



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년04월04일  
 (11) 등록번호 10-1717942  
 (24) 등록일자 2017년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G21C 3/04 (2006.01) G21C 1/30 (2006.01)  
 G21C 3/322 (2006.01) G21C 7/28 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 G21C 3/042 (2013.01)  
 G21C 1/30 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2016-0013708  
 (22) 출원일자 2016년02월03일  
 심사청구일자 2016년02월03일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2012145552 A\*  
 JP2003028976 A  
 JP2014010022 A  
 YoichiroSHIMAZU 외 1인,  
 "Reactivity-Initiated-Accident Analysis  
 without Scram of a Molten Salt Reactor",  
 Journal of Nuclear Science and Technology  
 (2012.01.05.)\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**세종대학교산학협력단**  
 서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
 (72) 발명자  
**박창제**  
 서울특별시 노원구 한글비석로 91, 108동 405호  
 (하계동, 하계1차청구아파트)  
**박문규**  
 서울특별시 광진구 능동로 209, 다산관 211A-1 (군자동)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**홍성욱, 심경식**

전체 청구항 수 : 총 2 항

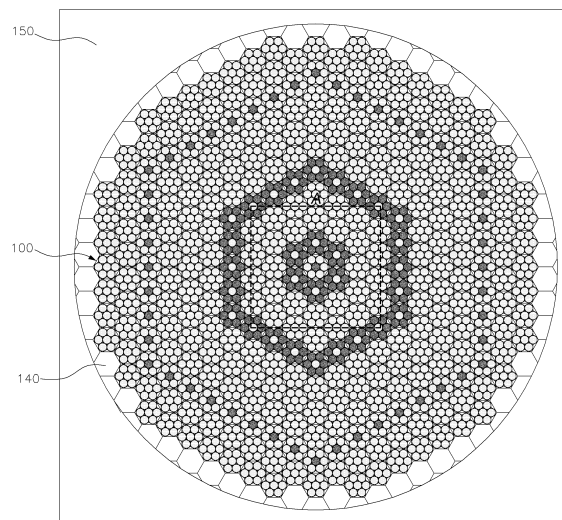
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 **소형 모듈형 원자로 노심 및 이를 갖는 원자로**

**(57) 요약**

본 발명은 소형 모듈형 원자로 노심 및 이를 갖는 원자로에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 핵분열 연쇄반응이 일어나기 위한 복수의 핵연료체를 포함하는 핵연료 집합부, 상기 핵연료체 사이에 배치되어 상기 핵분열 연쇄반응에 의해 방출된 에너지를 흡수하며 용융염 성분을 포함하는 용융염 냉각재 및 상기 핵연료 집합부의 외벽을 둘러싸도록 배치되며 상기 핵연료 집합부로부터 발생하는 중성자의 외부 누출을 저감시키기 위한 반사체를 포함하며, 냉각재로서 핵연료 성분이 포함된 용융염을 사용함에 따라 핵연료 장전량을 줄일 수 있어 소형화에 유리하고 냉각재 성분을 이용하여 노심 임계도를 설정함으로써 사고나 이상 발생 시에 자동적으로 원자로가 정지되도록 설계하여 우수한 안정성을 확보할 수 있는 소형 모듈형 원자로 노심 및 이를 갖는 원자로에 관한 것이다.

**대표도 - 도1**



(52) CPC특허분류

*G21C 3/322* (2013.01)

*G21C 7/28* (2013.01)

(72) 발명자

**정우식**

서울특별시 광진구 능동로 209, 광개토관 1003B (군자동)

**정해용**

서울특별시 광진구 능동로 209, 광개토관 1013B (군자동)

**김기현**

서울특별시 광진구 능동로 209, 광개토관 1003A (군자동)

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

핵분열 연쇄반응이 일어나기 위한 복수의 핵연료체를 포함하는 핵연료 집합부;

상기 핵연료체 사이에 배치되어 상기 핵분열 연쇄반응에 의해 방출된 에너지를 흡수하며 용융염 성분을 포함하는 용융염 냉각재; 및

상기 핵연료 집합부의 외벽을 둘러싸도록 배치되며 상기 핵연료 집합부로부터 발생하는 중성자의 외부 누출을 저감시키기 위한 반사체를 포함하고,

상기 용융염 냉각재는  $\text{LiF-BeF}_2\text{-ThF}_4\text{-UF}_4$ 의 핵연료 성분을 포함하고,

상기  $\text{LiF}$ 는 15~25 중량부, 상기  $\text{BeF}_2$ 는 3~13 중량부, 상기  $\text{ThF}_4$ 는 31~41 중량부, 상기  $\text{UF}_4$ 는 31~41 중량부이고,

