



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년02월18일
(11) 등록번호 10-2364895
(24) 등록일자 2022년02월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21C 15/18 (2006.01) G21C 15/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G21C 15/18 (2013.01)
G21C 15/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0066090
(22) 출원일자 2020년06월01일
심사청구일자 2020년06월01일
(65) 공개번호 10-2021-0148768
(43) 공개일자 2021년12월08일
(56) 선행기술조사문헌
KR101654096 B1*
KR101654107 B1*
KR1020150047115 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국원자력연구원
대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)
(72) 발명자
이성재
대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)
박현식
대전광역시 유성구 노은서로 124, 102동 401호(노은동, 노은카운티스)
(74) 대리인
특허법인이름리온
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 9 항

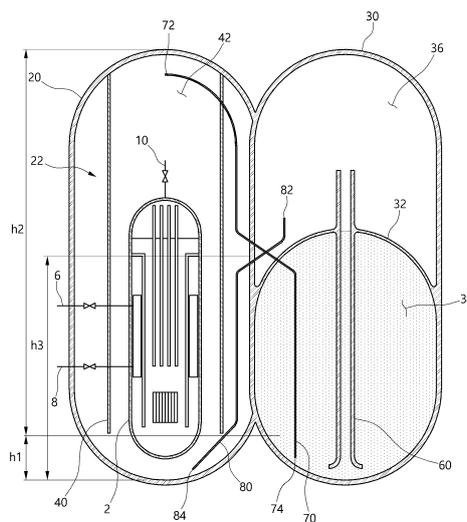
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 원자로 냉각 구조체

(57) 요약

원자로 냉각 구조체가 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체는, 원자로노심에 수용되고 외부로부터 물을 공급받는 급수관 및 생성된 증기를 외부로 배출하는 증기관을 구비한 원자로용기가 수용되며 에너지방출공간을 가지는 제1격납용기; 상기 원자로용기에 설치되는 원자로안전밸브; 상기 제1격납용기와 구획되고 열매체가 수용되는 에너지흡수공간과, 상기 에너지흡수공간의 상측에 위치하는 에너지전달공간을 구비하는 제2격납용기; 상기 에너지흡수공간과 상기 에너지전달공간을 구획하도록 상기 제2격납용기 내에 구비되는 제1분리벽; 상기 에너지방출공간 내에 형성되는 제2분리벽; 상기 에너지방출공간과 상기 에너지흡수공간을 유체소통가능하게 연결하는 증기분출관; 상기 에너지흡수공간과 상기 에너지전달공간을 유체소통가능하게 연결하는 열매체유동관; 및 상기 에너지전달공간과 상기 에너지방출공간을 연결하는 열매체주입관을 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

Y02E 30/30 (2020.08)

(72) 발명자

배황

대전광역시 유성구 죽동로 39, 203동 1503호 (죽동, 죽동칸타빌아파트)

류성욱

대전광역시 서구 둔산로 201, 603동 804호(둔산동, 국화한신아파트)

이선일

대전광역시 유성구 배울1로 119, 1210동 404호 (용산동, 대덕테크노밸리12단지아파트)

양진화

대전광역시 유성구 관평1로 12, 706동 203호 (관평동, 대덕테크노밸리7단지아파트)

전병국

대전광역시 유성구 신성로84번길 43-10 (신성동)

방윤곤

대전광역시 서구 청사서로 41, 107동 902호 (월평동, 백합아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

원자로노심이 수용되고 외부로부터 물을 공급받는 급수관 및 생성된 증기를 외부로 배출하는 증기관을 구비한 원자로용기가 수용되며 에너지방출공간을 가지는 제1격납용기;

상기 원자로용기에 설치되어 상기 원자로용기 내부에서 발생한 증기를 에너지방출공간으로 배출하는 원자로안전 밸브;

상기 제1격납용기와 구획되고 열매체가 수용되며 상기 에너지방출공간의 압력이 전달되는 에너지흡수공간과, 상기 에너지흡수공간의 상측에 위치하고 상기 원자로 용기에서 전달된 열을 흡수하여 냉각하며 흡수한 열을 외부로 방출하는 에너지전달공간을 구비하는 제2격납용기;

상기 에너지흡수공간과 상기 에너지전달공간을 구획하도록 상기 제2격납용기 내에 구비되는 제1분리벽;

상기 원자로용기를 둘러싸고 상기 에너지방출공간 내부 일측을 제1공간으로 구획하며, 상기 제1공간의 하부가 상기 에너지방출공간 내에서 상기 제1공간의 외부와 유체소통 가능하도록 상기 에너지방출공간 내에 형성되는 제2분리벽;

상기 에너지방출공간의 증기를 상기 에너지흡수공간으로 전달할 수 있도록 상기 에너지방출공간과 상기 에너지흡수공간을 유체소통가능하게 연결하는 증기분출관;

상기 증기분출관에 의해 가압된 에너지흡수공간의 열매체를 상기 에너지전달공간으로 유동시키도록 상기 에너지흡수공간과 상기 에너지전달공간을 유체소통가능하게 연결하는 열매체유동관; 및

상기 에너지전달공간과 상기 에너지방출공간을 연결하고 상기 열매체를 상기 에너지방출공간 하부로 유동시키는 열매체주입관; 을 포함하고,

상기 제2분리벽은 통형상으로 이루어지되, 상기 제2분리벽의 상단부는 상기 제1격납용기의 천장에 결합되고, 상기 제2분리벽의 하단부는 상기 제1격납용기의 하부 측으로 연장되는, 원자로 냉각 구조체.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제2분리벽의 하단부는 상기 제1격납용기의 중간 부분보다 낮은 위치에 위치되는,

원자로 냉각 구조체.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 원자로용기를 둘러싸고 상기 제1공간 내부 일측을 제2공간으로 구획하며, 상기 제2공간 상부가 상기 제1공간 내에서 상기 제2공간의 외부와 유체소통 가능하도록 상기 제1공간 내에 형성되는 제3분리벽;

