



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월13일
(11) 등록번호 10-2100552
(24) 등록일자 2020년04월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21C 15/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G21C 15/182 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0020634
(22) 출원일자 2018년02월21일
심사청구일자 2018년02월21일
(65) 공개번호 10-2019-0100718
(43) 공개일자 2019년08월29일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020150004384 A
JP2013148438 A
KR1020160081758 A
JP06165599 A

(73) 특허권자
정찬세
울산광역시 남구 대학로21번길 6-2, 303호 (무거동)
(72) 발명자
정찬세
울산광역시 남구 대학로21번길 6-2, 303호 (무거동)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 4 항

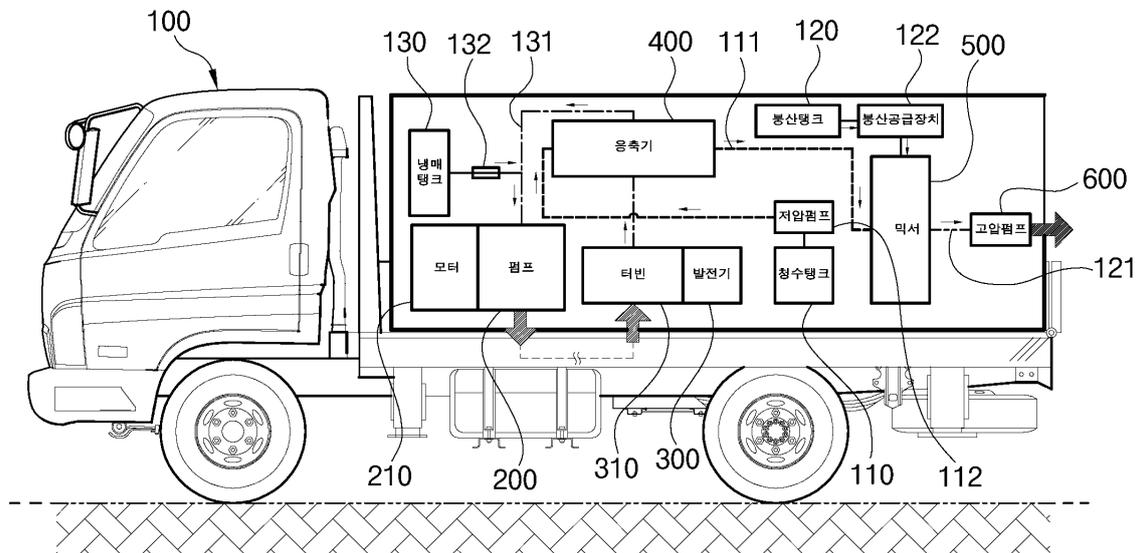
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치

(57) 요약

본 발명은, 블랙아웃된 원자력 발전소의 원자로로 붕산수를 공급함과 더불어 원자력 발전소에 전기를 생산한 후 공급하는 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치에 있어서, 청수가 저장된 청수탱크와 붕산이 저장된 붕산탱크 및 냉매가 저장된 냉매탱크가 적재되고, 자체 동력에 의해 원자력 발전소로 이동이 가능한 이동차량, 이 (뒷면에 계속)

대표도 - 도2



동차량에 설치하며, 냉매탱크의 냉매를 원자로로 공급되게 펌핑하는 냉매펌프, 냉매펌프와 연결되도록 이동차량에 설치하며, 원자로에서 발생된 열에너지를 통해 기화되는 냉매를 이용하여 터빈이 회전하면서 전기를 생산하는 발전기, 청수탱크 및 발전기와 연결되게 이동차량에 설치하며, 발전기로부터 배출되는 냉매를 전달받아 청수탱크로부터 공급되는 청수를 가열하는 응축기, 봉산탱크 및 응축기와 연결되게 이동차량에 설치하며, 응축기로부터 배출되는 가열상태의 청수와 봉산탱크로부터 공급되는 봉산을 혼합하여 봉산수를 만드는 봉산수믹서, 봉산수믹서 및 원자로의 내부와 연결되게 이동차량에 설치하며, 봉산수믹서에서 생성된 봉산수를 원자로의 내부로 공급되게 펌핑하는 봉산수공급펌프를 포함하는 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치를 제공한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	R0005999
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술진흥원
연구사업명	지역주력산업육성사업
연구과제명	자동차 배기열을 이용한 원전비상사태 대비용 200bar 봉산수 공급기술 개발
기여율	1/1
주관기관	하일시스템
연구기간	2017.03.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