노심은,

미임계 상태에서 상기 핵연료 성분을 포함하는 용융염 냉각재에 의해 유효증배계수가 1 이상인 임계 상태로 설정되도록 설계되고,

임계 상태에서 냉각재 상실사고 발생 시 상기 용융염 냉각재가 누출됨에 따라 유효증배계수가 1 미만인 미임계 상태로 설정되도록 설계되는 것을 특징으로 하는 소형 모듈형 원자로 노심.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

제1항의 소형 모듈형 원자로 노심을 포함하는 것을 특징으로 하는 원자로.

**발명의 설명**

**기술분야**

본 발명은 소형 모듈형 원자로 노심에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 냉각재로 핵연료 용융염을 이용한 소형 모

[0001]

돌형 원자로 노심 및 이를 갖는 원자로에 관한 것이다.

### 배경 기술

- [0002] 원자로란 핵분열성 물질의 연쇄 핵분열 반응을 인공적으로 제어하여 열을 발생시키거나 방사성 동위원소 및 플루토늄 생산 등의 여러 목적에 사용할 수 있도록 만들어진 장치를 의미한다.
- [0003] 원자로에서 사용되는 핵연료로 가공하기 위해서 농축 우라늄을 원통형 펠렛(pellet)으로 만드는 성형 가공을 한 후 이 펠렛들을 다발 형태로 묶어 일련의 과정을 거쳐 연료봉을 제조한다. 상기 연료봉은 핵연료 집합체를 구성하며 원자로 내에서 핵반응을 통해 연소하게 된다.
- [0004] 핵분열 반응이 일어나면 방출된 에너지가 많은 열을 내면서 노심의 온도가 높아지게 되며 이를 적절히 냉각하지 않으면 원자로가 파손될 위험이 있는데, 냉각재는 원자로에서 발생하는 열 에너지를 흡수하는 역할을 한다.
- [0005] 한편, 원자로는 이용하는 중성자 에너지 영역에 따라 약 100 keV 이상의 고속중성자를 이용하는 고속로(fast reactor)형 원자로와 약 1 eV 이하의 열중성자를 주로 이용하는 열중성자로(thermal reactor)형 원자로로 분류될 수 있다.
- [0006] 고속로형 원자로에 있어서 냉각재로 사용되는 물질에는 액체 금속으로 소듐(Na)이나 납-비스무스(Pb-Bi) 합금이 있는데, 이러한 냉각재는 열전도도가 우수하고 중성자 에너지를 고속으로 유지하기에 적당한 장점이 있다.
- [0007] 그러나, 액체 소듐의 경우 물과 격렬한 반응이 일어나기 때문에 취급 시 주의가 요구되며 납-비스무스 합금은 점성이 높아 원활한 순환을 위해 높은 펌프 출력이 요구되는 문제점이 있다.
- [0008] 본 발명과 관련된 선행문헌으로는 대한민국 공개특허 제2015-0088285호(공개일: 2015. 07. 31)이 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0009] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 냉각재로서 핵연료 성분이 포함된 용융염을 사용함에 따라 핵연료 장전량을 줄일 수 있어 소형화에 유리하고 냉각재 성분을 이용하여 노심 임계도를 설정함으로써 사고나 이상 발생 시에 자동적으로 원자로가 정지되도록 설계하여 우수한 안정성을 확보할 수 있는 소형 모듈형 원자로 노심 및 이를 갖는 원자로를 제공하고자 함에 있다.

