



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0033435
(43) 공개일자 2014년03월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21C 3/352 (2006.01) G21C 3/356 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7033628
(22) 출원일자(국제) 2012년05월18일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년12월18일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2012/059306
(87) 국제공개번호 WO 2012/160003
국제공개일자 2012년11월29일
(30) 우선권주장
11305628.7 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
드레셀 베른트
독일 91052 에어랑겐 소피엔트라쎄 86비
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정홍식, 김태현, 이현수

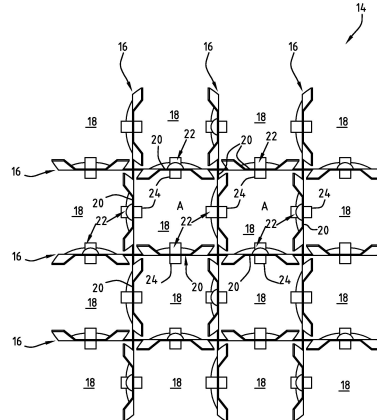
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립

(57) 요약

스트립(16)은 인터레이스된 스트립들(16)을 갖는 셀(18)의 범위를 정하기 위한 벽부(20), 벽부(20)로부터 멀리 셀(18)을 통해 연장하는 연료봉(4)을 바이어싱하기 위해 스트립(16)에 형성되고 벽부(20) 위에 제공되는 스프링(22)을 포함하고, 스프링(22)은 스트립(16)에 형성되는 캔틸레버식 탭(36) 및 탭(36)에 적어도 부분적으로 형성되고 셀(18)에 수용되는 연료봉(4)을 접촉하기 위한 탭(36)으로부터 돌출하는 접촉 부분(38)을 포함하는 유형으로 되어 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

엘리엇 케빈

미국 99320 워싱턴주 벤튼 시티 이 펜들턴 로드
7705

비숍 윌리엄 디

미국 99353 워싱턴주 웨스트 리치랜드 처커 코트
5323

모리스 제프리 씨

미국 99338 워싱턴주 케네윅 사우스 아서 스트리트
1801

특허청구의 범위

청구항 1

연료봉들(4)을 수용하고 흐름 방향(F)에서 냉각재의 흐름을 허용하기 위한 셀들(18)의 격자를 규정하는 인터레이스된 스트립들을 포함하는 핵 연료 조립체 스페이서 그리드(14)를 위한 스트립(16)으로서,

상기 스트립(16)은 셀(18)의 범위를 정하기 위한 벽부(20), 상기 셀(18)을 통해 연장하는 상기 연료봉(4)을 상기 벽부(20)로부터 멀리 바이어싱하기 위해 상기 스트립(16)에 형성되고 상기 벽부(20) 위에 제공되는 스프링(22)을 포함하는 유형으로 되어 있고, 상기 스프링(22)은 상기 스트립(16)에 형성되는 캔틸레버식 탭(36) 및 상기 셀(18)에 수용되는 상기 연료봉(4)을 접촉시키기 위해 상기 탭(36)에 적어도 부분적으로 형성되고 상기 탭(36)으로부터 돌출하는 접촉 부분(38)을 포함하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 스프링(22)의 자유 상태에서, 상기 탭(36)은 상기 벽부(20)에 대해 경사져 있는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 접촉 부분(38)은 상기 탭(36)에만 형성되는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 접촉 부분(38)은 상기 탭(36) 및 상기 벽부(20)에 형성되고, 상기 접촉 부분(38)은 상기 탭(36)과 상기 벽부(20) 사이의 연결 라인(46) 위에서 계단형(steping)으로 되어 있는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 접촉 부분(38)은 아치형 브리지(arched bridge) 형태로 되어 있는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 접촉 부분(38)은 상기 탭(36)에 연결되는 단부 및 상기 벽(20)에 연결되는 단부를 가지는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 접촉 부분은 상기 탭에 형성되는 돌출부(bulge)인, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 접촉 부분은 타원형 둘레(elliptical perimeter)인, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 접촉 부분(38)은 상기 흐름 방향(F)으로 연장되는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 탭(36)은 상기 스트립(16)의 상류의 하측 에지(26)를 향해 캔틸레버식으로 하향으로 연장하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 탭(36)은 상기 벽부(20)에 연결되는 상측 베이스(42) 및 하측 자유 팁(44)을 가지며, 상기 탭은 상기 자유 팁(44)을 향해 수렴하는(converging), 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 탭(36)은 기다란 만곡된 슬롯(40) 및 상기 슬롯(40)의 상기 2개의 대향 단부들(48)을 연결하는 연결 라인(46)에 의해 범위가 정해지는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 슬롯들의 상기 단부들은 원형이고 확대되어(enlarged) 있는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 14

제12항 또는 제13항에 있어서,

상기 슬롯(40)은 둘을 구별하여(one from the other) 나뉘는 브랜치들을 갖는 U자형인, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 15

제12항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연결 라인(46)은 상기 흐름 방향(F)에 수직인, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스프링(22)의 작용에 대항하여 상기 벽부(20)를 향해 상기 셀(18)에 수용되는 상기 연료봉(4)의 운동을 제한하기 위해 상기 벽(20) 위의 상기 스트립(16)에 형성되는 모션 리미터(34)를 포함하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 모션 리미터(34)는 상기 흐름 방향(F)으로 연장되거나 상기 흐름 방향(F)을 횡단하는, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 18

제16항 또는 제17항에 있어서,

상기 모션 리미터(34)는 타원형 둘레(elliptical perimeter)의 돌출부(bulge)인, 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 19

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 모션 리미터(34)는 상기 탭(36)과 상기 벽부(20) 사이의 연결 라인(46)에 접하는(tangent), 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립.

청구항 20

연료봉(4)을 수용하고 상기 스페이서 그리드(14)를 통해 축방향 상향으로 냉각재의 흐름을 허용하기 위한 셀들(18)의 격자를 규정하는 인터레이스된 스트립들을 포함하는 스페이서 그리드(14)로서, 상기 인터레이스된 스트립들 중 적어도 하나는 제1항 내지 제19항 중 어느 한 항에 정의된 스트립(16)인, 스페이서 그리드.

