



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0104639
(43) 공개일자 2011년09월23일

(51) Int. Cl.

G21C 15/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0023637

(22) 출원일자 2010년03월17일

심사청구일자 2010년03월17일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

김상녕

경기도 군포시 금정동871번지 7호 소월아파트 371-1204

(74) 대리인

김윤배

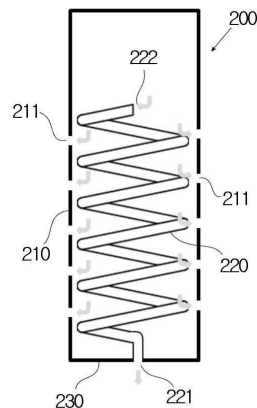
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조의 다공분사관 개선

(57) 요약

본 발명은 개선된 다공분사관(Sparger)을 갖는 가압경수형 원자로(PWR)용 내격납재장전수조(IRWST)에 관한 것으로, 수직 방향의 구멍(114')으로부터 충분한 양의 수증기와 충분한 거리까지 도달하여 열성층을 방지할 수 있도록 하는 내격납재장전수조를 제공하기 위해, 상기 다공분사관(200)은, 측벽(210)에 형성된 다수의 수평방향 구멍(211); 바닥에 상기 수평방향 구멍(211) 보다 큰 직경의 수직방향 구멍(221); 및 상기 수직방향 구멍(221)과 연결되며 상기 다공분사관(200)의 내부로 연장되는 헬리컬 파이프(220)를 포함하여, 상기 헬리컬 파이프(220)의 입구(222)가 상기 다공분사관(200)의 내부에 위치하게 되는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

다공분사관을 갖는 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조로서,
 상기 다공분사관(200)은,
 측벽(210)에 형성된 다수의 수평방향 구멍(211);
 바닥에 상기 수평방향 구멍(211) 보다 큰 직경의 수직방향 구멍(221); 및
 상기 수직방향 구멍(221)과 연결되며 상기 다공분사관(200)의 내부로 연장되는 헬리컬 파이프(220)를 포함하여,
 상기 헬리컬 파이프(220)의 입구(222)가 상기 다공분사관(200)의 내부에 위치하게 되는 것을 특징으로 하는 내격납재장전수조.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 헬리컬 파이프(220)는 주름관(Corrugated 관)으로 대체되는 것을 특징으로 하는 내격납재장전수조.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 다공분사관(200)의 바닥과 내격납재장전수조 바닥의 거리는 90cm 미만이 되도록 하는 것을 특징으로 하는 내격납재장전수조.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 다공분사관(200)의 바닥과 내격납재장전수조 바닥의 거리는 30cm 내지 60cm 인 것을 특징으로 하는 내격납재장전수조.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 수평방향 구멍(211)과 상기 수직방향 구멍(221)의 직경의 비는 1:1.5 내지 1:2 인 것을 특징으로 하는 내격납재장전수조.