#### 과제의 해결 수단

- [0010] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 소형 모듈형 원자로 노심은 핵분열 연쇄반응이 일어나기 위한 복수의 핵연료체를 포함하는 핵연료 집합부, 상기 핵연료체 사이에 배치되어 상기 핵분열 연쇄반응에 의해 방출된 에너지를 흡수하며 용융염 성분을 포함하는 용융염 냉각재 및 상기 핵연료 집합부의 외벽을 둘러싸도록 배치되며 상기 핵연료 집합부로부터 발생하는 중성자의 외부 누출을 저감시키기 위한 반사체를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 용융염 냉각재는 핵연료 성분을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 핵연료 성분은 ThF<sub>4</sub> 및 UF<sub>4</sub>를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 용융염 냉각재는 LiF-BeF<sub>2</sub>-ThF<sub>4</sub>-UF<sub>4</sub>를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 LiF는 15~25 중량부, 상기 BeF<sub>2</sub>는 3~13 중량부, 상기 ThF<sub>4</sub>는 31~41 중량부, 상기 UF<sub>4</sub>는 31~41 중량부인 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 소형 모듈형 원자로 노심은 미임계 상태에서 상기 핵연료 성분을 포함하는 용융염 냉각재에 의해 유효증배계수가 1 이상인 임계 상태로 설정되도록 설계되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 소형 모듈형 원자로 노심은 임계 상태에서 냉각제 상실사고 발생 시 상기 용융염 냉각제가 누출됨에 따라 유효증배계수가 1 미만인 미임계 상태로 설정되도록 설계되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 원자로는 상술한 소형 모듈형 원자로 노심을 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0018] 본 발명은, 냉각제로서 핵연료 성분이 포함된 용융염을 사용함에 따라 핵연료 장전량을 줄일 수 있어 소형화에 유리한 효과를 갖는다.

[0019] 또한, 미임계 상태에서 냉각제 성분을 이용하여 노심을 임계 상태로 설정함으로써 사고나 이상 발생 시에 자동적으로 원자로가 정지되도록 설계하여 고유 안정성을 확보할 수 있다.

[0020] 또한, 용융염 냉각제의 조성을 다양하게 변화시켜 원하는 출력과 노심 임계도를 구현할 수 있는 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 소형 모듈형 원자로 노심을 나타내는 개념도이다.

도 2는 도 1의 A를 확대한 도면이다.

도 3은 도 2의 B를 확대한 도면이다.

도 4는 비교예 1, 2 및 실시예 1에 따른 소형 모듈형 원자로 노심의 연소에 의한 유효증배계수(k-eff)의 변화를 비교한 그래프이다.

도 5는 실시예 2에 따른 소형 모듈형 원자로 노심을 나타내는 개념도이다.

도 6은 실시예 2 및 실시예 3의 소형 모듈형 원자로 노심의 연소에 의한 유효증배계수(k-eff)의 변화를 비교한 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0022] 이하에서는 본 발명의 실시예들을 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 이하에 소개되는 실시예들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 본 발명은 이하 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다.

[0023] 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 도면에서 생략하였으며 도면들에 있어서, 구성요소의 폭, 길이, 두께 등은 편의를 위하여 과장되어 표현될 수 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0024] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 소형 모듈형 원자로 노심을 나타내는 개념도이며, 도 2는 도 1의 A를 확대한 도면이고, 도 3은 도 2의 B를 확대한 도면이다.

[0026] 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 소형 모듈형 원자로 노심은 핵연료 집합부(100), 용융염 냉각제(140) 및 반사체(150)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 보통 노심의 핵연료는 집합체 형태로 이루어지며, 본 발명의 일 실시예에 따른 핵연료 집합부(100)는 핵분열 연쇄반응이 일어나기 위한 복수의 핵연료체를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 핵연료체는 핵분열성 물질을 함유하는 핵분열성 연료체(101)와 핵연료성 물질을 함유하는 핵연료성 연료체(102)를 포함할 수 있으며, 핵연료 집합부(100)는 핵연료체를 사각 또는 육각 등 다양한 형태의 격자상으로 조립하여 제조할 수 있다.