청구항 21

연료봉들(4)의 번들 및 상기 연료봉들(4)을 지지하기 위한 아마추어(6)를 포함하는 핵 연료 조립체(2)로서, 상기 아마추어(6)는 제20항에 정의된 적어도 하나의 스페이서 그리드(14)를 포함하는, 핵 연료 조립체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 연료봉들을 수용하고 흐름 방향에서 냉각재의 흐름을 허용하기 위한 셀들의 격자를 규정하는 인터레이스된 스트립들을 포함하는 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립에 관한 것이다.

배경기술

[0002] US 4 879 090은 셀들의 범위를 정하는 벽부들(wall portions) 및 각각의 벽부 스프링 위에서 스트립에서 절단되는 탭에 의해 형성되는 스프링 및 탭으로부터 떨어져서 스트립에 엠보싱되는(embossed) 보스들의 쌍으로서 형성되는 모션 리미터들을 포함하는 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 주변 스트립을 그것의 도 5에 도시한다.

[0003] 동작시, 냉각재 유체(예컨대 물)는 스페이서 그리드의 셀들을 통해 축방향 상향으로 흐른다. 각각의 벽부 위에 제공되는 스프링 및 모션 리미터들은 벽부에 의해 범위가 정해지는 동일한 셀의 중심을 향해 벽부의 평면으로부터 돌출하고 냉각재 유체 흐름 채널을 부분적으로 차단한다.

발명의 내용

[0004] 본 발명의 목적은 전체 연료 조립체 수명 동안 핵 연료봉들에 대한 적절한 지지 및 양호한 제조능력을 허용하면서 스페이서 그리드의 흐름 저항을 제한하는 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립을 제공하는 것이다.

[0005] 이를 위해, 본 발명은 연료봉들을 수용하고 흐름 방향에서 냉각재의 흐름을 허용하기 위한 셀들의 격자를 규정하는 인터레이스된 스트립들을 포함하는 핵 연료 조립체 스페이서 그리드를 위한 스트립으로서, 스트립은 셀의 범위를 정하기 위한 벽부, 셀을 통해 연장하는 연료봉을 벽부로부터 멀리 바이어싱하기 위해 상기 스트립에 형성되고 벽부 위에 제공되는 스프링을 포함하는 유형으로 되어 있고, 스프링은 스트립에 형성되고 캔틸레버식 탭 및 셀에 수용되는 연료봉을 접촉시키기 위해 탭에 적어도 부분적으로 형성되는 탭으로부터 돌출하는 접촉 부분을 포함하는, 스트립을 제안한다.

[0006] 다른 실시예들에 있어서, 스트립은 단독으로 또는 기술적으로 실행가능한 조합으로 취해지는 다음의 특징들 중 하나 또는 수개를 포함한다:

[0007] - 스프링의 자유 상태에서, 탭은 벽부에 대해 경사져 있고;

[0008] - 접촉 부분은 탭에만 형성되고;

[0009] - 접촉 부분은 탭 및 벽부에 형성되고, 접촉 부분은 탭과 벽부 사이의 연결 라인 위에서 계단형으로 되어 있고;

- [0010] - 접촉 부분은 아치형 브리지(arched bridge) 형태로 되어 있고;
- [0011] - 접촉 부분은 탭에 연결되는 단부 및 벽에 연결되는 단부를 가지며;
- [0012] - 접촉 부분은 탭에 형성되는 돌출부이고;
- [0013] - 접촉 부분은 타원형 둘레이고;
- [0014] - 접촉 부분은 흐름 방향으로 연장되고;
- [0015] - 탭은 스트립의 상류의 하측 에지를 향해 캔틸레버식으로 하향으로 연장하고;
- [0016] - 탭은 기다란 만곡된 슬롯 및 슬롯의 2개의 대향 단부들을 연결하는 연결 라인에 의해 범위가 정해지고;
- [0017] - 슬롯의 단부들은 원형이고 확대되어 있고;
- [0018] - 슬롯은 둘을 구별하여(one from the other) 나누는 브랜치들을 갖는 U자형이고;
- [0019] - 스프링의 작용에 대항하여 벽부를 향해 셀에 수용되는 연료봉의 운동을 제한하기 위해 벽 위의 스트립에 형성되는 모션 리미터를 포함하고;
- [0020] - 모션 리미터는 벽부에 의해 범위가 정해지는 셀을 통해 냉각재 흐름 방향에서 스프링의 상류 또는 하류에 제공되고;
- [0021] - 모션 리미터는 벽부에 형성되는 돌출부이고;
- [0022] - 모션 리미터는 연장되고, 즉 타원형 둘레이다.
- [0023] 본 발명은 또한 연료봉을 수용하고 스페이서 그리드를 통해 축방향 상향으로 냉각재의 흐름을 허용하기 위한 셀들의 격자를 규정하는 인터레이스된 스트립들을 포함하는 스페이서 그리드로서, 인터레이스된 스트립들 중 적어도 하나는 위에 정의된 스트립인, 스페이서 그리드에 관한 것이다.
- [0024] 본 발명은 또한 연료봉들의 번들 및 연료봉들을 지지하기 위한 아마추어를 포함하는 핵 연료 조립체로서, 아마추어는 위에 정의된 적어도 하나의 스페이서 그리드를 포함하는, 핵 연료 조립체에 관한 것이다.
- [0025] 본 발명 및 그것의 이점들 단지 예로서 그리고 첨부 도면들을 참조하여 주어지는 다음의 설명을 읽을 때 더 양호하게 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 인터레이스된 스트립들로 만들어지는 스페이서 그리드들을 가지는 가압수형 원자로 핵 연료 조립체의 측면도이고;
- 도 2는 인터레이스된 스트립들로 만들어지는 스페이서 그리드들을 가지는 비등수형 원자로 핵 연료 조립체의 부분 측면도이고;
- 도 3은 본 발명에 따른 스페이서 그리드의 부분 상면도이고;
- 도 4는 도 3의 스페이서 그리드의 스트립의 부분 정면도이고;
- 도 5는 도 4의 스트립의 관련 모션 리미터 스프링의 정면도이고;
- 도 6은 도 5의 VI-VI에 따른 모션 리미터 스프링의 단면도이고;
- 도 7은 셀을 통해 연장하는 연료봉을 스페이서 그리드의 셀의 부분 단면도이고;
- 도 8 및 9는 본 발명의 다른 실시예를 도시하는 도 5 및 6에 각각 대응하는 도면들이고;
- 도 10은 본 발명의 또 다른 실시예의 스트립의 정면도이고;
- 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예의 스트립의 정면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 도 1에 도시된 가압수형 원자로(PWR)를 위한 핵 연료 조립체(2)는 핵 연료봉들(4)의 번들 및 연료봉들(4)을 지지하기 위한 아마추어(6)를 포함한다. PWR 연료 조립체(2)는 연료 조립체(2)가 원자로 내에 배치될 때 수직으로

