



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월02일

(11) 등록번호 10-2801889

(24) 등록일자 2025년04월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21F 5/12 (2006.01) **G21F 5/06** (2006.01)
G21F 9/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G21F 5/12 (2013.01)
G21F 5/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7041683
- (22) 출원일자(국제) 2020년05월19일
 심사청구일자 2023년05월17일
- (85) 번역문제출일자 2021년12월20일
- (65) 공개번호 10-2022-0011686
- (43) 공개일자 2022년01월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2020/033613
- (87) 국제공개번호 WO 2020/236823
 국제공개일자 2020년11월26일
- (30) 우선권주장
 62/851,888 2019년05월23일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 US20140010340 A1
 CN207213450 U
- (73) 특허권자
웨스팅하우스 일렉트릭 컴퍼니 엘엘씨
 미국 펜실베이니아 16066 크랜베리 타운쉽, 웨스팅
 하우스 드라이브 1000, 스위트 141
- (72) 발명자
플라이스 마틴 제라드
 미국 60601 일리노이주 시카고 이스트 란돌프 스트리트 400 아파트먼트 1203
- (74) 대리인
양영준, 김지우, 김윤기

전체 청구항 수 : 총 9 항

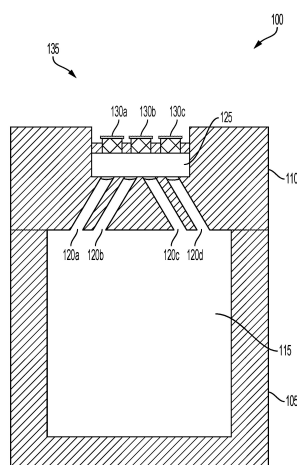
심사관 : 조재한

(54) 발명의 명칭 **차폐된 컨테이너에서 생성되는 화학양론적 수소 플러스 산소 가스의 수동 배기 장치**

(57) 요약

방사성 물질에 의해 생성되는 가스의 배기에 사용하기 위한 수동 배기 장치는 방사성 물질에 의해 생성되는 가수를 수용하기 위한 소스 가스 영역; 소스 가스 영역 위에 배치되고, 소스 가스 영역과 필터 얼리지 영역 사이에 각각 연장되고 이들을 유체 결합시키는 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는 필터 얼리지 영역; 및 필터 얼리지 영역과 접촉하여 배치되는 복수의 필터로서, 각각의 필터는 필터 얼리지 영역으로부터 필터를 통해 주위 환경으로 가스의 교환을 제공하도록 구성되는, 복수의 필터를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
G21F 9/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

방사성 물질에 의해 생성되는 가스의 배기에 사용하기 위한 수동 배기 장치이며, 배기 장치는,

방사성 물질에 의해 생성되는 가스를 수용하도록 구성되는 소스 가스 영역;

소스 가스 영역 위에 배치되고, 소스 가스 영역과 필터 엘리지(ullage) 영역 사이에서 각각 연장되고 이들을 유체 결합시키는 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는 필터 엘리지 영역; 및

필터 엘리지 영역과 접촉되어 배치되는 복수의 필터로서, 각각의 필터는 필터 엘리지 영역으로부터 필터를 통해서 주위 환경으로 가스의 교환을 제공하도록 구성되는, 복수의 필터를 포함하고,

필터 엘리지 영역 및 복수의 보어 구멍은 제거가능한 덮개에 형성되는 수동 배기 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 복수의 보어 구멍은 적어도 3개의 보어 구멍을 포함하는 수동 배기 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 소스 가스 영역은 방사성 물질을 수용하도록 구성되는 수동 배기 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 소스 가스 영역은 소스 가스 영역으로부터 분리된 소스 가스 위치에 수용된 방사성 물질에 의해 생성되는 가스를 수용하도록 구성되는 수동 배기 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 소스 가스 영역과 소스 가스 위치를 유체 결합시키도록 구성되는 배기 파이프를 더 포함하는 수동 배기 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 소스 가스 영역은 소스 가스 영역으로의 배기 파이프의 개구를 둘러싸는 원추 형상 영역에 의해 부분적으로 형성되는 수동 배기 장치.

청구항 7

방사성 물질을 저장하는 데 사용하기 위한 격납 용기이며, 격납 용기는,

방사성 물질을 수용하도록 구성되는 소스 가스 영역을 내부에 형성하는 본체;

소스 가스 영역 위에서 본체에 형성되고, 소스 가스 영역과 필터 엘리지 영역 사이에서 각각 연장되고 이들을 유체 결합시키는 본체에 형성된 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는 필터 엘리지 영역; 및

필터 엘리지 영역과 접촉되어 배치되는 복수의 필터로서, 각각의 필터는 필터 엘리지 영역으로부터 필터를 통해서 주위 환경으로 가스의 교환을 제공하도록 구성되는, 복수의 필터를 포함하고,

본체는 본체에 결합되는 제거가능한 덮개를 포함하고, 필터 엘리지 영역 및 복수의 보어 구멍은 덮개에 형성되는 격납 용기.

청구항 8

제7항에 있어서, 복수의 보어 구멍은 적어도 3개의 보어 구멍을 포함하는 격납 용기.

청구항 9

삭제

청구항 10

방사성 물질을 저장하는 데 사용하기 위한 격납 용기이며, 격납 용기는,

방사성 물질을 수용하도록 구성되는 소스 가스 영역을 내부에 형성하는 본체;

소스 가스 영역 위에서 본체에 형성되고, 소스 가스 영역과 제1 필터 얼리지 영역 사이에서 각각 연장하고 이들을 유체 결합시키는 본체에 형성된 제1 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는 제1 필터 얼리지 영역;

제1 필터 얼리지 영역과 접촉하여 배치되는 복수의 제1 필터로서, 각각의 제1 필터는 제1 필터 얼리지 영역으로부터 제1 필터를 통해 주위 환경으로 가스의 교환을 제공하도록 구성되는, 복수의 제1 필터;

제1 필터 얼리지 영역과는 독립적인 제2 필터 얼리지 영역으로서, 소스 가스 영역 위에서 본체에 형성되고, 소스 가스 영역과 제2 필터 얼리지 영역 사이에서 각각 연장되고 이들을 유체 결합시키는 본체에 형성된 제2 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는, 제2 필터 얼리지 영역; 및

제2 필터 얼리지 영역과 접촉하여 배치되는 복수의 제2 필터로서, 각각의 제2 필터는 제2 필터 얼리지 영역으로부터 제2 필터를 통해 주위 환경으로 가스의 교환을 제공하도록 구성되는, 복수의 제2 필터를 포함하고,

본체는 본체에 결합되는 제거가능한 덮개를 포함하고, 제1 필터 얼리지 영역, 제2 필터 얼리지 영역, 제1 복수의 보어 구멍, 및 제2 복수의 보어 구멍은 덮개에 형성되는 격납 용기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 우선권에 대한 설명

[0002] 본 출원은 2019년 5월 23일자로 출원된 "PASSIVE VENTING ARRANGEMENT OF STOICHIOMETRIC HYDROGEN PLUS OXYGEN GASES GENERATED IN A SHIELDED CONTAINER"라는 명칭의 미국 가출원 제62/851,888호에 대한 우선권을 주장하며, 그 내용은 내용 전체가 그리고 모든 목적을 위해서 참조로서 본원에 포함된다.