- [0029] 원자로 내에서 핵분열 반응이 연쇄적으로 일어나기 위해서는 임계질량 이상의 핵분열성 물질(fissile materia l)이 원자로 내에 존재하여야 한다. 이러한 핵연료에는 핵분열성 핵종이 포함된 우라늄(U), 플루토늄(Pu), 토륨(Th) 등이 사용될 수 있다.
- [0030] 핵연료성 물질(fertile material)인 U-238은 직접 핵분열 반응을 일으키지는 못하지만 원자로 내에서 중성자를 흡수하여 Pu-239로 변환되고, 이 Pu-239가 핵분열을 일으킬 수 있는 핵연료로 사용되는데, 이와 같이 물질 자체는 핵분열성 물질이 아니지만 원자로에서 변환되어 연료로 사용할 수 있는 물질을 핵연료성 물질이라고 한다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 소형 모듈형 원자로 노심은 핵분열성 물질과 핵연료성 물질을 분리하여 배치하며 핵연료성 물질이 중성자를 흡수하여 핵분열성 물질로 변환되는데, 이를 노심의 중심부를 기준으로 다층으로 구현함에 따라 오랜 시간 동안 핵연료의 교체 없이도 임계를 유지할 수 있다.
- [0032] 이를 구현하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 핵연료 집합부(100)는 복수의 핵연료 단위 유닛을 포함할 수 있다.
- [0033] 구체적으로, 핵연료 단위 유닛은 핵연료성 연료체(102)로 구성되는 제1 단위 유닛(110), 중심에 핵분열성 연료체(101)가 위치하고 상기 핵분열성 연료체(101)를 둘러싸도록 핵연료성 연료체(102)가 배치되는 제2 단위 유닛(120), 중심에 핵연료성 연료체(102)가 위치하고 상기 핵연료성 연료체(102)를 둘러싸도록 핵분열성 연료체(101)가 배치되는 제3 단위 유닛(130) 등을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 핵연료 단위 유닛은 각각의 핵연료체를 둘러싸도록 형성되며, 핵연료의 부식과 핵분열 생성물의 냉각재 속으로의 이탈을 방지하기 위한 금속 외피로 이루어진 피복재(103), 핵분열 반응으로 방출된 열에너지를 흡수하여 노심이 과열되는 것을 방지하기 위한 용융염 냉각재(140), 핵연료 단위 유닛의 가장자리를 구성하는 조립 가이드 등을 포함할 수 있다.
- [0035] 냉각재(coolant)는 핵연료체로부터 에너지를 전달받아 이를 2차 계통으로 전달하는 열매체일 수 있으며, 핵연료체의 과열을 방지하는 역할을 수행할 수 있다.
- [0036] 냉각재의 요건으로는 우수한 열전달 특성, 낮은 중성자 흡수단면적, 다른 원자로 구성 재료와의 화학적 안정성, 방사선 조사 안정성, 경제성 및 취급 용이성 등이 있을 수 있으며, 일반적으로, 경수와 중수의 물, 헬륨, 소듐, 납-비스무스 합금 등이 원자로의 특성에 맞게 사용될 수 있다.
- [0037] 본 발명의 일 실시예에 따른 용융염 냉각재(140)는 핵연료체 사이에 배치되어 핵분열 연쇄반응에 의해 방출된 에너지를 흡수하며 핵연료 성분을 함유하는 용융염(molten salt)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 구체적으로, 용융염 냉각재(140)는 핵연료 성분에 해당하는 ThF<sub>4</sub> 및 UF<sub>4</sub>를 포함할 수 있으며, 바람직하게 LiF-BeF<sub>2</sub>-ThF<sub>4</sub>-UF<sub>4</sub>일 수 있다.
- [0039] 용융염 냉각재(140)의 조성과 관련하여, 상기 LiF는 15~25 중량부, 상기 BeF<sub>2</sub>는 3~13 중량부, 상기 ThF<sub>4</sub>는 31~41 중량부, 상기 UF<sub>4</sub>는 31~41 중량부인 것이 바람직하며, 중량비는 각각 20:8:36:36인 것이 더욱 바람직하다.
- [0040] 반사체(reflector)는 중성자의 외부 누출을 저감시키고, 보다 적은 핵연료로 원자로의 운전을 유지하기 위하여 핵연료 집합부(100) 주변에 놓이는 구조물을 의미한다. 반사체(150)는 출력 분포를 평탄화하는 역할도 수행할 수 있으며, 중성자 흡수가 적고 산란 단면적이 큰 재료가 사용될 수 있다.
- [0041] 본 발명의 일 실시예에 따른 반사체(150)는 핵연료 집합부(100)의 외벽을 둘러싸도록 배치될 수 있으며, 핵연료 집합부(100)로부터 발생하는 중성자가 외부로 누설되는 것을 저감시키는 역할을 수행할 수 있다.
- [0042] 반사체(150)의 재료로는 베릴륨(Be)이나 흑연(Graphite)을 사용하는 것이 바람직하나, 이에 제한되는 것은 아니며 당해 기술 분야에서 알려진 다른 재료도 사용가능하다.
- [0043] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 소형 모듈형 원자로 노심은 미임계 상태에서 핵연료 성분을 포함하는 용융염 냉각재(140)에 의해 유효증배계수가 1 이상인 임계 상태로 설정되도록 설계될 수 있다.
- [0044] 기존 원자로 노심은 전원이 차단되거나 원자로가 손상되는 등의 냉각재가 상실되는 사고 발생 시 온도가 급속히 상승하게 되며 펌프 등을 이용하여 능동적으로 냉각시키는 과정이 필요한데, 만약 이러한 냉각 과정이 중단되면 핵연료는 과열되어 방사능 물질이 외부로 방출되는 등 안정성이 취약한 문제가 있다.