연장하는 조립체 축선(L)에 따라 연장한다.

- [0028] 아마추어(6)는 하측 노즐(8), 상측 노즐(10), 복수의 안내-튜브들(12) 및 복수의 스페이서 그리드들(14)을 포함한다.
- [0029] 안내-튜브들(12)은 조립체 축선(L)에 평행하게 연장하고 하측 노즐(8)을 상측 노즐(10)에 연결하고 노즐들(8, 10) 사이에서 조립체 축선(L)을 따라 미리 정해진 간격을 유지한다. 각각의 안내-튜브(12)는 안내-튜브(12) 내로의 제어봉의 삽입을 허용하기 위해 상측 노즐(10)을 통해 위쪽이 개방되어 있다.
- [0030] 도 2에 도시된 비등수형 원자로(BWR)를 위한 핵 연료 조립체(2)는 또한 연료 조립체(2)가 원자로 내에 배치될 때 수직으로 연장하는 조립체 축선(L)을 따라 연장된다.
- [0031] BWR 연료 조립체(2)는 핵 연료봉들(4)의 번들, 연료봉들(4)을 유지하기 위한 아마추어 및 연료봉들(4)의 번들을 둘러싸는 관형 연료 채널(15)을 포함한다. 아마추어는 전형적으로 조립체 축선(L)을 따라 이격된 하측 노즐 및 상측 노즐, 연료봉들(4)의 번들이 배열되는 적어도 하나의 수로(13) 및 연료봉들(4)의 번들을 따라 분포되는 복수의 스페이서 그리드들(14)을 포함한다.
- [0032] 연료봉들(4), 수로(13) 및 연료 채널(15)은 하측 노즐과 상측 노즐 사이에서 연장하고, 수로(13) 및 연료 채널(15)은 하측 노즐 및 상측 노즐을 연결한다.
- [0033] 수로(13)는 연료봉들(4)에 평행하게 연장한다. 수로(13)는 연료봉들(4)의 번들과는 분리하여 냉각재/감속재 흐름을 채널링하기 위해 배열된다.
- [0034] 연료 채널(15)은 연료봉들(4)에 평행하게 연장한다. 연료 채널(15)은 연료봉들(4)의 번들 및 수로(13)를 감싼다. 연료 채널(15)은 연료봉들(4) 사이에서 및 주위에서 냉각재/감속재 흐름을 채널링하기 위해 배열된다.
- [0035] PWR 및 BWR 스페이서 그리드들(14)은 연료봉들(4)을 따라 이격된 관계로 분포된다.
- [0036] 각각의 스페이서 그리드(14)는 조립체 축선(L)을 가로질러 연장한다.
- [0037] 각각의 연료봉(4)은 관형 클래딩, 클래딩 내부에 적층된 펠렛들 및 클래딩의 단부들을 폐쇄하는 캡들을 포함한다. 각각의 연료봉(4)은 스페이서 그리드들(14)에 의해 조립체 축선(L)에 대해 횡방향으로 및 길이방향으로 지지되는 스페이서 그리드들(14)을 통해 조립체 축선(L)에 평행하게 연장한다.
- [0038] 동작시, 연료 조립체(2)는 원자로 내에 배치되고 하측 노즐(8)은 원자로의 저판(bottom plate) 위에 놓이고 조립체 축선(L)은 실질적으로 수직이다. 도 1 및 도 2에 화살표들 F로 나타낸 것과 같이, 냉각재는 연료봉들(4) 사이의 흐름을 갖고 연료 조립체(2)를 따라 그리고 노즐들(8, 10) 스페이서 그리드들(14)을 통해 상향으로 흐른다.
- [0039] 스페이서 그리드들(14)은 서로 유사할 수 있고 본 발명에 따른 하나의 스페이서 그리드(14)는 도 3 내지 도 7을 참조하여 더 설명될 것이다.
- [0040] 도 3에 도시된 것과 같이, 스페이서 그리드(14)는 각각 하나의 연료봉(4)을 수용하기 위한 셀들(18)의 격자를 규정하는 복수의 인터레이스된 금속 스트립들(16)을 포함하고, 수개의 셀들(18)만이 도 3에 도시되어 있다.
- [0041] 알려진 방식으로, PWR 연료 조립체를 위한 스페이서 그리드의 경우에, 인터레이스된 스트립들(16)은 또한 PWR 안내-튜브들(12)을 수용하기 위한 복수의 셀들을 규정하고, 스페이서 그리드(14)는 예컨대 용접에 의해 안내-튜브들(12)에 고정된다. 유사하게, BWR 연료 조립체를 위한 스페이서 그리드의 경우에, 적어도 하나의 BWR 수로(13)는 전형적으로 격자 내에 하나 또는 수개의 연료봉들(4)을 대체하고, 인터레이스된 스트립들(16)은 수로(13)를 위한 구멍을 규정하고 스페이서 그리드(14)는 예컨대 용접에 의해 수로(13)에 고정된다.
- [0042] 연료봉들(4)을 수용하기 위한 셀들(18)만이 도 3에 도시되고 이하에서, 용어 "셀(cell)"은 연료봉들(4)을 수용하기 위한 셀들(18)을 가리킨다.
- [0043] 각각의 셀(18)은 관형이고 셀 축선(A)을 따라 연장한다. 스페이서 그리드(14)가 연료 조립체(2)에 조립될 때(도 1 및 도 2) 셀 축선(A)은 조립체 축선(L)(도 3에 수직)에 평행하다. 상이한 셀들(18)의 셀 축선들(A)은 평행하다. 각각의 셀(18)은 교차하는 스트립들(16)의 2개의 쌍들의 4개의 벽부들(20)에 의해 범위가 정해지고, 각각의 쌍의 스트립들(16)은 서로 평행하게 연장한다.
- [0044] 셀(18)의 범위를 정하는 대향 벽부들(20)의 각각의 쌍의 하나의 벽부(20)는 벽부(20)에 형성되고 자유 상태에서 셀(18)의 중심을 향해 돌출하는 탄성 스프링(22)을 가지며, 대향 벽부들(20)의 각각의 쌍의 다른 벽부(20)는 벽