블랙아웃된 원자력 발전소의 원자로로 봉산수를 공급함과 더불어 원자력 발전소에 전기를 생산한 후 공급하는 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치에 있어서,

청수가 저장된 청수탱크와 봉산이 저장된 봉산탱크 및 냉매가 저장된 냉매탱크가 적재되고, 자체 동력에 의해 상기 원자력 발전소로 이동이 가능한 이동차량과;

상기 이동차량에 설치하며, 상기 냉매탱크의 냉매를 상기 원자로로 공급되게 펌핑하는 냉매펌프와;

상기 냉매펌프와 연결되도록 상기 이동차량에 설치하며, 상기 원자로에서 발생된 열에너지를 통해 기화되는 상기 냉매를 이용하여 터빈이 회전하면서 전기를 생산하는 발전기와;

상기 청수탱크 및 상기 발전기와 연결되게 상기 이동차량에 설치하며, 상기 발전기로부터 배출되는 상기 냉매를 전달받아 상기 청수탱크로부터 공급되는 청수를 가열하는 응축기와;

상기 봉산탱크 및 상기 응축기와 연결되게 상기 이동차량에 설치하며, 상기 응축기로부터 배출되는 가열상태의 청수와 상기 봉산탱크로부터 공급되는 봉산을 혼합하여 봉산수를 만드는 봉산수믹서; 및

상기 봉산수믹서 및 상기 원자로의 내부와 연결되게 상기 이동차량에 설치하며, 상기 봉산수믹서에서 생성된 봉산수를 상기 원자로의 내부로 공급되게 펌핑하는 봉산수공급펌프;를 포함하는 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 냉매탱크는 상기 원자로와 상기 발전기 및 상기 응축기를 상기 냉매가 순환 이동되게 가이드하는 냉매공급관로와 연결하며, 상기 냉매펌프는 상기 냉매를 상기 원자로와 상기 발전기 및 상기 응축기를 순환 이동되게 펌핑하고,

상기 냉매공급관로는 상기 냉매탱크에서 배출되는 상기 냉매를 상기 원자로의 냉각 계통으로 공급되게 가이드하는 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 청수탱크는 청수를 상기 응축기 및 상기 봉산수믹서에 순차적으로 이동되게 가이드하는 청수공급관로와 연결하며,

상기 청수공급관로에는 상기 청수를 상기 응축기와 상기 봉산수믹서에 순차적으로 이동되게 펌핑하는 청수공급펌프를 연결 구비하는 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 봉산탱크에는 저장된 봉산을 봉산수믹서로 공급하고, 상기 봉산수믹서에서 생성된 봉산수를 상기 봉산수공급펌프로 상기 원자로 내부에 공급되게 가이드하는 봉산수공급관로를 연결 구비하는 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 원자력 발전소의 비상 상황 발생시 원자력 발전소로 이동하여 원자로에 대하여 봉산수를 공급하면서 냉각이 이루어지게 함과 더불어 원자력 발전소의 구동을 위한 전기를 생산 공급하는 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 원자력 발전소는 원자로 내부에서의 핵분열에 의해 발생하는 열에너지를 이용하여 물을 가열해 증기를 생성하고, 생성된 증기로 터빈과 발전기를 구동하여 전기에너지를 생산한다.

[0003] 이때, 원자로는 2개의 냉각재 회로를 가진 가압경수로로서, 원자로 냉각 계통은 폐쇄회로 내에서 냉각수를 순환시키며, 노심과 내부구조물로부터 열을 제거시켜 이차(증기발생)계통으로 전달한다. 이때 증기발생기는 원자로 냉각재(일차)계통과 주증기(이차)계통 간의 경계를 형성한다.

[0004] 여기서, 원자력 발전소는 비상 상황 발생에 대비하여 여러 가지 안전 대책이 강구되어 있지만, 이러한 안전 대책은 원자력 발전소에 소정의 전원이 공급되는 상황을 전제로 하고 있다.

[0005] 그러나, 원자력 발전소의 모든 전력 시스템이 기능을 상실하는 블랙아웃(Black out) 상황 발생시, 특히, 후쿠시마 원전사고에서와 같이 지진 및 해일과 같은 자연재해가 발생할 경우에는 준비한 안전 대책을 사용할 수 없게 된다. 이때, 원자로의 냉각 계통이 동작하지 않으므로, 원자로의 봉수로 구성된 제어봉을 제어하지 못하면서 원자로 내부의 온도와 압력이 지속적으로 증가하여 노심까지 용융되거나 폭발이 발생하게 된다.