명세서

기술 분야

본 발명은 가압경수형 원자로(PWR: Pressurized-Water Reactor)용 내격납재장전수조(IRWST: In-containment Refueling Water Storage Tank)에 관한 것으로, 특히 개선된 다공분사관(Sparger)을 갖는 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 한국의 최신 가압경수형 원자로(OPR-1000 및 APRT)는 모두 내격납재장전수조(IRWST)를 채택하고 있다.
- [0003] 이러한 내격납재장전수조(IRWST)는 과도 및 사고시 원자로 냉각재 계통의 감압을 위해 가압기로부터 방출되는 고온고압(고엔탈피)의 유체(기체+액체)를 응축시키는 역할을 한다.
- [0004] 그리고 이러한 종래의 내격납재장전수조(IRWST)를 채택하고 있는 가압경수형 원자로의 감압 시스템에 대해서는 대한민국 특허등록 제320831호와 같은 기술이 개시되어 있다.
- [0005] 첨부된 도면 도 1은 종래의 일반적인 가압경수형 원자로에서의 단계적 감압 시스템을 구비한 원자로를 도시하고 있는 개략적인 다이어그램이고, 도 2는 종래의 일반적인 가압경수형 원자로 설비의 횡단면도이며, 도 3은 종래의 일반적인 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조에서의 다공분사관의 단면도이다.
- [0006] 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 종래의 일반적인 가압경수형 원자로의 감압 시스템(96)은 과도시 가압기 상부의 방출 밸브(또는 안전 밸브)를 개방하여 원자로(22) 내의 압력을 감소시킨다. 방출된 고에너지 유체는 IRWST로 방출하여 응축되도록 되어 있다.
- [0007] 다수의 감압 밸브(82, 92)가 격납용기 셸(55)의 내측과 유체 연통하는 냉각재 회로(62)와 적어도 하나의 다공분사관(84)과 유체 연통 상태로 결합된다. 밸브 (82, 99)는 감압을 실행하도록 상기 감압 밸브(82, 92)를 연속적으로 개방하기 위한 제어수단 및/또는 작동기를 구비하고 있다. 부가 밸브 또는 밸브 그룹이 단계적으로 개방될 때, 냉각재 회로(62)와 격납용기 셸(55)의 내측 사이에서 결합도가 증가된다. 동시에, 냉각재 계통(62)은 압력이 감소한다. 감압밸브(82, 92)는 압력 응답 밸브 제어기로부터의 작동 신호에 의거하여, 바람직하게는 고압 보조 탱크(32)에 관련된 센서(122)를 포함하고 있는 레벨 응답 제어기를 거쳐 연속적으로 개방될 수 있으며, 각 연속 밸브 또는 각 연속 그룹의 감압밸브(82, 92)가 점차적으로 더 낮은 레벨 설정값에서 개방되도록 구성된다.
- [0008] 가압 탱크(130)가 격납용기 셸(55) 내에 배치되는 것이 바람직하며, 가압 탱크(130)는 도관(134)에 의해서 원자로의 냉각재 출구(104)(즉, 핫 레그)에 연결된 저부 헤드(132)를 갖는다. 가압 탱크 (130)의 상부 헤드(142)는 적어도 하나의 감압 밸브(82)에 연결된다.
- [0009] 제 1 도에 도시한 바와 같이, 보다 높은 레벨의 개방 단계에 있어서의 감압 밸브(82)는 다공분사관(84) (즉, 내격납재장전수조(50)에 잠수된 상태에서 개방되는 유체 출구) 을 통해서 격납용기 셸(55)의 내측에 연결된다. 상기 다공분사관(84)은 내격납재장전수조(50)에 잠수된 일련의 구멍(114)을 갖는다.
- [0010] 한편, 내격납재장전수조(IRWST)가 과도 및 사고시 원자로 냉각재 계통의 감압을 위해 가압기로부터 방출되는 고온고압(고엔탈피)의 유체(기체+액체)를 응축시키기 위해, 가압기로부터 도 3의 화살표 방향으로 방출된 증기는 여러 갈래로 나누어 내격납재장전수조(IRWST) 깊숙이 설치된 배관인 다공분사관(84)에 도달하게 되는바, 다공분사관(84)의 끝은 도 3에서 보는 바와 같이, 수평과 수직방향으로 구멍(114, 114')이 나 있다.
- [0011] 이때, 다공분사관(84)의 끝은, 사고의 초기시(Vent clearing 시), IRWST 바닥의 라이닝 및 구조물의 건전성(Integrity)를 위하여, IRWST 바닥으로부터 90cm 정도 떨어져 있도록 되어 있다.
- [0012] 또한, 다공분사관(84) 끝에는 하나의 구멍(114')으로 되어 있어 수평 방향의 수많은 구멍(114)에 비해 전체 증기 방출 유량이 현저히 적다는 특징이 있다.
- [0013] 따라서, 수증기 응축으로 인해 수조의 물이 대체로 40℃ 이상 올라가면 바닥으로부터 45cm~90cm 정도를 경계로 상하에 열성층이 형성되고 이로 인해 바닥에 위치한 물은 더 이상 응축에 기여를 하지 못하게 되므로, 결국 최대 약 25% 물이 허비되고 있음이 실험결과 밝혀졌다.
- [0014] 또한, 이러한 열성층은 IRWST의 라이닝(Lining)에 그대로 전해져 열성층 경계 부분에 Z, θ 방향의 열응력을 야기하고 라이닝 구조물로부터 이탈하거나 변형을 야기할 수 있다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 이에, 본 발명은 상술한 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로서, 과도기나 사고의 초기시(Vent clearing 시)에는 수평 방향의 구멍(114)만을 통해서 다공분사관(sparger) 배관내의 물과 공기가 방출되고 일정 시간이 지난 후(방출개시 수초 후)에는 수평 및 수직 방향의 모든 구멍(114, 114')을 통해 수평 및 수직의 모든 방향으로 고에너지의 증기가 충분히 방출되도록 하며, 수직 방향의 구멍(114')으로부터 보다 충분한 양의 수증기가 바닥과의 충분한 거리까지 도달하여 열성층을 방지할 수 있도록 하는 내격납재장전수조를 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조는, 다공분사관을 갖는 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조로서, 상기 다공분사관(200)은, 측벽(210)에 형성된 다수의 수평방향 구멍(211); 바닥에 상기 수평방향 구멍(211) 보다 큰 직경의 수직방향 구멍(221); 및 상기 수직방향 구멍(221)과 연결되며 상기 다공분사관(200)의 내부로 연장되는 헬리컬 파이프(220)를 포함하여, 상기 헬리컬 파이프(220)의 입구(222)가 상기 다공분사관(200)의 내부에 위치하게 되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 바람직하기로는, 상기 헬리컬 파이프(220)는 주름관(Corrugated 관)으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 다공분사관(200)의 바닥과 내격납재장전수조 바닥의 거리는 90cm 미만 (더 바람직하게는 50cm 내외)가 되도록 하며, 가장 바람직하게는, 상기 다공분사관(200)의 바닥과 내격납재장전수조 바닥의 거리는 30cm 내지 60cm 인 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한 바람직하게는, 상기 수평방향 구멍(211)과 상기 수직방향 구멍(221)의 직경의 비는 1:1.5 내지 1:2 인 것이 좋다.

