



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년11월05일  
(11) 등록번호 10-1565817  
(24) 등록일자 2015년10월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G21C 9/00 (2006.01) G21C 15/00 (2006.01)  
G21C 17/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0058553  
(22) 출원일자 2014년05월15일  
심사청구일자 2014년05월15일

(56) 선행기술조사문헌  
JP2000180576 A\*  
JP2009544932 A  
JP2002350583 A  
JP2005233704 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
한국기계연구원  
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)

(72) 발명자  
류경하  
대전광역시 유성구 배울1로 13, 204동 804호 (관평동, 대우푸르지오)

이상혁  
대전광역시 유성구 배울2로 61, 1003동 1002호 (관평동, 대덕테크노밸리10단지아파트)  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
김민태

전체 청구항 수 : 총 7 항

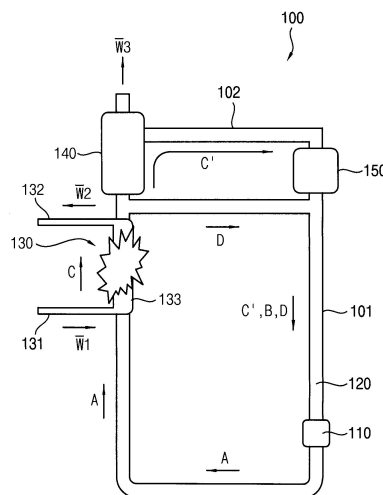
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 에너지 제어를 통해 냉각재 상실 차단이 가능한 순환형 원자로

(57) 요약

순환형 원자로는 노심, 열교환기 및 방출유닛을 포함한다. 상기 노심은 원자로의 내부에서 핵분열 에너지로 냉각재를 가열한다. 상기 열교환기는 상기 노심의 상부에 위치하며, 내부로 냉각수가 공급되어 상기 노심에 의해 가열된 냉각재와의 열교환을 수행하는 세관부를 포함한다. 상기 방출유닛은 상기 열교환기의 상부에 위치하여, 상기 열교환기의 세관부가 파단되어 상기 파단부로부터 유출되는 상기 냉각수(또는 증기) 및 상기 냉각수와 함께 분출되는 냉각재가 유입되면, 상기 냉각재를 고형화하여 회수한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**반병민**

서울특별시 강동구 동남로65길 26, 지층동 나호 (명일동, 명일다세대)

**김재형**

대전광역시 유성구 동서대로 725, 1212동 1903호 (원신흥동, 어울림하트)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

원자로의 내부에서 핵분열 에너지로 냉각제를 가열하는 노심;

상기 노심의 상부에 위치하며, 내부로 냉각수가 공급되어 상기 노심에 의해 가열된 냉각제와의 열교환을 수행하는 세관부를 포함하는 열교환기;

상기 열교환기의 상부에 위치하여, 상기 열교환기의 세관부가 파단되는 경우 상기 파단된 세관부로부터 유출되는 상기 냉각수(또는 증기) 및 상기 냉각수와 함께 분출되는 냉각제를 유입받으며, 상기 유입된 냉각제를 고품화하여 회수하는 방출유닛;

상기 방출유닛과 연결되어 상기 방출유닛으로부터 회수된 냉각제를 상기 원자로의 내부로 재공급하는 재생관로; 및

상기 재생관로를 통해 제공되는 상기 냉각제를 가압하여 상기 원자로로 제공하는 가압부를 포함하는 순환형 원자로.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 방출유닛은,

내부공간을 형성하는 외벽부; 및

상기 내부공간에 배치되어 상기 냉각제의 에너지를 감소시키는 트랩부를 포함하는 것을 특징으로 하는 순환형 원자로.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 외벽부의 내부로 분출된 냉각제는 상기 트랩부와 접촉하여 하부로 다시 하강되는 것을 특징으로 하는 순환형 원자로.

