(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년09월25일
(11) 등록번호 10-1312255
(24) 등록일자 2013년09월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01F 1/86 (2006.01) *G01M 13/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0029199
(22) 출원일자 2013년03월19일
심사청구일자 2013년03월19일
(56) 선행기술조사문헌
JP05240753 A
JP10090140 A
KR101135686 B1

(73) 특허권자
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
손상호
세종특별자치시 누리로 59, 505동 501호 (한솔동, 첫마을아파트5단지)
김병덕
서울특별시 송파구 올림픽로 135, 250-1904 (잠실동, 리센츠아파트)
(74) 대리인
김종관, 박창희, 권오식

전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 김윤선

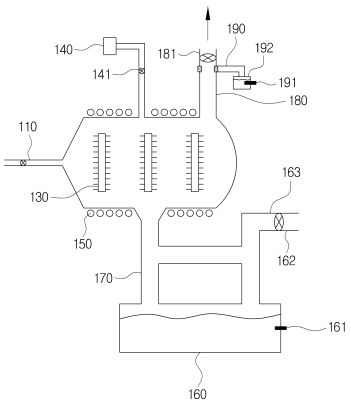
(54) 발명의 명칭 **증기유량 측정장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명에 따른 증기유량 측정장치는 측정할 증기가 유입되는 증기 유입관; 상기 증기 유입관의 일단에 연결되며, 유입되는 증기를 급속 응축시키는 급속응축챔버; 상기 급속응축 챔버 내에 구비되는 극저온 핀봉; 상기 급속응축 챔버로 저온 CO_2 가스를 주입하는 냉각가스 공급장치; 상기 급속응축 챔버에 수분응결을 방지하기 위해 챔버 외부에 장착되는 가열장치; 응축수의 양을 측정하기 위한 센서를 포함하는 응축수 포집통; 상기 응축수 포집통과 급속응축 챔버를 연결하는 포집관; 및 일단은 상기 급속응축 챔버와 연결되며 일단은 대기와 연결되는 충격완화배출구;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 증기유량 측정방법은 급속응축챔버 내의 구비된 극저온 핀봉에 냉매가 공급되는 단계; 측정할 증기가 증기 유입관을 통해 상기 급속응축챔버로 유입되는 증기유입 단계; 상기 급속응축챔버 내로 저온 CO_2 가스를 주입하는 냉각가스 공급 단계; 상기 급속응축 챔버에 수분응결을 방지하기 위해 챔버 외부에 장착되는 가열장치로 챔버외부를 가열하는 챔버외부가열 단계; 수분이 제거된 공기 및 CO_2 가스를 충격완화배출구를 통해 외부로 배출하는 단계; 응축된 증기가 포집관을 통해 응축수 포집통으로 이송되는 단계; 및 상기 응축수 포집통 내부의 응축수양을 측정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NE4120
부처명	지식경제부
연구사업명	지경부-국가연구개발사업(I)
연구과제명	증기용 기기 운전성능 시험기술 개발 (2단계 4/4)
주관기관	한국기계연구원
연구기간	2011.09.01 ~ 2013.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

밸브를 통해 방출되는 증기량을 측정하기 위한 증기유량 측정장치에 있어서,

측정할 증기가 유입되는 증기 유입관;

상기 증기 유입관의 일단에 연결되며, 유입되는 증기를 급속 응축시키는 급속응축챔버;

상기 급속응축 챔버 내에 구비되는 극저온 핀봉;

상기 급속응축 챔버로 저온 CO_2 가스를 주입하는 냉각가스 공급장치;

상기 급속응축 챔버에 수분응결을 방지하기 위해 챔버 외부에 장착되는 가열장치;

응축수의 양을 측정하기 위한 센서를 포함하는 응축수 포집통;

상기 응축수 포집통과 급속응축 챔버를 연결하는 포집관; 및

일단은 상기 급속응축 챔버와 연결되며 일단은 대기와 연결되는 충격완화배출구;를 포함하는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 저온 CO_2 가스 주입을 수행하는 액체 CO_2 탱크 및 가스 주입을 조절하는 밸브를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 저온 CO_2 가스 주입은 샤워헤드를 통하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

일단 및 타단이 각각 상기 응축수 포집통 및 대기와 연결되는 가스 배출구를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 충격완화배출구에는 증기트랩이 설치되는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 증기트랩에서 형성된 응축수를 따로 포집하는 추가 응축수 포집통을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 증기트랩에서 형성된 응축수를 응축수 포집통으로 이송하는 제2포집관을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 추가 응축수 포집통에 설치되어 응축수 양을 측정하기 위한 추가 응축수양센서를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정장치.

청구항 9

청구항 9은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제1항에 있어서,

상기 가열장치는 저항 가열 또는 유도 가열 방식인 것을 특징으로 하는 증기유량 측정장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 극저온 핀봉은 액체 CO2 혹은 냉각수를 이용해 냉각하는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정장치.