을 더 포함하는 원자로 냉각 구조체.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 열매체주입관은 상기 제1격납용기 하부의 상기 제3분리벽 내측 하부에 열매체배출구가 위치되어 상기 에너지전달공간 내부의 열매체를 상기 제3분리벽 내측 하부로 주입시키는,

원자로 냉각 구조체.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 제3분리벽은 원기둥 형상으로 이루어지고,

상기 제3분리벽의 하단부는 상기 제1격납용기의 바닥에 결합되고, 상기 제3분리벽의 상단부는 상기 제1격납용기의 상부 측으로 연장되는,

원자로 냉각 구조체.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제3분리벽의 지름은 상기 제2분리벽의 지름보다 작고, 상기 제2분리벽 및 상기 제3분리벽은 동심 축 상으로 배열되는,

원자로 냉각 구조체.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제3분리벽의 상단부는 상기 제2분리벽의 하단부보다 높은 위치에 위치되는,

원자로 냉각 구조체.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 증기분출관은,

상기 제1격납용기 상부의 상기 제2분리벽 내부에 증기투입구가 위치되어 상기 제2분리벽 내부의 증기를 상기 에너지흡수공간으로 투입시키는,

원자로 냉각 구조체.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 증기분출관은,

상기 에너지흡수공간 하부 측에 증기분출구가 배치되어, 상기 제1격납용기 내부의 증기를 상기 에너지흡수공간 하부 측으로 분출시키는,

원자로 냉각 구조체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 원자로 냉각 구조체에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 원자로에서 발생하는 증기의 압력을 이용하여 원자로를 피동적으로 냉각시키는 원자로 냉각 구조체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 원자력 발전은 핵분열시 발생하는 에너지를 이용해 터빈을 운전하여 전기 에너지를 생산시키는 방식으로, 발전과정에서 이산화탄소를 발생시키지 아니하며 적은 연료로서 막대한 전기를 생산할 수 있어 여러 국가에서 발전방식 중 하나로 채택 운용 되고 있다.

- [0003] 이러한 원자력 발전은 막대한 열이 발생함으로 인해 냉각이 필수적인데, 일반적인 원자력 발전은 도 1에 도시된 바와 같이, 원자로용기(2) 내의 원자로노심(4)이 핵분열함에 따라 발생된 엄청난 열에너지가 원자로용기(2) 내의 냉각제로 전달되며, 냉각제는 열교환기(미도시)에서 열을 교환한 뒤에 다시 원자로용기(2) 내로 순환된다. 또한 상기 냉각제와는 독립된 경로로서 급수관(6) 및 증기관(8)의 물을 순환시키며, 상기 열교환기(미도시)에서는 상기 냉각제로부터 흡수한 열로서 증기를 발생시키고, 이를 통해 터빈(7)을 돌려 발전기(1)로 전기에너지로 전환된 후에 다시 물로 응축되어 순환되는 방식으로 이루어진다.
- [0004] 이러한 원자로에서는 엄청난 열에너지가 발생되며, 정상시에는 이러한 원자로의 열이 적절히 냉각되고 있지만, 예기치 못한 사고 등이 발생하여 원자로의 열이 적절히 냉각되지 않을 경우 원자로 시설 자체가 파괴되는 대형 사고가 발생할 수 있다.
- [0005] 따라서, 비상 상황 시 원자로를 냉각시켜 주기 위한 다양한 안전계통들이 필수적으로 구비된다. 이러한 안전계통들은 원자로의 각 부에 냉각제를 보충 공급하는 형태 및 냉각제를 적절하게 순환시켜 회수된 열을 히트싱크를 통해 외부로 방출하는 형태로 구비된다.
- [0006] 이러한 히트싱크는 내부의 냉각제의 누설 없이 열 만을 배출하기 위한 열교환기 형태로 이루어지며, 이러한 열교환기는 해수나 강 등의 물 속에 잠겨 열교환함으로써 열을 방출할 수 있다.
- [0007] 이러한 안전계통들은 대형 사고 발생 시, 작업원이 부상 또는 사망하거나 대피하여 부재중이거나 복잡한 매뉴얼을 숙지하기 어려워 조작 실수를 하는 상황이 발생하여 적절한 시기 원자로를 냉각시키지 못하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-1731817호(사이편 원리를 이용한 냉각계를 가지는 원자로 및 그 동작 방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은, 작업원이 복잡한 냉각장치를 조작하지 않더라도 원자로 운영 시 발생하는 증기의 압력을 이용하여 격납용기 내부에 저장된 열매체를 순환시킴으로써, 원자로를 냉각시키는 원자로 냉각 구조체를 제공하는데 목적이 있다.
- [0010] 또한, 본 발명은 증기와 비응축기체를 분리하고 증기를 우선 순환시킴으로써, 증기로부터 상변화 된 열매체를 추가로 확보하여 원자로를 냉각시키는 원자로 냉각 구조체를 제공하는데 목적이 있다.
- [0011] 나아가, 본 발명은 열매체를 원자로용기에 집중적으로 유동시켜 원자로 냉각효과를 증대하는데 목적이 있다.
- [0012] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 측면에 따른 원자로 냉각 구조체는, 원자로노심이 수용되고 외부로부터 물을 공급받는 급수관 및 생성된 증기를 외부로 배출하는 증기관을 구비한 원자로용기가 수용되며 에너지 방출공간을 가지는 제1격납용기; 상기 원자로용기에 설치되어 상기 원자로용기 내부에서 발생한 증기를 에너지 방출공간으로 배출하는 원자로안전밸브; 상기 제1격납용기와 구획되고 열매체가 수용되며 상기 에너지방출공간의 압력이 전달되는 에너지흡수공간과, 상기 에너지흡수공간의 상측에 위치하고 상기 원자로 용기에서 전달된 열을 흡수하여 냉각하며 흡수한 열을 외부로 방출하는 에너지전달공간을 구비하는 제2격납용기; 상기 에너지흡수공간과 상기 에너지전달공간을 구획하도록 상기 제2격납용기 내에 구비되는 제1분리벽; 상기 원자로용기를 둘러싸고 상기 에너지방출공간 내부 일측을 제1공간으로 구획하며, 상기 제1공간의 하부가 상기 에너지방출공간 내에서 상기 제1공간의 외부와 유체소통 가능하도록 상기 에너지방출공간 내에 형성되는 제2분리벽; 상기 에너