부(20)에 형성되고 셀(18)의 중심을 향해 돌출하는 강성 덩굴(24)을 가진다.

- [0045] 각각의 셀(18)의 벽부들(20) 위에 제공되는 스프링들(22) 및 덩굴들(24)은 셀(18)을 통해 연장하는 연료봉(4)이 셀 축선(A)에 대해 횡방향으로 및 길이방향으로 연료봉(4)을 지지하기 위해 덩굴들(24)에 대향하여 스프링들(22)에 의해 횡방향으로 바이어스되도록 배열된다.
- [0046] 2개의 인접한 셀들(18)의 범위를 정하는 각각의 벽부(20)(스트립(16)의 각각의 측면 위에 하나)는 셀(18) 중 하나의 벽부(20)의 면 위에서 돌출하는 스프링(22) 및 다른 셀(18)의 벽부(20)의 대향면 위에서 돌출하는 덩굴(23)을 가진다. 하나의 셀(18)만의 범위를 정하는 각각의 벽부(20)는 스프링(22) 또는 덩굴(24)을 가진다.
- [0047] 도 4는 스트립(16)의 복수의 벽부들(20)을 도시하고, 이들 벽부들(20) 각각은 2개의 셀들(18)의 범위를 정하도록 되어 있는데, 하나는 스트립(16)의 각각의 측면 위에 있다.
- [0048] 동작시, 냉각재는 스트립(16)의 상류의 하측 에지(26)로부터 하류의 상측 에지(28)로 도 4에 나타낸 흐름 방향(F)으로 각각의 셀(18)을 통해 상향으로 흐른다. 흐름 방향(F)은 셀 축선(A)에 평행하다.
- [0049] 각각의 벽부(20)은 하측 에지(26)로부터 상측 에지(28)로 연장한다. 벽부들(20)은 상측 에지(28) 위에 제공되고 실질적으로 교차하는 스트립(16)의 절반-높이까지 연장하는 일련의 대응하는 슬릿들(30)과 결합하기 위해 하측 에지(26) 위에 제공되고 실질적으로 스트립(16)의 절반-높이까지 연장하는 슬릿들(30)에 의해 분리된다.
- [0050] 스트립(16)은 선택적으로 상측 에지(28)로부터 상향으로 돌출하는 핀들(32)을 포함하고 각각의 핀(32)은 셀들(18)을 통해 흐르는 냉각재 유체에 나선형 운동을 부여하고 냉각재와 연료봉들(4) 사이의 열교환을 향상시키기 위해 셀 축선(A)에 대해 경사져 있다.
- [0051] 스트립(16)은 도시된 벽부들(20)의 각각 위에 스프링(22), 덩굴(24) 및 모션 리미터(34)를 포함하고 이들 각각은 스트립(16)에 형성되고 따라서 스트립(16)과 일체로 하나의 부분으로 형성된다.
- [0052] 각각의 벽부(20) 위에 제공되는 모션 리미터(34) 및 스프링(22)은 스트립(16)의 동일한 면 위에서 돌출하고, 한편, 덩굴(24)은 스트립(16)의 대향면 위에서 돌출한다.
- [0053] 덩굴들(24)은 인접한 벽부들(20)위에서 스프링들(22)의 위 및 아래에 교대로 배치된다. 따라서, 인터레이스된 스트립들(16)은 셀(18)의 범위를 정하는 스트립(16)의 벽부(20) 위에 제공되는 스프링(22)이 셀(18)의 범위를 정하는 다른 스트립(16)의 대향 단부(20) 위에 제공되는 덩굴(24)과 마주하도록 배열될 수 있다.
- [0054] 스트립(16)의 스프링들(22)은 동일하고 하나의 스프링(22)은 도 5 내지 도 7을 참조하여 더 기술된다.
- [0055] 도 5에 도시된 스프링(22)은 유연한 캔틸레버식 탭(36) 및 스트립(16)에서 절단되는 접촉 부분(38)을 포함한다.
- [0056] 탭(36)은 폐쇄된 컨투어(closed contour)의 기다란 만곡된 슬롯(40)에 의해 스트립(16)에서 범위가 정해진다. 탭(36)은 슬롯(40)의 마주하는 단부들(48)을 연결하는 연결 라인(46)과 슬롯(40) 사이에서 범위가 정해진다. 단부들(48)은 바람직하게는 원형이고 국부 기계적 피크 스트레스들(local mechanical peak stresses)을 제한하기 위해 확대된다. 라인(46)은 셀 축선(A)에 수직이다. 탭(36)은 라인(46)을 따라 벽부(20)에 연결된다.
- [0057] 탭(36)은 상류의 하측 에지(26)를 향해 캔틸레버식으로 하향으로 연장하고 벽부(20)에 연결된 상측 베이스(42) 및 하측 자유 팁(44)을 가진다. 탭(36)은 자유 팁(44)을 향해 수렴하고 있다. 슬롯(40)은 나뉘는 브랜치를 갖는 대략 U자형(또는 둥근 팁을 갖는 V자형)이다.
- [0058] 스프링(22)의 자유 상태에서, 탭(36)은 벽부(20)에 대해 경사지고 하향으로 그리고 벽부(20)로부터 멀리 벽부(20)에 의해 범위가 정해지는 셀(18)의 중심을 향해 연장한다. 탭(36)은 라인(46)과 실질적으로 일치하는 회전 축선 주위에서 탭(36)의 회전을 가져 탭(36)의 탄성 변형에 의해 탄성적으로 유연하다. 탭(36)의 유연성은 슬롯(40)의 단부들(48)의 직경을 조정하여 조정될 수 있다.
- [0059] 접촉 부분(38)은 탭(36)에만 형성되고 벽부(20)에 대향하는 탭(36)으로부터 벽부(20)에 의해 범위가 정해지는 셀(18)의 중심을 향해 돌출한다. 접촉 부분(38)은 탭(36)과 일체로 된 하나의 부품이다.
- [0060] 도 4 내지 도 6에 도시된 실시예에 따르면, 접촉 부분(38)은 탭(36)에서 절단된 아치형 브리지 형태로 제공된다. 접촉 부분(38)은 셀 축선(A)의 방향으로 연장되고, 탭(36)에 연결되는 접촉 부분(38)의 2개의 단부들은 셀 축선(A)의 방향으로 정렬된다. 접촉 부분(38)은 셀 축선(A)의 방향에서 실질적으로 서로 평행하게 연장하는 2개의 개구들(52) 사이에서 범위가 정해지는 랜싱(lancing)으로서 형성된다.
- [0061] 스프링(22)에 관련된 모션 리미터(34)는 스프링(22)으로부터 떨어져서 스트립(16)에 형성되고 대응하는 스프링