청구항 11

밸브를 통해 방출되는 증기량을 측정하기 위한 증기유량 측정방법에 있어서,

급속응축챔버 내의 구비된 극저온 핀봉에 냉매가 공급되는 단계;

측정할 증기가 증기 유입관을 통해 상기 급속응축챔버로 유입되는 증기유입 단계;

상기 급속응축챔버 내로 저온 CO_2 가스를 주입하는 냉각가스 공급 단계;

상기 급속응축 챔버에 수분응결을 방지하기 위해 챔버 외부에 장착되는 가열장치로 챔버외부를 가열하는 챔버외부가열 단계;

수분이 제거된 공기 및 CO_2 가스를 충격완화배출구를 통해 외부로 배출하는 단계;

응축된 증기가 포집관을 통해 응축수 포집통으로 이송되는 단계; 및

상기 응축수 포집통 내부의 응축수양을 측정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 저온 CO_2 가스 주입은 액체 CO_2 탱크 및 가스 주입을 조절하는 밸브를 통해 수행하는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정방법.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 저온 CO_2 가스 주입은 샤워헤드를 통하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 충격완화배출구에 구비된 증기트랩에서 응축수를 포집하는 단계; 상기 포집된 응축수의 양을 측정하는 단계; 응축수 포집기의 응축수 및 증기트랩의 응축수 양을 합산하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정방법.

청구항 15

청구항 15은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제11항에 있어서, 상기 가열장치는 저항 가열 또는 유도 가열 방식인 것을 특징으로 하는 증기유량 측정방법.

청구항 16

청구항 16은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제11항에 있어서, 상기 극저온 핀봉은 극저온 CO_2 가스 혹은 냉각수를 이용해 냉각하는 것을 특징으로 하는 증기유량 측정방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 증기유량 측정장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 안전밸브는 내부압력이 최고사용압력에 도달했을 경우, 자동으로 작동해서 내부의 유체를 방출시켜 압력의 상승을 방지하는 밸브를 말한다. 통상적인 상태에서는 발전 플랜트의 내부 압력은 압력 자동제어장치 등에 의해 일정하게 유지되기 때문에 안전밸브가 작동하는 일은 없지만, 자동제어장치의 고장이나 보일러의 과열 등으로 인해 압력이 이상 상승했을 경우 일정 압력 이상으로 압력 상승이 이루어지지 않게 막아주는 밸브다. 안전밸브는 입구 측에 특정 압력 이상의 압력이 가해졌을 때 자동으로 작동하는 압력방출장치로, 짧은 시간에 개방되는 특징을 가지고 있으며, 일반적으로 사용되는 스프링식의 경우 밸브 내측의 스프링에 의해 밸브판이 작동되는 구조를 가진다. 또한, 발전 플랜트 외에도, 고압의 액체나 기체를 다루는 모든 장치에서 과압을 방지하기 위해 사용되고 있다.

[0003] 특히 원자력 발전 시스템에서 사용되는 안전밸브는 설비의 과압을 방지하는 중요한 설비로, 안전밸브가 필요할 때 작동이 안될 경우 내부 수증기의 유출이나 플랜트 설비의 고장을 불러올 수 있으며, 최악의 상황으로는 방사능이 유출될 수 있는 위험성이 있기 때문에 안전을 최우선으로 생각해야 하는 원자력 발전 시스템에서 매우 중요한 역할을 한다. 따라서, 허용된 설정압력 오차범위에서 안전밸브가 정확하게 작동하는 것을 확인하기 위해 주기적으로 시험 및 점검을 시행하고 있다.

[0004] 안전밸브 시험 방법은 기술기준인 미국기계학회 기술기준이나 대한민국 전력산업 기술기준에 상세하게 기술되어 있다. 이런 기술기준에 따라 가압기 안전밸브는 5년에 1회 설정압력 시험을 실시하며, 전체 안전밸브 중에서 최

소 20%의 밸브는 2년 이내에 설정압력 시험을 수행하게 된다.

[0005] 또한, 안전밸브가 설비에 설치된 채로 보조구동장치를 이용한 시험, 벤치세트에 안전밸브를 장착하고 시험하는 벤치시험, 소외 시험설비를 이용한 시험 등이 있다. 보조구동장치를 이용한 시험은 안전밸브가 설비에 설치되어 있는 상태에서 설정압력을 측정하는 방법이다. 특히 안전밸브가 설비에 용접과 같은 방법으로 설치되어 있을 때에는 이 시험방법이 유일한 시험방법이기도 하다.

[0006] 도 1은 종래의 안전밸브 성능시험장치를 나타내는 개략도이다.

[0007] 상기 시험장치는 시험용기(1)가 압력 공급원인 보일러(2)로부터 증기 압력을 공급받는다. 시험대상 안전밸브(3)와 압력공급원인 보일러(2) 사이에 시험용기(1)를 구비하고, 보일러 압력까지 시험대상 안전밸브(3)에 압력을 부과하거나 시험대상 안전밸브(3)가 시험 중 파손되었을 때 보일러(2)의 에너지 방출을 차단할 수 있도록 압력공급밸브(4)와 우회압력공급밸브(5)를 구비하고 있으며, 시험용기의 온도 및 압력을 측정하기 위한 온도센서(7) 및 압력센서(8)을 구비하고 있다. 또한, 방출되는 증기량을 측정하기 위한 증기유량 측정장치(6)를 구비하고 있다. 안전밸브(3)의 전체 유동 시험을 수행하는 시험설비는 모든 밸브, 어댑터, 플렌지, 시험 노즐들이 시험대상 안전밸브(3)의 방출력을 감당하고, 시험용기(1)로 전달되는 이 방출력에도 견디도록 설계되어 있다.