지방출공간의 증기를 상기 에너지흡수공간으로 전달할 수 있도록 상기 에너지방출공간과 상기 에너지흡수공간을 유체소통가능하게 연결하는 증기분출관; 상기 증기분출관에 의해 가압된 에너지흡수공간의 열매체를 상기 에너지전달공간으로 유동시키도록 상기 에너지흡수공간과 상기 에너지전달공간을 유체소통가능하게 연결하는 열매체 유동관; 및 상기 에너지전달공간과 상기 에너지방출공간을 연결하고 상기 열매체를 상기 에너지방출공간 하부로 유동시키는 열매체주입관을 포함할 수 있다.

- [0014] 이 때, 제2분리벽은 원기둥 형상으로 이루어지되, 상기 제2분리벽의 상단부는 상기 제1격납용기의 천장에 결합되고, 상기 제2분리벽의 하단부는 상기 제1격납용기의 하부 측으로 연장될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 제2분리벽의 하단부는 상기 제1격납용기의 중간 부분보다 낮은 위치에 위치될 수 있다.
- [0016] 나아가, 상기 원자로용기를 둘러싸고 상기 제1공간 내부 일측을 제2공간으로 구획하며, 상기 제2공간 상부가 상기 제1공간 내에서 상기 제2공간의 외부와 유체소통 가능하도록 상기 제1공간 내에 형성되는 제3분리벽을 더 포함할 수 있다.
- [0017] 이 때, 상기 열매체주입관은 상기 제1격납용기 하부의 상기 제3분리벽 내측 하부에 열매체배출구가 위치되어 상기 에너지전달공간 내부의 열매체를 상기 제3분리벽 내측 하부로 주입시킬 수 있다.
- [0018] 이 때, 상기 제3분리벽은 원기둥 형상으로 이루어지고, 상기 제3분리벽의 하단부는 상기 제1격납용기의 바닥에 결합되며, 상기 제3분리벽의 상단부는 상기 제1격납용기의 상부 측으로 연장될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 제3분리벽의 지름은 상기 제2분리벽의 지름보다 작고, 상기 제2분리벽 및 상기 제3분리벽은 동심 축상으로 배열될 수 있다.
- [0020] 나아가, 상기 제3분리벽의 상단부는 상기 제2분리벽의 하단부보다 높은 위치에 위치될 수 있다.
- [0021] 한편, 상기 증기분출관은 상기 제1격납용기 상부의 상기 제2분리벽 내부에 증기투입구가 위치되어 상기 제2분리벽 내부의 증기를 상기 에너지흡수공간으로 투입시킬 수 있다.
- [0022] 이 때, 상기 증기분출관은 상기 에너지흡수공간 하부 측에 증기분출구가 배치되어, 상기 제1격납용기 내부의 증기를 상기 에너지흡수공간 하부 측으로 분출시킬 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체는, 조작원이 냉각장치를 복잡하게 조작하지 않아도 원자로 운영 시 발생하는 증기의 압력을 이용하여 격납용기 내부에 저장된 열매체를 순환시킴으로써, 원자로를 냉각시킬 수 있다.
- [0024] 또한, 본 발명은 제1격납용기 내부에 제2분리벽을 구비함으로써, 증기와 비응축기체를 분리하고 증기를 우선 순환시켜 증기로부터 상변화 된 열매체를 추가로 확보하여 원자로를 냉각시킬 수 있다.
- [0025] 나아가, 본 발명은 제1격납용기 내부에 제3분리벽을 구비함으로써, 열매체를 원자로용기에 집중적으로 유동시켜 원자로 냉각효과를 증대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 종래의 원자로를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체를 작동상태를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
- 도 5는 도 4의 I-I' 의 단면도이다.
- 도 6는 본 발명의 다른 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체의 작동상태를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여

기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.

