

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶

G21C 17/022

(45) 공고일자 1999년07월01일

(11) 등록번호 10-0205157

(24) 등록일자 1999년04월01일

(21) 출원번호 10-1995-0010891

(65) 공개번호 특 1999-0000101

(22) 출원일자 1995년04월29일

(43) 공개일자 1996년03월22일

(30) 우선권주장 295,201 1994년08월24일 미국(US)

(73) 특허권자 컴버스천 엔지니어링 인코포레이티드 뮤틀란드 존 에이취

미국 콘넥티컷 06095 원저 데이 힐 로드 2000

(72) 발명자 다니엘 에이. 펙

미국 콘넥티컷 06074 사우스 원저 올체드 힐 드라이브 158

돈 엠. 매트슨

미국 콘넥티컷 06074 사우스 원저 새론 드라이브 58

(74) 대리인 이병호, 최달용

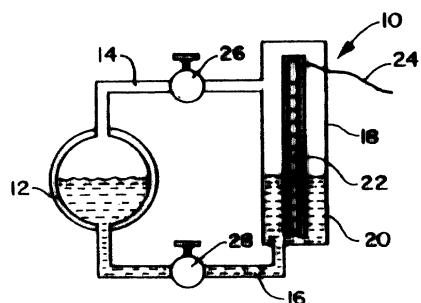
심사관 : 김형철

(54) 원자력 발전소

요약

탱크(18)는 상부와 하부를 구비한 챔버를 형성한다. 탱크(18)는 정상부와 바닥부를 구비한 수평 관(12)과 동일 높이에 있다. 상부 연결관(14)은 관(12)의 정상부를 탱크(18)의 상부에 유동가능하게 연결한다. 하부 연결관(16)은 관(12)의 바닥부를 탱크(18)의 하부에 유동가능하게 연결한다. 열접합 열전대(22)는 관(12)내부의 수위를 지시하는 신호를 발생한다. 이 신호는 관(24)을 통해 원격 장소로 전달된다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

원자력 발전소

[도면의 간단한 설명]

제1도는 미드루프(midloop) 수위 모니터의 부분 단면도.

제2도는 고온의 분기관(branch lines of the hot leg)에 연결된 제1도의 미드루프 수위 모니터 도시도.

제3도는 원자력 발전소내에서 제1도의 미드루프 수위 모니터의 예시도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 수위 모니터(water level monitor) 12 : 주관(main pipe)

14 : 상부 연결관(upper connecting pipe)

16 : 하부 연결관(lower connecting pipe)

18 : 챔버(탱크)(chamber)

22 : 수위 지시기(열접합 열전대, heated junction thermocouple)

24 : 관(line) 26, 28 : 분리 밸브(isolation valve)

30 : 하부 보조관(lower secondary pipe)

32 : 상부 보조관(secondary upper pipe)

40 : 원자로 용기(reactor vessel)

42 : 증기 발생기(steam generator)

48 : 제어실(control room)

50 : 제어판(control panel)

[발명의 상세한 설명]

[발명의 배경]

본 발명은 원자력 발전소에 사용하기 위한 수위 지시기(water level indicator)에 관한 것이다.

원자력 발전소의 유지 보수 기간 동안에는 안전상의 이유로 원자로 노심의 냉각을 적절하게 확보하기 위하여 원자로 용기에서 열 교환기로 연장하는 수관의 고온 구간(hot leg of water line)내 수위를 파악하는 것이 중요하다. 상기 특정한 관내의 물을 측정하는 현재의 방법은 상기 관내의 수위 측정이 부정확하기 때문에 또는 상기 수위를 원자력 발전소의 제어실에서 판독하기가 곤란하기 때문에 부적절한 것으로 판명되었다.

여러가지 안전상의 이유로 가압수형 원자로(a pressurized water reactor)의 고온구간 복귀부(hot leg return)의 수위를 매우 정교한 범위로 파악하는 것이 중요하다. 원자력 발전소 가동중, 물은 원자로 용기내의 압력하에서 가열된다. 그리고 상기 가열된 물은 물순환 시스템의 고온관(hot leg pipe, 이하 고온관이라함)를 통해 열 교환기/증기 발생기로 이동하고 그것에서 냉각된다. 이때 냉각된 물은 재가열을 위해 순환 펌프를 통해 원자로 용기로 복귀된다. 이러한 물은 원자로 노심을 냉각시키고 열 교환기 증기 발생기에 열을 전달하는 매체로서 작용한다.