[0008] 도1과 같은 종래의 시험설비에서는 안전밸브(3) 작동 시 시험대상 안전밸브(3)를 통과하는 유량을 측정하게 되는데, 기존의 유량측정장치로는 고온, 과압상태에서 안전밸브를 통해 빠르게 방출되는 증기의 양을 정확하게 측정하는데 어려움이 따르게 된다.

[0009] 일반적으로 이때 사용되는 유량계는 물을 냉매로 사용해 증기를 응축시킨 후 그 양을 측정하게 되는데, 과량의 증기를 응축시키기 위해 비교적 큰 열교환기를 필요로 하게 되며, 열교환기 표면에 발생된 응축수가 떨어지지 않고 교환기 표면에 그대로 남아 있거나, 열교환기를 통과하고도 응축되지 않은 증기가 대기 중으로 그대로 방출되는 문제점이 발생된다. 안전밸브 성능 시험 시 측정 결과에 오차가 생기는 문제점이 발생하게 된다.

[0010] 또한, 한국등록특허 제0540308호는 가압기 안전밸브를 상온에서 누설시험 및 압력설정시험을 직접 실시할 수 있도록 한 가압기 안전밸브의 누설 및 압력설정 시험장치에 관한 것으로, 이 발명은 누설확인용 플랜지가 구비된 가압기 안전밸브의 누설 및 압력설정 시험장치로, 질소가스를 저장하고 있는 질소가스 저장부와, 질소가스저장부와 연결되어 질소가스를 가압기 안전밸브의 누설 및 압력설정 시험치 값까지 승압하여 펌핑하고 그 펌핑된 질소가스를 압력저장탱크로 토출하는 펌프, 펌프로부터 토출되는 질소가스를 저장하는 압력저장탱크, 압력저장탱크에 연결되어 상기 압력저장탱크로부터 토출되는 질소가스의 압력을 조절하고 그 조절된 질소가스를 고압호스를 통해 누설 및 압력설정 시험용 벤치의 측면에 설치된 주입관으로 토출시키는 압력조절밸브, 압력조절밸브로부터 주입받은 누설 및 압력설정 질소가스를 그 상면에 안착된 가압기 안전밸브의 하부로 주입하여 상기 가압기 안전밸브의 누설 질소량과 압력설정 질소량을 테스트할 수 있도록 하는 누설 및 압력설정 시험용 벤치로 구성되어 있다.

[0011] 종래의 안전밸브 성능시험장치는 시험용기가 압력 공급원인 보일러로부터 증기 압력을 공급받는데, 시험대상 안전밸브와 압력공급원인 보일러 사이에 시험용기를 구비하고, 시험용기의 온도 및 압력을 측정하기 위한 온도센서 및 압력센서를 구비하고 있다. 또한, 방출되는 증기량을 측정하기 위한 증기유량 측정장치를 구비하게 된다. 종래의 시험설비에서는 안전밸브 작동 시 시험대상 안전밸브를 통과하는 유량을 측정하게 되는데, 일반적으로 물을 냉각수로 이용하는 열교환기 만을 사용하기 때문에, 증기의 냉각에 걸리는 시간이 길고 일부 증기는 응축되지 않은 채로 대기로 빠져나감으로써 측정에서 제외되는 단점이 있다. 따라서, 기존의 유량측정장치로는 고온, 고압 상태에서 안전밸브를 통해 빠르게 방출되는 증기의 양을 정확하게 측정하는데 어려움이 따르게 된다.

[0012] 일반적으로 이때 사용되는 유량측정 방법은 물을 사용해 증기를 응축시킨 후 그 양을 측정하게 되는데, 과량의 증기를 응축시키기 위해 비교적 큰 열교환기를 사용하게 되며, 열교환기 표면에 발생된 응축수나, 열교환기를 통과하고도 응축되지 않은 증기는 대기 중으로 그대로 방출됨으로써 측정 결과에도 오차가 생기게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제0540308호 (2005.12.26)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 원자력 발전 시스템에서 사용되는 안전밸브의 시험 시 안전밸브를 통해 방출되는 증기량을 빠르고 오차 없이 정확히 측정하기 위한 증기유량 측정장치 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명은 밸브를 통해 방출되는 증기량을 측정하기 위한 증기유량 측정장치에 있어서, 측정할 증기가 유입되는 증기 유입관; 상기 증기 유입관의 일단에 연결되며, 유입되는 증기를 급속 응축시키는 급속응축챔버; 상기 급속응축 챔버 내에 구비되는 극저온 핀봉; 상기 급속응축 챔버로 저온 CO_2 가스를 주입하는 냉각가스 공급장치; 상기 급속응축 챔버에 수분응결을 방지하기 위해 챔버 외부에 장착되는 가열장치; 응축수의 양을 측정하기 위한 센서를 포함하는 응축수 포집통; 상기 응축수 포집통과 급속응축 챔버를 연결하는 포집관; 및 일단은 상기 급속응축 챔버와 연결되며 일단은 대기와 연결되는 충격완화배출구;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 저온 CO_2 가스 주입을 수행하는 액체 CO_2 탱크 및 가스 주입을 조절하는 밸브를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 저온 CO_2 가스 주입은 샤워헤드를 통하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 일단 및 타단이 각각 상기 응축수 포집통 및 대기와 연결되는 가스 배출구를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 충격완화배출구에는 증기트랩이 설치되는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 증기트랩에서 형성된 응축수를 따로 포집하는 추가 응축수 포집통을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 증기트랩에서 형성된 응축수를 응축수 포집통으로 이송하는 제2포집관을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 상기 추가 응축수 포집통에 설치되어 응축수 양을 측정하기 위한 추가 응축수양센서를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한, 상기 가열장치는 저항 가열 또는 유도 가열 방식인 것을 특징으로 한다.