#### 청구항 5

제3항에 있어서, 상기 트랩부는,

상기 외벽부의 연장방향으로 복수의 배관들이 연장된 것을 특징으로 하는 순환형 원자로.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 트랩부는,

상기 냉각수의 끓는점보다 높고 상기 냉각제의 녹는점보다 낮은 온도로 유지되는 것을 특징으로 하는 순환형 원자로.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 트랩부는,

100℃ 이상 124℃ 이하로 유지되는 것을 특징으로 하는 순환형 원자로.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 냉각재는,  
액체금속인 것을 특징으로 하는 순환형 원자로.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 순환형 원자로에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 열교환기의 세관 파단으로 인한 냉각재 상실을 냉각재의 에너지 제어를 통해 차단할 수 있는 자연 순환방식의 순환형 원자로에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 종래의 펌프 순환을 통한 원자로와 달리, 차세대 원자로의 경우 능동형 펌프를 생략하고 자연 순환방식이 적용되는데, 도 1은 이러한 자연 순환방식의 원자로를 개략적으로 나타낸 모식도이다.

[0003] 상기 자연 순환방식의 원자로에서는, 원자로(1)의 내부에 위치한 노심(3)으로부터의 핵분열 에너지에 의해, 상기 원자로(1) 내부의 냉각재(2)는 가열되어 상승(A)하게 되는데, 이렇게 상승한 상기 냉각재(2)는 상기 노심(3)의 상부에 위치한 열교환기(6)의 내부를 흐르는 냉각수(W1)를 통과하면서 열교환을 통해 냉각되어 하부로 하강(D)하게 되고, 이러한 상승 및 하강의 순환이 별도의 펌프가 생략되어도 자연 순환방식으로 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0004] 이 경우, 상기 열교환기(6)에서는 냉각수(W1)가 공급되어 세관부(7)를 통과하며 상기 가열 냉각재(C)로부터 열을 흡수하여 증기(W2)로 변환되고, 상기 증기에 의해 터빈(미도시)을 회전시켜 에너지가 생성된다.

[0005] 이와 같은, 자연 순환방식의 원자로에서는 상기 세관부(7)에서의 냉각재(2)와 냉각수(W1) 사이의 열교환이 중요하며, 상기 냉각재(2)와 상기 냉각수(W1) 사이의 접촉 면적을 향상시켜 열교환의 효율을 향상시키기 위해, 상기 세관부(7)는 상대적으로 좁은 유로를 형성하도록 미세한 크기의 관으로 형성되며, 상대적으로 복잡한 유로를 형성하게 된다. 나아가, 상기 냉각수가 공급되는 상기 세관부(7)의 압력이 상기 원자로 내부의 압력보다 높게 유지된다.

[0006] 그런데, 경년열화에 의해 상기 세관부(7)의 파단이 종종 발생하며, 상기 세관부가 파단되는 경우, 상기 세관부(7)의 파단부를 통해 상기 냉각수(W1) 또는 증기(W2)가 유출되고, 이렇게 유출되는 냉각수나 증기는 상기 냉각재(2)와 함께 외부로 분출되어, 냉각재 상실사고의 위험이 존재한다.

[0007] 그러나, 현재까지 특히 상기 순환형 원자로에서, 상기와 같은 세관부 파단이 발생할 경우, 냉각수나 증기와 함께 외부로 분출되는 냉각재의 유실을 차단하기 위한 기술은 개발되고 있지 않은 상황이다.

관련 선행기술로는 일본 공개특허공보 특개2000-180576호(2000.06.30.공개)가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 이에, 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로 본 발명의 목적은 열교환기의 세관 파단으로 인한 냉각재 상실을 차단하여 냉각재 유실을 방지하고 냉각재의 재사용을 가능케 하는 순환형 원자로에 관한 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 순환형 원자로는 노심, 열교환기 및 방출유닛을 포함한다. 상기 노심은 원자로의 내부에서 핵분열 에너지로 냉각재를 가열한다. 상기 열교환기는 상기 노심의 상부에 위치하며, 내부로 냉각수가 공급되어 상기 노심에 의해 가열된 냉각재와의 열교환을 수행하는 세관부를 포함한다. 상기 방출유닛은 상기 열교환기의 상부에 위치하여, 상기 열교환기의 세관부가 파단되어 상기 파단부로부터 유출되는 상기 냉각수(또는 증기) 및 상기 냉각수와 함께 분출되는 냉각재가 유입되면, 상기 냉각재를 고형화하여 회수한다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 순환형 원자로는 상기 방출유닛과 연결되어 상기 방출유닛으로부터 회수된 냉각재를 상기 원자로의 내부로 재공급하는 재생관로, 및 상기 재생관로를 통해 제공되는 상기 냉각재를 가압하여 상기 원자로로 제공하는 가압부를 더 포함할 수 있다.