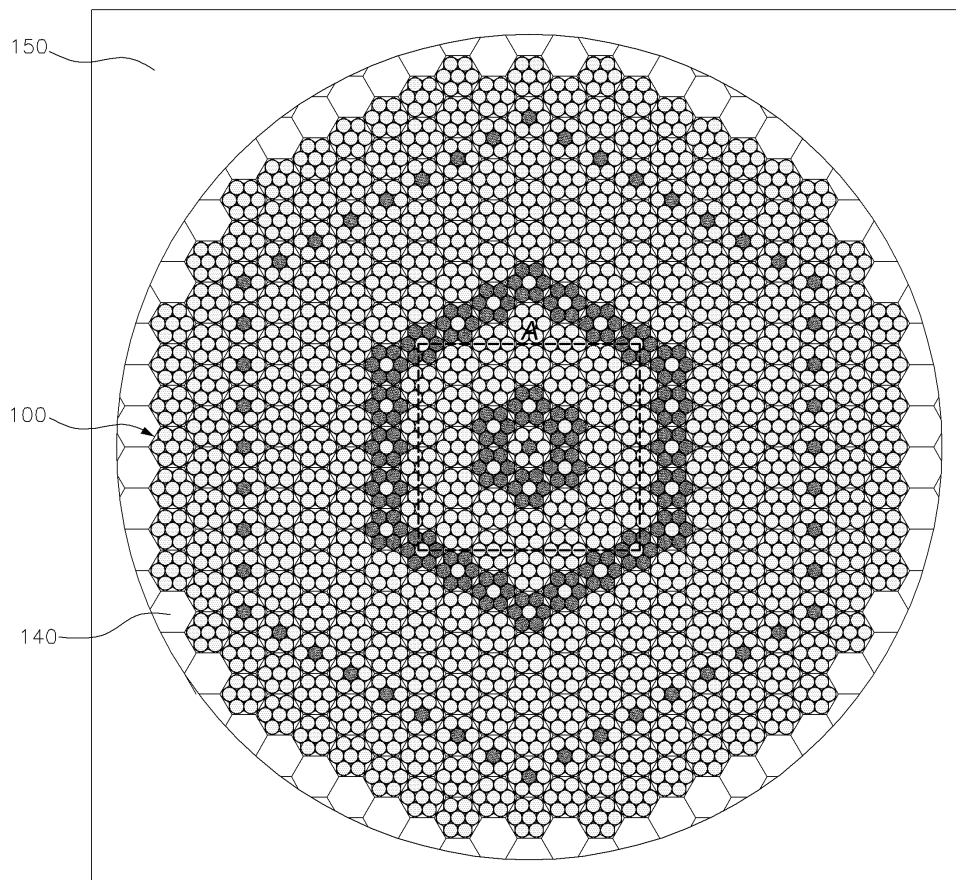
- [0045] 이와 달리, 본 발명의 일 실시예에 따른 소형 모듈형 원자로 노심은 냉각재 상실사고 발생 시 상기 핵연료 성분을 포함하는 용융염 냉각재(140)가 외부로 누출됨에 따라 자동적으로 원자로 노심의 유효증배계수가 1 미만인 미임계 상태로 설정되도록 설계되어 고유 안정성을 확보할 수 있다.
- [0046] 위와 같은 본 발명에 의한 소형 모듈형 원자로 노심의 구조 및 형상이나 내부 핵연료 조성 등은 일례에 해당되는 것이며, 사용 목적에 따라 적절히 조정 가능한 것이고, 출력을 증가시키기 위해서는 반경 방향과 축 방향으로 확장하여 최소 누설 조건을 만족하도록 설계 확장 가능하다.
- [0047] 이하, 본 발명의 실시예를 통하여 본 발명에 따른 소형 모듈형 원자로 노심에 대해 더욱 상세하게 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 예시적으로 설명하기 위한 것으로 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0048] 이하에서는 도 1의 소형 모듈형 원자로 노심을 가지며, 핵연료성 연료체(102)는 천연 우라늄을 포함하며 반경은 0.51cm이고, 핵분열성 연료체(101)는 90wt% U-235를 포함하며 반경은 0.51cm이고, 피복재(103)는 스테인리스 스틸을 포함하며 반경은 0.60cm이고, 핵연료 집합부(100)의 반경은 41cm이고, 반사체(150)의 반경은 80cm로 설정하여 시험을 진행하였다.
- [0049] 도 4는 비교예 1, 2 및 실시예 1에 따른 소형 모듈형 원자로 노심의 연소에 의한 유효증배계수(k-eff)의 변화를 비교한 그래프이다.
- [0050] 유효증배계수(effective multiplication factor)란 임의의 시간 내에 흡수, 누설 등에 의해 잃은 전체 중성자수에 대해 발생한 총 중성자 수의 비를 나타낸다.