[0024] 또한, 상기 극저온 핀봉은 액체 CO2 혹은 냉각수를 이용해 냉각하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 본 발명은 밸브를 통해 방출되는 증기량을 측정하기 위한 증기유량 측정방법에 있어서, 급속응축챔버 내의 구비된 극저온 핀봉에 냉매가 공급되는 단계; 측정할 증기가 증기 유입관을 통해 상기 급속응축챔버로 유입되는 증기유입 단계; 상기 급속응축챔버 내로 저온 CO_2 가스를 주입하는 냉각가스 공급 단계; 상기 급속응축 챔버에 수분응결을 방지하기 위해 챔버 외부에 장착되는 가열장치로 챔버외부를 가열하는 챔버외부가열 단계; 수분이 제거된 공기 및 CO_2 가스를 충격완화배출구를 통해 외부로 배출하는 단계; 응축된 증기가 포집관을 통해 응축수 포

집통으로 이송되는 단계; 및 상기 응축수 포집통 내부의 응축수양을 측정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 또한, 상기 저온 CO_2 가스 주입은 액체 CO_2 탱크 및 가스 주입을 조절하는 밸브를 통해 수행하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 또한, 상기 저온 CO_2 가스 주입은 샤워헤드를 통하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0028] 또한, 상기 충격완화배출구에 구비된 증기트랩에서 응축수를 포집하는 단계; 상기 포집된 응축수의 양을 측정하는 단계; 응축수 포집기의 응축수 및 증기트랩의 응축수 양을 합산하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0029] 또한, 상기 가열장치는 저항 가열 또는 유도 가열 방식인 것을 특징으로 한다.

[0030] 또한, 상기 극저온 핀봉은 극저온 CO_2 가스 혹은 냉각수를 이용해 냉각하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0031] 이에 따라, 본 발명에 따른 증기유량 측정장치 및 방법은 원자력 발전 시스템에서 사용되는 안전밸브의 시험 시 안전밸브를 통해 방출되는 증기량을 빠르고 오차 없이 정확히 측정할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 종래의 안전밸브 성능시험장치의 개략도

도 2는 본 발명의 실시예 1에 따른 안전밸브 성능시험장치의 증기유량 측정장치의 구조를 개략적으로 설명하기 위한 모식도

도 3은 본 발명의 실시예 2에 따른 안전밸브 성능시험장치의 증기유량 측정장치의 구조를 개략적으로 설명하기 위한 모식도

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 증기유량 측정방법을 개략적으로 설명하기 위한 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 본 발명의 기술적 사상을 첨부된 도면을 사용하여 더욱 구체적으로 설명한다.

[0034] 첨부된 도면은 본 발명의 기술적 사상을 더욱 구체적으로 설명하기 위하여 도시한 일예에 불과하므로 본 발명의 기술적 사상이 첨부된 도면의 형태에 한정되는 것은 아니다.

[0035] 도 2는 본 발명의 실시예 1에 따른 안전밸브 성능시험장치의 증기유량 측정장치의 구조를 개략적으로 설명하기 위한 모식도이다.

[0036] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예 1에 따른 증기유량 측정장치는 측정할 증기가 유입되는 증기 유입관(110), 상기 증기 유입관(110)의 일단에 연결되며, 유입되는 증기를 급속 응축시키는 급속응축챔버(120)를 구비한다. 유입된 증기는 상기 급속응축챔버(120)에서 응축되어 물로 바뀌게 되며, 이 물의 양을 측정하여 증기량을 측정할 수 있다. 유입된 증기를 응축시키기 위해 상기 급속응축챔버(120) 내에는 극저온 핀봉(130)이 구비되며, 증기의 냉각 효율을 증가시키기 위해 급속응축챔버(120)로 저온 CO_2 가스를 주입하는 냉각가스 공급장치(140)를 구비한다.

[0037] 상기 냉각가스 공급장치(140)는 저온의 CO_2 가스를 급속응축챔버(120) 내로 공급함으로써, 증기의 온도를 빠르게 낮추는 역할을 한다. 이는 냉매를 이용한 핀봉이나 통상적인 열교환기에 비해 훨씬 빠른 속도로 증기를 응축

시켜, 증기유량 측정 속도를 높일 수 있다. 하지만, 이런 빠른 응축속도 때문에 상기 급속응축챔버(120)의 내주면, 극저온 핀봉(130)에 수분이 응결되는 문제가 발생하게 되는데, 이렇게 응결된 수분을 다시 액화시키기 위해 급속응축챔버(120) 외부에는 가열장치(150)를 구비하게 된다. 상기 가열장치(150)를 이용해 냉각된 응축수나 얼음 형태로 응결되어 급속응축챔버(120) 벽 등에 붙어 있는 수분을 제거하게 된다.