- [0011] 일 실시예에서, 상기 방출유닛은, 내부공간을 형성하는 외벽부, 및 상기 내부공간에 배치되어 상기 냉각재의 에너지를 감소시키는 트랩부를 포함할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에서, 상기 외벽부의 내부로 분출된 냉각재는 상기 트랩부와 접촉하여 하부로 다시 하강될 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 트랩부는, 상기 외벽부의 연장방향으로 복수의 배관들이 연장될 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 트랩부는, 상기 냉각수의 끓는점보다 높고 상기 냉각재의 녹는점보다 낮은 온도로 유지될 수 있다.
- [0015] 일 실시예에서, 상기 트랩부는, 100℃ 이상 124℃ 이하로 유지될 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 냉각재는, 액체금속일 수 있다.

**발명의 효과**

- [0017] 본 발명의 실시예들에 의하면, 순환형 원자로에서 열교환기의 세관부 파단으로 냉각수(또는 증기) 및 냉각재가 유출되는 경우, 방출유닛이 유입되는 냉각재를 재생하여 원자로의 내부로 재공급하므로, 냉각재의 유실을 방지하고 재활용을 도모할 수 있어, 경제성 및 안전성이 향상된다.
- [0018] 특히, 상기 방출유닛과 연결된 재생관로를 통해 상기 방출유닛에서 재생된 냉각재를 상기 원자로로 재공급할 수 있으며, 이 경우, 가압부를 통해 상기 원자로로 공급되는 냉각재를 가압하여 상기 원자로로 주입할 수 있어, 유실된 냉각재를 효과적으로 재활용할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 방출유닛의 내부에 트랩부가 위치하여 상기 냉각재의 에너지를 감소시키므로 상기 냉각재의 분출에 의한 외부 방출을 최소화할 수 있다.
- [0020] 이 경우, 상기 트랩부는 복수의 배관들이 연장되며 얽혀져 배치되므로 상기 냉각재는 상기 트랩부에 접촉하게 되며, 특히, 상기 트랩부가 냉각재의 녹는점보다 낮은 온도로 유지되므로, 상기 트랩부에 접촉되는 냉각재는 고형화되어 상기 방출유닛의 하부로 회수되며 이에 따라 재활용이 용이해 진다. 나아가, 상기 트랩부가 냉각수의 끓는점보다 높게 유지되므로, 상기 방출유닛의 내부로 유입된 냉각수(또는 증기)는 수증기의 형태로 외부로 유출되고, 따라서 상기 고형화된 냉각재와 상기 냉각수가 혼합되지 않아 상기 재활용 냉각재의 순도가 높아진다.

**도면의 간단한 설명**

- [0021] 도 1은 종래 기술에 의한 순환형 원자로를 개략적으로 도시한 모식도이다.  
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 순환형 원자로를 개략적으로 도시한 모식도이다.  
 도 3은 도 2의 방출유닛의 내부 구조를 도시한 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0022] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 실시예들을 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다.
- [0023] 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0024] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "이루어진다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의