- [0051] 비교예 1(300)은 냉각재로 Pb-Bi를 이용한 것이고, 비교예 2(310)는 냉각재로 소듐을 이용한 것이고, 실시예 1(200)은 냉각재로 LiF-BeF<sub>2</sub>-ThF<sub>4</sub>-UF<sub>4</sub>를 이용한 것이다.
- [0052] 도 4를 참조하면, 비교예 1(300) 및 비교예 2(310)에 따른 원자로 노심은 시간이 지남에 따라 유효증배계수가 지속적으로 감소하여 대략 1000일을 기점으로 1 이하로 떨어져 미임계 상태로 되는 것을 알 수 있다.
- [0053] 이와 달리, 실시예 1(200)에 따른 원자로 노심은 비교예 1(300) 및 비교예 2(310)와 비교하여 상대적으로 유효증배계수가 서서히 감소하며 3000일이 지나도 여전히 1 이상을 유지하는 것을 알 수 있다.
- [0054] 이를 통해, 실시예 1(200)에 따른 원자로 노심은 냉각재 자체가 핵연료 성분을 포함함에 따라 더욱 오랜 기간 원자로 노심을 임계 상태로 유지할 수 있음을 알 수 있다.
- [0055] 도 5는 실시예 2에 따른 소형 모듈형 원자로 노심을 나타내는 개념도이며, 실시예 3(220)에 따른 소형 모듈형 원자로 노심을 나타내는 개념도는 도 1에 도시되어 있다.
- [0056] 도시된 바와 같이, 실시예 2(210)에 따른 원자로 노심은 실시예 3(220)에 따른 원자로 노심과 비교하여 핵연료체의 수가 상대적으로 작으며 핵연료 성분을 포함하는 용융염 냉각재(140)가 차지하는 양이 더 큰 것을 특징으로 한다.
- [0057] 도 6은 실시예 2 및 실시예 3의 소형 모듈형 원자로 노심의 연소에 의한 유효증배계수(k-eff)의 변화를 비교한 그래프이다.
- [0058] 도 6을 참조하면, 실시예 2(210)에 따른 원자로 노심은 핵연료체의 수가 실시예 3(220)에 따른 원자로 노심과 비교하여 상대적으로 작음에도 불구하고, 핵연료 성분을 포함하는 용융염 냉각재(140)의 비중이 크기 때문에 시간에 따른 유효증배계수의 변화는 거의 차이가 나지 않는 것을 알 수 있다.
- [0059] 상기와 같이 도면과 명세서에서 최적의 실시예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

