



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년08월22일
(11) 등록번호 10-0853844
(24) 등록일자 2008년08월18일

(51) Int. Cl.

F22B 37/16 (2006.01) *F22B 37/14* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0054369

(22) 출원일자 2007년06월04일

심사청구일자 2007년06월04일

(56) 선행기술조사문헌

JP54016090 A*

JP56141407 A

JP62222029 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

김상녕

경기도 군포시 금정동871번지 7호 소월아파트 371-1204

윤범수

서울특별시 강서구 가양2동 대림경동아파트 104동 103호

김철홍

서울특별시 강서구 화곡동 379번지 75호 1통 8반

(74) 대리인

김윤배

전체 청구항 수 : 총 2 항

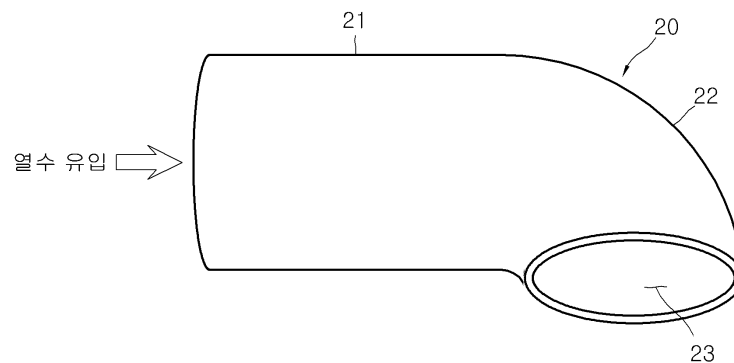
심사관 : 권이중

(54) 곡관부에서의 증기발생기 열성층 예방장치

(57) 요약

본 발명은 곡관부(특히 원전의 증기발생기 급수 입구 수평배관 상류) 열성층 예방장치에 관한 것으로, 증기발생기 차단벽(3) 주위에 직관부(11) 및 곡관부(12)를 갖는 급수관(10); 및 상기 급수관(10)에 삽입되는 써멀슬리브(20)를 포함하되, 상기 써멀슬리브(20)는, 상기 급수관의 직관부에 대응하는 직관부(21)와, 상기 급수관의 곡관부에 대응하는 곡관부(22)를 모두 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도8



특허청구의 범위

청구항 1

증기발생기 차단벽(3) 주위에 상기 차단벽과 접속되는 수평방향의 제1 직관부(11) 및 상기 제1 직관부에 연속하여 접속되며 일정 곡률을 갖는 하측방향의 제1 곡관부(12)를 갖는 급수관(10); 및

상기 급수관(10) 내에 삽입되는 써멀슬리브(20)를 포함하되,

상기 써멀슬리브(20)는, 상기 급수관의 제1 직관부에 대응하는 수평방향의 일자형의 제2 직관부(21)와, 상기 제2 직관부에 연속하여 접속되면서 상기 급수관의 제1 곡관부에 대응하는 곡률을 갖는 하측방향의 제2 곡관부(22)를 모두 포함하는 "ㄱ"자형이며,

