



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0089347
(43) 공개일자 2020년07월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21C 3/33 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G21C 3/3305 (2013.01)
G21C 3/322 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0005485
(22) 출원일자 2019년01월16일
심사청구일자 2019년01월16일

(71) 출원인
한전원자력연료 주식회사
대전광역시 유성구 대덕대로989번길 242 (덕진동)

(72) 발명자
천주홍
대전광역시 유성구 대덕대로577번길 51, 1동 502호 (도룡동, 한전원자력연료 사원아파트)

김성수
대전광역시 유성구 대덕대로577번길 51, 1동 502호 (도룡동, 한전원자력연료 사원아파트)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
이우영

전체 청구항 수 : 총 3 항

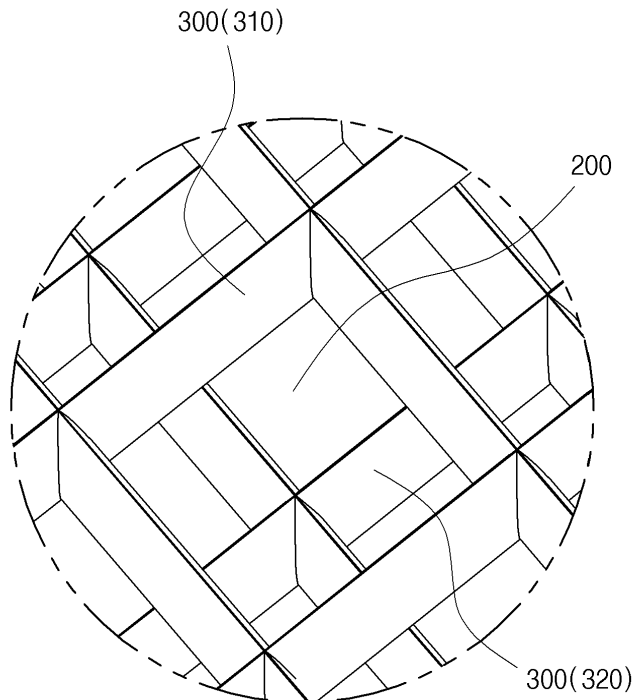
(54) 발명의 명칭 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체

(57) 요약

본 발명은 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 유로홀의 형태를 복수로 적층된 격자무늬로 구성하여 유로홀 크기 최소화를 통해 이물질 필터링 효율성을 높임과 동시에, 상기 격자무늬를 구성하는 격자프레임의 측단면 형태를 항공기 익형으로 구성하여 냉각

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



수 압력 강하 방지를 통해 냉각수 유속이 저하되지 않도록 한 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체에 관한 것이다.

이를 위해, 복수의 유로홀을 형성하는 핵연료집합체의 하단고정체에 있어서, 상기 유로홀은 격자무늬로 구성되며, 상기 격자무늬를 구성하는 격자프레임은 유로홀을 교차하면서 복수로 적층구성되며, 상기 격자프레임의 측단면 형태는, 항공기 익형(翼型) 타입의 유선형(流線型)인 것을 특징으로 하는 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체를 제공한다.

(72) 발명자

류수필

대전광역시 서구 관저서로 19, 108동 203호(관저동, 관저더샵)

이도관

대전광역시 유성구 신성로84번길 43-17, 304호(신성동)

박남규

대전광역시 유성구 대덕대로577번길 51, 2동 201호(도룡동, 한전원자력연료 사원아파트)

유중성

대전광역시 서구 둔산로 201, 602동 502호(둔산동, 국화아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20171510102030

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 원자력 핵심기술, 증장기_중대형, 원전안전 및 선진화