(22)과 동일한 측면 위에서 벽부(20)로부터 돌출한다. 모션 리미터(34)는 스트립(16)으로 형성되는 만곡된 둘레, 예를 들어 상승된 부분(56) 및 정점(62)을 갖는 도 5에 도시된 원형 둘레(circular perimeter)의 돌출이다. 모션 리미터(34)는 대응하는 스프링(22) 아래 또는 위에 배치된다(도 3).

- [0062] 도 7에 도시된 것과 같이, 접촉 부분(38)은 벽부(20)에 의해 범위가 정해지는 셀(18)을 통해 연장하는 연료봉(4)의 외측 표면과 접촉하고 탭(36)은 벽부(20)를 향해 탄성 변형된다. 따라서 스프링(22)은 셀(18)의 범위를 정하는 대향 벽부(20) 위에 제공되는 딥플(24)과 접촉하여 벽부(20)로부터 멀리(도 7의 우측을 향해) 연료봉(4)을 바이어스한다.
- [0063] 이러한 구성에서, 탭(36)의 자유 팁(44)은 벽부(20)의 평면으로 실질적으로 연장하고, 벽부(20)에 대해 접촉 부분(38)의 높이(H)는 모션 리미터(34)의 정점(62)의 높이(h)보다 높다. 정점(62)과 연료봉(4)의 외측 표면 사이에는 갭(D)이 있다.
- [0064] 동작시, 냉각재는 셀(18)을 통해 그리고 셀 축선(A)에 평행한 흐름 방향(F)에서 고속으로 상향으로 연료봉(4) 주위에서 흐른다. 이것은 셀(18) 내에서 연료봉(4)의 횡방향 진동을 일으킨다. 횡방향 진동들은 또한 제조 플랜트로부터 파워 플랜트로의 이송 및 연료 조립체(2)의 핸들링 동안 발생할 수 있다.
- [0065] 모션 리미터(34)는 강성이고 스프링(22)의 작용에 대항하여 벽부(20)를 향해 연료봉(4)의 운동들을 제한한다. 따라서 모션 리미터(34)는 스프링(22)의 과도 스트레스를 회피시키고 즉 그것의 소성 변형을 회피시킨다.
- [0066] 유연한 캔틸레버식 탭(36) 및 강성의 접촉 부분(38)이 스트립(16)에 형성되는 스프링(22)은 흐름 저항을 제한하면 적절한 횡력에 의해 연료봉(4)을 바이어싱할 수 있다. 탭(36)은 탭(36)의 자유 팁(44)이 벽부(20)의 평면에서 (또는 근방에서) 후퇴될 경우 바이어싱력(Biasing force)을 제공하고; 이 위치에서 접촉 부분(38)만이 벽부(20)로부터 돌출한다.
- [0067] 흐름 방향(F)으로 연장되는 접촉 부분(38)은 흐름 저항을 더 제한하고 마모부식 위험들을 제한하기 위해 연료봉(4)과의 연장된 접촉 영역을 제공할 수 있게 한다.
- [0068] 탭(36) 및 접촉 부분(38)을 구비하는 스프링(22)은 용이하게 그리고 낮은 비용으로 단일 스탬핑 동작으로 얻을 수 있다.
- [0069] 도 8 및 도 9의 대안의 실시예는 접촉 부분(38)이 부분적으로 탭(36)에 형성되고 부분적으로 벽부(20)에 형성되는 특징이 도 5 및 도 6의 것과 다르다. 접촉 부분(38)은 더 연장되고 탭(36)의 범위를 정하는 슬롯(40)의 단부들(48)을 연결하는 라인(46) 위에서 계단형으로 된다.
- [0070] 이것은, 바이어싱 스프링(22)이 2개의 평행하지만 상이한 축선들에 대해 탭(36)의 상측 베이스(42) 및 접촉 부분(38)의 상측 단부의 동시 변형을 일으키기 때문에 스프링(22)의 강도(stiffness)를 증가시킨다.
- [0071] 도 10의 대안의 실시예에 있어서, 모션 리미터(34)는 타원형 둘레를 가지는 돌출부이다. 모션 리미터(34)는 흐름 방향(F)으로 횡방향으로 연장된다. 각각의 모션 리미터(34)는 흐름 방향에서 스프링(22)과 일치하여 대응하는 스프링(22) 위에 위치된다. 각각의 모션 리미터(34)는 스프링 탭(36)의 베이스에 인접하여 위치된다. 바람직하게는, 모션 리미터(34)는 연결 라인(46)에 접한다.
- [0072] 접촉 부분(38)은 만곡된 둘레의 폐쇄된 돌출부 형태로 제공된다. 도 10에 도시된 것과 같이, 둘레는 유리하게는 타원형 둘레이고 바람직하게는 흐름 방향(F)으로 연장된다.
- [0073] 딥플들(24)은 또한 흐름 방향으로 연장되는 타원형 둘레의 돌출부들 형태로 제공된다.
- [0074] 대안의 실시예에 있어서, 도 10의 모션 리미터(34)는 도 4 내지 도 6에서와 같이 스프링으로 절단되는 브리지형 접촉 부분(38)을 가지는 스프링(22)과 조합된다. 다른 대안의 실시예에 있어서, 도 4 내지 도 6의 원형 둘레의 모션 리미터(34)는 폐쇄된 돌출부, 즉 타원형 둘레 형태로 도 10의 접촉 부분과 조합된다.
- [0075] 상이한 실시예들에 있어서, 모션 리미터(34) 및 일직선을 이루어 제공되는 스프링(22)은 - 하나는 흐름 방향(F)에서 다른 것의 상류에 있고 - 스트립(16)의 흐름 저항을 감소시킨다.
- [0076] 연결 라인(46)에 인접한 스프링(22) 위에 위치되는 모션 리미터(34)는 스프링 요소(22)를 강화시키고(stiffens) 슬롯(40)의 단부들(48)에서 국부 피크 스트레스들(local peak stresses)이 덜 생기게 한다. 이들 효과들은 도 10의 타원형 둘레의 모션 리미터(34)에 의해 훨씬 증가된다.
- [0077] 도 11의 대안의 실시예에 있어서, 스트립(16)의 상류의 하측 에지(26)는 지그재그 형상으로 되어 있어 그것은