미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않은 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [0026] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.
- [0027] 도 1은 종래 기술에 의한 순환형 원자로를 개략적으로 도시한 모식도이다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 이미 설명한 바와 같이 종래 기술에 의한 순환형 원자로(10)는 원자로(1)의 내부에 노심(3)이 위치하며, 상기 노심에 의해 가열된 가열 냉각재(A)는 상부로 이동되며, 상부에 위치한 열교환기(6)에서 열교환이 발생된다. 상기 열교환기(6)에서는 인입관(8)을 통해 냉각수(W1)가 인입되고, 상기 냉각수(W1)가 세관부(7)를 통과하며 상기 가열 냉각재(A)와 열교환되며(이하, 열교환 냉각재(C)), 상기 열교환 냉각재(C)로부터 열을 제공받아 상기 냉각수(W1)는 증기(W2)가 되어 유출관(9)을 통과하여 터빈(미도시)으로 제공된다.
- [0029] 이와 같이, 열교환이 끝나 냉각된 저온 냉각재(D)는 다시 노심(3)에 의해 가열되어 상기 순환이 반복된다.
- [0030] 이 경우, 상기 원자로(1)의 내부는 안전성 향상을 위해 상압으로 유지되지만, 상기 열교환기(6)로 인입되는 냉각수는 고압으로 유지되어 상기 증기(W2)가 보다 많은 에너지를 흡수할 수 있게 된다.
- [0031] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 순환형 원자로를 개략적으로 도시한 모식도이다.
- [0032] 본 실시예에 의한 상기 순환형 원자로(100)는 도 1에서 설명한 종래 기술에 의한 순환형 원자로(10)와 방출유닛, 가압부 및 재생관로를 제외하고는 동일하게 구성된다. 한편, 도 1의 순환형 원자로(10)와 유사하게 구성된 내부 시스템은, 이하에서는 설명의 편의상 도 2에 도시된 바와 같이 관로(101) 및 재생관로(102)가 도시된 모식도로 도시하여 설명하며, 상기 관로(101)는 상기 종래 기술에 의한 순환형 원자로(10)의 내부에서 화살표로 표시된 냉각재의 유동 흐름을 관로로 표시한 것이며, 상기 재생관로(102)는 별도의 냉각재 유동관로를 도시한 것이다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 본 실시예에 의한 순환형 원자로(100)는 노심(110), 열교환기(130), 방출유닛(140), 재생관로(102) 및 가압부(150)를 포함한다.
- [0034] 상기 순환형 원자로(100)는 도 1에 도시된 바와 같이, 원자로의 내부에 상기 노심(110)이 하부에 배치되며, 상기 원자로의 내부에는 냉각재(120)가 채워진다.
- [0035] 이 경우, 상기 냉각재(120)는 질소 등의 액체금속일 수 있다. 또한, 상기 노심(110)에 의해 가열된 상기 냉각재(120)는 가열 냉각재(A)로 상기 노심(110)의 상부에 배치된 상기 열교환기(130)로 제공된다.
- [0036] 상기 열교환기(130)는 인입관(131), 유출관(132) 및 세관부(133)를 포함하며, 상기 인입관(131)으로는 냉각수(W1)가 인입되고, 상기 냉각수(W1)는 상기 세관부(133)를 통과하며 상기 가열 냉각재(A)와 열교환 된다.
- [0037] 즉, 상기 열교환 냉각재(C)는 상기 세관부(133)를 통과하는 상기 냉각수(W1)와 열교환하며 열을 빼앗겨 냉각되고, 상기 냉각수(W1)는 열을 공급받으며 증기(W2)로 변하여 상기 유출관(132)을 통해 터빈(미도시)으로 제공된다. 한편, 상기 열교환이 종료되어 냉각된 저온 냉각재(D)는 상기 노심(110)이 위치한 원자로의 하부로 이동하여 재가열되고, 상기와 같은 순환이 반복된다.
- [0038] 이 경우, 상기 증기(W2)가 보다 많은 에너지를 포함할 수 있도록 상기 세관부(133)로 공급되는 냉각수는 고압으로 유지된다.
- [0039] 다만, 상기 원자로 내부는 상압이 유지되므로, 상기 세관부(133)의 압력이 상대적으로 높아, 상기 세관부(133)에서 경년열화에 의해 파단이 발생할 수 있다.
- [0040] 상기 세관부(133)의 파단이 발생하면, 상기 세관부(133)를 통과하던 냉각수(W1) 또는 열교환으로 생성된 증기(W2)는 원자로의 내부로 분출되게 되며, 이 경우, 상기 분출되는 냉각수(W1) 또는 증기(W2)는 상기 원자로 내부의 냉각재(120)와 함께 상부로 분출된다.
- [0041] 이하에서는, 상기 세관부(133)의 파단으로 냉각수 또는 증기가 분출되는 것을 설명하였으나, 실질적으로는 상기 냉각수(W1)는 상기 세관부(133)로 인입되면서 열교환에 의해 곧바로 증기(W2)로 변환되므로, 실질적으로 상기 세관부(133)의 파단으로 분출되는 것은 증기(W2)가 대부분일 수 있다. 다만, 냉각수도 미세하나마 포함될 수 있으므로 이하에서는 냉각수 또는 증기가 분출되는 것으로 서술한다.
- [0042] 상기 방출유닛(140)은 상기 열교환기(130)의 상부에 위치하여, 상기 열교환기(130)의 세관부(133) 파단으로 분

출된 냉각수(W1) 또는 증기(W2)와 상기 냉각수 또는 증기와 함께 상부로 분출되는 냉각재(120)를 유입한다.