유지보수 기간 동안에 물은 증기 발생기의 내부 설비의 시험을 용이하게 하도록 열 교환기/증기 발생기로부터 드레인 시킬 필요가 있다. 증기 발생기가 상기 유지보수의 기간 동안 열 교환 기능을 담당하지 않더라도 물은 노심(core)에 대한 냉매로서 계속 기능하는 한 다른 열 교환기에 의해 냉각된다. 상기 고온관은 수평면에 놓여 있기 때문에 상기 관(pipe)의 정밀한 수위가 중요하다. 상기 관내의 물이 너무 높거나 가득차면, 작업자가 시험을 수행하고 있는 상기 증기 발생기의 내부로 넘쳐 흐를 것이다. 만약 고온관 내의 수위가 너무 낮거나 비워져 있다면, 이는 원자로 노심의 적절한 냉각을 유지하기에 너무 낮은 수위를 지시하는 것이다. 고온 구간(hot leg)은 원자로 용기에 대한 구간의 직접 유체 접속(leg's direct fluid connection) 때문에 노심내 바람직한 수위를 확보하기 위하여 수위를 측정하기에 편리한 위치에 있다. 따라서, 상기 고온관(hot leg pipe)내의 정확한 수위를 측정할 수 있는 것은 안전을 위해 매우 중요한 것이다. 또 다른 안전 고려사항은 상기 수위를 다른 안전 설비가 모니터되는 곳인 원자력 발전소의 제어실에서 측정할 수 있는 것이다.

[발명의 개요]

본 발명의 목적은 가압수형 원자로 시스템의 고온 구간(hot leg)내부의 수위를 정확하게 측정하는 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 수위의 측정을 제어실과 같은 원격 위치로부터 모니터링 될 수 있는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 측정 시스템이 고온관상에 영구히 설치될 수 있게 하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 발전소 운전 및 유지보수 전기간 동안 모니터링이 수행될 수 있는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 고온관로부터 선택적으로 분리될 수 있는 수위 측정 시스템을 제공하는 것이다.

상술된 목적 및 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 미드루프 수위 모니터(midloop water level monitor)는 상기 관내 수위 측정을 위해 관에 유동 가능하게 연결된 원격 챔버를 포함한다.

특히, 챔버를 형성하는 원격 탱크가 상기 고온의 수관(hot water pipe)의 높이와 실질적으로 같은 높이에 배치된다. 하부 연결관은 상기 고온의 수관의 바닥에서 상기 챔버의 바닥까지 연장하고 상부 연결관은 고온의 수관 정상에서 상기 챔버의 정상까지 연장한다. 이 결과 챔버의 수위가 관내 수위와 실질적으로 동일해 진다.

상기 챔버 내부에는 챔버의 수위를 측정하기 위한 열접합 열전대(heated junction thermocouples)와 같은 수단이 있다. 이것은 또한 수위에 비례하는 전기신호를 발생시키는 가감 저항기(rheostat) 또는 다른 전기적 수단에 연결된 플로트(float, 浮漂)와 같은 기계적 측정 시스템을 사용할 수도 있다.

분리 밸브는 원자력 발전소의 전력 생산 동안 상기 주관(主管)으로부터 챔버를 분리할 수 있도록 각 연결관상에 배치된다. 이는 발전소 가동의 중단없이 수위 모니터의 보수를 가능하게 한다. 또한, 수위 모니터는 단지 고온관(hot leg pipe)과 동일한 높이에 있는 것만이 요구되기 때문에, 상기 모니터는 고온관으로부터 임의의 원격 장소에 위치 가능하다. 상기 분리 밸브는 발전소 가동중에 상기 원격 장소에서 유지 보수를 가능하게 한다. 상기 분리 밸브는 또한 발전소가 완전한 가동 상태에 있을 때 상기 관을 통해 지나가는 물의 압력과 열로부터 챔버내의 겉출 장치를 보호하는데도 사용될 수 있다.