- [0028] 이하에서는 도 2를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체에 대하여 설명한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
- [0029] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체는, 원자로용기(2)를 수용하는 제1격납용기(20), 원자로안전밸브(10), 제2격납용기(30), 제1분리벽(32), 제2분리벽(40), 증기분출관(70), 열매체유동관(60) 및 열매체주입관(80)을 포함한다.
- [0030] 도 2를 참조하면, 원자로노심(4)이 수용된 원자로용기(2)는 제1격납용기(20)에 수용된다. 이 때, 폭발의 위험이 있는 원자로노심(4)이 수용된 원자로용기(2)는 제1격납용기(20)에 의해 보호한다. 이하에서는 원자로용기(2) 및 원자로용기(2)에 수용된 원자로 발전계통을 원자로라고 규정하여 설명한다.
- [0031] 원자로용기(2)에는 급수관(6)이 연결되며, 급수관(6)을 통하여 원자로용기(2) 내부에서 증기를 발생시키기 위한 물이 공급된다. 급수관(6)에 의해 공급된 물은 원자로용기(2) 내부에서 증기로 상변화되며 급수관(6)에 연결된 증기관(8)을 통하여 제1격납용기(20) 외부로 배출된다. 이 때, 배출된 증기로 터빈(미도시)을 돌려 전기가 생산된다.
- [0032] 한편, 도 2를 참조하면, 원자로안전밸브(10)는 원자로용기(2)에 설치되며, 제1격납용기(20) 내 증기관(8)의 일 부분에 연결될 수 있다. 원자로에 이상이 발생하거나 원자로용기(2) 내부의 온도가 급격히 상승하는 등 증기가 급격히 발생하는 경우 원자로용기(2) 내부의 증기는 제1격납용기(20)로 배출하도록 원자로안전밸브(10)에 의하여 제어된다.
- [0033] 이 때, 급격히 발생한 증기는 1차적으로 제1격납용기(20)에 저장되며, 본 명세서에서는 원자로에서 발생한 증기가 저장되는 제1격납용기(20) 내부 공간을 에너지방출공간(22)으로 규정하여 설명한다. 다만 원자로 이상으로 증기가 발생하기 전에는 에너지방출공간(22)에 비응축기체가 채워져 있다.
- [0034] 도 2를 참조하면, 에너지방출공간(22) 일측을 제1공간(42)으로 구획하도록 제2분리벽(40)이 제1격납용기(20)에 구비된다. 제2분리벽(40)의 하부는 제1공간(42)의 하부가 에너지방출공간(22) 내에서 제1공간(42)의 외부와 유체소통 가능하도록 형성된다.
- [0035] 이 때, 제2분리벽(40)은 원자로용기(2)를 둘러싸도록 형성된다. 이에 따라 원자로안전밸브(10)를 통해 배출된 증기는 제2분리벽(40)에 의하여 제1공간(42)으로 유도된다. 증기가 유도될 수 있는 이유는, 증기가 에너지방출공간(22)에 채워져 있는 비응축기체보다 밀도가 작기 때문에 원자로안전밸브(10)를 통해 배출된 증기가 에너지방출공간(22) 상부로 이동하기 때문이다.
- [0036] 또한, 원자로가 정상 운영 중 제1격납용기(20) 외부로 방출되는 열은 제2분리벽(40)에 의하여 차단된다. 따라서, 원자로용기(2)의 열손실이 줄고 원자로의 발전효율이 증가한다.
- [0037] 이 때, 원자로용기(2)는 내부 또는 외부에서 발생할 수 있는 충격에 최적으로 대응하도록 원통형으로 제작되므로, 제2분리벽(40)은 원자로용기(2)의 열손실을 최소화하기 위해 원자로용기(2)를 균등하게 감싸도록 원기둥 형상으로 이루어진다.
- [0038] 또한, 제2분리벽(40)의 상단부는 제1공간(42) 모인 증기가 에너지방출공간(22)에서 퍼지지 않도록 하기 위하여, 제1격납용기(20)의 천장에 결합된다. 이에 따라 제1공간(42)의 상부는 에너지방출공간(22) 내에서 제1공간(42)의 외부와 유체소통되지 않는다.
- [0039] 제2분리벽(40)의 하단부는 제1격납용기(20)의 하부 측으로 연장된다. 도 2를 참조하면, 제1격납용기(20)의 최하단으로부터 제2분리벽(40)의 하단부까지의 높이(h1)가 제1격납용기(20)의 최상단으로부터 제2분리벽(40)의 하단부까지의 길이(h2)보다 작도록 제2분리벽(40)의 하단부가 연장된다. 이를 통하여, 원자로안전밸브(10)가 원자로용기(2)의 임의의 위치에 설치되더라도, 증기는 제2분리벽(40)을 통하여 제1공간(42)으로 안정적으로 유도될 수 있다.
- [0040] 또한, 제2분리벽(40)의 하단부는 상기 제1격납용기의 중간 부분보다 낮은 위치에 위치된다. 도 2를 참조하면, 제1격납용기(20)의 최하단으로부터 제2분리벽(40)의 하단부까지의 높이(h1)가 제1격납용기(20)의 최하단으로부터 중간 부분까지의 높이(h3)보다 작도록 제2분리벽(40)의 하단부가 제1격납용기(20)의 하부 측으로 연장된다.
- [0041] 한편, 도 2를 참조하면, 제2격납용기(30)는 제1격납용기(20)와 구획되어 별도의 공간을 가지며, 제1분리벽(32)

에 의하여 상부 공간 및 하부 공간으로 나뉜다. 이하 본 명세서에서는 하부 공간을 에너지흡수공간(34)이라 하고 상부 공간을 에너지전달공간(36)이라 규정하여 설명한다.