발명의 효과

[0020] 상기한 바와 같이 본 발명에 따른 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조에 의하면, Vent clearing 단계에서는 Sparger 배관 내의 물과 공기가 주로 수평 방향의 구멍을 통해 분사되므로 Vent clearing 시의 과도한 하중이 수조 바닥에 미치지 않는다. 정상 운전시(Vent clearing 단계 이후) 수직 방향의 구멍(114')으로 충분한 증기가 바닥에 바짝 접근하여 방출되므로 바닥 부분의 냉각수도 응축(냉각)에 충분히 기여하게 되며, 특히 열성층 경계에게 상부(바닥으로부터 약 45cm 이후)와 하부(바닥으로부터 약 45cm 이내)의 열성층으로 인해 라이닝 및 기타 구조물의 열응력도 대부분 감소시킬 수 있다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 종래의 일반적인 가압경수형 원자로에서의 단계적 감압 시스템을 구비한 원자로를 도시하고 있는 개략적인 다이어그램

도 2는 종래의 일반적인 가압경수형 원자로 설비의 횡단면도

도 3은 종래의 일반적인 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조에서의 다공분사관의 단면도

도 4는 본 발명에 따른 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조에서의 다공분사관의 단면도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하에서는, 본 발명에 따른 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조의 일실시예를 도면 도 4를 참조하여 상세하게 설명한다.

[0023] 도 4는 본 발명에 따른 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조에서의 다공분사관의 단면도이다.

[0024] 도 4에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조의 다공분사관(200)은, 측벽(210)에 다수의 수평방향 구멍(211)을 갖고 바닥(230)에 상기 수평방향 구멍(211) 보다 큰 직경의 수직방향 구멍(221)을 갖되, 상기 수평방향 구멍(211)과 상기 수직방향 구멍(221)의 직경의 비는 1:1.5 내지 1:2로 하는 것

이 바람직하다. 상기 수직방향 구멍(221)을 헬리컬 파이프(220)를 통해 다공분사관(200) 내부로 연장시키며, 상기 다공분사관(200)의 바닥과 내격납재장전수조(50)의 바닥의 거리는 90cm 미만인 되도록 한다. 특히 상기 다공분사관(200)의 바닥과 내격납재장전수조 바닥의 거리는 30cm 내지 60cm 인 것이 바람직하다. 미설명 부호 '22'는 상기 헬리컬 파이프(220)의 입구로서, 상기 다공분사관(200)의 내부에 위치하게 된다.

[0025] 이와 같이 헬리컬 파이프를 내장시키는 이유는, 종래의 문제점인 열성층 형성을 억제하고 다공분사관 저부의 냉각수를 활용하기 위해, 수직방향으로의 유출량이 크도록 상기 수직방향 구멍(221)을 상기 수평방향 구멍(211)보다 큰 직경으로 하고 상기 다공분사관(200)의 바닥을 내격납재장전수조(50)의 바닥에 보다 접근시키게 되는 경우 (양자간의 거리를 90cm 미만인 되도록 하는 경우), 초기 방출 충격파(Vent clearing 시)로 인해 기존의 다공분사관과 동일한 구조를 갖는 경우, IRWST 라이닝에 과도한 하중이 야기되므로, 이를 방지하기 위해 상술한 바와 같이 헬리컬 파이프를 통해 다공분사관 하방으로 유출되도록 하는 것이다.

[0026] 상기 헬리컬 파이프(220)는, 직선형 또는 곡선형의 주름관(Corrugated 관)으로 대체될 수 있다.