상기 써멀슬리브(20)를 상기 급수관(10)에 상기 제1 직관부를 통해 삽입한 상태인 것을 특징으로 하는 곡관부에서의 증기발생기 열성층 예방장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 써멀슬리브의 제2 곡관부(22)의 곡률은 상기 급수관의 제1 곡관부(12)의 곡률과 동일한 것을 특징으로 하는 곡관부에서의 증기발생기 열성층 예방장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <18> 본 발명은 증기발생기 급수 입구부 열성층 예방장치에 관한 것으로, 특히 원전 증기발생기 급수 입구부 수평배관 상류의 열성층 예방장치에 관한 것이다. 본 발명에 의하면, 증기발생기 급수 입구부 수평배관 및 곡관에서 발생하는 열성층 현상에 의한 피해를 예방할 수 있다.
- <19> 일반적으로, 원자력 발전소 내에서 증기발생기(Steam Generator)는 고온의 증기를 생산하나 주 급수계통에 이상이 발생하거나 저출력시 또는 비상시에는 저유량, 저온의 보조급수가 잔열제거 등을 위해 급수계통에 공급되거나 또는 증기발생기 내의 고온수가 급수배관으로 역류할 수 있다.
- <20> 이러한 경우, 고온수와 저온수가 잘 섞이지 않고 층을 이루게 되며, 층이 생기는 부위에 열팽창율의 차이로 인하여 열응력을 가하게 되는 결과, 배관에 손상을 주게 된다.
- <21> 이러한 문제점을 해결하기 위해, 여러가지 장치가 제안되었는 바, 대표적으로 도 1 내지 도 4와 같은 장치가 공개되어 있다.
- <22> 먼저, 도 1에는 증기발생기의 입구부를 역 J-노즐(Inverted J-Nozzle) 형태로 하는 장치이다. 이는 기존 J-노즐의 좌우 대칭 형태를 취하는 바, J-노즐(2)이 증기발생기(1)로부터 고온 증기 역류에 의한 스팀햄머(Steam Hammer) 방지나 고온수가 역류되어 일어나는 열성층 현상을 차단할 수 있기는 하나, 보조급수 주입시 배관에서의 열성층 방지 기능은 없으며 증기발생기 내부 조건에 따라 역류될 가능성이 다소 있다는 문제점이 있다.
- <23> 한편, 도 2에는 써멀슬리브(Thermal Sleeve) 장치가 소개되어 있는 바, 기존의 일반적인 써멀슬리브 형태는, 증기발생기 차단벽(3)의 급수부 입구에 수평배관으로 써멀슬리브(4)라는 급수관보다 약간 더 작은 관경을 갖는관을 내장시켜, 배관의 직접적인 열피로 현상을 차단하는 것이다.
- <24> 이를 좀더 상술하면, 원자력발전소 내에는 다양한 배관들이 있는데, '열전달 완충판'이라고도 하는 써멀슬리브(4)란, 급수관들에 대해 열적 피로를 줄여주기 위해서 배관 내에 삽입하는 일종의 보호막이라고 할 수 있다.
- <25> 써멀슬리브(4)는 일반적으로 도 3에서 보는 바와 같이 직선 형태의 실린더 형상을 갖추고 있다. 그리하여, 직관형 급수관(5)에 써멀슬리브(4)를 장착하여, 배관에 가해지는 열적피로를 줄일 수 있는 것이다.

- <26> 그러나, 도 2의 수평배관형 써멀슬리브 역시 곡관부에서의 열성층 현상을 억제할 수 없다는 문제점이 있다.
- <27> 한편, 도 4에는 수평형 써멀슬리브 구조와 헬릭스 블레이드를 갖는 장치가 개시되어 있는 바, 일례로 급수관(5) 내부 중앙에 하나의 중앙허브(Central hub)(6)를 갖고 그 안에 4개의 헬릭스 구조의 블레이드(Helicoidal blade)(7)를 갖도록 함으로써, 고온수와 저온수가 잘 섞이도록 하며, 고온수가 수평배관으로 역류하는 것을 막기 위한 장치가 있다.
- <28> 그러나, 도 4의 장치의 경우에는, 보조급수에 의한 곡관부에서의 열성층을 예방할 수 없으며, 정상 운전시 헬릭스에 의한 주급수 유로의 형성을 방해할 가능성이 있다는 또다른 문제점이 있으며, 역시 곡관부에서의 열성층 예방은 할 수 없다는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <29> 본 발명은 이상의 종래기술의 문제점들을 해결하기 위한 것으로, 기존의 예방 장치들(Thermal Sleeve & Helix)을 사용할 경우 어느 정도 열성층이 예방되기는 하지만, 그림에서 표시되는 것처럼 곡관부 부분은 열성층(열섬)이 최대가 되나 이곳은 그대로 노출됨을 확인할 수 있다. 따라서 본 발명에서의 장치는 기존의 일자형 써멀슬리브를 곡관부까지 확장시킴으로써 배관전체를 보호하고자 하는 것이다.
- <30> 이러한 본원발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르는 증기발생기 열성층 예방장치는, 증기발생기 차단벽(3) 주위에 상기 차단벽과 접촉되는 수평방향의 제1 직관부(11) 및 상기 제1 직관부에 연속하여 접속되며 일정 곡률을 갖는 하측방향의 제1 곡관부(12)를 갖는 급수관(10); 및 상기 급수관(10) 내에 삽입되는 써멀슬리브(20)를 포함하되, 상기 써멀슬리브(20)는, 상기 급수관의 제1 직관부에 대응하는 수평방향의 일자형의 제2 직관부(21)와, 상기 제2 직관부에 연속하여 접속되면서 상기 급수관의 제1 곡관부에 대응하는 곡률을 갖는 하측방향의 제2 곡관부(22)를 모두 포함하는 "ㄱ"자형이며, 상기 써멀슬리브(20)를 상기 급수관(10)에 상기 제1 직관부를 통해 삽입한 상태인 것을 특징으로 한다.
- <31> 바람직하게는, 상기 써멀슬리브의 제2 곡관부(22)의 곡률은 상기 급수관의 제1 곡관부(12)의 곡률과 동일한 것이 좋다.