[0006] 따라서, 원자력 발전소는 블랙아웃을 대비해 원자력 발전소 내에서 준비한 안전 대책을 사용할 수 없으므로, 냉각수 또는 봉산수를 공급하는 냉각장치와 전기를 공급하는 발전장치를 추가로 외부에서 준비한 후 이를 원자력 발전소로 이동시켜 사용할 필요가 있다. 이때 추가로 냉각수 또는 봉산수를 공급하는 냉각장치의 경우에도 높은 원자로 내부의 온도로 인해 공급되는 냉각수 또는 봉산수가 증기화되면서 원자로 압력이 급격히 높아질 수 있는 문제점이 있다.

[0007] 이러한, 종래의 비상시 원자로를 냉각시키는 장치에 대한 기술은, 대한민국 등록특허공보 제10-1742290호(2017.05.30)에 제시된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은, 블랙아웃 상황 발생시, 원자력 발전소로 이동하여 원자로에 냉각을 위한 고농도의 냉각용 봉산수를 공급되게 함과 더불어 원자력 발전소의 구동을 위한 전기를 생산 공급되게 하는 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은, 블랙아웃된 원자력 발전소의 원자로로 봉산수를 공급함과 더불어 원자력 발전소에 전기를 생산한 후 공급하는 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치에 있어서, 청수가 저장된 청수탱크와 봉산이 저장된 봉산탱크 및 냉매가 저장된 냉매탱크가 적재되고, 자체 동력에 의해 상기 원자력 발전소로 이동이 가능한 이동차량, 상기 이동차량에 설치하며, 상기 냉매탱크의 냉매를 상기 원자로로 공급되게 펌핑하는 냉매펌프, 상기 냉매펌프와 연결되도록 상기 이동차량에 설치하며, 상기 원자로에서 발생된 열에너지를 통해 기화되는 상기 냉매를 이용하여 터빈이 회전하면서 전기를 생산하는 발전기, 상기 청수탱크 및 상기 발전기와 연결되게 상기 이동차량에 설치하며, 상기 발전기로부터 배출되는 상기 냉매를 전달받아 상기 청수탱크로부터 공급되는 청수를 가열하는 응축기, 상기 봉산탱크 및 상기 응축기와 연결되게 상기 이동차량에 설치하며, 상기 응축기로부터 배출되는 가열상태의 청수와 상기 봉산탱크로부터 공급되는 봉산을 혼합하여 봉산수를 만드는 봉산수믹서, 상기 봉산수믹서 및 상기 원자로의 내부와 연결되게 상기 이동차량에 설치하며, 상기 봉산수믹서에서 생성된 봉산수를 상기 원자로의 내부로 공급되게 펌핑하는 봉산수공급펌프를 포함하는 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치를 제공한다.

[0010] 또한, 상기 냉매탱크는 상기 원자로와 상기 발전기 및 상기 응축기를 상기 냉매가 순환 이동되게 가이드하는 냉매공급관과 연결하며, 상기 냉매펌프는 상기 냉매를 상기 원자로와 상기 발전기 및 상기 응축기를 순환 이동

되게 펌핑하고, 상기 냉매공급관로는 상기 냉매탱크에서 배출되는 상기 냉매를 상기 원자로의 냉각 계통으로 공급되게 가이드할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 청수탱크는 청수를 상기 응축기 및 상기 봉산수믹서에 순차적으로 이동되게 가이드하는 청수공급관로와 연결하며, 상기 청수공급관로에는 상기 청수를 상기 응축기와 상기 봉산수믹서에 순차적으로 이동되게 펌핑하는 청수공급펌프를 연결 구비할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 봉산탱크에는 저장된 봉산을 봉산수믹서로 공급하고, 상기 봉산수믹서에서 생성된 봉산수를 상기 봉산수공급펌프로 상기 원자로 내부에 공급되게 가이드하는 봉산수공급관로를 연결 구비할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따른 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치는, 냉매탱크에 저장된 냉매는 원자로의 냉각 계통으로 공급되면서 기화되고, 기화된 냉매로 발전기의 터빈을 회전시켜 생산된 전기를 원자력 발전소로 공급하면서 원자력 발전소의 전기적 기능을 정상화할 수 있게 한다. 그리고, 응축기에서 가열된 냉매가 청수로 열에너지를 전달함으로써, 봉산수믹서에서 가열된 청수와 봉산이 혼합되면서 고농도의 봉산수가 생성되고, 봉산수공급펌프를 통해 고농도의 봉산수가 원자로 내부로 공급되면서 원자로 내부의 제어봉을 안정적으로 냉각시켜 원자로 내부의 온도와 압력이 상승하는 것을 방지할 수 있게 한다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치의 원자로 연결상태 개략 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치의 구성 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하 첨부된 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치의 원자로 연결상태 개략 구성도이며, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치의 구성 단면도이다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치는, 이동차량(100), 냉매펌프(200), 발전기(300), 응축기(400), 봉산수믹서(500), 봉산수공급펌프(600)를 구비하고 있다.