[0038] 유입된 모든 증기가 응축수로 변하면, 응축수는 급속응축챔버(120)의 하부에 구비된 포집관(170)을 통해 응축수 포집통(160)으로 흘러가게 된다. 응축수 포집통(160)은 응축수의 양을 측정하기 위한 센서(161)를 포함하며, 상기 응축수 포집통(160)과 급속응축 챔버(120)를 연결하는 포집관(170)에는 CO_2 가스를 외부로 배출하기 위한 가스배출구(162)를 구비할 수 있다. 또한 급속응축챔버(120)에는 일단이 대기와 연결되는 충격완화배출구(180)를 포함한다. 상기 충격완화배출구(180)를 통해 순간적으로 유입된 후 수분을 잃은 공기 및 냉각용 CO_2 가스를 외부로 배출하게 된다.

[0039] 증기유입관(110)은 안전밸브 시험장치의 안전밸브 출구 측과 연결될 수 있고, 증기량의 측정이 필요한 증기관에 연결될 수 있다.

[0040] 안전밸브의 시험장치에 사용될 경우, 과압력 상태에서 안전밸브의 작동으로 배출되는 증기량을 정밀하게 측정하기 위한 급속응축챔버(120)로 받아들이게 된다. 급속응축챔버(120) 내에는 주입되는 증기를 급속으로 응축시키기 위해 극저온 핀봉(130)과 추가적으로 급속응축챔버(120) 내부의 공기온도를 빠른 속도로 낮추기 위한 냉각가스공급장치(140)가 구비되는데, 두 냉각수단은 동일하거나 다른 냉매를 사용할 수 있다. 먼저, 냉각가스공급장치(140)는 액체 상태의 CO_2 혹은 드라이아이스를 사용하여 저온의 CO_2 가스를 생성하며, 냉각가스공급은 증기유입과 동시에 이루어지게 된다. 극저온 핀봉(130)은 통상적인 냉각수 혹은 액체 상태의 CO_2를 냉매로 사용하는 것이 가능하며, 필요한 냉각 속도, 열교환기의 용량, 증기량측정장치의 크기에 따라 적절히 선택할 수 있다.

[0041] 상기 급속 냉각수단으로 인해 일부 증기가 극저온 핀봉(130) 혹은 급속응축챔버(120)의 내부에 고체 형태로 응결될 수 있는데, 이를 방지하기 위한 가열장치(150)는 급속응축챔버(120) 외주면을 감싸고 있으며, 이는 주입된 증기의 냉각이 끝난 후 혹은 증기 주입과 동시에 작동되게 된다. 상기 가열장치(150)에는 저항가열 혹은 유도가열 방식이 사용될 수 있으며, 저항가열의 경우 전원 및 전원을 조절하는 컨트롤러만 필요하기 때문에 장치의 구성이 비교적 간단하다는 장점이 있다. 반면에 고주파 유도가열의 경우 저항가열에 비해 큰 전력이 필요하므로 상대적으로 장비가 복잡해진다는 단점이 있지만 저항가열에 비해 훨씬 빠른 속도로 가열이 가능하다는 장점이 있다. 각 가열방식에 대한 자세한 도시나 설명은 피하도록 하나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다.

[0042] 주입된 증기의 수분이 모두 응축된 후 남은 공기 및 냉각가스인 CO_2 가스는 충격완화배출구(180)를 통해 외부로 배출되며 그 출구에는 방출량을 조절하기 위한 방출밸브(181)가 구비된다.

[0043] 급속응축챔버(120)에 주입된 증기가 모두 응축되면 급속응축챔버(120)의 하부에 위치한 포집관(170)을 통해 응축수포집통(160)으로 이동하게 되며, 응축수포집통(160)에 구비된 응축수양센서(161)을 통해 정확한 증기량을 계산하게 된다.

[0044] 냉각가스공급장치(140)에서 공급되는 냉각가스의 양을 조절하기 위한 냉각가스공급밸브(141)가 구비되며 이는 미도시된 컨트롤러가 증기량 측정장치의 다른 밸브들과 함께 조절하게 된다.

[0045] 냉각가스의 공급은 일반적인 노즐(미도시)을 이용할 수 있으나, 또 다른 실시예로 급속응축챔버(120)의 신속한

냉각을 위해 샤워헤드(142)를 이용하여 챔버 내부에 골고루 냉각가스를 공급할 수 있게 설계하는 것도 가능하다. 샤워헤드 타입의 분사방법은 냉각가스를 챔버 전체에 효율적으로 분사하는 것을 가능하게 함으로써, 증기량 측정시간을 단축할 수 있다.

[0046] 상기 충격완화배출구(180)와는 별도로 응축수포집통(160)과 연결된 가스 배출구(162) 및 방출밸브(163)를 구비하며, 이는 주로 응결된 물과 함께 응축수포집통(160)으로 운반된 CO_2 가스를 배출하는데 사용된다. 하지만, 그 사용은 선택적으로 수행되며, 일반적인 경우에는 충격완화배출구(180)의 방출밸브(181)를 통해서만 급속응축챔버(120) 내부의 공기를 외부로 배출하게 된다.

[0047] 상기 과정들을 통해서도 응축되지 않은 잔류 증기는 충격완화배출구(180)에 추가적으로 구비된 증기트랩(190)으로 응축시킨다. 이는 대기로 방출되기 전의 마지막 증기를 응축시켜 증기량측정장치의 오차를 줄이는 역할을 한다. 증기트랩(190)에서 형성된 응축수는 추가응축수포집통(192)에 포집하게 되고 추가응축수포집통(192)에 구비된 응축수양센서(191)로 측정될 수 있다. 상기 증기트랩(190)에 사용되는 냉매는 극저온 핀봉(130)에 공급되는 냉매 혹은 냉각가스공급장치(140)에서 공급되는 냉각가스를 사용할 수 있다.