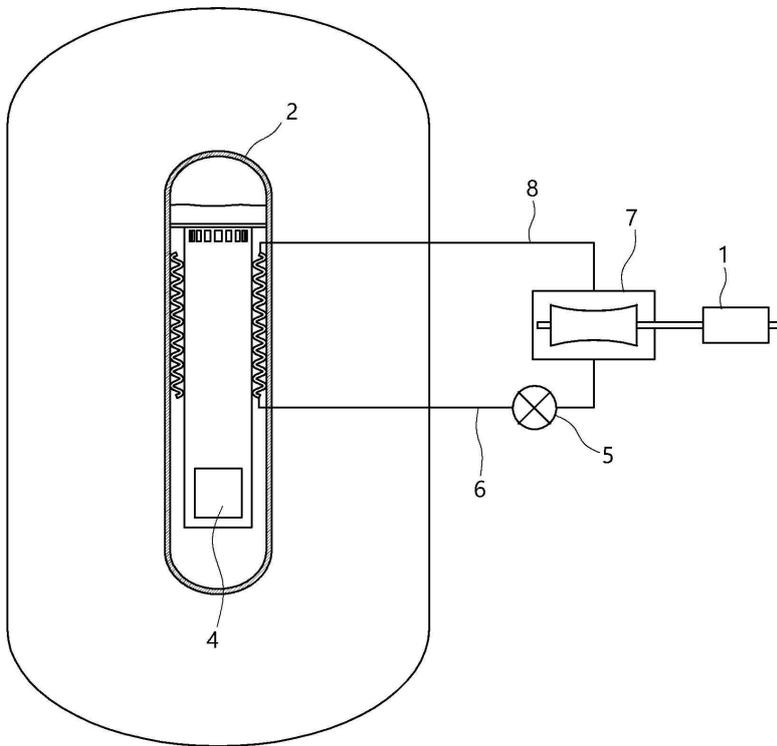
- [0042] 이 때, 에너지흡수공간(34)에는 물과 같은 열매체가 수용된다. 또한, 에너지흡수공간(34)은 에너지방출공간(22)으로부터 증기를 공급받음으로써 에너지방출공간(22)의 압력을 전달받는다. 즉, 에너지방출공간(22)과 에너지흡수공간(34)을 유체소통가능하게 하여 에너지방출공간(22)의 증기를 에너지흡수공간(34)으로 전달하도록, 증기분출관(70)이 제1격납용기(20)와 제2격납용기(30)를 구획하는 격벽을 관통하여 형성된다.
- [0043] 도 2를 참조하면, 증기분출관(70)의 에너지방출공간(22) 측 일단인 증기투입구(72)는 제1격납용기(20) 상부의 제2분리벽(40) 내부에 형성된 제1공간(42) 상부에 위치된다. 따라서, 제1공간(42)에 모인 증기는 증기투입구(72)를 통해 에너지방출공간(22)에 채워져 있는 비응축기체와 분리되어 에너지흡수공간(34)으로 투입된다.
- [0044] 또한, 증기투입구(72)를 제1공간(42) 상부에 위치시킴으로써, 에너지흡수공간(34)에 열매체를 충전할 때 열매체가 에너지방출공간(22)으로 역류하는 것을 방지할 수 있다.
- [0045] 도 2를 참조하면, 증기분출관(70)의 에너지흡수공간(34) 측 타단인 증기분출구(74)는 에너지흡수공간 하부에 위치된다. 이에 따라, 증기분출구(74)를 통해 에너지흡수공간(34) 하부로 이동한 증기는 에너지흡수공간(34) 상부로 상승한다.
- [0046] 이 때, 증기가 상승하는 동안 증기에서 에너지흡수공간(34)에 저장된 열매체로 열전달이 충분히 이루어진다. 한편, 증기의 일부는 응축되어 물로 상변화되며, 상변화 된 물은 열매체로 합류되어 원자로 냉각 구조체를 순환한다.
- [0047] 한편, 도 2를 참조하면, 열매체유동관(60)은 제1분리벽(32)을 관통하여 형성되며, 에너지흡수공간(34)과 에너지전달공간(36)이 유체소통가능하도록 연결된다. 이에 따라, 에너지흡수공간(34)에 저장된 열매체는 열매체유동관(60)에 의하여 에너지전달공간(36)으로 유도된다.
- [0048] 이 때, 열매체유동관(60)은 열매체가 유동되기 위해 원통형의 튜브형태로 형성되는 것이 바람직하다. 다만, 열매체가 에너지전달공간(36)으로 유동될 수 있으면 다양한 형태의 유로로 형성될 수 있다.
- [0049] 도 2를 참조하면, 열매체유동관(60)의 에너지흡수공간(34) 측 하단은, 에너지흡수공간(34)에 저장된 열매체를 최대한 에너지전달공간(36)으로 전달할 수 있도록 에너지흡수공간(34)의 하부에 형성된다.
- [0050] 다만, 증기분출구(74)에서 분출된 증기가 에너지흡수공간(34) 상부에 모여야 하므로 열매체유동관(60)의 하단은 증기분출구(74)로부터 분출된 증기가 열매체유동관(60) 하부로 직접 들어가지 않도록 증기분출구(74)와 이격하여 배치되는 것이 바람직하다.
- [0051] 도 2를 참조하면, 열매체유동관(60)의 에너지전달공간(36) 측 상단은, 에너지전달공간(36) 내부의 열이 열매체로 흡수될 수 있도록, 에너지전달공간(36) 상부에 위치되는 것이 바람직하다. 다만, 열매체유동관(60)의 상단은 열매체가 에너지전달공간(36)으로 유동될 수 있으면 다양한 위치에 배치될 수 있다.
- [0052] 이 때, 에너지흡수공간(34)으로 유입된 증기로부터 흡수한 열은 열매체에 흡수되어 1차적으로 에너지흡수공간(34) 측 제2격납용기(30) 외벽을 통해 외부로 방출되며, 열을 흡수한 열매체가 에너지전달공간(36)으로 이동하면서 2차적으로 에너지전달공간(36) 측 제2격납용기(30) 외벽을 통해 외부로 방출된다. 따라서, 제2격납용기(30)는 제2격납용기(30)에서 방출하는 열을 충분히 흡수할 수 있는 해수에 담기도록 해수면 아래 설치되는 것이 바람직하다.
- [0053] 도 2를 참조하면, 에너지흡수공간(34) 및 에너지전달공간(36)을 이동하면서 제2격납용기(30) 외부로 열이 방출된 열매체는 열매체주입관(80)을 통하여 에너지방출공간(22)으로 유입된다. 이 때, 에너지전달공간(36) 및 에너지방출공간(22)은 열매체주입관(80)에 의하여 유체소통가능하도록 연결되며, 열매체주입관(80)은 튜브형태로 형성될 수 있다.
- [0054] 열매체주입관(80)의 에너지전달공간(36) 측 일단인 열매체투입구(82)는, 에너지전달공간(36) 내부로 이동된 열매체가 자중에 의하여 최대한 에너지방출공간(22)으로 이동되도록, 에너지전달공간(36)의 하부에 위치된다.
- [0055] 열매체주입관(80)의 에너지흡수공간(34) 측 타단인 열매체분출구(84)는, 열매체가 자중에 의하여 에너지방출공간(22)으로 이동될 수 있도록 하기 위하여, 에너지전달공간(36) 측 일단보다 낮은 위치에 위치된다.
- [0056] 이하에서는 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체의 작동을 설명한다. 도 3은 본 발

명의 일 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체의 작동상태를 나타낸 도면이다.

