주변 스트립들(12)로 구성된다. 주변 밴드(11)는 연속의 폐쇄된 윤곽(continuous closed contour)의 범위를 정한다.

[0063] 인접한 상호 조립된 단부들(24)의 각각의 쌍은 2개의 교차하는 중간 스트립들(14)과 함께, 코너 셀(16A)에 수용되는 연료봉(4)을 횡으로 유지하도록 되어 있는 폐쇄된 윤곽의 코너 셀(16A)의 범위를 정한다. 각각의 코너 셀(16A)은 스페이서 그리드(8)의 코너에 위치된다.

[0064] 대안의 실시예에 있어서, 주변 스트립들(12)은 하나의 부품으로 만들어지고 주변 밴드(11)를 규정하기 위해 그것의 길이방향 단부들에서 만곡되고(bent) 조립되는 금속의 동일한 단일 조각의 부분들이다.

[0065] 스페이서 그리드(8)의 코너를 사시도로 도시하는 도 5의 대안의 실시예에 있어서, 주변 밴드(11)는 인접 주변 스트립들(12)의 2개의 인접한 단부들(24)이 서로로부터 떨어져서 끝나고 구멍(42)에 의해 분리되는 방식으로 스페이서 그리드(8)의 코너에서 절단된다. 절단된 주변 밴드(11)는 불연속적이다. 이러한 대안의 실시예는 위에서 기재한 것과 같이 스프링(22)으로 구현될 수 있다.

[0066] 대안으로, 도 5에 도시된 것과 같이, 각각의 단부(24)는 자유단(free)이며, 스페이서 그리드(8)의 주변에 인접한 대향 벽, 즉 연료 채널(10)의 대향 내벽(20)을 접촉시키기 위해, 스페이서 그리드(8)에 대해 외향으로 돌출하는 캔틸레버식 위치결정 스프링(22)을 형성한다.

[0067] 따라서, 단부들(24)은 2개의 교차하는 중간 스트립들(14)과 함께 횡방향으로 개방되는 코너 셀(16A)의 범위를 정한다.

[0068] 각각의 단부(24)는 중간 스트립(14)과 주변 스트립(12)의 접속으로부터 캔틸레버에서 연장하는 탄성적으로 유연한 캔틸레버식 탭(26)을 규정한다.

[0069] 각각의 단부(24)는 스페이서 그리드(8)를 탄성적으로 위치결정하기 위해 탄성적으로 변형 가능하면서 연료 채널(10)의 대향 내벽(20)과 접촉하도록 구성된다. 단부들(24)은 독립적이고 탄성적으로 유연하다.

[0070] 주변 스트립(12)의 분리된 단부들(24)은 부품들의 수가 감소되고 조작(operation) 수가 감소된 즉 스페이서 그리드(8)의 코너에서 주변 스트립(12)의 용접이 없는, 스페이서 그리드(8)를 얻게 하면서, 스페이서 그리드(8)의 탄성 위치결정을 허용한다.

[0071] 선택적으로, 각각의 단부(24)에는 대향 내벽(20)을 접촉시키기 위해 탭(26)으로부터 외향으로 돌출하는 강성의 접촉 돌출부(44)가 제공된다. 접촉 돌출부(44)는 예컨대 단부(24)에 스탬핑되는 강성 딤플로서 제공된다. 딤플의 높이 및 길이를 변화시킴으로써, 스페이서 그리드(8)의 위치결정 성능들이 최적화될 수 있다.

[0072] 선택적으로, 각각의 단부(24)에는 탭(26)의 스프링력을 조정하기 하기 위해 적어도 하나의 슬롯(46)이 제공된다.