연구과제명 원전 핵연료지지체와 안전 1등급 밸브의 3D 프린팅 기반 제작 및 표준화 기술개발

기여율 1/1

주관기관 한국원자력연구원

연구기간 2017.12.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 유로홀을 형성하는 핵연료집합체의 하단고정체에 있어서,
 상기 유로홀은 격자무늬로 구성되되,
 상기 격자무늬를 구성하는 격자프레임은 유로홀을 교차하면서 복수로 적층구성되며,
 상기 격자프레임의 측단면 형태는,
 항공기 익형(翼型) 타입의 유선형(流線型)인 것을 특징으로 하는 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 격자프레임은 제1격자프레임과 제2격자프레임으로 적층 구성된 것을 특징으로 하는 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,
 상기 격자프레임의 측단면 형태는,
 냉각수가 유입되는 방향으로부터 곡선형으로 이루어지다가 뾰족하게 형성된 것을 특징으로 하는 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 이물질 필터링 효율성을 높이면서도 냉각수 압력 강하 방지를 통해 냉각수 유속이 저하되는 것을 방지한 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 원자로는 핵분열 물질의 연쇄 핵분열반응을 인공적으로 제어하여 핵분열에서 발생하는 열에너지를 동력으로 사용하기 위한 장치이다.

[0003] 원자로에서 사용되는 핵연료는 농축된 우라늄을 일정한 크기의 원통형 펠렛(pellet)으로 성형된 후에 다수의 펠렛들이 연료봉 내에 장입되어 제조되며, 이러한 다수의 연료봉들이 핵연료 집합체를 구성하여 원자로의 노심에 장전된 후에 핵반응을 통해 연소가 이루어진다.

[0004] 도 1을 참고하면, 일반적으로 핵연료 집합체는 축방향으로 배치되는 다수의 연료봉과, 이 연료봉의 횡방향으로 마련되어 연료봉을 지지하게 되는 다수의 지지격자(30)와, 이 지지격자(30)와 고정되어 집합체의 골격을 구성하는 다수의 안내관(10) 및 지지격자(30)의 중심에 삽입되는 계측관(20)과, 안내관(10) 및 계측관(20)의 상하단을 각각 지지하게 되는 상단고정체(40) 및 하단고정체(50)로 이루어진다.

[0005] 핵연료 집합체를 구성하는 연료봉은 대략 200개 이상으로 이루어지며, 각 연료봉에는 농축된 우라늄이 일정 크기의 펠렛으로 성형되어 장입된다.

[0006] 상단고정체(40)와 하단고정체(50)는 안내관(10)의 상단과 하단을 각각 지지하기 위한 것으로, 상단고정체(40)는 핵연료 집합체의 하부를 통해 상부를 흐르는 냉각수의 수압에 의해 핵연료 집합체의 들림이 발생하는 것을 방지

하도록 다수의 탄성체가 마련되어 핵연료 집합체의 상단부를 눌러서 고정하는 기능을 한다.