[0027] 이와 같이 이루어진 본 발명에 따른 가압경수형 원자로용 내격납재장전수조에 의하면, 하방으로의 유출량이 많아지며 저부의 냉각수가 활용이 되며 열성층이 형성되지 않으면서도 기존의 다공분사관의 라이닝에는 영향을 주지않는 내격납재장전수조(IRWST)이 제공이 가능하여 지는바, 결국 냉각이 효과를 높이며 열성층 형성으로 인한 문제점을 해소할 수 있는 장점이 있게 된다.

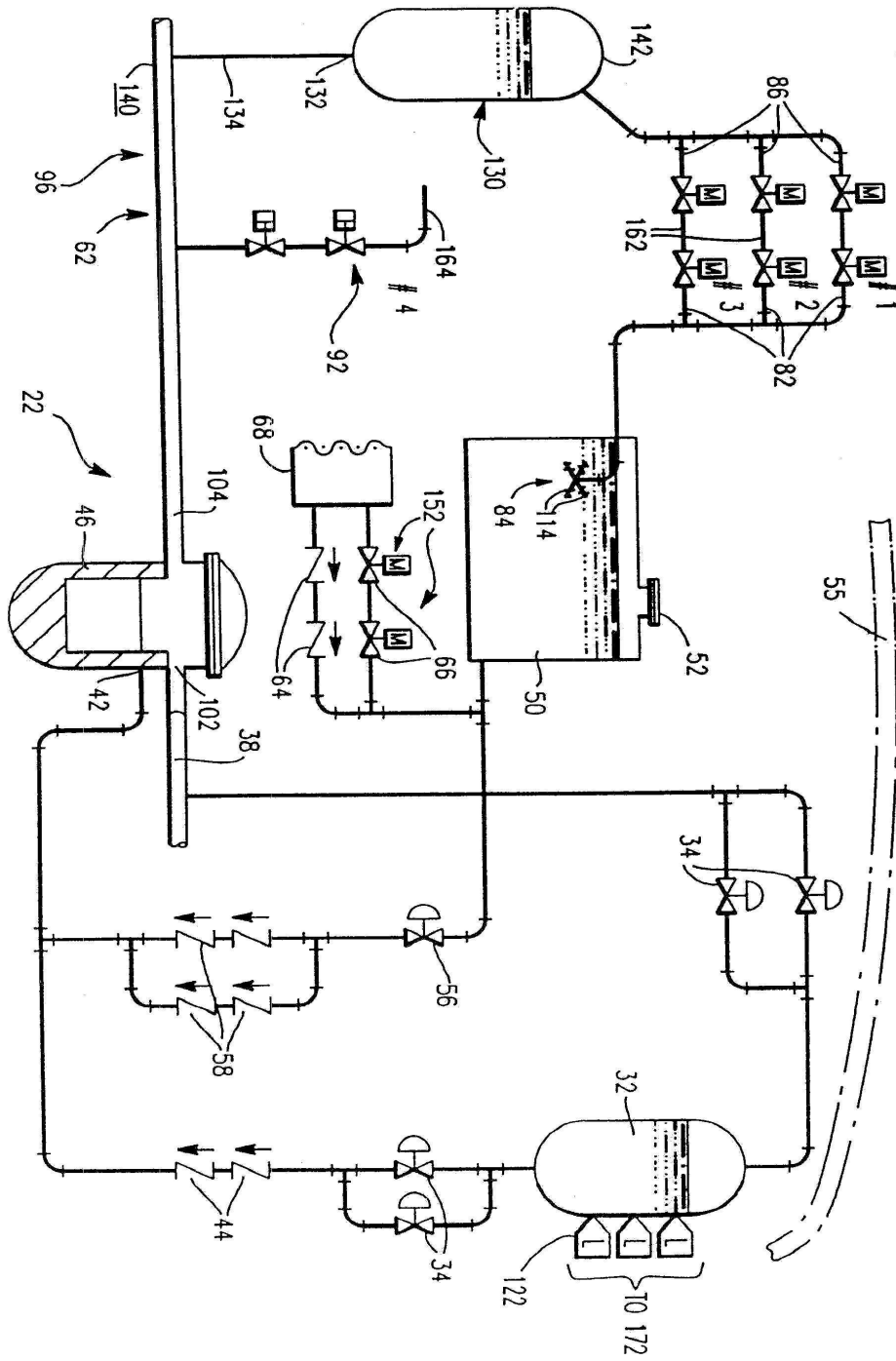
[0028] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 명백할 것이다.