[0003] 분야

[0004] 개시된 개념은 일반적으로 사용후 핵 연료를 저장하는 데 사용하기 위한 컨테이너에 관한 것으로, 더 구체적으로는 그로부터 가스를 배기하는 데 사용하기 위한 배기 장치에 관한 것이다. 개시된 개념은 또한 이러한 배기 장치를 포함하는 컨테이너에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 폐쇄된 컨테이너에 사용후 핵 연료, 사용후 이온 교환 수지, 및 특수한 핵물질을 저장하는 것은 수소와 산소의 혼합물의 생성을 초래할 수 있으며, 그 최악의 경우의 조건은 화학양론적 비율이다. 생성된 가스는 컨테이너 가압을 방지하고 동시에 오염물을 수용하기 위해 여과형 배기 경로를 통해 제거될 필요가 있다. 화학양론적 혼합물은 그 연소가 초음속 충격파를 초래할 수 있고 이것이 컨테이너 및 관련된 구속 경계부를 파괴할 수 있고, 이에 의해 인근의 임의의 것에 과도한 손상을 야기할 뿐만 아니라 환경 내로의 방사성 물질의 원치 않는 방출을 초래할 수 있기 때문에 매우 위험하다. 이러한 가스 혼합물은 가스가 축적된 상황에서 운전 중인 원자력 발전소에 폭발을 초래하였다.

[0006] 주요 과제는 컨테이너가 그 내용물의 차폐를 제공하도록 후벽이라는 것이다. 차폐를 통한 배기 경로는, 배기 경로 저항이 필터 저항에 비해 매우 크기 때문에, 가연성 가스의 제거에 대해 수용불가능한 저항을 제공한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 실시예는 여과형 배기 경로를 통해 차폐된 컨테이너로부터 화학양론적 가연성 소스 가스를 안전하고 수동적으로 제거하는 수단을 제공하여, 컨테이너 내의 실제 가스 혼합물이 가연성이 되지 않도록 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 개시된 개념의 일 양태로서, 방사성 물질에 의해 생성되는 가스의 배기에 사용하기 위한 수동 배기 장치가 제공된다. 배기 장치는 방사성 물질에 의해 생성되는 가스를 수용하도록 구성되는 소스 가스 영역; 소스 가스 영역 위에 배치되고, 소스 가스 영역과 필터 얼리지 영역(filter ullage region) 사이에서 각각 연장되고 이들을 유체 결합시키는 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는 필터 얼리지 영역; 및 필터 얼리지 영역과 접촉하여 배치되는 복수의 필터로서, 각각의 필터는 필터 얼리지 영역으로부터 필터를 통해 주위 환경으로 가스의 교환을 제공하도록 구성되는, 복수의 필터를 포함한다.

[0009] 복수의 보어 구멍은 적어도 3개의 보어 구멍을 포함할 수 있다.

[0010] 소스 가스 영역은 방사성 물질을 수용하도록 구성될 수 있다.

[0011] 소스 가스 영역은 소스 가스 영역으로부터 분리된 소스 가스 위치에 포함되는 방사성 물질에 의해 생성되는 가스를 수용하도록 구성될 수 있다.

[0012] 수동 배기 장치는 소스 가스 영역과 소스 가스 위치를 유체 결합시키도록 구성되는 배기 파이프를 더 포함할 수 있다.

[0013] 소스 가스 영역은 소스 가스 영역으로의 배기 파이프의 개구를 둘러싸는 원추 형상 영역에 의해 부분적으로 형성될 수 있다.

[0014] 개시된 개념의 다른 양태로서, 방사성 물질을 저장하는 데 사용하기 위한 격납 용기가 제공된다. 격납 용기는 방사성 물질을 수용하도록 구성되는 소스 가스 영역을 내부에 형성하는 본체; 소스 가스 영역 위에서 본체에 형성되고, 소스 가스 영역과 필터 얼리지 영역 사이에서 각각 연장되고 이들을 유체 결합시키는 본체에 형성된 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는 필터 얼리지 영역; 및 필터 얼리지 영역과 접촉하여 배치되는 복수의 필터를 포함하고, 각각의 필터는 필터 얼리지 영역으로부터 필터를 통해 주위 환경으로 가스의 교환을 제공하도록 구성된다.

[0015] 복수의 보어 구멍은 적어도 3개의 보어 구멍을 포함한다.

[0016] 본체는 본체에 결합되는 제거가능한 덮개를 포함할 수 있으며, 필터 얼리지 영역 및 복수의 보어 구멍은 덮개에 형성된다.

[0017] 개시된 개념의 또 다른 양태로서, 방사성 물질을 저장하는 데 사용하기 위한 다른 격납 용기가 제공된다. 격납 용기는 방사성 물질을 수용하도록 구성되는 소스 가스 영역을 내부에 형성하는 본체; 소스 가스 영역 위에서 본체에 형성되고, 소스 가스 영역과 제1 필터 얼리지 영역 사이에서 각각 연장되고 이들을 유체 결합시키는 본체에 형성된 제1 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는 제1 필터 얼리지 영역; 제1 필터 얼리지 영역과 접촉하여 배치되는 복수의 제1 필터로서, 각각의 제1 필터는 제1 필터 얼리지 영역으로부터 제1 필터를 통해 주위 환경에 가스의 교환을 제공하도록 구성되는, 복수의 제1 필터; 제1 필터 얼리지 영역과는 독립적인 제2 필터 얼리지 영역으로서, 소스 가스 영역 위에서 본체에 형성되고, 소스 가스 영역과 제2 필터 얼리지 영역 사이에서 각각 연장되고 이들을 유체 결합시키는 본체에 형성된 제2 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는, 제2 필터 얼리지 영역; 및 제2 필터 얼리지 영역과 접촉하여 배치되는 복수의 제2 필터로서, 각각의 제2 필터는 제2 필터 얼리지 영역으로부터 제2 필터를 통해 주위 환경으로 가스의 교환을 제공하도록 구성되는, 복수의 제2 필터를 포함한다.

[0018] 본 발명의 이들 및 다른 목적, 특징, 및 특성뿐만 아니라 제조의 경제성 및 부분들의 조합 및 구조의 관련 요소들의 동작 방법 및 기능은 첨부 도면을 참조하여 다음의 상세한 설명 및 첨부된 청구범위를 고려하면 더 명확해질 것이며, 이들 전부는 본 명세서의 일부를 형성하고, 동일한 도면 부호는 여러 도면에서 대응하는 부분을 나타낸다. 그러나, 도면들은 예시 및 설명의 목적일 뿐이고 본 발명의 제한들의 정의로서 의도되지 않는 점이 명백히 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0019] 첨부 도면과 함께 읽을 때 바람직한 실시예에 대한 이하의 설명으로부터 본 발명을 더 잘 이해할 수 있을 것이

다.

도 1은 개시된 개념의 하나의 예시적인 실시예에 따른 폐쇄된 컨테이너의 일부로서 사용되는 개시된 개념의 하나의 예시적인 실시예에 따른 수동 배기 설계의 개략도이다.

도 2는 개시된 개념의 하나의 예시적인 실시예에 따른 원격 가스 수집 유닛의 일부로서 사용되는 개시된 개념의 하나의 예시적인 실시예에 따른 수동 배기 설계의 개략도이다.

도 3은 개시된 개념의 하나의 예시적인 실시예에 따른 배기 장치의 성능 결과를 도시하는 그래프이다.