- [0007] 하단고정체(50)는 안내관(10)의 하단부를 고정 지지하고, 안내관(10)과 계측관(20)이 삽입되는 홀 및 냉각수가 공급되는 다수의 유로홀을 형성한다.
- [0008] 도 2a 및 도 2b를 참조하여 상기 하단고정체(50)에 대하여 상세하게 살펴보도록 한다.
- [0009] 하단고정체(50)에는 안내관(10) 및 계측관(20)이 각각 연결되는 안내홀(51) 및 계측홀(52)과 냉각수 통과 구멍인 유로홀(53)이 형성된다.
- [0010] 이와 같은 구성에 의해 냉각수는 상기 유로홀(53)을 통해 연료봉 영역으로 유입되어 연료봉들 사이를 통과하면서 연료봉에서 발생하는 열을 냉각시킨다.
- [0011] 이때, 냉각수가 유로홀(53)을 통해 연료봉 영역으로 유입될 때, 냉각수 중에 잔존하는 이물질들 역시 냉각수와 동일한 경로로 연료봉 영역으로 함께 들어오게 된다.
- [0012] 즉, 원자로 가동 중에 냉각수와 함께 흐르는 여러 형태의 이물질은 유로홀(53)을 통과하여 핵연료집합체의 연료봉이 위치한 영역으로 유입되고, 연료봉과 연료봉 사이 또는 핵연료집합체 최하부 지지격자와 연료봉 사이에 끼일 수 있는 것이다.
- [0013] 크기가 비교적 큰 이물질이 유로홀(53)을 통해 냉각수와 같이 연료봉 사이로 유입되면, 이물질은 인접한 핵연료봉 피복관에 진동접촉하고, 그로 인해 핵연료봉 피복관을 기계적으로 마모시켜 상기 피복관을 손상시키게 된다.
- [0014] 이와 같이 핵연료봉에 손상을 입힐 수 있는 이물질의 종류는 절삭가공 후의 금속조각, 용접시 발생하는 찌꺼기, 볼트, 너트, 못, 쇠톱조각 등 매우 다양하다.
- [0015] 핵연료봉의 피복관이 손상되면 연료봉내 핵물질의 핵반응으로 인하여 생성된 핵반응 생성물질들이 연료봉 피복관의 밖으로 유출되어 냉각수를 방사능 물질들로 오염시키고, 오염된 냉각수는 원자력 발전소의 일차 냉각 계통을 순환하면서 일차냉각수 전체를 오염시킨다.
- [0016] 이러한 문제점을 방지하기 위해 유로홀(53)은 원자로에서 발생하는 이물질을 여과하기 위해 그물망 형태 등 다양한 모양으로 설계가 되고 있는 실정이다.
- [0017] 하지만, 종래에는 이물질 필터링 효율을 높이기 위한 유로홀(53) 설계는 냉각수의 압력이 강하되어 냉각수 흐름이 원활하게 이루어지지 않고, 냉각수의 압력강하를 방지하기 위한 유로홀(53) 설계는 이물질 필터링 효율이 떨어지는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0018] (특허문헌 0001) 대한민국 공개번호 특2000-0061665호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0019] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 적층 및 교차 구성을 통해 유로홀의 크기를 최소화하여 이물질 필터링에 대한 효율성을 극대화하면서도, 상기 유로홀을 통한 냉각수의 압력 강하를 방지하여 냉각수 흐름이 원활하게 이루어지도록 한 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체를 제공하고자 한 것이다,

과제의 해결 수단

- [0020] 본 발명은 상기한 목적을 달성하기 위하여, 복수의 유로홀을 형성하는 핵연료집합체의 하단고정체에 있어서, 상기 유로홀은 격자무늬로 구성되며, 상기 격자무늬를 구성하는 격자프레임은 유로홀을 교차하면서 복수로 적층구성되며, 상기 격자프레임의 측면면 형태는, 항공기 익형(翼型) 타입의 유선형(流線型)인 것을 특징으로 하는 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체를 제공한다.