발명의 구성 및 작용

- <32> 이하 본 발명에 대한 바람직한 실시예를 첨부도면과 함께 설명하면 다음과 같다.
- <33> 도 5는 종래의 직관형 써멀슬리브 장치를 장착한 경우의 곡관부에서의 열성층 발생을 확인하기 위한 장치 사진이고, 도 6은 종래의 헬릭스 장치를 장착한 경우의 곡관부에서의 열성층 발생을 확인하는 시뮬레이션 도면이고, 도 7은 본 발명에 따른 곡관형 써멀슬리브의 사시도이며, 도 8은 본 발명에 따른 곡관형 써멀슬리브를 급수관에 삽입한 상태의 단면도이다.
- <34> 먼저, 본 발명자는 도 5에서 보는 바와 같이, 증기발생기 차단벽(3) 경계에서 직관부(11) 및 곡관부(12)를 갖는 급수관(10) 시설을 가정하였는 바, 일례로 75℃의 고온수를 차단벽 내부의 증기발생기로부터 유출시키는 상태에서, 비상시 찬물을 아래쪽에서 역으로 올려보냈을 경우에, 각 지점의 온도 구배에 대해 조사하였다. 참고로, 도면 부호 13은 플렌지이다.
- <35> 상기 온도 구배 T'는 다음의 수학적 식 1에 의해 무차원온도로 보정되었다.

수학적 식 1

$$T' = \frac{T_i - T_c}{T_H - T_c}$$

- <36>
- <37> 이때, Ti는 각 지점의 온도이며, Tc는 냉수 온도, 및 TH는 고온수의 온도를 나타내는 바, Ti-Tc는 각 지점에서 고온수가 냉각되는 정도의 온도 변화를 나타내고, TH-Tc는 상기 온도차를 무차원의 것으로 보정하기 위한 값이다.
- <38> 그 결과, 도 6에서 보듯이, 곡관부의 외측부에서 현저하게 열성층이 형성되고 있음을 알 수 있다.
- <39> 따라서, 본 발명자는, 증기발생기 급수 입구부 수평배관에서 열성층 현상으로 인해서 발생하는 열적 피로 현상을 예방하기 위해서는, 기존의 직관형 써멀슬리브로는 안되고, 열성층이 주로 발생하는 부분은 실험결과 곡관부

라는 사실을 감안하여, 씨말슬리브의 형태를 도 7에서와 같은 곡관형 형태로 만들어서 곡관부 위까지, 배관을 열성층으로부터 보호할 필요가 있음을 확인할 수 있었다.

<40> 도 7은, 곡관형 씨말슬리브(20)의 사시도로서, 종래의 직관부(21) 외에도, 종래의 직관형 씨말슬리브(4)와 달리, 냉수 유입구(23) 쪽에 급수관(10)의 곡관부(12)에 대응하는 곡관부(22)를 더 갖는다.

<41> 따라서, 도 8에서 보는 바와 같이, 이상의 직관부(21)와 곡관부(22)를 갖는 곡관형 써멀슬리브(20)를, 일정 곡률의 곡관부(12) 및 직관부(11)를 아울러 갖는 급수관(10)에 삽입함으로서, 급수관의 곡관부(12)에서 발생하는 열성층의 폐해로부터 급수관을 보호할 수 있게 된다.

<42> 이상의 본원발명은, 기존 원전의 증기 발생기 급수 배관 입구부의 열성층 피로 평가에도 사용가능하고, 신규 원전의 증기 발생기 급수 배관 입구부의 열성층 방지 설계 개선에 채택될 수 있으며, 티(Tee), 분기배관, 서지라인(Surge line) 등에서 발생하는 열성층 열피로 평가 및 방지 설계의 개선에도 활용가능하며, 기타 화학 공정, 프로세스 플랜트, 에너지 산업 등의 부품에서 발생하는 열성층 평가 및 방지 대책에도 활용가능하다.