도 4는 도 3의 예에 대한 산소 제거 계수에 대한 수소 제거 예시 성능의 감도를 도시하는 그래프이다.

도 5는 도 3의 예에 대한 산소 제거 계수에 대한 과잉 산소 제거 예시 성능의 감도를 도시하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하의 설명에서, 유사 참조 부호는 여러 도면의 도시에 걸쳐 유사 또는 대응 부분을 나타낸다. 또한, 이하의 설명에서, "전방", "후방", "좌측", "우측", "상향", "하향" 등과 같은 용어는 편의 상의 단어이고 한정 용어로서 해석되어서는 안된다는 것을 이해해야 한다.
- [0021] 다음의 설명은 본 발명에 따른 배기 장치의 예시적인 용례 그리고 후속되는 동일한 공통 주요 특징부를 공유하는 대안적인 용례로 구성된다. 예시적인 배기 장치가 도 1에 도시되어 있다.
- [0022] 도 1을 참조하여, 용기 본체(105) 및 상부 덮개(110)를 포함하는 후벽(차폐된) 용기(100)를 고려하며, 그 내용물은 화학양론적 비율로 또는 화학양론적 비율보다 더 적은 산소로 생성되는 수소 및 산소의 소스이며, 화학양론은 최악의 경우이다. 용기(115)의 내부는 소스 가스 영역으로 지칭되며, 소스 가스는 소스 가스 위치로부터 발산되며, 본 예에서 소스 가스 위치 또한 용기(115)의 내부 내에 있다. 소스 가스 영역(115)의 분위기는 공기 플러스(plus) 소스 가스 수소 및 산소로 구성되고, 각각의 가스의 비율은 후술되는 바와 같이 본 발명의 적절한 설계에 의해 제어된다.
- [0023] 이러한 예에서, 소스 가스 영역/위치(115) 내의 후벽 용기(100)의 내용물은 사용후 핵 연료, 손상된 사용후 핵 연료, 고도로 손상된 연료 파편, 특수한 핵 물질, 방사성 핵종이 로딩된 이온 교환 수지, 또는 다른 방사성 폐기물일 수 있다. 이들 내용물의 방사능은 또한 컨테이너 내에 있는 액체 물 및 탄화수소 물질이 수소, 산소, 및 가능하게는 다른 탄화수소 가스로 분해되게 한다.
- [0024] 용기의 상부 덮개(110)에는, 소스 가스 영역(115)을 필터 얼리지 영역(125)으로 지칭되는 제2 가스 영역에 연결시키는 복수의 보어 구멍(120a-d), 바람직하게는 적어도 3개의 보어 구멍(본 예에는 4개가 도시됨)이 존재한다. 필터 얼리지 영역(125)은 아래에서 추가로 논의되는 이유로 소스 가스 영역(115)보다 더 높은 위치에 위치되는 매우 작은 영역이다. 따라서, 보어 구멍(120a-d) 및 필터 얼리지 영역(125)은 용기 상부 덮개(110) 내에 위치된다. 필터 얼리지 영역(125)의 목적은 소스 가스 영역(115)으로부터 가스를 수용하고, 이들 가스가 주위 환경(135)과 접촉하는 상태로 위치결정되는 필터(130a-c)와 접촉하게 하는 것이다. 이어서, 가스는 필터 얼리지 영역(125)으로부터 필터(130a-c)를 통해 주위 환경(135)으로 확산될 수 있다. 따라서, 2개, 3개 또는 그 이상(본 예에서는 3개가 도시됨)의 소결된 금속 필터(130a-c)의 세트가 필터 얼리지 영역(125)의 상부에 연결된다. 이들 필터(130a-c)는 박막 드림의 나사산형 마개 구멍에 일반적으로 피팅되는 것과 같은 상업용 필터 또는 임의의 다른 적합한 필터일 수 있다. 가스가 필터(130a-c)를 통해 주위 환경(135)과 필터 얼리지 영역(125) 사이에서 교환된다. 필터(130a-c)의 목적은 컨테이너(100)로부터의 오염물 방출을 방지하기 위한 장벽을 제공하는 것이다. 컨테이너의 상부 덮개(110)는 내부에 제공되는 하나 초과와 이러한 배기 장치를 가질 수 있다.
- [0025] 배기 장치가 적절하게 설계될 때, 가스 소스 영역(115) 내의 가스 혼합물은 필터 얼리지 영역(125) 내의 가스 혼합물보다 더 낮은 밀도를 갖는다. 이는 덜 조밀한 가스가 가스 소스 영역(115)으로부터 필터 얼리지 영역(125)까지 보어 구멍(120a-d) 중 하나 이상을 따라서 위로 유동하게 하고, 이는 또한 더 조밀한 가스가 필터 얼리지 영역(125)으로부터 가스 소스 영역(115)까지 나머지 보어 구멍(120a-d)을 따라서 아래로 유동하게 한다. 필터 얼리지 영역(125) 내의 수소 및 산소의 농도는 필터(130a-c) 외측의 주위 환경(135) 내의 그 각각의 농도보다 크기 때문에, 수소 및 산소는 필터 얼리지 영역(125)으로부터 주위 환경(135)까지 필터(130a-c)를 통해 확산된다. 이는 궁극적으로 수소 및 산소 소스 가스가 후벽 용기(100)를 떠나는 방식이다.
- [0026] 이러한 배기 장치의 적절한 설계는: (1) 보어 구멍(120a-d)의 개수, (2) 보어 구멍(120a-d)의 직경, (3) 필터(130a-c)의 개수, (4) 보어 구멍/필터 얼리지/필터 그룹의 세트의 개수, 및 (5) 수소 및 산소를 통과시키는 필

터(130a-c)의 고유한 능력의 적절한 선택을 필요로 한다. 적절하게 설계될 때, 소스 가스 영역(115) 내의 수소 농도는 4 체적% 미만이고, 이것은 가스 혼합물이 가연성이 아닌 것을 보증한다.

[0027] 도 2에 개략적으로 도시되는 바와 같은 대안적인 용례에서, 도 1과 유사한 다수의 양태를 공유한다. 따라서, 도 2를 참조하여, 용기 본체(205) 및 상부 덮개(210)를 포함하는 후벽(차폐된) 용기(200)를 고려하며, 그 내용물은 화학양론적 비율로 또는 화학양론적 비율보다 적은 산소로 생성되는 수소 및 산소의 소스이고, 화학양론은 최악의 경우이다. 용기의 내부(215)는 소스 가스 영역으로 지칭되며, 소스 가스는 소스 가스 위치(255)로부터 발산된다. 예를 들어, 소스 가스 영역(215)은 실제로 가스 소스 영역(215)으로부터 하방으로 물 풀(260)을 거쳐 침지된 컨테이너(도시되지 않음) - 후벽 용기(200)에 대해서 위에서 설명된 내용물 중 임의의 것을 보유함 - 까지 나아가는 배기 파이프(250)의 상위 말단이다. 이러한 예에서, 침지된 컨테이너 및 배기 파이프(250)는 방사성 핵종으로 오염된 물로 충전되며, 방사성 핵종의 소스는 컨테이너의 내용물이다. 시스템의 수선(water line)은 가스 소스 영역(255) 내에 존재한다. 일부 양태에서, 수선은 높은 수위(265)와 낮은 수위(270) 사이에 유지되도록 제어될 수 있다. 가스 소스 영역 내의 그리고 배기 파이프(250) 내의 방사성 소스로부터 작업자를 보호하기 위해서, 가스 소스 영역(255)의 상부에 차폐물이 존재한다. 일부 양태에서, 배기 파이프(250)에 연결된 용기 본체(205)의 부분은 원추형 단면을 가질 수 있다. 원추형 단면은 그 하위 범위에서 대략 배기 파이프(250)의 직경의 크기인 직경을 가질 수 있다. 원추형 단면은 또한 그 상위 범위에서 대략 용기 본체(205)의 직경의 크기인 직경을 가질 수 있다. 소스 가스 영역(215)의 분위기는 공기 플러스 소스 가스 수소 및 산소로 구성되고, 각각의 가스의 비율은 후술되는 바와 같이 본 발명의 적절한 설계에 의해 제어된다.