부호의 설명

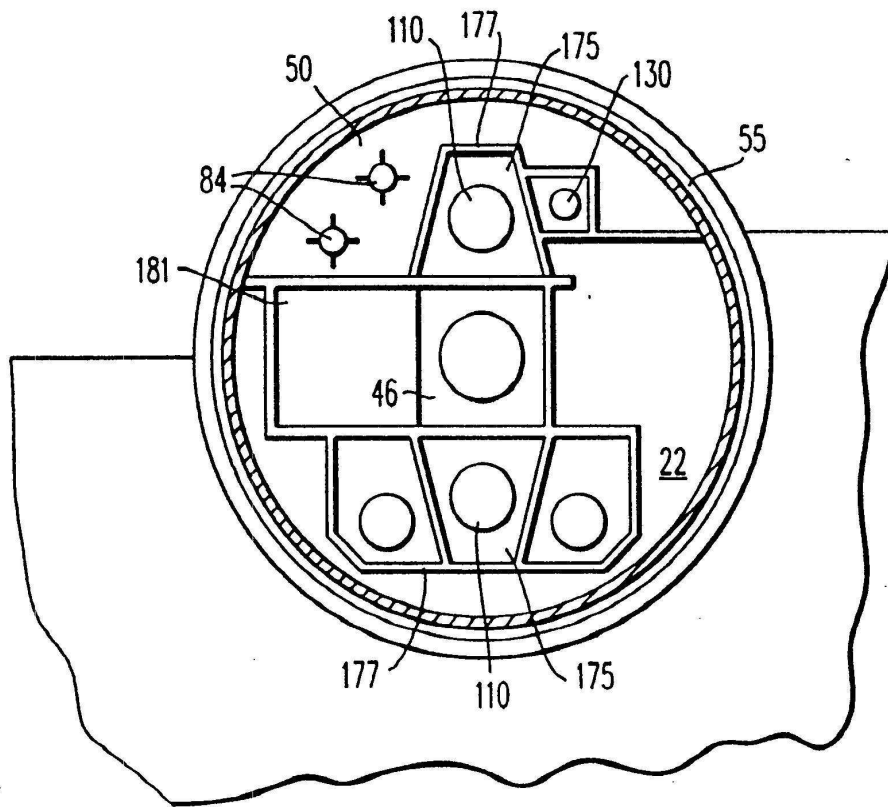
[0029]	22 ; 가압경수형 원자로	42 ; 원자로 주입구
	46 ; 원자로 용기	50 ; 내격납재장전수조(IRWST)
	55 ; 격납용기 쉘	
	62 ; 냉각재 회로	96 ; 감압시스템
	84 ; 종래의 다공분사관	110 : 증기발생기
	114 : 수평방향의 구멍	114' : 수직방향의 구멍
	130 ; 가압탱크	
	200 ; 본 발명의 다공분사관	210 : 측벽
	211 : 수평방향 구멍	
	220 : 헬리컬 파이프	221 : 수직방향 구멍
	222 ; 헬리컬 파이프의 입구	

도면

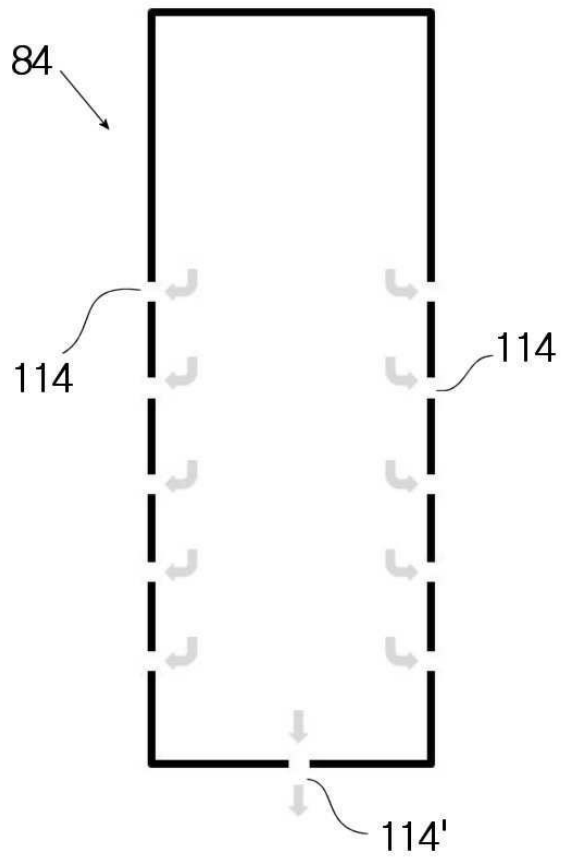
도면1



도면2



도면3



도면4