<43> 이상, 본 발명이 특정 실시예와 관련하여 기술되었으나, 많은 다른 실시예 및 변형예 그리고 적용예가 본 기술 분야의 당업자에게는 가능함을 명확하게 알 수 있으며, 본 발명의 권리범위는 다음의 특허청구범위에 의해서만 한정되어야 한다.

발명의 효과

<44> 이상에서와 같이, 기존의 써멀슬리브는 판의 윗부분의 직관부(수평배관)에만 장치되어 있어서, 곡관부의 외측에서는 여전히 열성층에 노출되어 있다. 하지만, 본 발명의 증기발생기 열성층 예방장치의 경우, 본 발명의 써멀슬리브는 급수관의 직관부는 물론 곡관부 전체를 감싸게 되므로 문제가 되는 곡관부 외측에서의 열성층 문제를 예방할 수 있게 되는 것이다.

<45> 따라서, 기술적 측면에서, 열성층 관련 발전소 계통 설계에 기여함은 물론, 원전의 안전성을 향상시키고, 기타 부품의 열성층 관련 개발에 기여할 수 있으며, 산업, 경제적 측면에서, 증기 발생기 검사 및 교체에 따른 비용을 절감할 수 있고, 발전소 요원의 방사능 피폭량을 대폭 감소시킬 수 있으며, 기술도입 및 지적소유권 사요료 지불을 절감할 수 있고, 원전 수출시 경쟁력을 확보할 수 있으며, 증기발생기 수명을 연장시킬 수 있다.

<46> 아울러, 정책적 측면에서, 원전의 경제성 향상으로 타 에너지원과의 비교우위를 확보할 수 있고, 에너지 안보 강화는 물론, 열성충 예방기술 우위로 수출경쟁력을 확보하고, 기타 공정, 에너지 산업 등에 관련기술 파급 효과가 있게 된다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 종래의 역 J-노즐을 갖는 열성층 예방장치의 일예.

〈2〉 도 2는 종래의 직관형 써멀슬리브 장치를 갖는 열성충 예방장치의 다른 예.

<3> 도 3은 직관형 셔말슬리브의 예시 사진.

<4> 도 4는 열성층 예방을 위한 기존 헬릭스 장치

〈5〉 도 5는 곡관부에서의 열성층 발생을 확인하기 위한 장치 사진.

<6> 도 6은 종래의 헬릭스 장치를 장착한 경우의 곡관부에서의 열성충 발생을 확인하는 시뮬레이션 도면.

<7> 도 7은 본 발명에 따른 곡관형 씨멀슬리브의 사시도.

<8> 도 8은 본 발명에 따른 곡관형 써멀슬리브를 급수관에 삽입한 상태의 단면도.

<9> * 도면의 주요부분에 대한 부호설명 *

<10> 1 : 증기발생기 0-ring 2 : 역 J-노즐

<11> 3 : 증기발생기 차단벽 4 : 씨멀슬리브

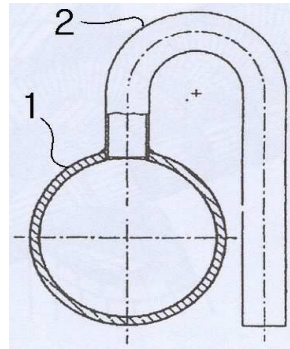
<12> 5 : 급수관 6 : 중앙허브

<13> 7 : 블레이드 10 : 급수관

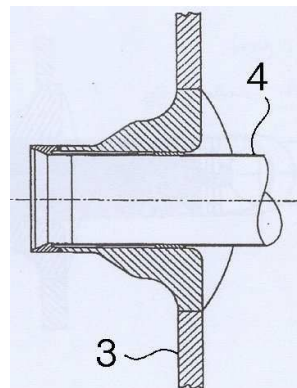
- | | | |
|------|-----------------|-----------------|
| <14> | 11 : 급수관의 직관부 | 12 : 급수관의 곡관부 |
| <15> | 13 : 플랜지 | 20 : 씨멀슬리브 |
| <16> | 21 : 씨멀슬리브의 직관부 | 22 : 씨멀슬리브의 곡관부 |
| <17> | | |