- [0021] 이때, 상기 격자프레임은 제1격자프레임과 제2격자프레임으로 적층 구성된 것이 바람직하다.
- [0022] 또한, 상기 격자프레임의 측단면 형태는, 냉각수가 유입되는 방향으로부터 곡선형으로 이루어지다가 뾰족하게 형성된 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명에 따른 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체는 다음과 같은 효과가 있다.
- [0024] 첫째, 유로홀을 격자로 설계하여 유로홀 크기를 최소화하되, 그 격자를 구성하는 격자 프레임의 측단면은 항공기 익형의 단면을 적용하였다.
- [0025] 이에 따라, 격자 프레임이 구성하는 유로홀을 통과하는 냉각수의 압력이 강해지는 일은 발생하지 않으므로 냉각수 흐름이 원활하게 이루어질 수 있으며, 격자 형태로 구성된 유로홀로 인해 이물질 필터링 효율을 높일 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 둘째, 유로홀을 구성하는 격자프레임을 하단고정체의 높이 방향으로 복수로 적층 구성하되, 격자프레임은 유로홀 상에서 교차되게 설치함으로써 이물질 필터링 효율을 더욱 높일 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 일반적인 핵연료집합체를 나타낸 도면
- 도 2a는 종래 기술에 따른 핵연료집합체의 하단고정체를 나타낸 사시도
- 도 2b는 종래 기술에 따른 핵연료집합체의 하단고정체를 나타낸 평면도
- 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료집합체의 하단고정체를 나타낸 평면도
- 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료집합체의 하단고정체의 요부를 나타낸 사시도
- 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 적층된 항공기 익형 구조를 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료집합체의 하단고정체의 요부를 나타낸 저면사시도
- 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료집합체의 하단고정체를 나타낸 저면도
- 도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료집합체의 하단고정체를 나타낸 요부단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정 해석되지 아니하며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0029] 이하, 첨부된 도 3 내지 도 7을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 적층된 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체(이하, '하단고정체'라 함)에 대하여 설명하도록 한다.
- [0030] 하단고정체(100)는 유로홀(200)의 크기를 최소화하여 이물질 필터링 효율을 높이면서도, 냉각수 통과시 냉각수 압력이 강해지는 것을 방지하여 냉각수 흐름이 원활하게 이루어질 수 있도록 하였다.
- [0031] 이에 따라, 냉각수 흐름 및 이물질 필터링 효율성을 모두 높일 수 있다.
- [0032] 하단고정체(100)는 냉각수가 흘러 통과하는 유로홀(200)을 형성한다.
- [0033] 이때, 유로홀(200)은 도 3에 도시된 바와 같이 격자무늬로 형성된다.
- [0034] 즉, 유로관 상에서 격자프레임(300)이 격자로 구성되어 사각 형태의 유로홀(200)을 형성하는 것이다.