각각의 벽부(20)의 중심에서 낮고 인터레이스된 스트립들(16)이 서로 교차하는, 벽부들(20) 사이의 연결 지점에서 높다.

[0078] 그 결과, 스페이서 그리드(14)에는 낮은 지점들(64)보다 높은 레벨에서 교차점들(66)에서 교차하는 인터레이스된 스트립들(16)이 형성될 수 있고, 그렇게 됨으로써 가능하게는 냉각재 유체에 존재하는 데브리스(debris)는 셀들(18)의 내면과 연료봉들(4) 사이의 공간이 더 큰 정사각형 셀들(18)의 코너들에서 교차점들(66)을 향해 횡방향으로 안내된다. 따라서, 데브리스가 연료봉들(4)을 손상시키는 것이 방지된다.

[0079] 대안의 실시예에 있어서, 스트립(16)의 하측 에지(26)가 지그재그 형상으로 되어 상류의 하측 에지(26)는 교대로 벽부들(20) 사이의 연결 지점에서 높은 레벨 및 낮은 레벨로 된다.

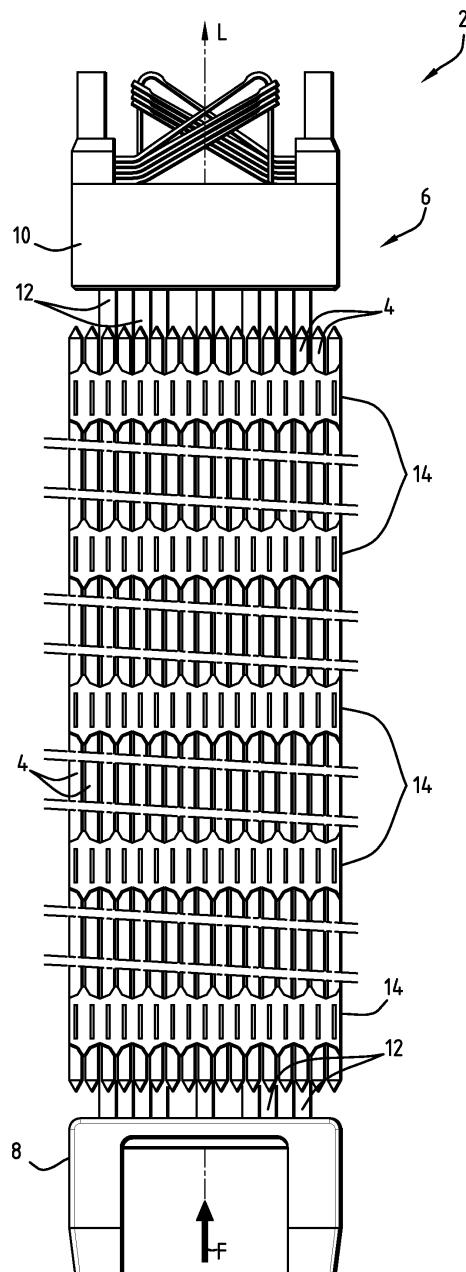
[0080] 그 결과, 인터레이스된 스트립들(16)은 동일한 이익을 가지면서, 교차점들(66)을 높은 레벨에 제공하고 교차점들(66)을 어긋나게 배열된 행들에 배열되는 낮은 레벨에 제공하도록 조립될 수 있다.

[0081] 하측 에지(26)는 지그재그 형상 대신에 파(wave) 형상을 제공할 수 있다.