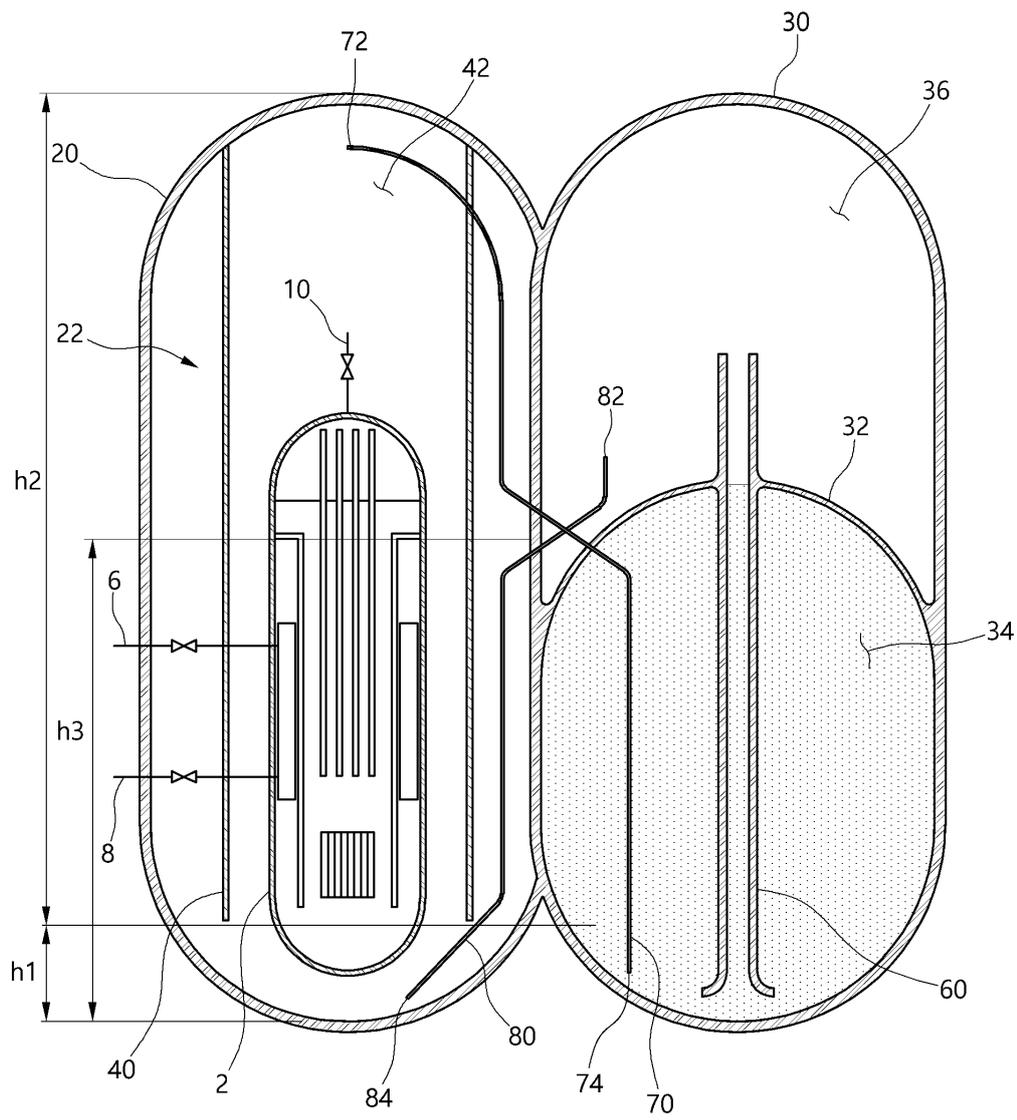
- [0057] 도 3를 참조하면, 에너지흡수공간(34)에 열매체가 가득 찬 상태에서 운행되는 원자로에 이상이 생기거나 원자로의 온도가 일정 수준 이상에 도달하여 증기가 급격히 발생하는 경우, 원자로안전밸브(10)가 개방되어 에너지방출공간(22)으로 증기가 방출된다.
- [0058] 방출된 증기로 인하여 에너지흡수공간(34) 내부의 압력이 올라가면, 증기가 증기분출관(70)을 통해 에너지흡수공간(34) 하부로 이동된다. 에너지흡수공간(34)으로 이동된 증기는 에너지흡수공간(34) 상부로 이동되면서, 증기의 열이 에너지흡수공간(34) 내부에 저장된 열매체로 전달된다.
- [0059] 이 때, 열이 방출된 증기의 일부는 응축되어 물로 상변화되며 열매체에 합류된다. 열매체에 흡수된 열은 에너지흡수공간(34) 측 제2격납용기(30) 외벽을 통해 외부로 전달된다.
- [0060] 한편, 물로 상변화 되지 못한 증기는 에너지흡수공간(34) 상부에 모이게 되며, 이에 따라 에너지흡수공간(34) 상부의 증기압이 증가한다. 따라서, 에너지흡수공간(34)에 저장된 열매체는 에너지흡수공간(34) 상부의 증기압에 의하여 열매체유동관(60)을 통해 에너지전달공간(36)으로 이동되며, 에너지흡수공간(34) 내부에 저장된 열매체의 수위는 낮아진다.
- [0061] 에너지전달공간(36)으로 이동된 열매체에 흡수된 열은 에너지전달공간(36) 측 제2격납용기(30) 외벽을 통해 제2격납용기(30) 외부로 방출되며, 열이 방출된 열매체는 열매체주입관을 통하여 에너지방출공간(22)으로 유입된다.
- [0062] 에너지방출공간(22)으로 유입된 열매체는 에너지방출공간(22) 하부에 축적되며, 원자로용기(2)와 접촉된다. 이 때, 원자로용기(2)로부터 방출된 열은 열매체로 흡수되며, 열매체의 일부는 증기로 상변화 된다. 상변화 된 증기는 상승하여 제1공간에 모이게 되며 증기분출관(70)을 통해 에너지흡수공간(34)으로 이동됨으로써, 상술한 과정이 반복되어 원자로가 냉각된다.
- [0063] 이하에서는 도 4 및 도 5를 참조하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체를 설명한다.
- [0064] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체를 개략적으로 나타낸 단면도이고, 도 5는 도 4의 I-I'의 단면도이다.