- [0043] 이렇게 상기 냉각수(W1) 또는 증기(W2)와 상기 냉각재(120)가 상기 방출유닛(140)으로 유입되면, 상기 방출유닛(140)은 상기 냉각재(120)를 고형화하여 회수한 후, 상기 재생관로(102)로 제공한다. 이 경우, 상기 방출유닛(140)의 냉각재 재생에 관하여는 도 3을 참조하여 후술한다.
- [0044] 이와 같이, 상기 재생관로(102)로 상기 방출유닛(140)에서 재생된 재생 냉각재(C1)가 공급되면, 상기 재생관로(102)는 상기 방출유닛(140) 및 상기 가압부(150) 사이에 연결되어, 상기 재생 냉각재(C1)를 상기 가압부(150)로 공급한다.
- [0045] 상기 가압부(150)는 상기 재생 냉각재(C1)를 가압하여 상기 원자로의 내부로 공급하며 이렇게 원자로의 내부로 공급된 재생 냉각재(C1)는 기존에 상기 원자로의 내부를 순환하는 저온 냉각재(B, D)와 함께 상기에서 서술한 순환을 반복하게 된다.
- [0046] 도 3은 도 2의 방출유닛의 내부 구조를 도시한 단면도이다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 상기 방출유닛(140)은 유입로(141), 외벽부(142) 및 트랩부(144)를 포함한다.
- [0048] 상기 방출유닛(140)은 이미 설명한 바와 같이 상기 열교환기(130)의 상부에 배치되며, 상기 열교환기(130)의 세관부(133)의 파단시, 상기 냉각수(W1) 또는 증기(W2)와 상기 냉각재(120)를 유입한다.
- [0049] 즉, 상기 유입로(141)를 통해 상기 냉각수(W1) 또는 증기(W2)와 상기 냉각재(120, 열교환 냉각재(C1))가 유입된다.
- [0050] 상기 외벽부(142)는 하부에 상기 유입로(141)가 형성되며, 상기 방출유닛(140)의 외형을 형성하여 내부에 내부공간(143)을 형성한다. 상기 외벽부(142)는 상하방향, 즉, 상기 냉각수(W1) 또는 증기(W2)와 상기 냉각재(120)가 유입되어 방출되는 방향으로 연장된다.
- [0051] 상기 트랩부(144)는 상기 내부공간(143)에 위치하여, 상기 유입로(141)로 유입되는 상기 냉각수(W1) 또는 증기(W2)와 상기 냉각재(C1)와 접촉된다. 이 경우, 상기 접촉 면적을 증가시키기 위해 상기 트랩부(144)는 상기 내부공간(143)의 중앙에 위치할 수 있다.
- [0052] 한편, 상기 트랩부(144)는 상기 외벽부(142)의 연장방향, 즉 상하방향을 따라 상기 내부공간(143)에서 연장되며, 복수의 배관들이 서로 엇비슷하게 배열된다. 그리하여, 상기 냉각수(W1) 또는 증기(W2)와 상기 냉각재(C1)가 상승하면서 접촉되는 면적을 증가시킬 수 있다.
- [0053] 이 경우, 상기 트랩부(144)의 표면은 상기 냉각수(W1)의 끓는점보다 높고 상기 냉각재(C1)의 녹는점보다 낮은 온도로 유지된다. 예를 들어, 상기 트랩부(144)의 표면은 100℃ 이상 124℃ 이하로 유지될 수 있다.
- [0054] 그리하여, 상기 트랩부(144)의 표면에 접촉하는 상기 냉각수(W1) 또는 증기(W2)와 상기 냉각재(C1) 중, 상기 냉각수(W1) 또는 증기(W2)(이 경우, 앞서 설명한 바와 같이 상기 유입로(141)로 인입되는 것은 대부분이 증기이며 냉각수는 미소한 양에 불과하므로, 상기 트랩부(144)의 표면에 접촉하여 물로 액화하는 양은 매우 적다.) 중, 특히 상기 증기(W2)는 상태를 그대로 유지하게 되며, 상기 냉각재(C1)는 녹는점보다 낮은 온도와 접촉하여 고형화된다.
- [0055] 이와 같이, 고형화된 상기 냉각재(C')는 상기 내부공간(143)의 하부로 재하강하여 상기 방출유닛(140)은 상기 재하강하는 고형화된 상기 냉각재(C')를 회수하게 된다.
- [0056] 따라서, 상기 고형화되어 회수된 상기 냉각재(C')는 상기 재생관로(102)로 공급되어 재활용되며, 이 경우, 상기 재생관로(102) 상에는 상기 고형화된 냉각재(C')를 액화하기 위한 처리부(미도가)가 추가로 구비될 수 있다.
- [0057] 특히, 본 실시예에서, 상기 트랩부(144)의 온도를 냉각수(W1)의 끓는점 보다 높게 유지하므로, 상기 냉각수(W1) 또는 증기(W2)는 상기 트랩부(144)와 접촉하더라도 증기상태를 유지하게 되고, 따라서 상기 고형화되어 재하강하는 상기 냉각재(C')에는 냉각수는 혼합되지 않게 된다. 따라서, 상기 재활용되는 냉각재(C')의 순도가 향상되게 된다.
- [0058] 이 경우, 상기 냉각수(W1) 또는 증기(W2)는 상기 트랩부(144)를 통과하여 계속 상승하게 되며, 결국은 증기(W3)의 형태로 상기 방출유닛(140)의 상부로 배출된다(이미 설명한 바와 같이 상기 방출유닛으로 인입되는 냉각수의 대부분은 증기의 형태이므로).
- [0059] 한편, 상기 트랩부(144)는 표면의 온도를 상기 냉각수(W1)의 끓는점보다 높고 상기 냉각재(C1)의 녹는점보다 낮