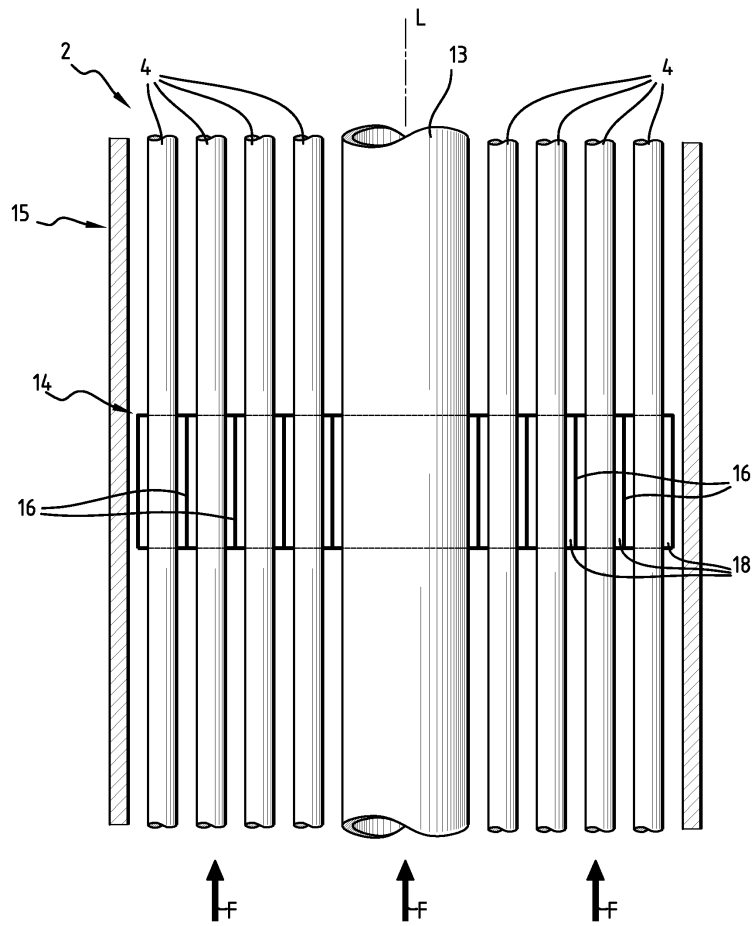
[0082] 본 발명은 PWR(Pressurized Water Reactor) 연료 조립체를 위한 스페이서 그리드들 또는 도시된 것과 같은 BWR(Boiling Water Reactor) 연료 조립체를 위한 스페이서 그리드들에 및 또한 VVER(Water-Water Energetic Reactor) 연료 조립체를 위한 스페이서 그리드들에 적용할 수 있다.