**부호의 설명**

- [0060] 100: 핵연료 집합부
- 101: 핵분열성 연료체
- 102: 핵연료성 연료체
- 103: 피복재
- 110: 제1 단위 유닛
- 120: 제2 단위 유닛
- 130: 제3 단위 유닛
- 140: 용융염 냉각재
- 150: 반사체
- 200: 실시예 1
- 210: 실시예 2
- 220: 실시예 3
- 300: 비교예 1
- 310: 비교예 2

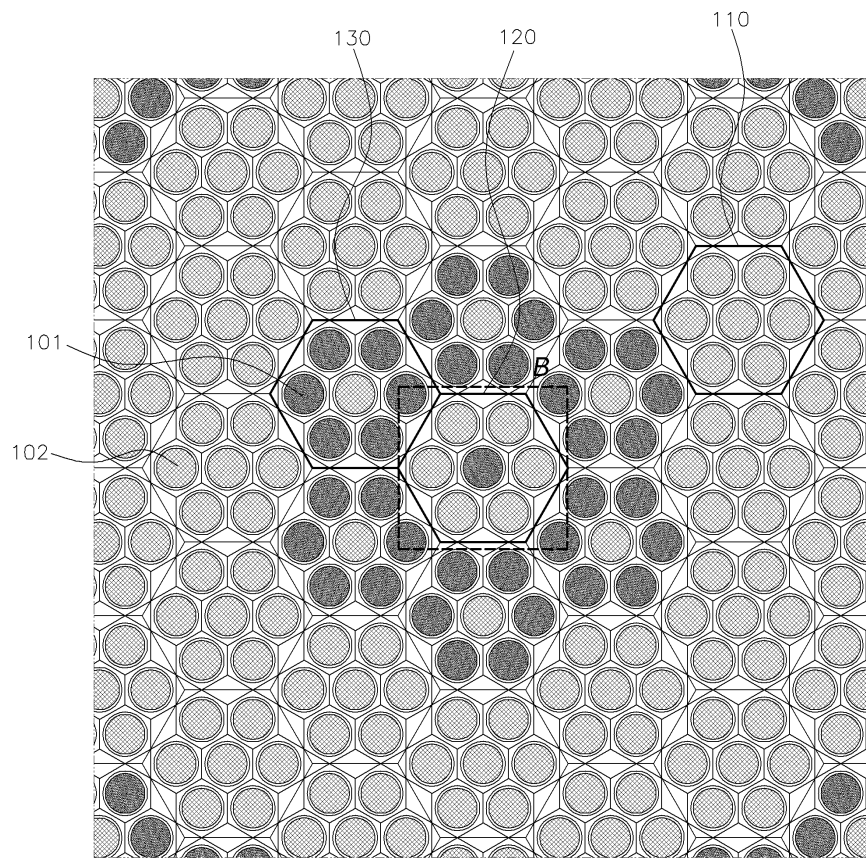