[0028] 이러한 예에서, 소스 가스 위치(255)에서의 후벽 용기(200)의 내용물은 사용후 핵 연료, 손상된 사용후 핵 연료, 고도로 손상된 연료 파편, 특수한 핵 물질, 방사성 핵종이 로딩된 이온 교환 수지, 또는 다른 방사성 폐기물일 수 있다. 이들 내용물의 방사능은 또한 컨테이너 내에 있는 액체 물 및 탄화수소 물질이 수소, 산소, 및 가능하게는 다른 탄화수소 가스로 분해되게 한다.

[0029] 용기의 상부 덮개(210)에는, 소스 가스 영역(215)을 필터 엘리지 영역(225)으로 지칭되는 제2 가스 영역에 연결시키는 복수의 보어 구멍(220a-d), 바람직하게는 적어도 3개의 보어 구멍(본 예에는 4개가 도시됨)이 존재한다. 필터 엘리지 영역(225)은 아래에서 추가로 논의되는 이유로 소스 가스 영역(215)보다 더 높은 높이에 위치되는 매우 작은 영역이다. 따라서, 보어 구멍(220a-d) 및 필터 엘리지 영역(225)은 용기 상부 덮개(210) 내에 위치된다. 필터 엘리지 영역(225)의 목적은 소스 가스 영역(215)으로부터 가스를 수용하고, 이들 가스가 주위 환경(235)과 접촉하는 상태로 위치결정되는 필터(230a-c)와 접촉하게 하는 것이다. 이어서, 가스는 필터 엘리지 영역(225)으로부터 필터(230a-c)를 통해서 주위 환경(235)으로 확산될 수 있다. 따라서, 2개, 3개 또는 그 이상(본 예에서는 3개가 도시됨)의 소결된 금속 필터(230a-c)의 세트가 필터 엘리지 영역(225)의 상부에 연결된다. 이들 필터(230a-c)는 박막 드럼의 나사산형 마개 구멍에 일반적으로 피팅되는 것과 같은 상업용 필터 또는 임의의 다른 적합한 필터일 수 있다. 가스가 필터(230a-c)를 통해 주위 환경(235)과 필터 엘리지 영역(225) 사이에서 교환된다. 필터(230a-c)의 목적은 컨테이너(200)로부터의 오염물 방출을 방지하기 위한 장벽을 제공하는 것이다. 컨테이너의 상부 덮개(210)는 그 내부에 제공된 하나 초과와 이러한 배기 장치를 가질 수 있다.

[0030] 배기 장치가 적절하게 설계될 때, 가스 소스 영역(215) 내의 가스 혼합물은 필터 엘리지 영역(225) 내의 가스 혼합물보다 낮은 밀도를 갖는다. 이는 덜 조밀한 가스가 가스 소스 영역(215)으로부터 필터 엘리지 영역(225)까지 보어 구멍(220a-d) 중 하나 이상을 따라서 위로 유동하게 하고, 이는 또한 더 조밀한 가스가 필터 엘리지 영역(225)으로부터 가스 소스 영역(215)까지 나머지 보어 구멍(220a-d)을 따라서 아래로 유동하게 한다. 필터 엘리지 영역(225) 내의 수소 및 산소의 농도는 필터(230a-c)의 외측의 주위 환경(235) 내의 그 각각의 농도보다 크기 때문에, 수소 및 산소는 필터 엘리지 영역(225)으로부터 주위 환경(235)까지 필터(230a-c)를 통해 확산된다. 이는 궁극적으로 수소 및 산소 소스 가스가 후벽 용기(200)를 떠나는 방식이다.

[0031] 이러한 배기 장치의 적절한 설계는: (1) 보어 구멍(220a-d)의 개수, (2) 보어 구멍(220a-d)의 직경, (3) 필터(230a-c)의 개수, (4) 보어 구멍/필터 엘리지/필터 그룹의 세트의 개수, 및 (5) 수소 및 산소를 통과시키는 필터(230a-c)의 고유한 능력을 필요로 한다.

[0032] 예시적인 용례

[0033] **예 1 - 사용후 핵 연료의 수중 저장** - 본 예시적인 용례는 고장난 사용후 핵 연료의 수중 저장을 포함하며, 따라서 고장난 연료는 풀 내의 폐쇄된 저장 컨테이너 내에 고립된다. 이는 오염물이 풀 전체로 방출되는 것을 방지하며, 이에 의해 풀 위의 인력에 의한 정상적인 작업을 가능하게 한다.