은 온도로 유지하기 위해, 내부에 유로가 형성된 관을 포함하여 상기 관의 내부 유로로 증기 등의 기체 또는 액체를 통과시킬 수 있다. 이와 달리, 상기 트랩부(144)는 전도성이 높은 재질을 포함하여, 외부로부터 열에너지 또는 전기에너지를 제공받아 표면의 온도가 상기와 같이 유지될 수도 있다.

[0060] 이와 같이, 상기 방출유닛(140)은 냉각수 또는 증기와 냉각재를 분리하면서 분리된 냉각재를 재활용할 수 있도록 유도하므로, 냉각재의 손실을 최소화하며 냉각재의 재활용을 통한 경제성을 향상시키게 된다.

[0061] 상기와 같은 본 발명의 실시예들에 의하면, 순환형 원자로에서 열교환기의 세관부 파단으로 냉각수(또는 증기) 및 냉각재가 유출되는 경우, 방출유닛이 유입되는 냉각재를 재생하여 원자로의 내부로 재공급하므로, 냉각재의 유실을 방지하고 재활용을 도모할 수 있어, 경제성 및 안전성이 향상된다.

[0062] 특히, 상기 방출유닛과 연결된 재생관로를 통해 상기 방출유닛에서 재생된 냉각재를 상기 원자로로 재공급할 수 있으며, 이 경우, 가압부를 통해 상기 원자로로 공급되는 냉각재를 가압하여 상기 원자로로 주입할 수 있어, 유실된 냉각재를 효과적으로 재활용할 수 있다.

[0063] 또한, 상기 방출유닛의 내부에 트랩부가 위치하여 상기 냉각재의 에너지를 감소시키므로 상기 냉각재의 분출에 의한 외부 방출을 최소화할 수 있다.