도면

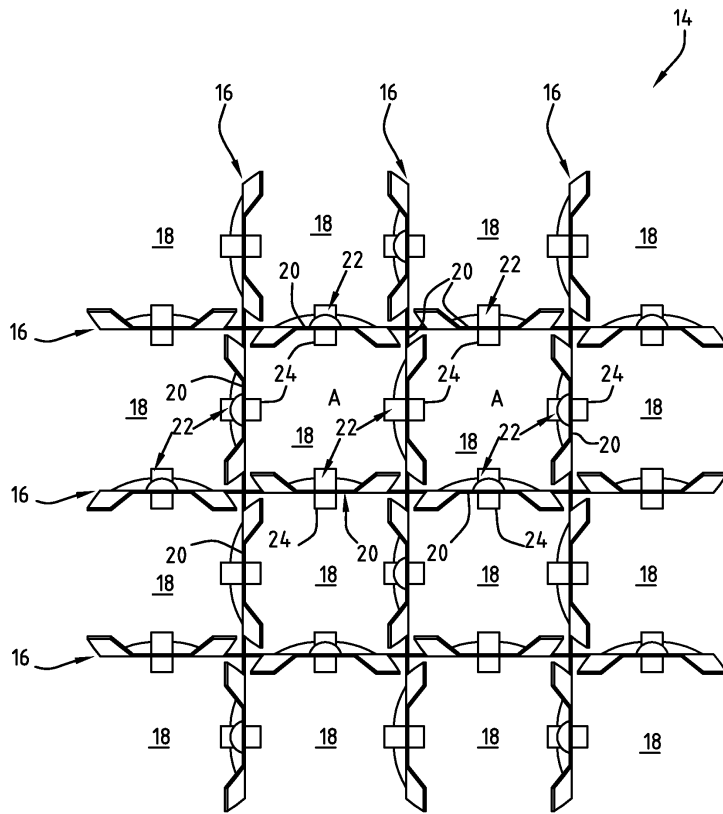
도면1



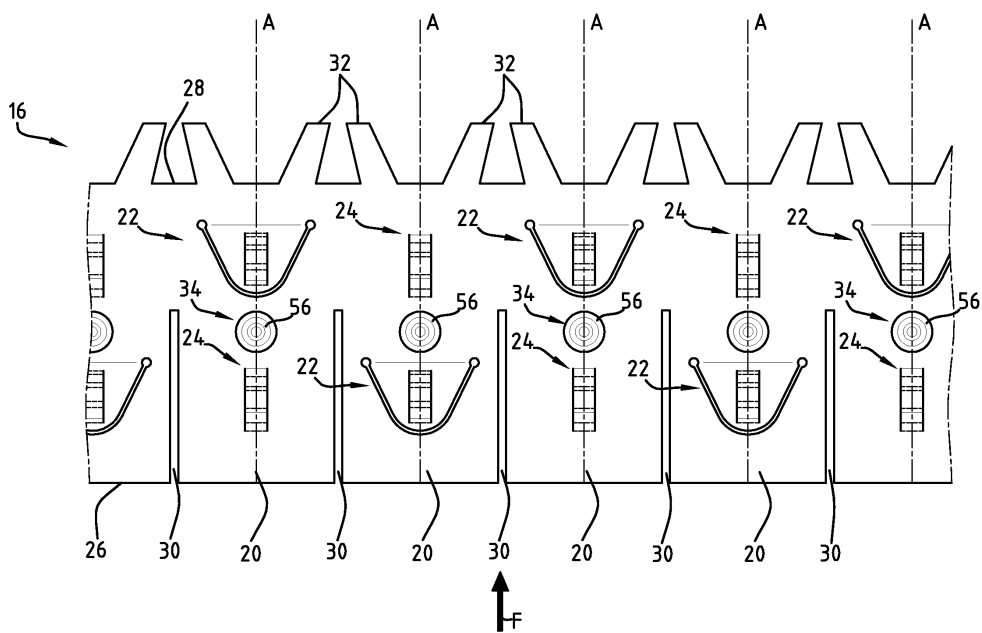
도면2



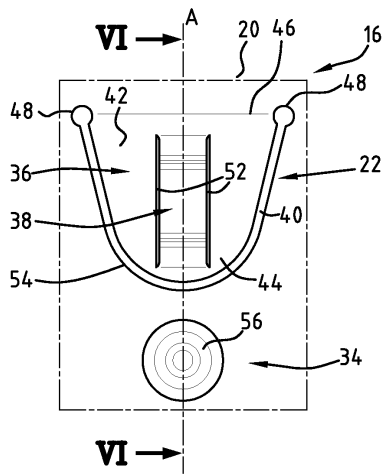
도면3



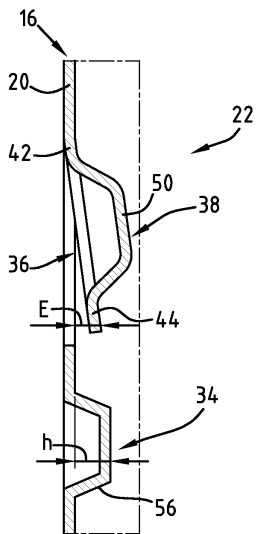
도면4



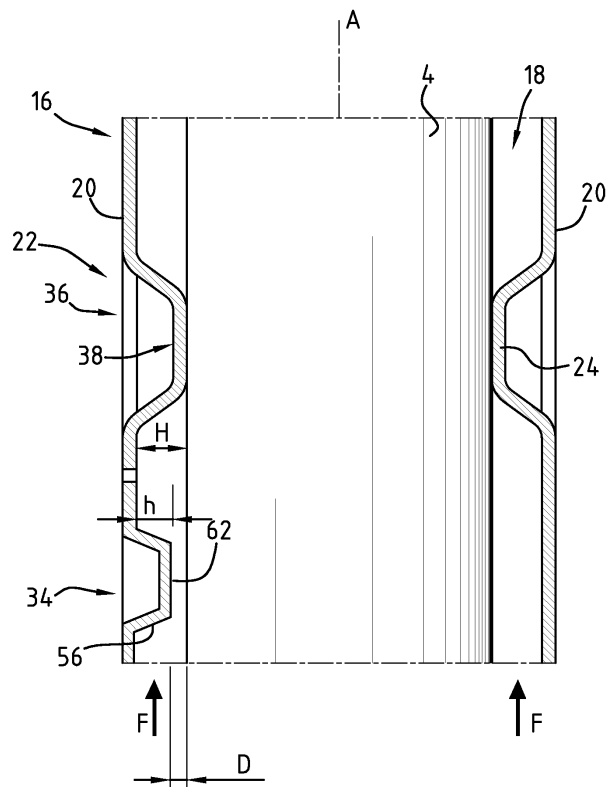
도면5



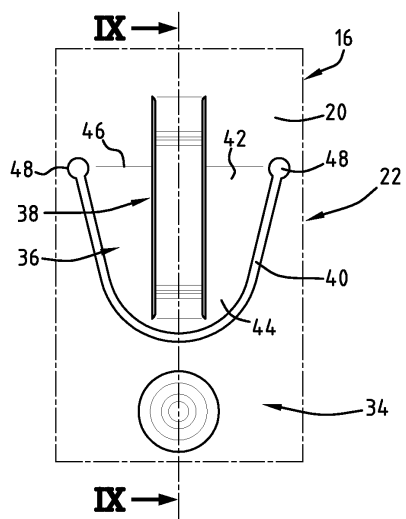
도면6



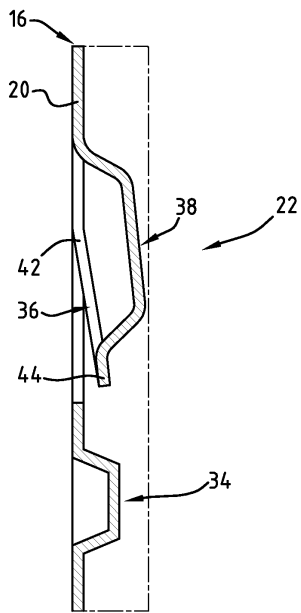
도면7



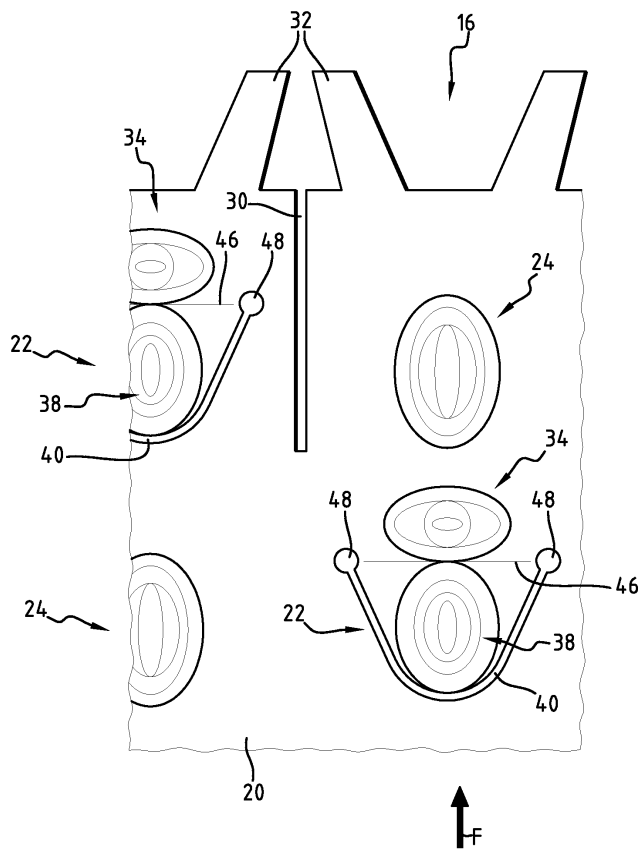
도면8



도면9



도면10



도면11