[0048] 증기트랩(190)을 이용한 배출증기에서의 증기회수 방법의 또 다른 실시예로는 증기트랩(190)에서 형성된 응축수를 제2포집관(192)을 통해 챔버 하부에 위치하는 응축수포집통(160)으로 보낼 수 있다. 이때에는 추가응축수 포집통(192)이 필요 없다는 장점이 있다.

[0049] 상기 증기유량 측정장치의 작동방법은 다음과 같다. 안전밸브의 시험설비 등에서 측정이 필요한 증기가 배출되면, 이 증기는 증기유입관(110)을 통해 급속응축챔버(120)로 주입된다. 주입되는 증기를 응축시키기 위해 급속응축챔버(120) 내의 구비된 극저온 핀봉(130)에 냉각수 혹은 액체 CO_2 냉매가 공급된다. 그와 동시에, 증기의 응축 속도를 높이기 위해 급속응축챔버(120) 내로 냉각가스공급장치(14)를 통해 저온 CO_2 가스가 주입된다. 상기 두 개의 냉각수단에 의해 주입된 증기는 일반적이 증기량 측정장치에 비해 훨씬 빠른 속도로 응축되며, 응축된 수분은 포집관(170)을 통해 응축수 포집통(160)으로 포집된다.

[0050] 이때 극저온 핀봉(130) 혹은 챔버 내주면에 응결된 얼음 혹은 응축수는 가열장치(150)가 작동함으로써 액화 혹은 벽면에서 탈착되서 상기 응축수 포집통(160)으로 이송된다. 상기 단계를 거쳐 주입된 증기는 모두 응축수의 형태로 변하고 수분이 제거된 공기 및 CO_2 가스는 충격완화배출구(180)를 통해 외부로 배출되게 된다. 응축수는 응축수포집통(160)에 포집된 후 응축수양센서(161)를 통해 그 양을 측정하게 된다.

[0051] 부가적으로 충격완화배출구(180)에 구비된 증기트랩(190)으로 응축수를 포집하는 단계, 상기 응축수의 양을 측정해, 응축수 포집통의 응축수 양과 합산하는 단계를 더 포함해, 일부 응축되지 않고 남은 증기를 배출 전에 회수하여 측정 오차를 줄일 수 있다.

[0052] 도 3은 본 발명의 실시예 2에 따른 안전밸브 성능시험장치의 증기유량 측정장치의 구조를 개략적으로 설명하기 위한 모식도이다.

[0053] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예 2에 따른 증기유량 측정장치는 측정할 증기가 유입되는 증기 유입관(110), 상기 증기 유입관의 일단에 연결되며, 유입되는 증기를 급속 응축시키는 급속응축챔버(120), 상기 급속응축 챔버 내에 구비되는 극저온 핀봉(130), 상기 급속응축챔버(120)로 저온 CO_2 가스를 주입하는 냉각가스공급장치(140), 상기 급속응축 챔버에 수분응결을 방지하기 위해 챔버 외부에 장착되는 가열장치(150), 응축수의 양을 측정하기 위한 센서(161)를 포함하는 응축수 포집통(160), 상기 응축수 포집통(160)과 급속응축 챔버

(120)를 연결하는 포집관(170), 일단은 상기 급속응축 챔버와 연결되며 일단은 대기와 연결되는 충격완화배출구(180)를 포함하며, 충격완화배출구(180)에 증기트랩(190)을 구비하며, 증기트랩(190)에서 회수된 응축수를 챔버 하부의 응축수포집통(160)으로 보내기 위한 제2포집관(193)을 구비한다. 또한, 냉각가스를 급속응축챔버(120)에 균일하게 공급하기 위해 냉각가스 공급관 끝단에 샤워헤드(142)를 구비한다.

[0054] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 증기유량 측정방법을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.

[0055] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따르는 증기유량 측정방법은 다음과 같다.

[0056] S110단계에서는 측정 전에 극저온 핀봉에 냉매를 주입한다. S120단계에서는 측정할 증기가 주입되는데, 상기 S110단계 및 S120단계의 순서는 필요에 따라 바뀔 수 있다. 하지만, 냉각속도를 증가시키기 위해서는 극저온 핀봉에 냉매를 주입해 측정 전에 급속응축챔버의 온도를 낮춰 놓는 것이 바람직하다. S130단계에서는 주입된 증기를 추가적으로 냉각시키기 위해 저온 CO_2 가스를 주입한다. S140단계에서는 상기 급속냉각에 의해 챔버의 내주면 등에 응결된 수분 제거를 위해 챔버를 가열한다. 이 단계를 통해 급속응축챔버에 남는 응축수를 다시 한번 제거함으로써 측정오차를 줄일 수 있다. S150단계에서는 수분이 제거된 공기 및 냉각용 CO_2 가스를 배출한다. S160단계에서는 응축수를 포집관을 통해 포집통으로 포집한다. S170단계에서는 포집된 응축수량을 측정해 증기량을 측정하게 된다.