상기 고온관이 실질적으로 수평면에 놓여있기 때문에, 상기 관내에 있는 물을 정확하게 측정할 수 있는 것이 중요한데 이는 상기 관내에서 단지 수인치의 변화가 발전소 직원에 의한 시험동안에 증기 발생기 챔버에서 넘쳐 흐를 수 있는 과도한 수위를 초래하거나, 원자로 노심의 냉각 저하를 유발할 수 있는 불충분한 수위를 야기 할 수 있기 때문이다.

본 발명은 이제 첨부 도면을 참조하면 보다 용이하게 이해될 것이다.

제1도는 원자력 발전소의 고온수 구간(hot water leg)의 주관(12)에 연결된 미드루프 수위 모니터(10, midloop water level monitor)의 부분 단면도이다. 주관(12)은 상기 고온수 구간(hot water leg)이다.

챔버(18)는 상기 주관(12)와 실질적으로 동일 높이로 배치되어 있다. 상부 연결관(14)은 상기 관(12)의 정상부에서 챔버(18)의 상부까지 유체 접속을 형성한다. 하부 연결관(16)은 상기 관(12)의 바닥부를 탱크 또는 챔버(18)의 하부까지 유체 접속시킨다. 물과 같은 유체(20)가 상기 주관(12)과 챔버(18)를 부분적으로 채우고 있는 것이 도시되어 있다. 유체의 수위 지시기(22)는 챔버(18)내에 설치된다. 본 발명의 양호한 실시예에 있어서, 수위 지시기(22)는 챔버(18)와 관(12)내의 수위의 온도 증감을 지시하는 근접 간격의 열접합 열전대(HJTCs)로 이루어져 있다. 상기 열접합 열전대(HJTCs)로 부터의 신호는 상기 챔버로부터 원격 위치로 관(24, line)을 따라 전송된다. 열접합 열전대(HJTCs)는 발전소 전력생산 동안 시스템의 압력과 온도에서 작동하기에 최적격이기 때문에 바람직하다.

본 발명의 양호한 실시예에 있어서, 상기 수위 모니터(10)는 챔버(18)를 상기 관(12)로부터 선택적으로 분리시키는데 사용될 수 있는 두개의 분리 밸브(26, 28)를 더 포함한다. 이를 선택적인 분리 밸브(26, 28)는 발전소가 가동되고 가압된 고온의 물이 관(12)를 통해 흐르는 동안 챔버(18)의 유지보수를 행할 수 있게 한다. 상기 챔버(18)를 관(12)로부터 분리시키는데 다수의 밸브가 사용될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

상기 챔버(18)는 그 설치 장소가 실질적으로 고온관(12)과 같은 높이에서의 상기 관으로부터 어떠한 원격 장소에도 배치될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 따라서, 상기 챔버(18)는 상기 고온관으로부터 완전히 격리된 방에도 배치될 수 있다. 상부 연결관(14) 및 하부 연결관(16)의 바람직한 연결 위치는 실제로 상기 고온관의 종방향 중앙에서 주관(12) 위에 있다. 이는 상기 관의 가장 양호한 수위지시를 가능하게 하며 증기 발생기내의 작업 영역이 유지보수 동안 넘쳐 흐르지 않도록, 그리고 노심의 냉각 손실이 일어나지 않도록 수위를 감시할 수 있게 한다.

제2도는 제1도 수위 모니터의 변형예를 부분 단면도로 도시하며, 여기에서 수위 모니터는 고온관(12, hot water pipe)에 직접 연결되지는 않지만, 대신에 고온관(12)에 연결되는 보조관(30, 32)에 연결되어 있다. 하부 연결관(16)은 관(12)의 바닥으로부터 연장하는 임의의 하부 보조관에, 예컨대 정지 냉각관(shut down cooling line)에 직접 연결될 수 있다. 유사하게, 상부 연결관은 주관(12)의 정상에 연결된 임의의 상부 보조관(32)에, 예컨대 밀링관(surge line)에 연결될 수 있다. 상기 보조관 및 연결관들은 챔버와 고온관 사이의 공기압과, 그 공기압의 결과로 상기 챔버 및 고온관 수위의 균등화를 확보하기에 충분한 크기로 되어 있어야 한다. 또한, 상기 챔버(18)는 상기 관(12)과 실질적으로 같은 높이에 있어야 한다. 이 결과 고온수의 주관(12)내에 있는 물과 같은 유체(20)는 관과 상기 챔버에서 동일한 수위로 있을 것이다. 분리 밸브(26, 28)는 주관(主管)과 관(32)과 같은 임의의 보조관 또는 연결관으로 이루어진 고온수 시스템의 나머지로부터 상기 챔버를 분리시킬 수 있다.