- [0034] 연료가 폐쇄된 컨테이너 내에 있는 경우, 물의 방사선 분해로부터 유도되는 가스(H_2 및 O_2)가 컨테이너를 가압할 것이고, 따라서 컨테이너는 배기되어야 한다. 그러나, 배기될 가스는 매우 연소성이며, 이는 수소 및 산소의 명백한 화학양론적 비율에 의해 억제된다. 문제에 대한 해결책은 시스템 체적의 자연적 변화를 허용하면서 화학양론적 혼합물을 축적 및 배기시킬 수 있는 수동 트랩식 가스 방출 설계 또는 연소가능 혼합물을 방지하기 위해 적절한 속도로 불활성 가스를 도입하는 능동 배기 설계를 포함한다. 트랩식 설계는 폭발의 가능성을 허용하지만, 후자의 옵션은 연속적인 동작 및 모니터링을 요구한다.
- [0035] **예 2 - 손상된 연료 및 연료 파편의 중간 차폐 저장** - 이 예에서, 손상된 연료 및 연료 파편은 중간 저장을 위해 차폐된 컨테이너에 배치되고, 실용적인 이유로 화학양론적 가스가 방사선 분해에 의해 생성되도록 컨테이너 내의 임의의 물 함량을 허용하는 것이 바람직하다. 따라서, 컨테이너는 배기되어야 한다.
- [0036] 명백하게, 양 경우 모두에서, 가연성 혼합물의 축적 가능성을 방지하는 수동 해결책이 우수한 해결책이다.
- [0037] 이러한 예에 채용될 수 있는 수동 배기 설계의 예가 도 1 및 도 2에 개략적으로 도시되어 있다. 예시적인 용례 1에 대응하는 설계의 필수 요소는 다음과 같다:
- [0038] - 연료 컨테이너는 전형적으로 약 4 m의 침지 깊이로 연료 풀 내의 그 정상 위치에 위치된다. 이는 내부에서 생성된 가스가 컨테이너를 떠날 수 있도록 부착된 수직 배기 라인을 갖는다. 이 배기 라인은 방사선 분해 가스의 기포를 제외하고 물로 충전된다. 수직 배기 라인은 컨테이너와 풀 표면 아래의 짧은 거리 사이의 단일 파이프이다.
- [0039] - 파이프는 그 체적이 컨테이너의 수축 체적과 동일한 원추에서 종결되며, 원추의 상부 레벨은 정상 풀 수선이다. 정상 동작으로 인해, 풀 전체의 온도는 변할 것이며, 따라서 폐쇄된 컨테이너 내의 물의 온도 및 체적은 변할 것이다. 원추의 체적은 컨테이너 물의 최소 체적(그것이 그 최저 온도에 있을 때)을 수용하도록 선택된다. 즉, 수위는 결코 원추의 저부보다 내려가지 않으며(도 2에서, 부호 270 참조), 수직 배기 파이프 내에 체류한다.
- [0040] - 위에서 언급된 원추는 그 체적이 폐쇄된 컨테이너 물의 팽창을 수용할 수 있고 또한 가스 헤드공간을 보유할 수 있는 원통형 섹션(대직경 파이프)에 연결된다. 원추형 섹션 플러스 전술된 원통형 섹션은 아래에 저장된 사용후 연료 위의 얼리지 공간이다. 그들의 크기는 필요한 팽창 체적 플러스 우발성(contingency)을 규정하는 용례에 의해 결정된다. 가스에 의해 점유되는 원추형 체적 플러스 원통형 체적의 부분은 하위 가스 체적이라 지칭할 것이다. 때때로, 오염된 물은 풀 수선 아래에 있을 것이고, 다른 때에는 위에 있을 수 있다. 체적에 대한 설계는 틀림없이 잘 혼합되는 개방된 하위 얼리지 공간을 유지하기 위해 원추형 및 원통형 요소의 조합을 포함하기만 하면 된다.
- [0041] - 하위 가스 체적 위에는 방사선 차폐부가 있다. 이것은 하위 가스 체적 내의 액체가 폐쇄된 연료 컨테이너 내의 액체와 잠재적으로 동일하고, 따라서 차폐가 요구되기 때문에 필요하다. (연료 컨테이너는 그 침지에 의해 차폐되지만, 이러한 작은 액체 체적은 수위에 있고 따라서 인력에 가깝다). 본 발명의 목적을 위해, 주 방사선 소스는 ^{137}Cs 의 자손인 ^{137}Ba 에 의해 생성되는 0.662MeV 감마선이다. 이러한 감마선의 완전한 감쇠를 위한 절반-거리는 스테인리스 스틸에서 약 1.5 cm이다. 예로서, 하위 가스 체적 내의 액체로부터의 선량은 15 cm의 스테인리스 스틸을 사용함으로써 1000배만큼 감쇠될 것이다.
- [0042] - 잠재적으로 화학양론적 가스는 하위 가스 체적 내에 축적될 것이고, 이들은 방사선 차폐부 내로 천공된 작은 보어 구멍에 의해 제거된다. 결정적으로, 적어도 2개의 이러한 보어 구멍이 있고, 보어 구멍의 개수는 가스 제거 필요에 의해 결정된다. 또한, 보어 구멍은 차폐부가 기능하고 구멍의 입구/출구가 소스 체적으로부터의 직접적인 스트리밍(streaming)을 방지하도록 소정 각도로 천공된다.
- [0043] - 방사선 차폐부 위에는, 배출구 가스 플리넘(즉, 필터 얼리지 영역)이 위치된다. 하위 가스 체적으로부터의 보어 구멍은 여기에서 종료된다. 플리넘은 높이가 작으며 혼합 구역으로서만 작용한다.
- [0044] - 여러 개의 필터가 배출구 가스 플리넘의 상부에 부착된다. 필터의 개수는 가스 제거 속도 요건에 의해서 결정된다.
- [0045] (a) 차폐부 내의 구멍의 개수, (b) 차폐부 내의 구멍의 직경, (c) 차폐부의 두께, (d) 필터의 개수, 및 (e) 필터 성능 사양의 조합은 시스템의 허용가능한 성능에 중요하다. 특히, 우리는 필터 성능이 그 실제 용례에 의존하며, 제조자의 사양에 의해 주어지는 것과 동일하지 않다는 것을 알 것이다.

[0046] **성능 모델.** 소스 가스는 화학양론적인 최악의 경우 비율의 수소 플러스 산소이지만, 모델은 비율을 변화시킬 수 있다. 모델에 대한 핵심은 과잉 산소를 나타내는 것이며, 따라서 추적되는 변수는 공기 중의 정상적인 비율을 초과하는 산소의 몰 분율이다. 모델은 과잉 수소 및 산소의 조합으로서 위 및 아래 양쪽 모두로 유동하는 가스의 밀도를 고려한다. 모델은 양 가스 중의 연속성을 포함하도록 확장된다. 필터 실험 및 제조자의 사양은 중요한 입력인, 수소가 필터에 걸친 수소 몰 분율 차이의 함수로서 필터로부터 제거되는 속도를 제공한다. 결정적으로, 우리는 산소에 대한 동일한 값을 알지 못한다. 데이터의 부재 시에, 우리는 산소 제거가 공기 중의 그 각각의 2진 확산 계수의 비에 기초하는 수소 제거에 비례하는 것으로 가정할 수 있다.

[0047] 모델의 핵심 가정은 다음과 같다:

- [0048] - 각각의 보어 구멍 내의 유동은 단방향성이고, 따라서 보어 구멍 내의 밀도-구동 역류 유동은 무시할 수 있고,
- [0049] - 수소 및 과잉 산소 농도에 대한 단일의 잘 혼합된 값이 하위 가스 체적 및 배출구 가스 플리넘에서 가정되고,
- [0050] - 가스마다의 필터 성능은 필터 아래의 가스 농도 차이 및 총 가스 유량과는 독립적인 일정한 필터 계수에 의해 표현될 수 있고,
- [0051] - 마찰은 전체 보어 구멍 길이에 대해 완전히 전개된 층류 마찰 인자를 사용하여 충분히 평가될 수 있고, 형태 손실은 기준 상수에 의해 정량화될 수 있다. 형태 손실은 단순화를 위해 보어 구멍들 사이에서 균등하게 분할되는 것으로 가정된다.

[0052] 기체 밀도(ρ)는 수소 "x"와 과잉 산소 "y"의 몰 분율에 의해 규정된다.

$$\rho = \rho_a \frac{\omega}{\omega_a}$$

$$\omega = \omega_a (1 - x - y) + \omega_{H_2} x + \omega_{O_2} y$$

[0053]

[0054] 여기서, ω 는 분자량이고, 아래첨자 "a"는 공기를 지칭하며, 아래첨자 H2 및 O2는 각각 수소 및 산소를 지칭한다.