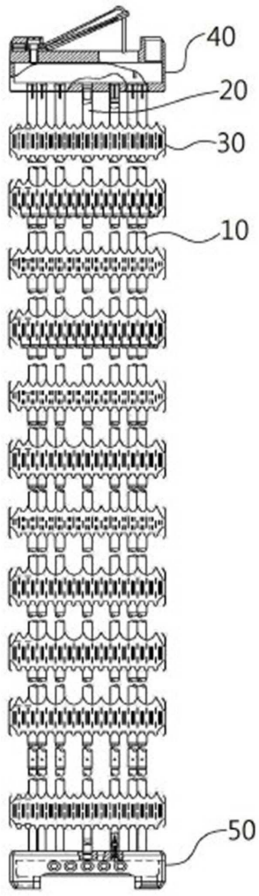
- [0035] 이와 같이 유로홀(200)이 격자무늬 형태로 구성됨에 따라, 격자프레임(300)의 두께를 크게 하여 냉각수가 통과되는 유로홀(200)의 크기를 최소화할 수 있으며, 이로 인해, 이물질 필터링 효율을 극대화할 수 있다.
- [0036] 한편, 유로홀(200)을 구성하는 상기 격자프레임(300)은 하단고정체(100)의 높이 방향으로 적층 구성된다.
- [0037] 이때, 격자프레임(300)은 적층 구성되되, 유로홀(200)을 교차하도록 설치된다.
- [0038] 이와 같은 구성에 의해, 유로홀(200)은 도 3 내지 도 7에 도시된 바와 같이 상,하로 이웃하는 격자프레임(300)을 통해 십자(十字) 형태로 분할 구성된다.
- [0039] 상기와 같이 적층된 격자프레임(300)을 서로 교차하여 구성함으로써 유로홀(200)의 크기는 최소화되어 이물질 필터링 효율을 높일 수 있다.
- [0040] 상기 격자프레임(300)은 복수로 적층되되, 냉각수의 압력 강하 방지도 고려되어야 하는바, 상기 격자프레임(300)은 2개의 층으로 구성됨이 바람직하다.
- [0041] 이때, 설명의 편의상, 하단고정체(100)의 맨 위에 설치된 격자프레임(300)을 제1격자프레임(310)이라 하고, 제1격자프레임(310)의 하방에 설치된 격자프레임(300)을 제2격자프레임(320)이라 한다.
- [0042] 한편, 유로홀(200)은 이물질 필터링을 극대화해야함은 물론, 유로홀(200)을 통과하는 냉각수 흐름시 압력이 강하되는 것을 방지해야하는바, 상기 유로홀(200)을 형성하는 격자프레임(300)은 항공기 날개 형태의 유선형(流線型)으로 형성된다.
- [0043] 정확하게는, 상기 격자프레임(300)의 측단면 형태는 도 4 및 도 7에 도시된 바와 같이, 냉각수가 유입되는 방향으로부터 곡선형으로 이루어지다가 뾰족하게 형성된 항공기의 익형(翼型)으로 형성된 것이다.
- [0044] 즉, 하단고정체(100)가 격자무늬 구성으로 인해 유로홀(200)의 크기가 작게 형성되더라도, 냉각수는 유로홀(200) 통과시 격자프레임(300)을 기준으로 양측에서 각각 유입되다가 격자프레임(300)의 곡선형을 따라 가이드되면서 격자프레임(300)의 뾰족한 부위에서 만나 연료봉으로 유입되므로, 냉각수 유입시 압력이 강하되는 현상은 발생하지 않는다.
- [0045] 이에 따라, 냉각수는 유로홀(200)을 통해 유속 저하 없이 원활하게 유입이 되므로, 냉각수 압력 강하방지 효율과 이물질 필터링 효율성을 모두 높일 수 있다.
- [0046] 이와 같이 구성된 유로홀(200)은 제1격자프레임(310)과 제2격자프레임(320)의 적층 구성으로 인해 크기가 최소화될 수 있다.
- [0047] 또한, 격자무늬를 형성하는 격자프레임(300)의 측단면 형태는 냉각수 유입방향으로 유선형으로 형성됨에 따라, 냉각수 유입시 압력이 강하되는 것을 방지할 수 있다.
- [0048] 이러한 구성으로 인해, 유로홀(200)을 통해 유입되는 냉각수는 도 7에 도시된 바와 같이 격자프레임(300)의 곡선부위를 따라 유입된 후 격자프레임(300)의 뾰족한 부위에서 만나 연료봉으로 흘러나가는 유체 흐름을 통해, 항공기 날개의 기체가 압력 강하 없이 지나가는 것과 동일하게 압력 강하가 방지되므로 냉각수 유속은 저하되지 않으며, 촘촘한 유로홀(200) 구성으로 인해 이물질 필터링 효율을 극대화시킬 수 있다.
- [0049] 지금까지 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 항공기 익형구조를 활용하여 유로홀을 형성한 핵연료 집합체의 하단고정체는 유로홀을 격자무늬로 구성하되 격자프레임을 적층 및 교차 구성하고, 격자프레임의 측단면 형태를 항공기의 날개 형태로 적용하였다.
- [0050] 이에 따라, 냉각수 유속은 그대로 유지하면서도 이물질 필터링 효율을 극대화할 수 있다.
- [0051] 이상에서 본 발명은 기재된 구체예에 대하여 상세히 설명되었지만 본 발명의 기술사상 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정은 첨부된 특허 청구범위에 속함은 당연한 것이다.