제3도는 원자력 발전소의 개략도이다. 챔버(18)와 상하부 연결관(14, 16)로 이루어진 미드루프 수위 모니터(10)는 고온관(12)의 거의 중간에 연결된다. 상기 고온관(12)은 원자로 용기(40)를 증기 발생기(42)에 연결한다. 물은 원자로 용기(40)내의 노심에서 가열되어, 고온관(12)을 통해 증기 발생기(42)로 이동하며 증기가 보조 수관 루프(loop, 도시않음)내에서 발생된다. 이때 냉각된 물은 관(44)을 통해 증기 발생기(42)를 떠나고 펌프(도시않음)를 통해 이동하여 입구(46)를 통해 원자로 용기(40)의 노심으로 복귀한다. 상기 물의 경로는 고온수의 루프(hot water loop)를 구성한다.

원자력 발전소의 정지시간 동안에는 증기 발생기(42)의 내부, 특히 하부 헤드(45)안을 보수할 필요가 있다. 원자로 용기(40)와 증기 발생기(42)의 방향으로 인해, 고온관(12)은 관(12)의 상부(upper region)가 상기 하부 헤드(45) 부분과 정렬되도록 하는 높이에서 수평위치에 있다. 이 결과, 상기 고온관(12)의 수위에 있어서 작은 변화에 의해서도 수위가 너무 높으면 열 교환기, 즉 증기 발생기(42)의 바닥으로 물이 넘쳐 흐를 수 있고 수위가 너무 낮으면 노심에 물이 부족하여 임계냉각 작용을 유발할 수 있다. 또한 고온관내의 수위가 너무 낮게 강하하면, 정지냉각 흡입관(shut down cooling suction pipe)(도시않음)은 고온관으로부터 물을 배출하는 동안 냉각수의 소용돌이를 형성할 것이다. 상기 소용돌이는 물의 냉각흐름을 감소시킨다. 이 결과, 물로 적절하게 덮혀 있는 것으로 보이지만 소용돌이로 인한 감소된 유량은 노심 과열 상태를 발생시킨다. 이러한 임계 냉각 작용 때문에 제어실(48)내의 조작자는 원자로 운전 정지 기간(shut down periods)동안에도 관내의 수위를 감시할 수 있는 것이 중요하다.

미드루프 수위모니터로부터의 수위 지시 신호가 관(24, line)을 따라 제어판(50)으로 전달되고, 그곳에서 그 정보가 표시된다. 이는 조작자가 원자로 운전 정지 기간중에도 온수 폐회로 시스템에 대한 모든 정보를 완벽하게 감시할 수 있게 한다. 이 신호는 또한 발전소 안전 감시 및 표시 시스템으로의 통합을 위해 컴퓨터에 전달될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

가압수형 원자력 발전소로서 증기 발생기(42)에 유동성으로 연결되는 원자로 용기(40)내의 수위에 대해 반응하는 수위 모니터(10)는 정상높이에서 정상부 및 바닥 높이에서 바닥부를 갖는 수평 부분을 포함하며, 정규의 발전소 가동 동안 상기 원자로 용기(40)로부터 상기 증기 발생기(42)까지 가열된 물을 공급하기 위한 주관(12)과; 상부 높이에서 상부 및 하부높이에서 하부를 가지며, 관의 상기 정상부는 챔버(18)의 상부와 같은 높이이며, 관의 상기 바닥부는 챔버(18)의 하부와 같은 높이인 챔버(18)를 형성하는 탱크(18)와; 상기 주관(12)의 정상부와 유체 접속되는 상부 보조관(32)과; 상기 주관(12)의 바닥부와 유체 접속되는 하부 보조관(30)과; 상기 상부 보조관(14)을 상기 챔버(18)의 상부에 유동 가능하게 연결하는 상부 연결관(14)과; 주관(12)의 수평 부분내의 물이 상기 챔버와 자유롭게 연통될수 있도록, 하부 보조관(30)을 챔버(18)의 하부에 유동성으로 연결하는 하부 연결관(16)과; 상기 챔버(18)내의 수위를 지시하는 신호를 발생하기 위한 챔버(18)내의 수단(22)과; 상기 신호를 원격 장소로 전달하기 위한 수단(24)을 구비하는 것을 특징으로하는 원자력 발전소.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 상부 연결관(14)과 하부 연결관(16)은 상기 챔버(18)를 상기 주관(12)로부터 선택

적으로 분리시키기 위한 밸브(26, 28)를 구비하는 것을 특징으로 하는 원자력 발전소.