[0064] 이 경우, 상기 트랩부는 복수의 배관들이 연장되며 엮혀져 배치되므로 상기 냉각재는 상기 트랩부에 접촉하게 되며, 특히, 상기 트랩부가 냉각재의 녹는점보다 낮은 온도로 유지되므로, 상기 트랩부에 접촉되는 냉각재는 고형화되어 상기 방출유닛의 하부로 회수되며 이에 따라 재활용이 용이해 진다. 나아가, 상기 트랩부가 냉각수의 끓는점보다 높게 유지되므로, 상기 방출유닛의 내부로 유입된 냉각수(또는 증기)는 수증기의 형태로 외부로 유출되고, 따라서 상기 고형화된 냉각재와 상기 냉각수가 혼합되지 않아 상기 재활용 냉각재의 순도가 높아진다.

[0065] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

**산업상 이용가능성**

[0066] 본 발명에 따른 순환형 원자로는 차세대 원자로의 일 형태로서 냉각재 자연 순환형 원자로에 사용될 수 있는 산업상 이용 가능성을 갖는다.

**부호의 설명**

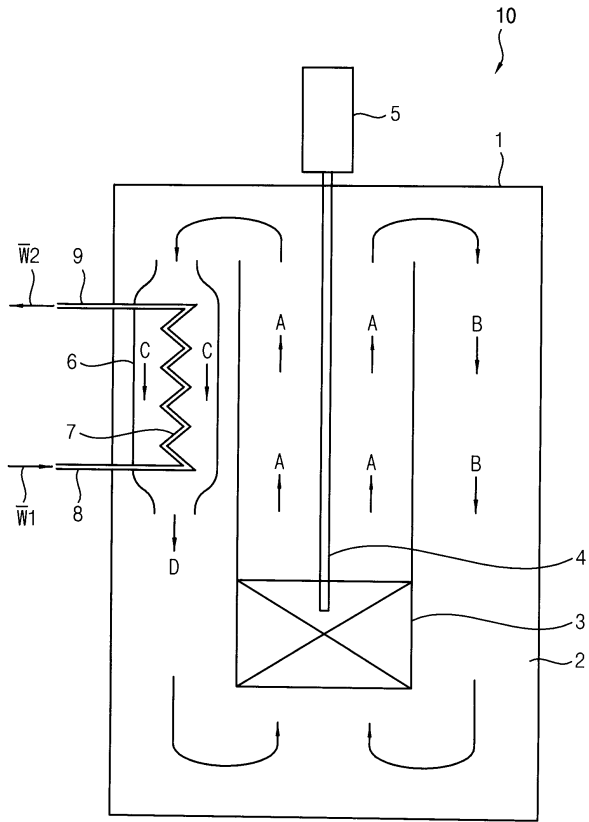
[0067] 10 : 종래의 순환형 원자로

- |               |            |
|---------------|------------|
| 100 : 순환형 원자로 | 101 : 관로   |
| 102 : 재생관로    | 110 : 노심   |
| 120 : 냉각재     | 130 : 열교환기 |
| 131 : 인입관     | 132 : 유출관  |
| 133 : 세관부     | 140 : 방출유닛 |
| 141 : 유입로     | 142 : 외벽부  |
| 143 : 내부공간    | 144 : 트랩부  |
| 150 : 가압부     |            |

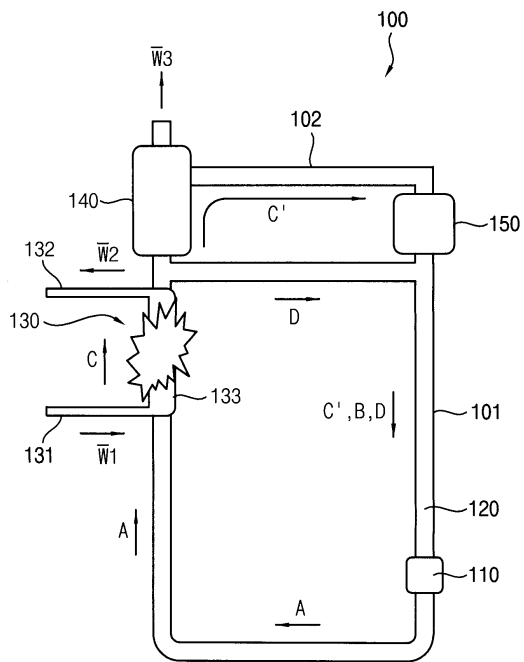


도면

도면1



도면2



도면3