도면

도면1



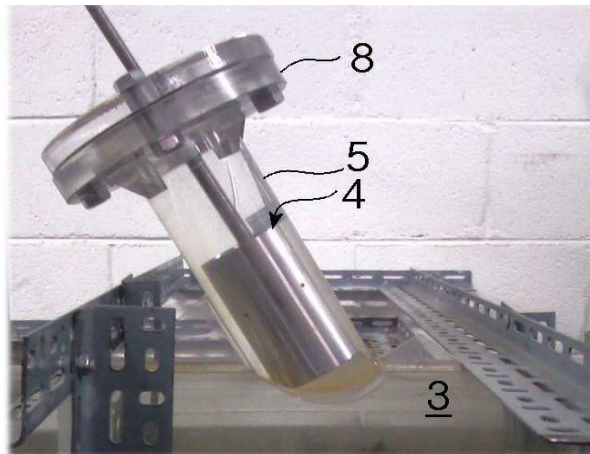
도면2



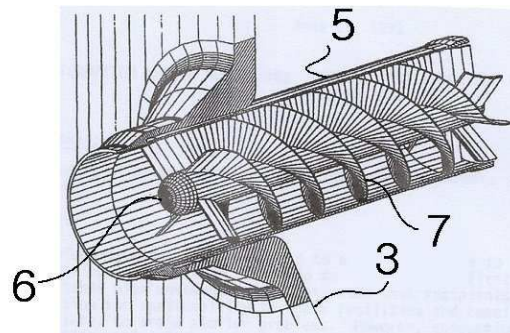
도면3



도면4



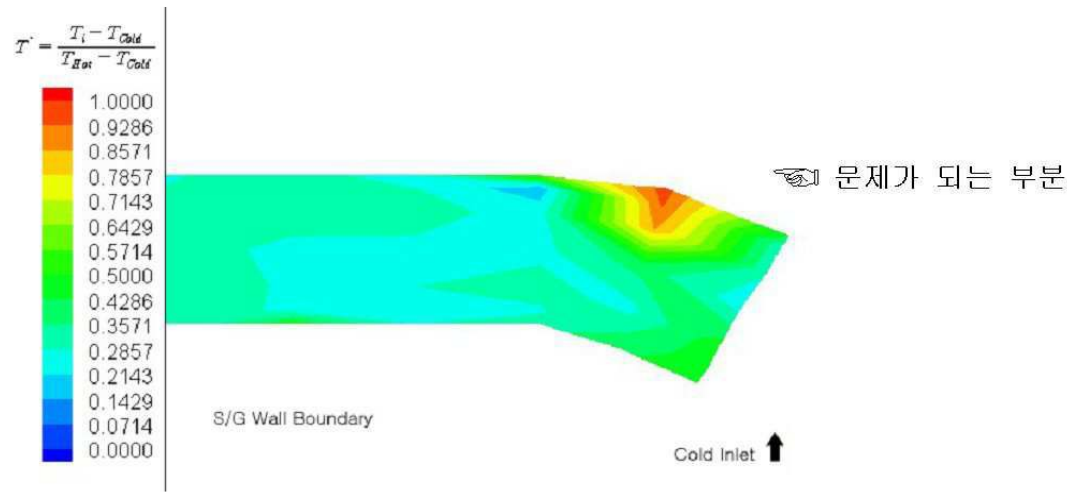
도면5



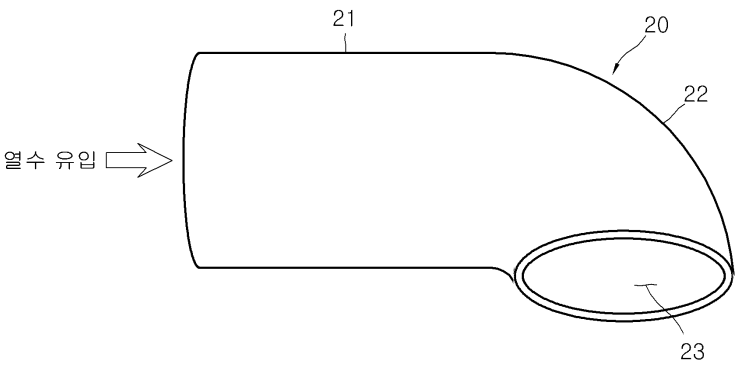
도면6



도면7



도면8



도면9