청구항 3

제1항에 있어서, 신호를 발생하기 위한 상기 수단(22)은 복수의 열접합 열전대인 것을 특징으로하는 원자력 발전소.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 챔버(18)는 대기로부터 밀봉되는 것을 특징으로 하는 원자력 발전소.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 원격 장소는 원자력 발전소내의 제어실(48)인 것을 특징으로하는 원자력 발전소.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 상부 보조관(30)은 밀림관인 것을 특징으로하는 원자력 발전소.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 하부 보조관(30)은 정지 냉각관인 것을 특징으로하는 원자력 발전소.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 상부 보조관(30)은 밀림관인 것을 특징으로하는 원자력 발전소.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 상부 연결관과 하부연결관(14, 16)은 상기 챔버(18)를 상기 주관(12)으로부터 절연시키기 위한 밸브(26, 28)를 구비하는 것을 특징으로 하는 원자력 발전소.

청구항 10

제어실(48)과; 상기 제어실(48)로부터 원격 위치된 원자로 용기(40)와; 하부 헤드(45)를 가지는 증기 발생기(42)와; 정규의 가동시 원자로 용기(40)로부터 증기 발생기(42)까지 고온수의 유량을 공급하기위해 원자로 용기(40)를 증기 발생기(42)의 하부 헤드(45)에 대해 유동성으로 연결하며, 정상 및 바닥 높이로 형성되는 수평 흐름을 갖는 고온관(12)과; 상기 관의 정상 높이와 같은 높이에서의 상부 및 상기 관의 바닥 높이와 같은 높이에서의 하부를 가지는 수위 모니터 챔버(18)와; 정상 높이에서의 관을 상기 챔버(18)의 상부에 유동성으로 연결하기 위한 수단(14)과; 바닥 높이에서의 관을 상기 챔버(18)의 하부에 유동성으로 연결하기 위한 수단(16)과; 상기 챔버(18)내의 수위를 지시하는 신호를 발생하기 위한 수단(22)과; 상기 챔버(18)로부터의 신호를 상기 제어실로 전달하기 위한 수단(24)을 포함하는 것을 특징으로 하는 원자력 발전소.

청구항 11

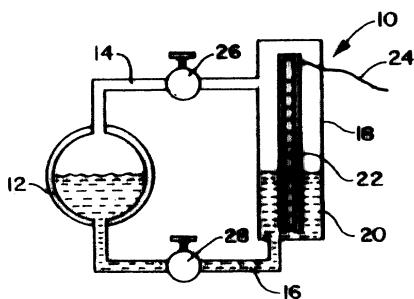
제10항에 있어서, 신호를 발생하기 위한 상기 수단(22)은 복수의열접합 열전대인 것을 특징으로 하는 원자력 발전소.

청구항 12

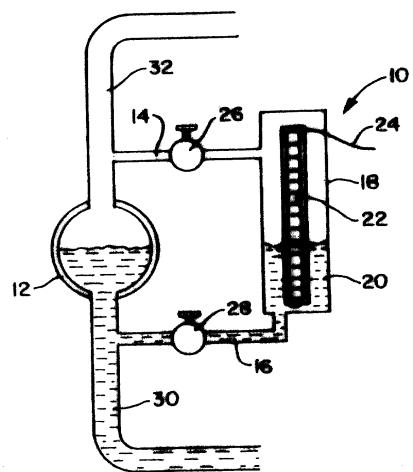
제10항에 있어서, 상기 제어실(48)은 상기 신호를 컴퓨터 모니터상에 표시하기 위한 수단(50)을 구비하는 것을 특징으로 하는 원자력 발전소.

도면

도면1



도면2



도면3