[0017] 상기 이동차량(100)은 원자력 발전소의 블랙아웃과 같은 비상시, 원자력 발전소로 자체 동력을 이용하여 이동할 수 있는 차량이다. 즉, 상기 이동차량(100)은 이후 설명될 냉매펌프(200), 발전기(300), 응축기(400), 봉산수믹서(500), 봉산수공급펌프(600)를 모두 적재한 상태로 상기 원자력 발전소로 이동할 수 있다. 여기서, 상기 이동차량(100)은 자체 동력을 발생시켜 이동할 수 있도록 엔진을 구비하며, 냉매펌프(200), 발전기(300), 응축기(400), 봉산수믹서(500), 봉산수공급펌프(600)와 더불어 청수가 저장된 청수탱크(110), 봉산이 저장된 봉산탱크(120), 냉매가 저장된 냉매탱크(130)를 적재할 수 있도록 화물적재부가 마련될 수 있다. 여기서, 상기 봉산탱크(120)에 저장되는 봉산은 파우더 형태로 저장되는 것이 바람직하나 이에 한정하지 않음은 물론이다. 더불어, 상기 봉산탱크(120)에는 봉산을 이후 설명될 봉산수믹서(500)로 일정량으로 공급되게 하는 봉산공급수단(122)을 연결 구비할 수 있다.

[0018] 여기서, 상기 청수탱크(110)에는 저장된 청수를 이후 설명될 응축기(400)에서 봉산수믹서(500)로 순차적으로 이동되게 가이드하는 청수공급관로(111)를 연결 구비한다. 즉, 상기 청수공급관로(111)는 청수탱크(110)와 응축기(400) 사이를 연결하고, 응축기(400)와 봉산수믹서(500) 사이를 연결한다. 그리고, 상기 청수공급관로(111)의 일측, 보다 상세하게는 상기 청수탱크(110)와 응축기(400) 사이에 위치하는 청수공급관로(111)에는 상기 청수탱크(110)에 저장된 청수를 응축기(400)를 통과한 후 봉산수믹서(500)로 이동되게 펌핑시키는 청수공급펌프(112)를 연결 구비한다.

[0019] 그리고, 상기 봉산탱크(120)에는 저장된 봉산을 이후 설명될 봉산수믹서(500)로 공급하고, 봉산수믹서(500)에서 생성된 봉산수를 봉산수공급펌프(600)로 상기 원자로 내부에 공급되게 가이드하는 봉산수공급관로(121)를 연결 구비한다. 즉, 상기 봉산수공급관로(121)는 봉산탱크(120)와 봉산수믹서(500) 사이를 연결하고, 봉산수믹서(500)와 원자로 내부를 연결한다. 이때, 상기 봉산수공급관로(121)의 일측, 보다 상세하게는 봉산수믹서(500)와 원자로(10) 내부 사이에 위치하는 봉산수공급관로(121)에 봉산수믹서(500)에서 생성된 봉산수를 상기 원자로

(10) 내부로 이동되게 펌핑시키는 봉산수공급펌프(600)를 연결 구비한다.

[0020] 또한, 상기 냉매탱크(130)에는 저장된 냉매를 원자로(10)에서 발전기(300)로 이동한 후, 발전기(300)에서 응축기(400)로 이동한 후 다시 원자로(10)로 순환 이동되게 가이드하는 냉매공급관로(131)를 연결 구비한다. 즉, 상기 냉매공급관로(131)는 냉매펌프(200)와 발전기(300) 사이를 연결하고, 발전기(300)와 응축기(400) 사이를 연결하고, 응축기(400)와 냉매펌프(200) 사이를 연결되게 한다. 이때, 냉매펌프(200)와 발전기(300) 사이를 연결하는 냉매공급관로(131)는 상기 원자로(10)의 냉각 계통(11), 즉 원자로(10)의 열교환기 부분과 연결되도록 가이드함으로써, 상기 냉매탱크(130)에서 공급되는 냉매가 원자로의 열교환기에서 가열될 수 있게 한다. 그리고, 상기 냉매탱크(130)에는 증발된 냉매의 양에 비례하여 상기 냉매공급관로(131)로 냉매를 공급되게 할 수 있도록 하는 제어밸브(132)를 연결 구비할 수 있다.