[0057] 또한, 추가적으로 충격완화배출관에 형성된 증기트랩에 형성된 응축수량을 측정해, 포집통에서 측정된 응축수량과 합산하는 것도 가능하다.

[0058] 상기 증기유량측정장치에 의하면 원자력 발전 설비의 증기량이나 안전밸브 성능시험에서 증기량을 빠르고 정밀하게 측정하는 것이 가능하므로, 이를 통해 원자력 발전 시스템의 안정성을 높이는 역할을 할 수 있으며, 증기를 이용한 발전설비의 증기량 측정이 필요한 위치에 설치함으로써, 빠르고 정밀하게 증기량 측정을 가능하게 한다.

[0059] 한편, 본 발명의 상세한 설명에서의 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

[0060] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

부호의 설명

[0061] 1 : 시험용기

2 : 보일러

3 : 안전밸브

4 : 압력공급밸브

5 : 우회압력공급밸브

6 : 증기유량측정장치

7 : 온도센서

8 : 압력센서

110 : 증기유입관

120 : 급속응축챔버

130 : 극저온핀봉

140 : 냉각가스공급장치

141 : 냉각가스공급밸브

142 : 샤워헤드

150 : 가열장치

160 : 응축수포집통

161 : 응축수양센서

162 : 가스배출구

163 : 방출밸브

170 : 포집관

180 : 충격완화배출구

181 : 방출밸브

190 : 증기트랩

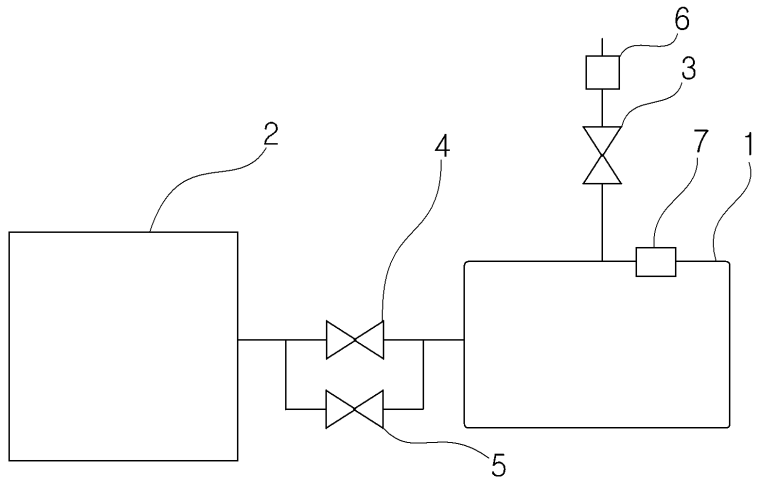
191 : 응축수양센서

192 : 추가응축수포집통

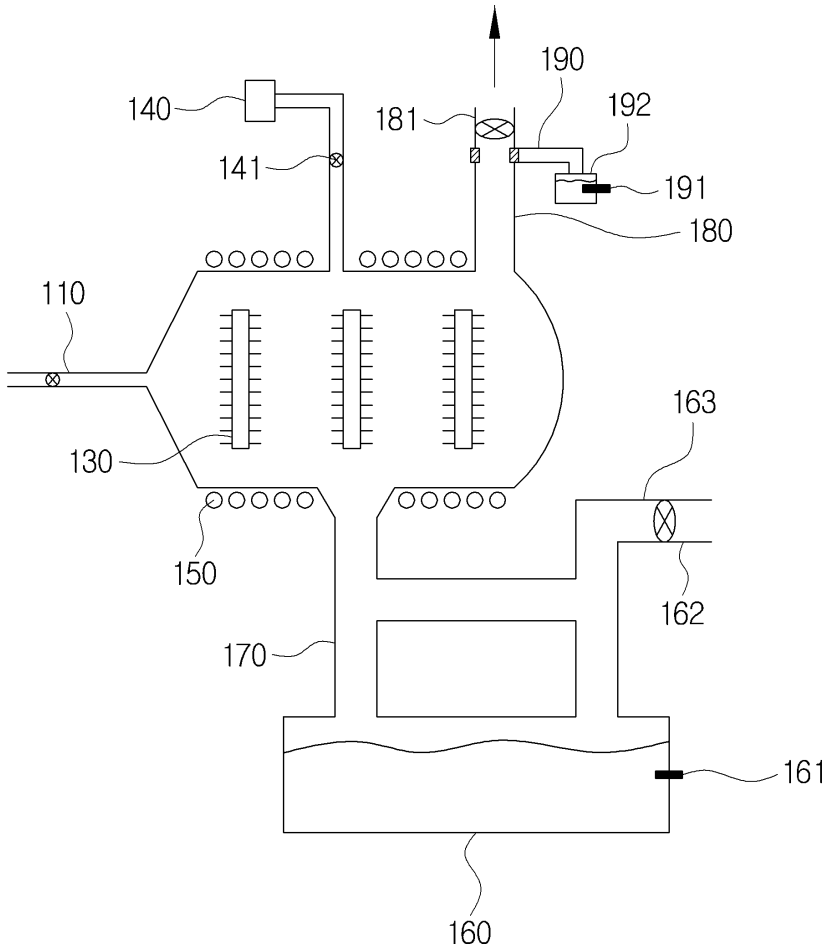
193 : 제2포집관

도면

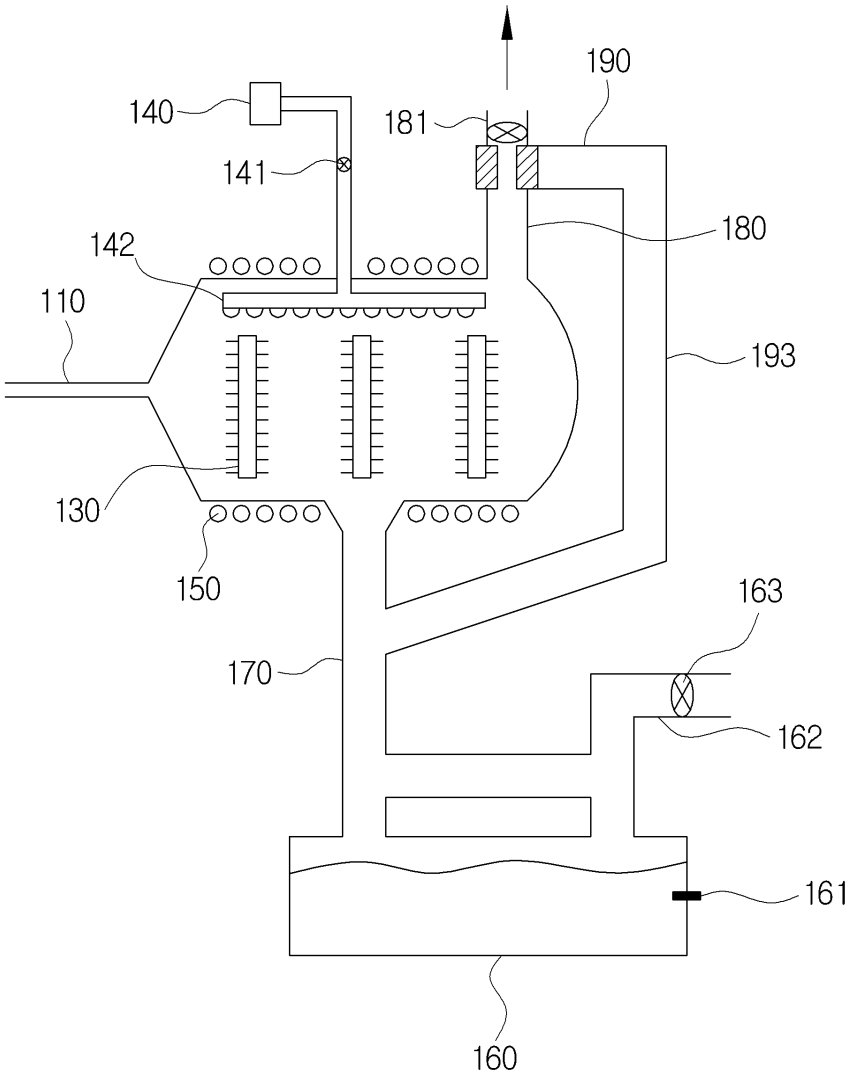
도면1



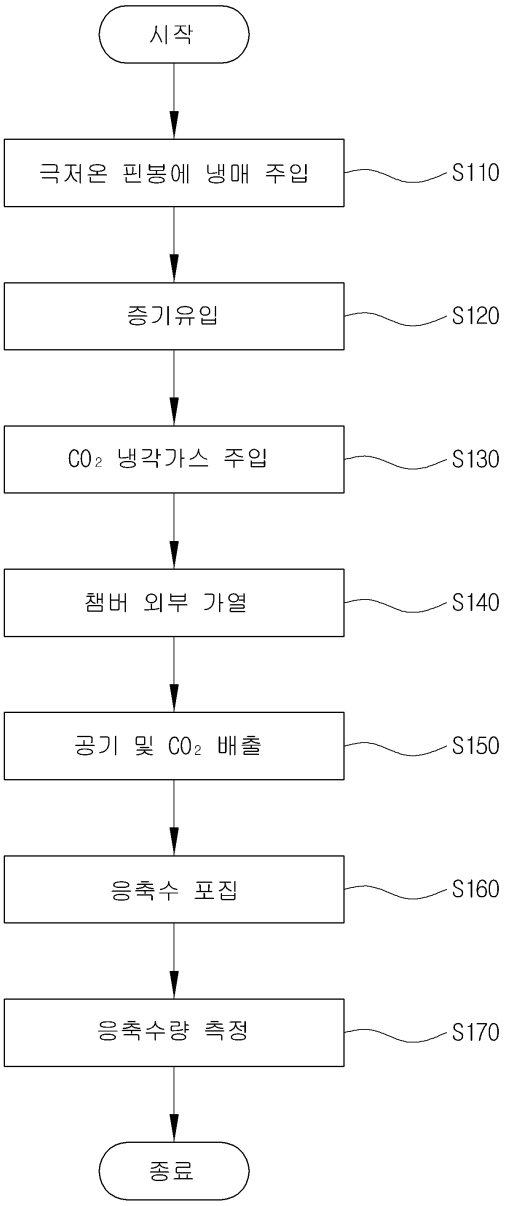
도면2



도면3



도면4


시작
극저온 핀봉에 냉매 주입
S110
증기유입
S120
CO_2 냉각가스 주입
S130
챔버 외부 가열
S140
공기 및 CO_2 배출
S150
응축수 포집
S160
응축수량 측정
S170
종료