- [0065] 이하 본 발명의 다른 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체를 설명함에 있어, 전술한 실시예와 동일한 구성에 대하여는 자세한 설명을 생략하고, 전술한 실시예와 차별되는 구성을 중심으로 설명하도록 한다.
- [0066] 본 발명의 다른 실시예에 따른 원자로 냉각 구조체는 제3분리벽(50)을 더 포함한다.
- [0067] 도 4를 참조하면, 제3분리벽(50)은 원자로용기(2)를 둘러싸도록 형성되고, 에너지방출공간(22) 내에서 구획된 제1공간(42) 하부 일측이 제3분리벽(50)에 의하여 제2공간(52)으로 구획된다. 제2공간(52)은 상부가 제1공간(42) 내에서 제2공간(52)의 외부와 유체소통 가능하도록 형성된다.
- [0068] 이 때, 에너지전달공간(36)으로부터 유입되는 열매체는, 원자로용기(2) 외부를 최대면적으로 감싸도록, 제3분리벽(50)에 의하여 에너지전달공간(36)에서 제2공간(52)으로 유도된다.
- [0069] 또한, 제2분리벽(40)과 마찬가지로 원자로가 정상 운영 중 제1격납용기(20) 외부로 방출되는 열이 제3분리벽(50)에 의하여 차단되어, 원자로용기(2)의 열손실이 줄으로써, 원자로의 발전효율이 증가한다.
- [0070] 이 때, 원자로용기(2)는 내부 또는 외부에서 발생할 수 있는 충격에 최적으로 대응하도록 원통형으로 제작되므로, 제3분리벽(50)은 원자로용기(2)의 열손실을 최소화하기 위해 원자로용기(2)를 균등하게 감싸도록 원기둥 형상으로 이루어진다.
- [0071] 또한, 도 5를 참조하면, 제3분리벽(50)은, 제2분리벽(40)과의 공간 배치를 위해, 지름이 제2분리벽(40)의 지름보다 작고, 동심 축이 제2분리벽(40)의 동심 축과 일치하도록 배치된다. 제3분리벽(50)의 지름이 제2분리벽(40)의 지름보다 작게 형성되는 이유는, 제3분리벽(50)의 내부 측 제2공간(52)에 저장되는 열매체가 원자로용기(2)의 표면에 최대면적으로 접촉되도록 하기 위함이다.
- [0072] 도 4를 참조하면, 제3분리벽(50)의 하단부는 제2공간(52)에 모인 열매체가 에너지방출공간(22)에서 퍼지지 않도록 하기 위하여, 제1격납용기(20)의 바닥에 결합된다. 이에 따라, 제2공간(52)은 하부는 제1공간(42) 내에서 제2공간(52)의 외부와 유체소통 되지 않는다.
- [0073] 도 4를 참조하면, 제3분리벽(50)의 상단부는 제1격납용기(20)의 상부 측으로 연장된다. 즉 도 4를 참조하여 설