[0055] 부력으로 인한 보어 구멍 유동을 위한 구동 압력은 다음과 같다.

$$\Delta P = \rho_a g H [\beta_{H_2} (x_i - x_f) + \beta_{O_2} (y_i - y_f)]$$

$$\beta_{H_2} = \frac{\omega_a - \omega_{H_2}}{\omega_a} \quad ; \quad \beta_{O_2} = \frac{\omega_a - \omega_{O_2}}{\omega_a}$$

[0056]

[0057] 여기서, H는 차폐부 두께이고, 아래첨자 "i"는 하위 가스 체적에 대한 것이고, "f"는 필터 가스 플리넘에 대한 것이다. 마찰 및 형태 손실 압력 강하는 다음과 같다.

$$\Delta P = \left(\frac{1}{2} \rho_i u_i^2 \right) \left(\frac{K_{TOT}}{2} + \frac{64}{Re(u_i)} \frac{L}{d} \right) + \left(\frac{1}{2} \rho_f u_f^2 \right) \left(\frac{K_{TOT}}{2} + \frac{64}{Re(u_f)} \frac{L}{d} \right)$$

[0058]

[0059] 여기서, L은 보어 구멍 길이이고, d는 보어 구멍 직경이며, K_{TOT} 는 형태 손실이다. 제1 항은 하위 가스 체적으로부터 필터 플리넘으로의 상향 유동에 대한 것이고, 제2 항은 하향 복귀 유동에 대한 것이다. 2개의 압력 강하는 물론 동일하고, 방정식의 무차원 버전은 다음과 같다.

$$\beta_{H_2} (x_i - x_f) + \beta_{O_2} (y_i - y_f) =$$

$$\left(\frac{\rho_i u_i^2}{2 \rho_a g H} \right) \left(\frac{K_{TOT}}{2} + \frac{64}{Re(u_i)} \frac{L}{d} \right) + \left(\frac{\rho_f u_f^2}{2 \rho_a g H} \right) \left(\frac{K_{TOT}}{2} + \frac{64}{Re(u_f)} \frac{L}{d} \right)$$

[0060]

[0061] 평형상태에서의 총 기체 유동의 연속성은 다음과 같다.

$$Q_i - Q_f = Q_{H_2} + Q_{O_2}$$

[0062]

[0063] 여기서, Q_i 는 하위 가스 체적으로부터 상향되는 체적 유량이고, Q_f 는 복귀 유동의 체적 비율이며, Q_{H_2} 및 Q_{O_2} 는 수소 및 산소 가스 소스 비율이다. 압력 강하 방정식에 사용된 속도는 체적 유동 향으로부터 구해진다.

$$u_i = \frac{Q_i}{N_i \left(\frac{\pi}{4} \right) d^2} ; u_f = \frac{Q_f}{N_f \left(\frac{\pi}{4} \right) d^2}$$

[0064]

[0065] 여기서, N_i 보어 구멍은 상향 유동을 운반하고, N_f 보어 구멍은 하향 유동을 운반한다.

[0066] 수소 및 과잉 산소의 연속성은 다음과 같이 주어진다.

$$Q_{H_2} = Q_i x_i - Q_f x_f$$

$$Q_{O_2} = Q_i y_i - Q_f y_f$$

[0067]

[0068] 마지막으로, 필터 성능 사양의 규정으로부터 아래와 같다.

$$Q_{H_2} = N_f K_{H_2} x_f ; Q_{O_2} = N_f K_{O_2} y_f$$

[0069]

[0070] 여기서, 필터의 개수는 N_f 이고, 필터 성능 상수의 단위는 몰 분율당 체적 유동이다.

[0071] 가스 소스 비율(Q_{H_2} 및 Q_{O_2})이 주어지면, 필터 플리넘 내의 몰 분율(x_f 및 y_f)이 즉시 규정된다. 3개의 연속 방정식 플러스 압력 강하 방정식은 상향 및 하향 체적 유량(Q_i 및 Q_f)과 하위 가스 체적 가스 농도(x_i 및 y_i)의 값을 찾기 위한 4개의 방정식을 제공한다.

[0072] **예측: 성공적인 설계의 실증.** 약 1.0 L/hr까지의 수소의 속도 및 화학양론적 비율의 산소, 따라서 약 0.50 L/hr까지의 산소로 공급되는 소스 가스의 제거를 필요로 하는 고객 용례를 고려한다. 설계의 목적은 소스 가스 영역 수소 농도를 공기 중의 수소에 대한 낮은 가연성 한계(LFL)인 약 4% 미만으로 유지하는 것이다. 이는 또한 과잉 산소를 갖는 공기 중의 수소에 대한 LFL이다.

[0073] 모델은 성공하는 다음의 설계 값을 산출하도록 적용되었다:

[0074] - 차폐 두께 15 cm

[0075] - 20 mm 직경의 4개의 보어 구멍

[0076] - 3개의 필터, 수소 계수 15.9 L/hr, 산소 계수 3.96 L/hr.

[0077] 수소 성능 값은 이미 시험된 필터에 기초한다. 산소 성능 값은 공기 중의 각각의 2진 확산 계수의 비에 대응하는 수소 값의 약 1/4인 것으로 보수적으로 가정된다.

[0078] 성능 결과가 도 3에 도시되어 있다. 이러한 도면에서, "위"는 가스가 가스 소스 영역으로부터 필터 얼리지 영역까지 보어 구멍 내에서 상향으로 유동하는 것을 지칭하고, "아래"는 하향으로의 복귀 유동을 지칭한다.

[0079] 시뮬레이션의 파라미터 하에서, 이러한 설계는 (화학양론적 산소와 함께) 약 1.0 L/hr보다 약간 많은 수소를 취급할 수 있고, 하위 기체 체적 내의 수소 몰 분율을 4% 미만(낮은 가연성 한계)으로 유지할 수 있는 것으로 보인다. 이는 보어 구멍을 통해 상향으로 확산할 수 있는 수소의 몰 분율을 나타낸다. 필터 플리넘 내의 수소 몰 분율(즉, 하향 확산이 가능한 수소)은 하위 가스 체적 내의 값의 절반보다 약간 작다. 결정적으로, 소스 가스 몰비는 약 2:1 수소:산소이며, 가스 소스 영역 몰비는 약 5:4 산소:수소라는 것에 유의해야 한다. 소스 영역 내의 산소 축적 및 공기보다 더 무거운 산소 때문에, 설계가 작동할 것이 즉시 명백하지는 않지만, 모델은 그가 작동할 것이라는 것을 입증한다.

[0080] 계산은 유동을 위로 운반하는 하나의 보어 구멍 및 유동을 아래로 운반하는 3개의 보어 구멍을 가정하였는데, 이는 동일한 개수의 위 및 아래 구멍을 갖는 결과에 비해 약간 더 높은 수소 몰 분율을 산출하기 때문이다. 감도 분석은 보어 구멍 직경이 약 15 mm 미만으로 감소되지 않아야 하고, 따라서 20 mm의 값은 임의의 가능한 패색을 허용하기 위한 양호한 선택이라는 것을 보여준다. 결과는 차폐 두께에 민감하지 않다.

[0081] 산소 제거를 위한 필터 계수의 값은 공기 중의 2개의 가스에 대한 2진 확산 계수의 비이기 때문에 수소 계수의 값의 약 1/4인 것으로 비관적으로 가정되었다. 그러나, 물질 전달이 실제 가스 제거 성능을 지배해야 하고, 따

라서 실제 과잉 산소의 제거 속도가 더 커야 한다는 것이 알려져 있다.