부호의 설명

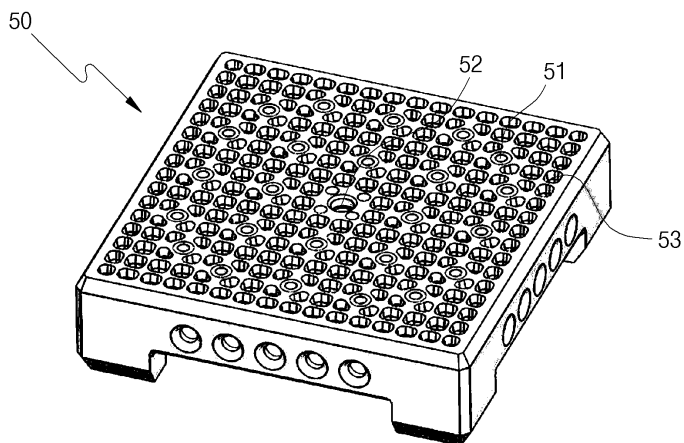
- [0052] 100 : 하단고정체 200 : 유로홀
- 300 : 메격자프레임 310 : 제1격자프레임
- 320 : 제2격자프레임

도면

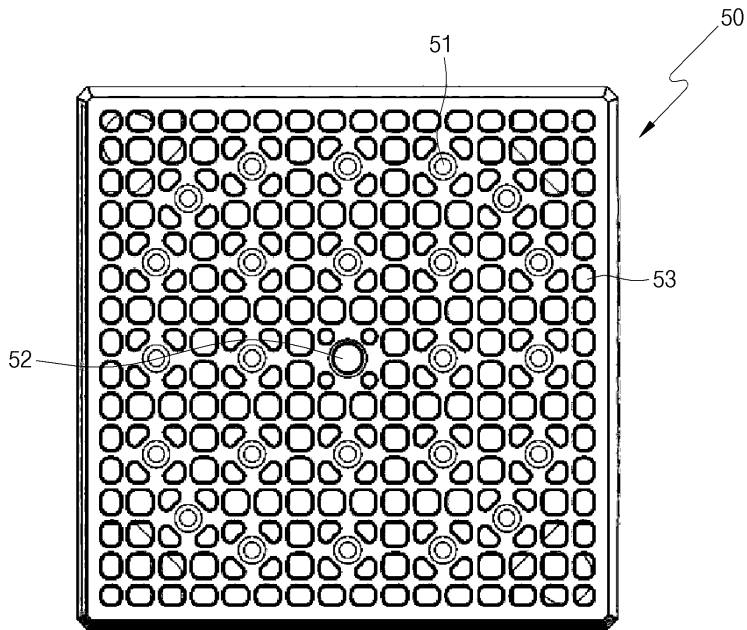
도면1