[0021] 상기 냉매펌프(200)는 상기 이동차량(100)의 냉매탱크(130)에 저장된 냉매가 상기 냉매공급관로(131)를 통해 이동하도록 펌핑력을 발생시킨다. 즉, 상기 냉매펌프(200)는 상기 냉매탱크(130)의 냉매가 상기 냉매공급관로(131)를 통해 상기 원자로(10)에 미리 설치되어 있던 냉각 계통(11)으로 공급된 후 발전기(300)로 이동하고, 발전기(300)에서 응축기(400)를 거친 후 다시 상기 원자로(10)의 냉각 계통(11)으로 순환 이동할 수 있게 한다. 이러한, 상기 냉매펌프(200)는 상기 이동차량(100)의 화물적재부에 배치한 상태로 발전기(300)와 응축기(400) 사이에 위치하도록 상기 냉매공급관로(131)에 연결되게 설치한다. 여기서, 상기 냉매펌프(200)는 모터(210)를 사용하는 것으로 도시하였으나, 이에 한정하지 않고 기계식 엔진을 사용할 수도 있음은 물론이다.

[0022] 상기 발전기(300)는 상기 냉매펌프(200)에 의해 상기 원자로(10)의 냉각 계통(11)으로 공급된 후, 상기 원자로(10)에서 발생하는 열에너지를 통해 기화된 냉매를 이용하여 전기를 생산한다. 이러한, 상기 발전기(300)는 상기 냉매펌프(200)를 통해 이동한 후 상기 원자로(10)의 냉각 계통(11)에서 배출되는 상기 냉매를 전달받게 된다. 여기서, 상기 발전기(300)는 상기 이동차량(100)의 화물적재부에 배치한 상태로 냉매공급관로(131)를 통해 상기 냉매펌프(200)와 상기 냉매탱크(130) 및 응축기(400)와 연결되게 설치한다. 이때, 상기 발전기(300)는 기화된 냉매를 이용하여 전기를 생산할 수 있도록 터빈(310)을 구비할 수 있다. 또한, 상기 발전기(300)는 생산된 전기를 상기 원자력 발전소로 전달할 수 있도록 변압설비나 연결설비를 구비할 수도 있다.

[0023] 상기 응축기(400)는 상기 발전기(300)를 통과한 상기 냉매와 상기 청수탱크(110)로부터 공급되는 청수를 열교환되게 한다. 즉, 상기 응축기(400)는 상기 발전기(300)로부터 배출되는 상기 냉매의 잔여 열에너지에 의해 상기 청수탱크(110)로부터 공급되는 청수를 가열한 후, 가열된 청수가 이후 설명될 봉산수믹서(500)로 공급되게 한다. 이러한, 상기 응축기(400)는 상기 이동차량(100)의 화물적재부에 배치한 상태로 상기 청수탱크(110) 및 상기 발전기(300)와 연결되게 설치한다. 보다 상세하게 상기 응축기(400)는 청수공급펌프(112)와 봉산수믹서(500) 사이에 위치하도록 상기 청수공급관로(111)와 연결됨과 더불어 상기 발전기(300)와 상기 냉매펌프(200) 사이에 위치하도록 상기 냉매공급관로(131)와 연결된다. 이같이, 상기 응축기(400)는 상기 청수를 가열하여 이후 설명될 봉산수믹서(500)와 공급되게 하는 바, 봉산수믹서(500)에서 청수와 봉산이 혼합되면서 봉산수가 생성 시 고농도의 봉산수가 생성될 수 있게 한다.