[0073] 선택적으로, 각각의 주변 스트립(12)에는 과응력을 회피하기 위해 자유단부(24)에 인접하여 위치되는 적어도 하나의 모션 리미터(38)가 제공된다. 모션 리미터(38)는 바람직하게는 캔틸레버식 단부(24)에 의해 주변 스트립(12)의 고정된 부분에 형성된다. 도 5에 도시된 것과 같이, 모션 리미터(38)는 중간 스트립(14)과의 접속부에 대해 단부(24)와 대향하는 주변 스트립(12)의 고정된 부분에 형성된다.

[0074] 일 실시예에 있어서, 주변 밴드(11)는 각각의 코너에서 절단되고 각각의 주변 스트립(12)은 스프링(22)으로서 구성되는 자신의 2개의 단부들(24)을 가진다. 스프링(22)은 스페이서 그리드(8)의 각각의 코너에 제공된다.

[0075] 대안의 실시예에 있어서, 스프링들(22)로서 구성되는 주변 스트립 단부들(24)은 스페이서 그리드(8)의 코너들의 총수(total number)보다 적은 제한된 수의 스페이서 그리드(8)의 코너들에만, 예컨대 스페이서 그리드(8)의 2개의 대각선으로 마주하는 코너들에만 제공된다. 이와 같은 실시예에 있어서, 하나의 주변 스트립(12)은 스프링(22)으로서 구성되는 하나의 단부(24) 및 다른 주변 스트립(12)의 것에 조립되고 본 발명의 제 1 실시예에 따른 모션 리미터(38), 스프링(22), 돌출부(36)가 선택적으로 제공되는 다른 대향 단부(24)를 가질 수 있다.

[0076] 연료봉들(4)의 번들은 전체-길이(full-length) 연료봉들(4), 및 전체-길이 연료봉들보다 길이가 짧은 부분-길이

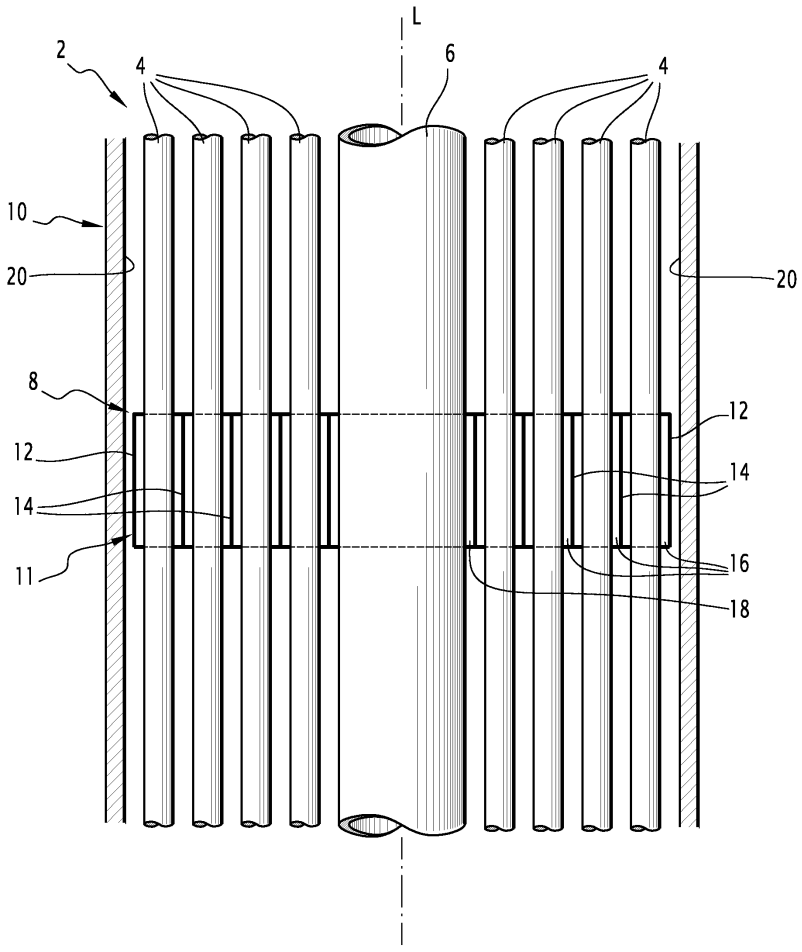
(part-length) 연료봉들(4)을 포함할 수 있다. 코너에서 절단된 주변 밴드(11)가 제공되는 스페이서 그리드(8)는 연료봉들(4)의 번들이 상기 코너에서 부분-길이 연료봉을 포함할 때 특별히 적응된다.