**도면**

**도면1**

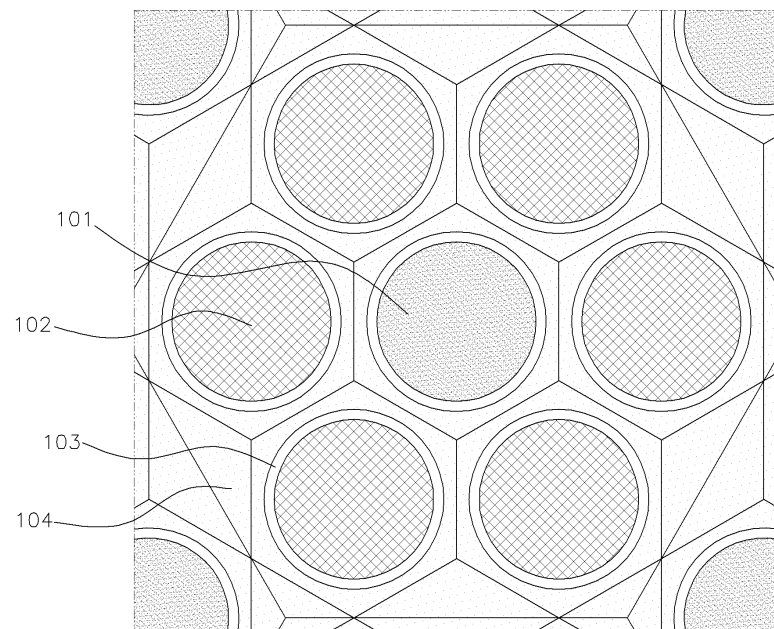




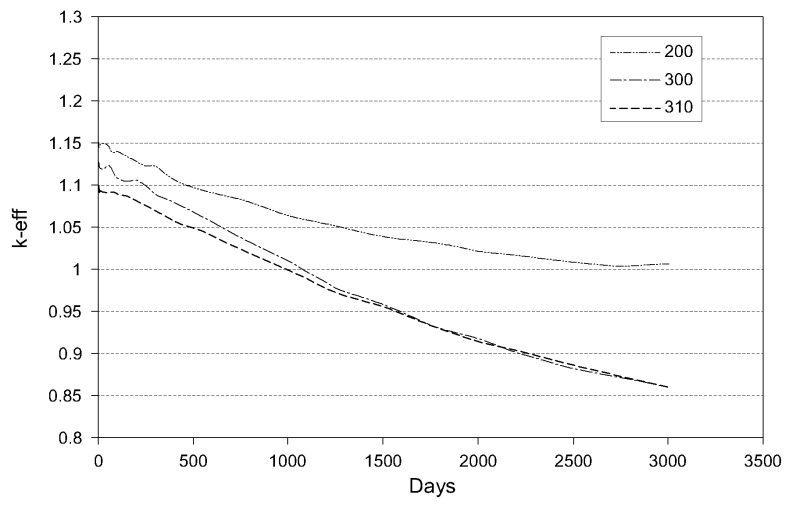
도면2



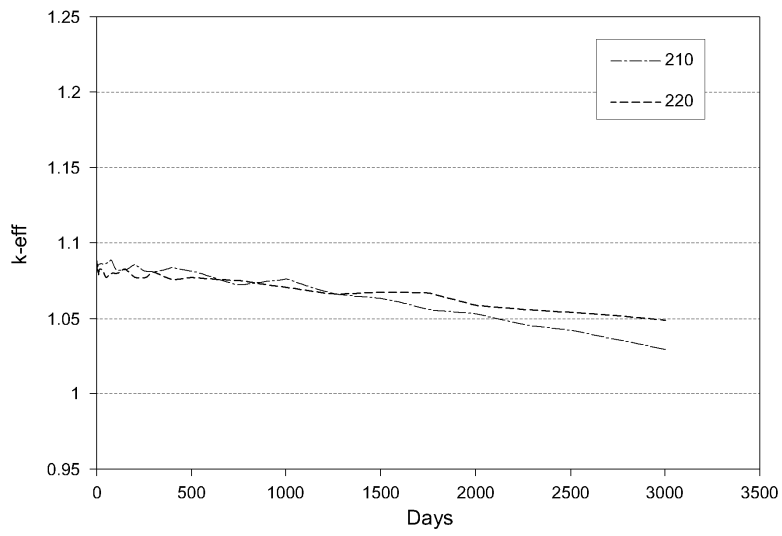
도면3



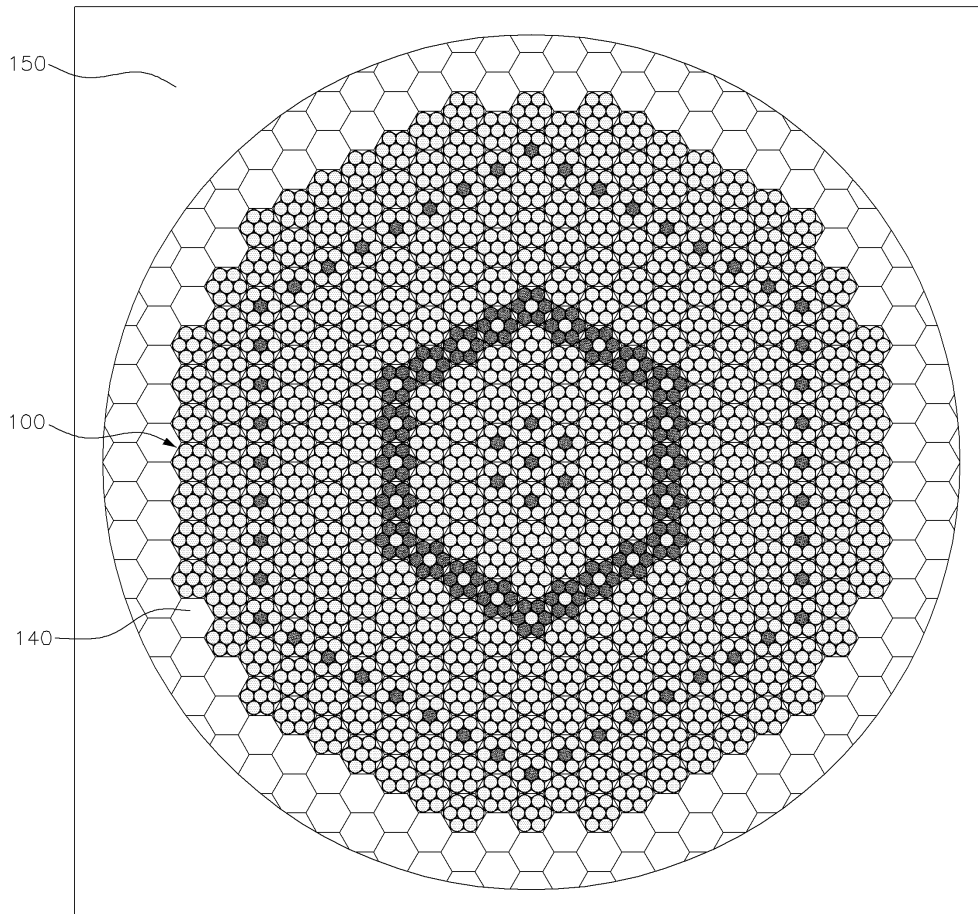
도면4



도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

상기 노심은,

【변경후】

노심은,