도면

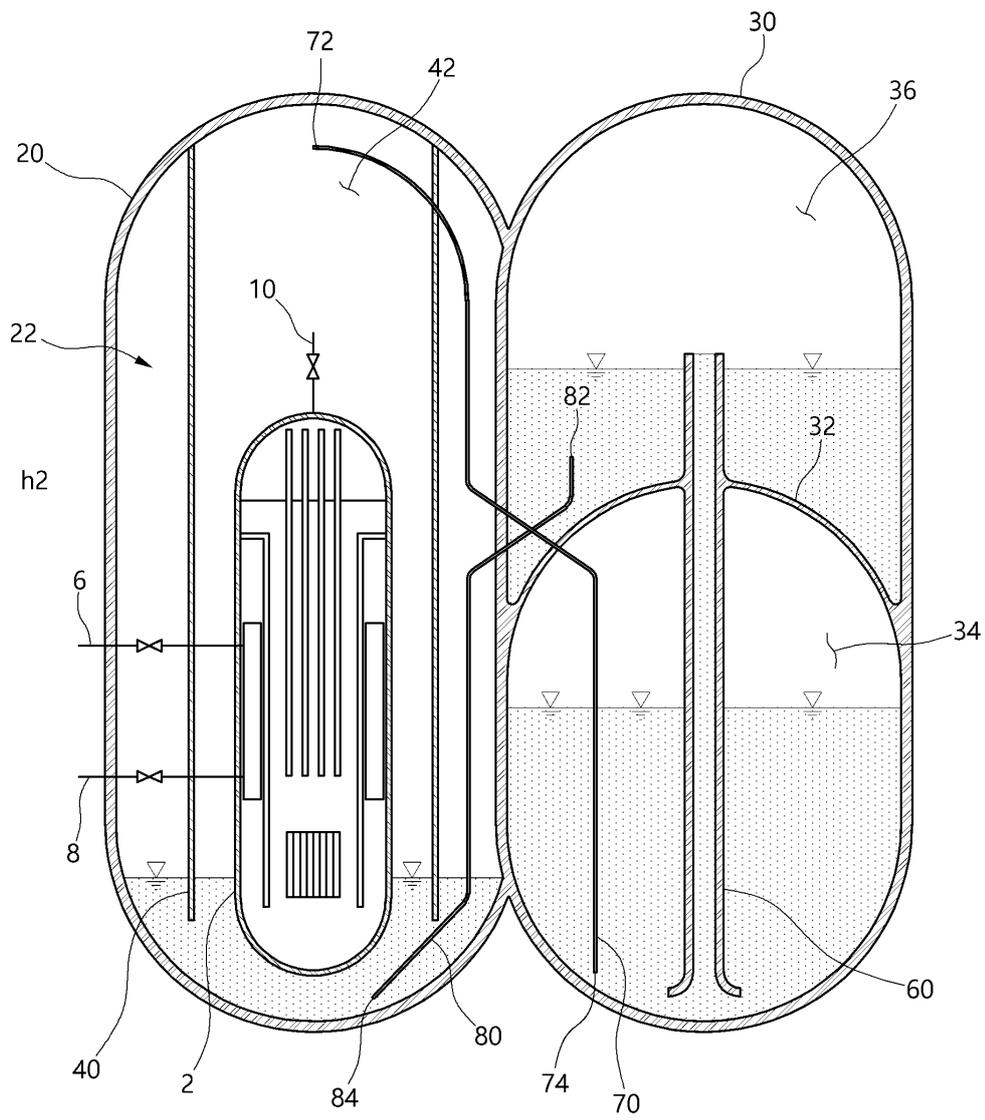
도면1



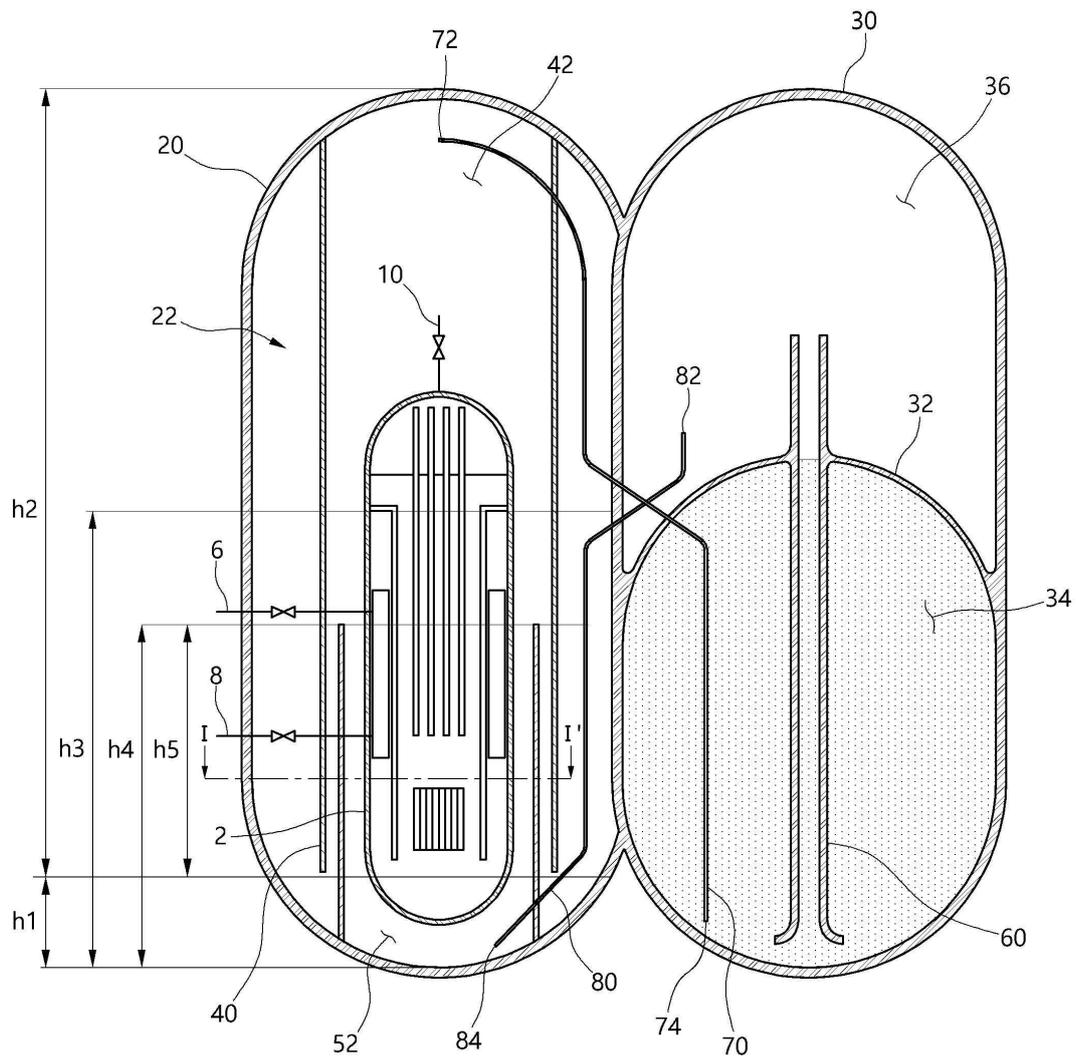
도면2



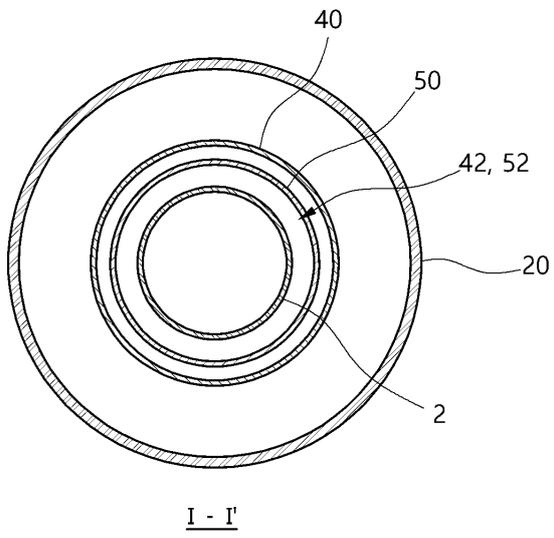
도면3



도면4



도면5



도면6