- [0082] 산소 제거 계수의 변화는 도 4에 도시되는 바와 같이 수소 제거 성능에 현저하게 영향을 미치지 않는다. 약 25%, 약 50%, 및 약 90%의 수소에 대한 상대적인 산소 제거 계수가 수소 소스 생산 속도의 범위 전체를 통해서 도 4에서 모두 정렬된다는 것이 관찰될 수 있다. 물론, 도 5에 도시되는 바와 같이 하위 가스 체적 내의 과잉 산소에 변동이 있다. 도 5에 도시되는 바와 같이, 수소에 대한 상대 산소 제거 계수가 약 25%에서 약 90%로 증가함에 따라, 하위 체적 과잉 산소 농도 백분율은 역시 수소 소스 생성 속도의 값의 전체 범위에 걸쳐 감소한다.
- [0083] 본 발명의 특정 실시예가 상세히 설명되었지만, 이러한 세부 사항에 대한 다양한 수정 및 대안이 본 개시내용의 전체 교시의 견지에서 개발될 수 있고 하나 이상의 예시적인 실시예의 선택된 요소가 개시된 개념의 범위로부터 벗어나지 않고 다른 실시예로부터의 하나 이상의 요소와 조합될 수 있다는 것이 통상의 기술자에 의해 이해될 것이다. 따라서, 개시된 특정 실시예는 단지 예시적이며 첨부된 청구범위 및 그 임의의 및 모든 등가물이 제공되는 본 발명의 범위를 제한하지 않는다.
- [0084] 본원에 기재된 주제의 다양한 양태를 다음의 번호가 부여된 예에서 설명한다:
- [0085] 예 1. 방사성 물질에 의해 생성되는 가스의 배기에 사용하기 위한 수동 배기 장치이며, 배기 장치는,
- [0086] 방사성 물질에 의해 생성되는 가스를 수용하도록 구성되는 소스 가스 영역;
- [0087] 소스 가스 영역 위에 배치되고, 소스 가스 영역과 필터 엘리지 영역 사이에서 각각 연장되고 이들을 유체 결합시키는 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는 필터 엘리지 영역; 및
- [0088] 필터 엘리지 영역과 접촉되어 배치되는 복수의 필터로서, 각각의 필터는 필터 엘리지 영역으로부터 필터를 통해서 주위 환경으로 가스의 교환을 제공하도록 구성되는, 복수의 필터를 포함하는 격납 용기.
- [0089] 예 2. 예 1에 있어서, 복수의 보어 구멍은 적어도 3개의 보어 구멍을 포함하는 수동 배기 장치.
- [0090] 예 3. 예 1 내지 예 2 중 어느 하나 이상의 수동 배기 장치에 있어서, 소스 가스 영역은 방사성 물질을 수용하도록 구성되는 수동 배기 장치.
- [0091] 예 4. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나 이상의 수동 배기 장치에 있어서, 소스 가스 영역은 소스 가스 영역으로부터 분리된 소스 가스 위치에 수용되는 방사성 물질에 의해 생성되는 가스를 수용하도록 구성되는 수동 배기 장치.
- [0092] 예 5. 예 4에 있어서, 소스 가스 영역과 소스 가스 위치를 유체 결합시키도록 구성되는 배기 파이프를 더 포함하는 수동 배기 장치.
- [0093] 예 6. 예 5에 있어서, 소스 가스 영역은 소스 가스 영역으로의 배기 파이프의 개구를 둘러싸는 원추 형상 영역에 의해 부분적으로 형성되는 수동 배기 장치.
- [0094] 예 7. 방사성 물질을 저장하는 데 사용하기 위한 격납 용기이며, 격납 용기는,
- [0095] 방사성 물질을 수용하도록 구성되는 소스 가스 영역을 내부에 형성하는 본체;
- [0096] 소스 가스 영역 위에서 본체에 형성되고, 소스 가스 영역과 필터 엘리지 영역 사이에서 각각 연장되고 이들을 유체 결합시키는 본체에 형성된 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는 필터 엘리지 영역; 및
- [0097] 필터 엘리지 영역과 접촉되어 배치되는 복수의 필터로서, 각각의 필터는 필터 엘리지 영역으로부터 필터를 통해서 주위 환경으로 가스의 교환을 제공하도록 구성되는, 복수의 필터를 포함하는 격납 용기.
- [0098] 예 8. 예 7에 있어서, 복수의 보어 구멍은 적어도 3개의 보어 구멍을 포함하는 격납 용기.
- [0099] 예 9. 예 6에 있어서, 본체는 본체에 결합되는 제거가능한 덮개를 포함하고, 필터 엘리지 영역 및 복수의 보어 구멍은 덮개에 형성되는 격납 용기.
- [0100] 예 10. 방사성 물질을 저장하는 데 사용하기 위한 격납 용기이며, 격납 용기는,
- [0101] 방사성 물질을 수용하도록 구성되는 소스 가스 영역을 내부에 형성하는 본체;
- [0102] 소스 가스 영역 위에서 본체에 형성되고, 소스 가스 영역과 제1 필터 엘리지 영역 사이에서 각각 연장하고 이들

을 유체 결합시키는 본체에 형성된 제1 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는 제1 필터 얼리지 영역;

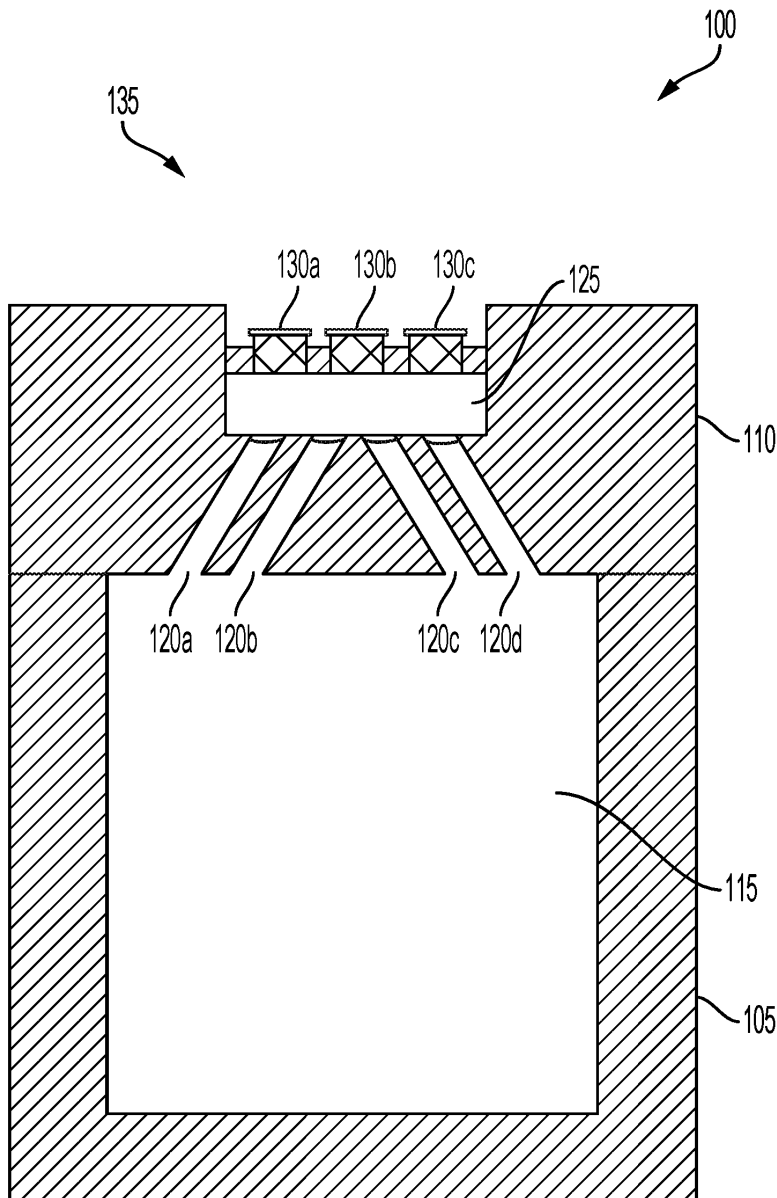
[0103] 제1 필터 얼리지 영역과 접촉하여 배치되는 복수의 제1 필터로서, 각각의 제1 필터는 제1 필터 얼리지 영역으로부터 제1 필터를 통해 주위 환경으로 가스의 교환을 제공하도록 구성되는, 복수의 제1 필터;