[0077] 도 2에 도시된 것과 같이, 스페이서 그리드(8)는 사각형 주변 윤곽을 나타내고 셀들(16)의 3x3 어레이를 대신하는, 개구(18)를 갖는 셀들(16)의 11x11 사각형 격자를 규정한다. 다른 배열들은 격자에서의 셀들(16)의 수(예컨대 9x9, 10x10 ... 12x12), 스페이서 그리드(8)의 주변 윤곽 및 대응하는 격자(예를 들어 정사각형, 직사각형, 또는 육각형)를 변화시켜 도모될 수 있다. 유사하게, 수로(6)의 수, 형상 및 크기는 변할 수 있다. 그러므로, 수로(들) 또는 워터 로드들(water rods)을 수용하기 위한 개구들(18)의 수(하나의 개구(18), 2개 이상의 개구들(18)) 및 수로들 또는 워터 로드들(1x1, 1x2, 2x1, 2x2, 2x3, 3x3...)을 수용하기 위한 개구들(18)의 크기 및 형상이 그에 상응하여 변할 수 있다.

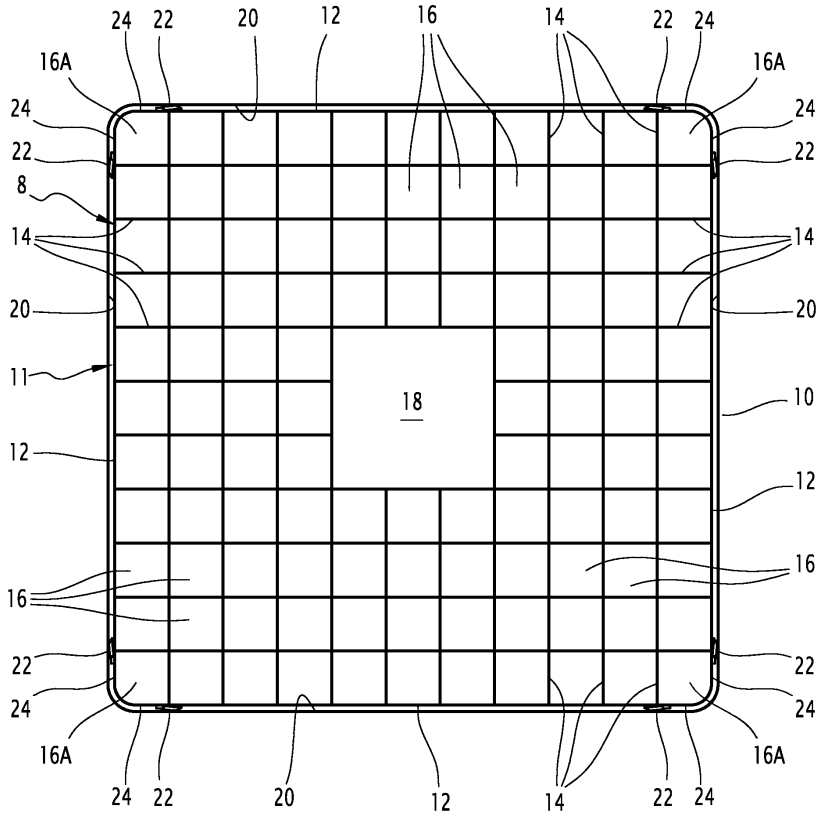
[0078] 본 발명은 특히, 연료봉들 사이 및 주위의 연료 채널 내에서 냉각수/감속재의 적당한 흐름을 허용하기 위해 연료봉들의 번들과 연료 채널의 내벽들 사이에 적당한 간격을 유지하는 것이 바람직한, 연료 채널을 포함하는 연료 조립체들에, 예컨대, 즉 BWR 또는 VVER 연료 조립체들에 응용한다.