[0024] 상기 봉산수믹서(500)는 상기 응축기(400)를 통과하면서 가열된 상기 청수와 상기 봉산탱크(120)로부터 공급되는 봉산을 혼합하여 봉산수를 생성되게 한다. 즉, 상기 봉산수믹서(500)는 상기 원자로(10)의 내부를 냉각시킬 봉산수를 생성한다. 여기서, 상기 봉산수믹서(500)는 상기 응축기(400)에서 가열된 청수를 상기 봉산수와 혼합되게 하면서 고농도의 봉산수로 생성되게 할 수 있다. 이러한, 상기 봉산수믹서(500)는 상기 이동차량(100)의 화물적재부에 배치한 상태로 상기 응축기(400) 및 봉산수공급펌프(600)와 연결되게 설치한다. 보다 상세하게 상기 봉산수믹서(500)는 봉산탱크(120)와 상기 봉산수공급펌프(600) 사이에 위치하도록 상기 봉산수공급관로(121)와 연결됨과 더불어 상기 응축기(400)를 통과한 상기 청수를 공급받도록 상기 청수공급관로(111)에 연결된다.

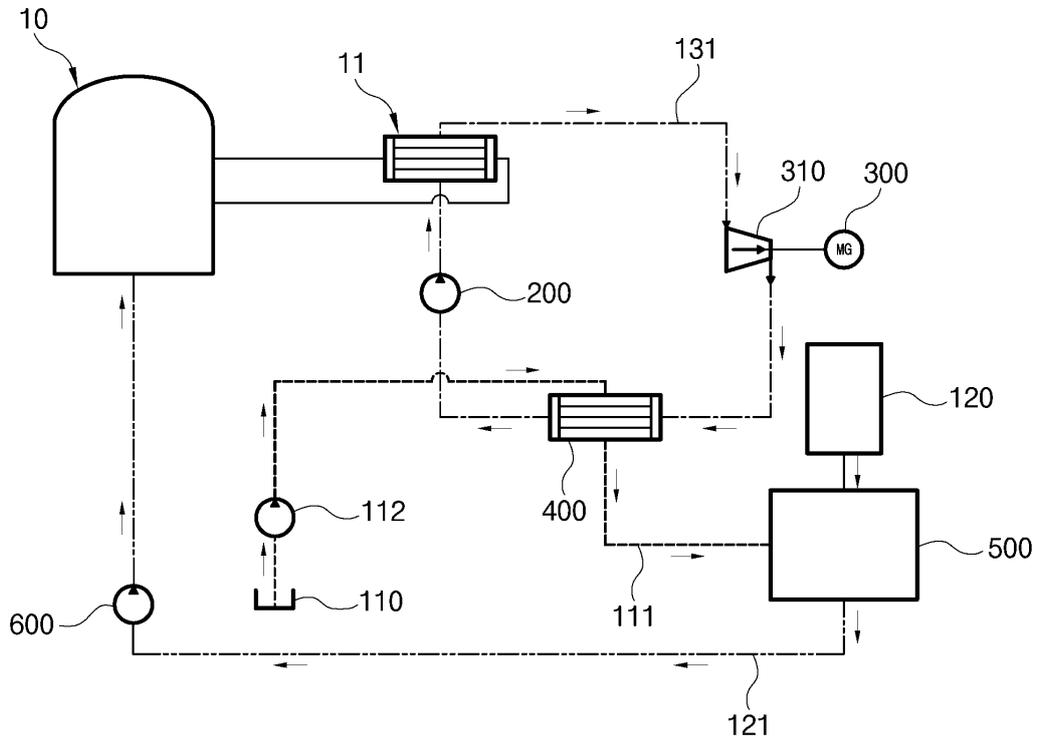
[0025] 상기 봉산수공급펌프(600)는 상기 봉산수믹서(500)에서 생성된 봉산수가 상기 봉산수공급관로(121)를 통해 이동하도록 펌핑력을 발생시킨다. 즉, 상기 봉산수공급펌프(600)는 상기 봉산수믹서(500)에서 생성된 봉산수가 상기 봉산수공급관로(121)를 통해 상기 원자로(10)의 내부로 공급되도록 이동할 수 있게 한다. 이러한, 상기 봉산수공급펌프(600)는 상기 이동차량(100)의 화물적재부에 배치한 상태로 상기 봉산수믹서(500)와 상기 원자로(10) 사이에 위치하도록 상기 봉산수공급관로(121)에 연결되게 설치한다.

[0026] 이와 같은 구성으로 이루어진 일 실시예의 비상시 원자력 발전소 냉각 및 전기 공급장치의 작동을 설명하면 다음과 같다.

[0027] 먼저, 원자력 발전소가 블랙아웃과 같은 비상상황이 발생할 경우, 상기 이동차량(100)은 상기 원자력 발전소로

도면

도면1



도면2