[0104] 제1 필터 얼리지 영역과는 독립적인 제2 필터 얼리지 영역으로서, 소스 가스 영역 위에서 본체에 형성되고, 소스 가스 영역과 제2 필터 얼리지 영역 사이에서 각각 연장되고 이들을 유체 결합시키는 본체에 형성된 제2 복수의 보어 구멍을 제외하고 소스 가스 영역으로부터 격리되어 있는, 제2 필터 얼리지 영역; 및

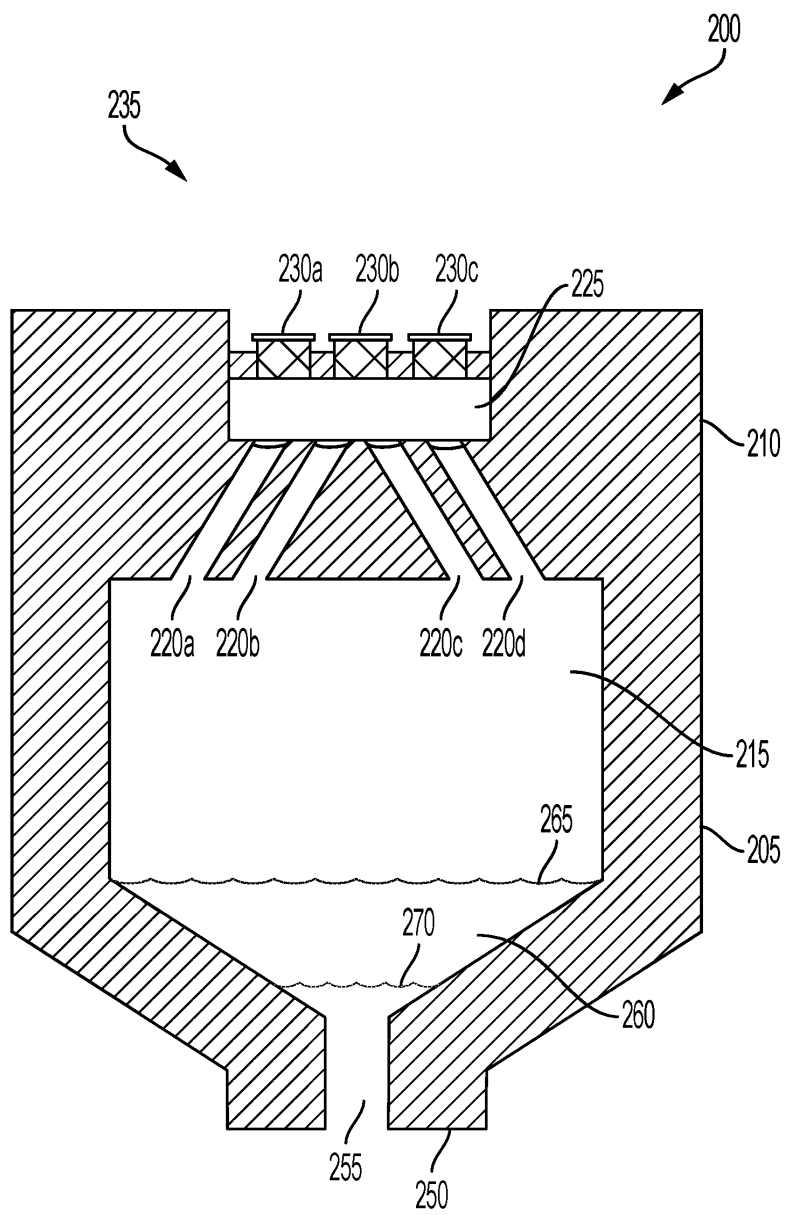
[0105] 제2 필터 얼리지 영역과 접촉하여 배치되는 복수의 제2 필터로서, 각각의 제2 필터는 제2 필터 얼리지 영역으로부터 제2 필터를 통해 주위 환경으로 가스의 교환을 제공하도록 구성되는, 복수의 제2 필터를 포함하는 격납 용기.

도면

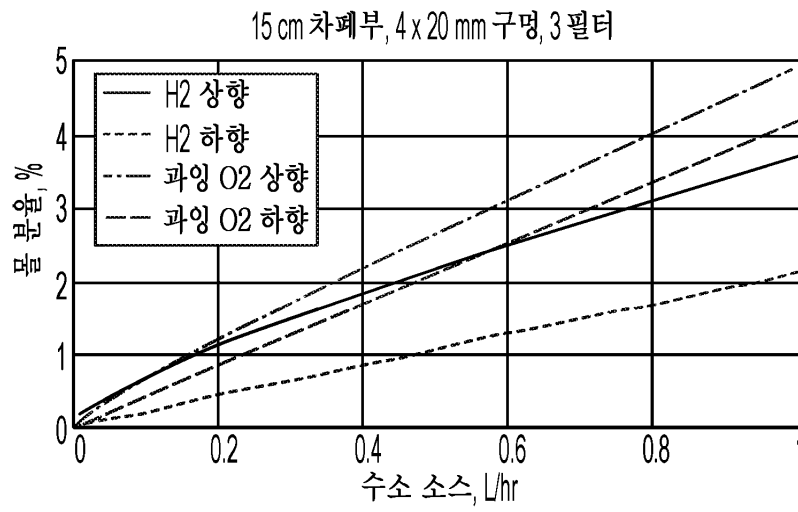
도면1



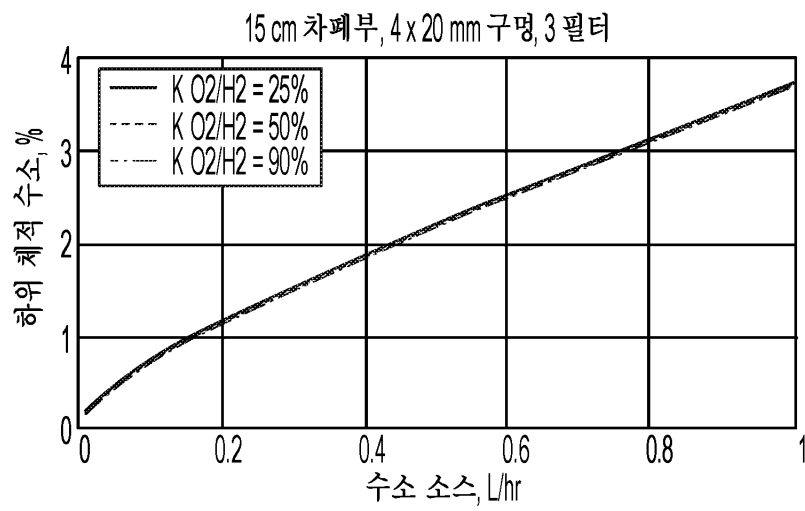
도면2



도면3



도면4



도면5