도면

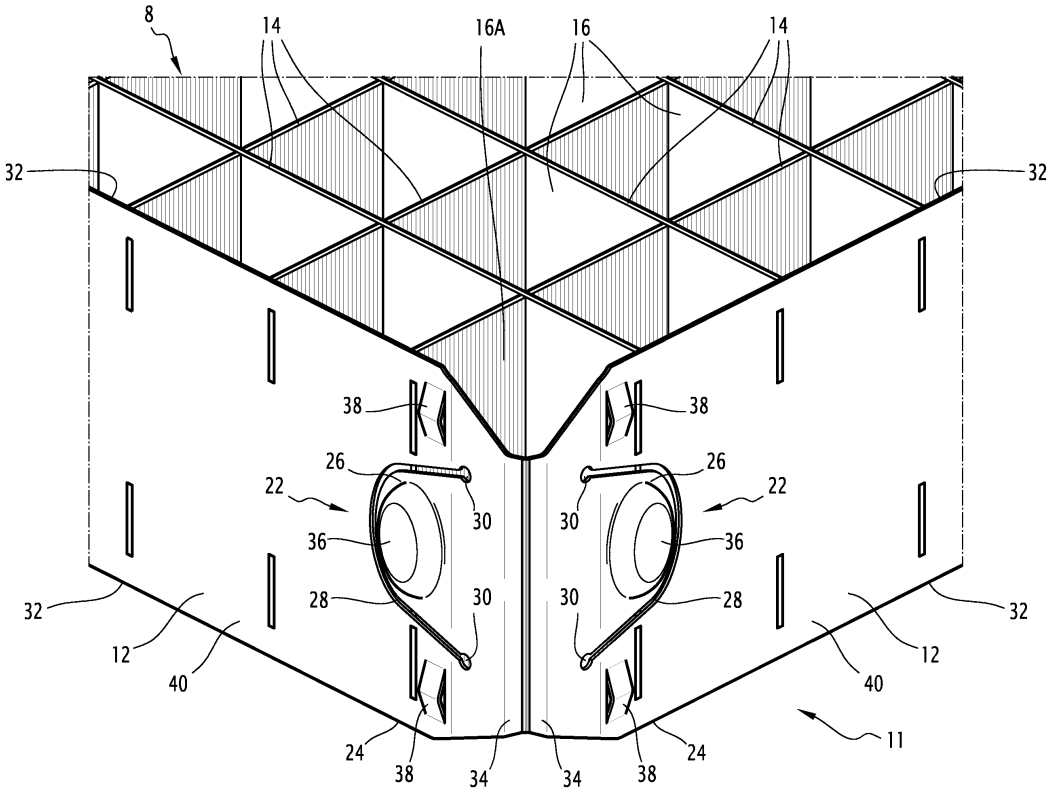
도면1



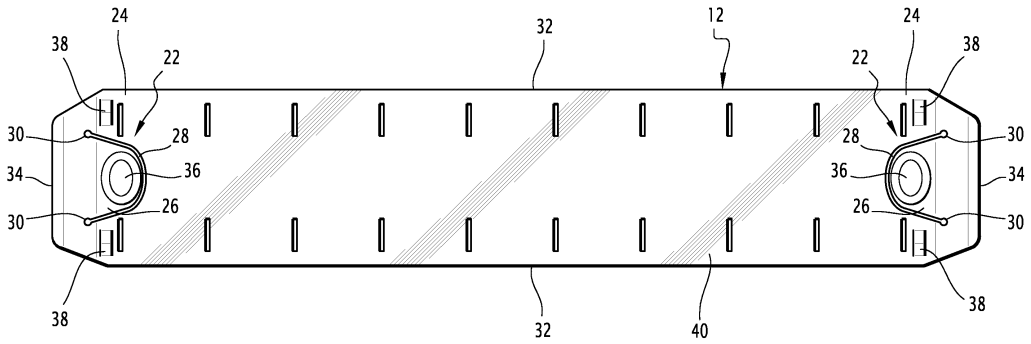
도면2


24
22
20
12
16
14
22
24
16A
24
22
8
14
20
11
12
16
22
24
16A
18
10
12
16
22
24
16A

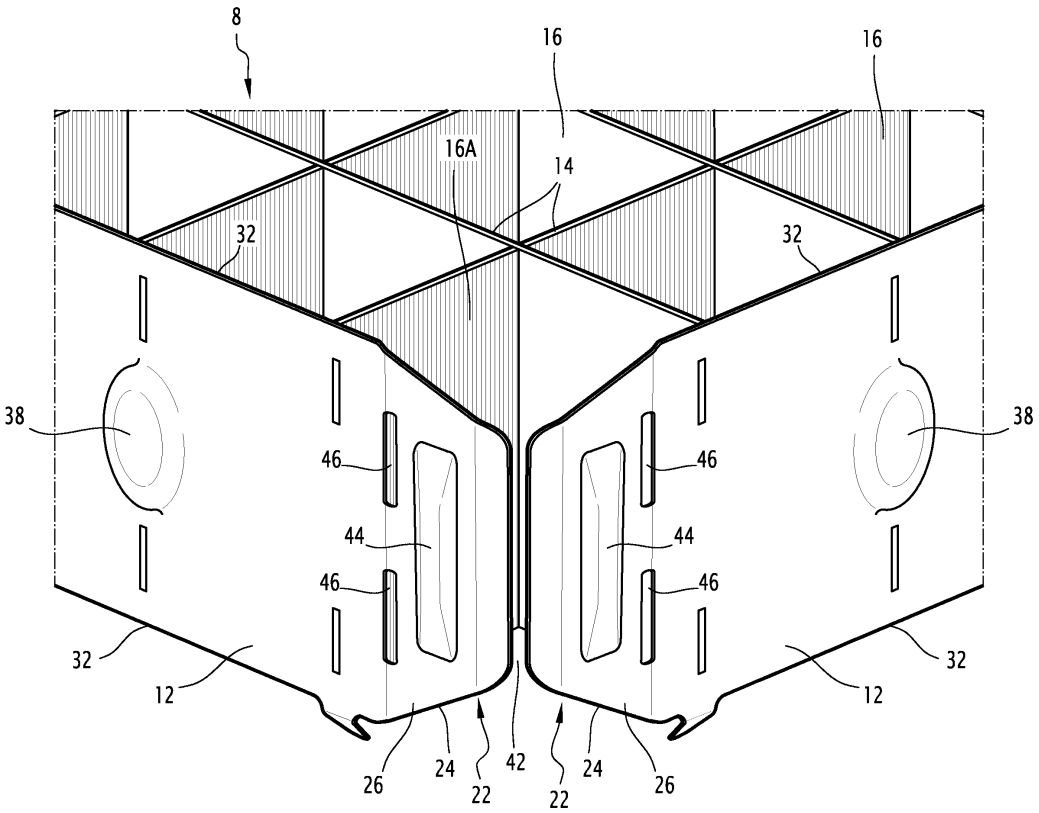
도면3


8
14
16A
16
14
32
32
38
38
26
26
22
22
30
30
36
36
28
28
30
30
32
32
12
12
40
40
24
24
38
34
34
38
11

도면4


24
38
22
32
12
24
38
22
30
28
36
34
30
26
28
30
36
34
26
30
38
32
40
38

도면5


8
16
16
16A
14
32
32
38
38
46
46
44
44
46
46
32
32
12
12
26
24
22
42
22
24
26