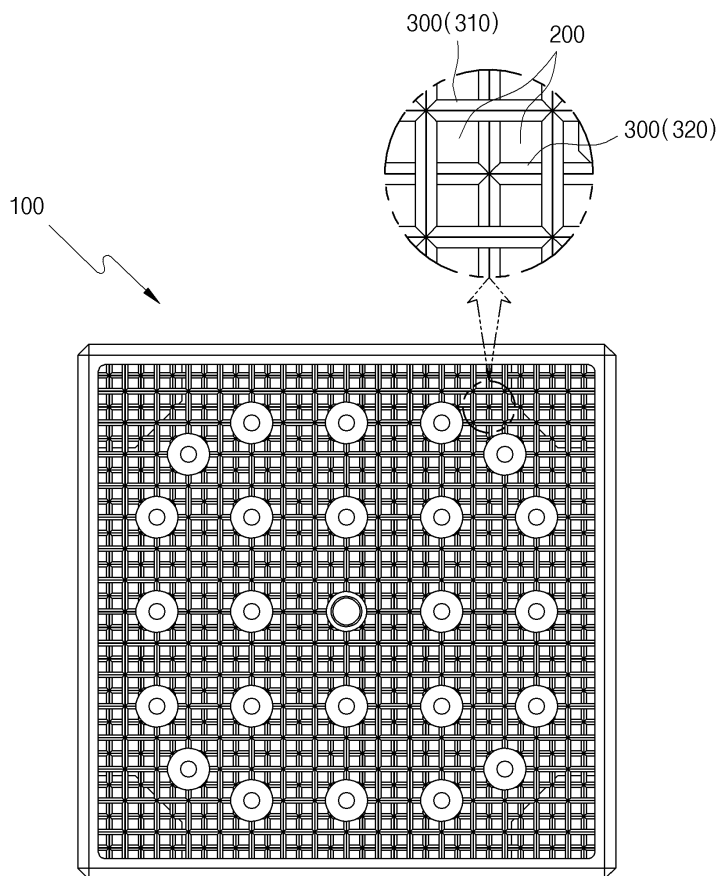
도면2a



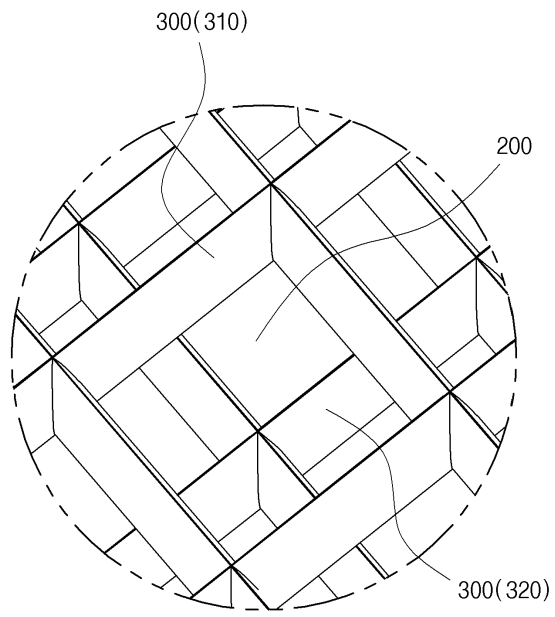
도면2b



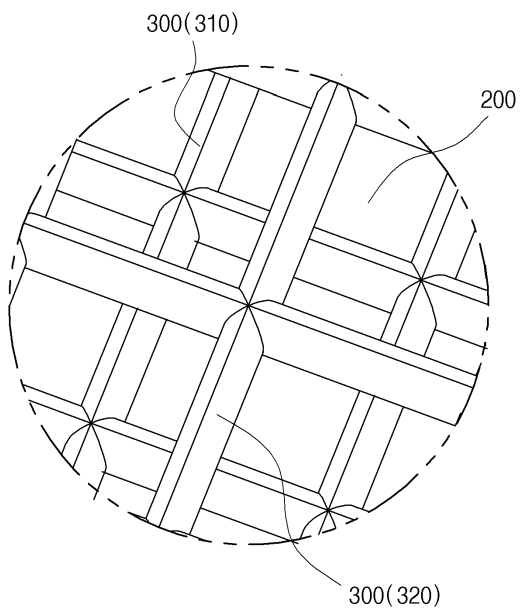
도면3



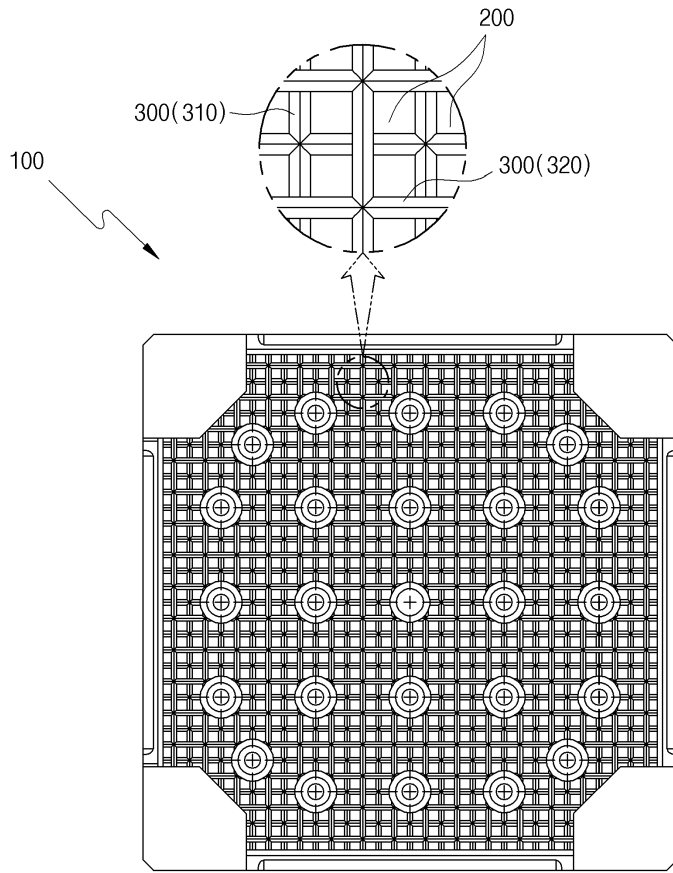
도면4



도면5



도면6



도면7

