



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년03월15일
(11) 등록번호 10-2509552
(24) 등록일자 2023년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/08 (2006.01) G01W 1/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01W 1/08 (2013.01)
G01W 1/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0187301
(22) 출원일자 2021년12월24일
심사청구일자 2021년12월24일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020210120279 A*
JP11264499 A
KR1020010099255 A
KR1020130080698 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
대한민국(기상청 국립기상과학원장)
제주특별자치도 서귀포시 서호북로 33, 1층 (서호동)
더웨이 주식회사
경기도 안양시 동안구 흥안대로427번길 72, 3층 (관양동)
(72) 발명자
차주완
제주특별자치도 서귀포시 신서로 55 강정상록아파트 105동 902호
이현경
서울특별시 영등포구 신봉로 77, 112동 1102호 (뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태동

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 김병찬

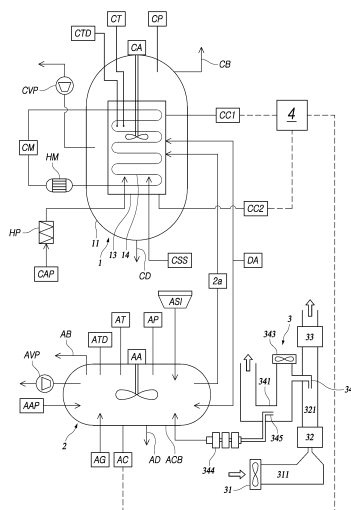
(54) 발명의 명칭 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템

(57) 요약

본 발명은 구름씨를 구성하는 에어로졸을 살포하여 구름을 관측하는 것과 같은 방식의 실험을 지상에서 안정되게 구현하기 위한 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템에 관한 것이다.

이를 위해, 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템은 구름씨를 구성하는 에어로졸이 수용되고 구름 생성 및 관측을 위한 기상환경을 구현하는 구름챔버와, 에어로졸이 수용되는 에어로졸저장공간이 형성된 에어로졸챔버와, 에어로졸의 발생과 희석을 위한 연소반응유닛을 포함하고, 에어로졸은 에어로졸챔버와 구름챔버 사이의 압력 차 또는 에어로졸공급모듈에 의해 구름챔버에 공급된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김재영

경기도 성남시 중원구 도촌남로 67, 306동 407호
(도촌동, 휴먼시아섬마을3단지아파트)

이승복

경기도 용인시 수지구 정평로 61, 501동 802호 (풍
덕천동, 신정마을)

벨로리드 밀로슬라브

제주특별자치도 서귀포시 서호호근로 168-1 102동
304호

조창범

서울특별시 성동구 고산자로 160 108동 1702호

김선희

제주특별자치도 서귀포시 신서로 81-12 에덴빌 30
3호

정운선

제주특별자치도 서귀포시 신서로 55, 107동 903호
(강정동, 강정상록아파트)

장기호

서울특별시 서초구 반포대로24길 57 두성빌라
B-303

이철규

서울특별시 노원구 동일로231길 86, 204동 1109호

이용희

서울특별시 양천구 오목로35길 5 보람쉬움아파트
101동 1306호

이경미

서울특별시 동작구 여의대방로10길 38 보라매롯데
낙천대아파트 101동 101호

명세서

청구범위

청구항 1

구름씨를 구성하는 에어로졸이 수용되고, 구름 생성 및 관측을 위한 기상환경을 구현하는 구름챔버;
 상기 에어로졸이 수용되는 에어로졸저장공간이 형성된 에어로졸챔버; 및
 상기 에어로졸의 발생과 희석을 위한 연소반응유닛;을 포함하고,
 상기 에어로졸은,
 상기 에어로졸챔버와 상기 구름챔버 사이의 압력 차 또는 에어로공급모듈에 의해 상기 구름챔버에 공급되는 것을 특징으로 하는 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하며,
 상기 에어로졸챔버에는,
 상기 에어로졸을 발생시키는 에어로졸발생기;
 상기 에어로졸저장공간에 수용된 물질을 교반하는 에어로교반모듈;
 상기 에어로졸저장공간의 압력을 측정하는 에어로압력계;
 상기 에어로졸저장공간의 온도를 측정하는 에어로온도계;
 상기 에어로졸저장공간의 이슬점온도를 측정하는 에어로이슬점온도계;
 상기 에어로졸저장공간의 압력을 조절하는 에어로진공모듈;
 상기 에어로졸저장공간에 외부 공기를 공급하는 에어로펌핑모듈;
 상기 에어로졸저장공간에 수용된 에어로졸의 관측을 위한 에어로총응결핵계수기와, 에어로나노입자계수기; 및
 상기 에어로졸저장공간에서 상대적으로 입자의 크기가 큰 에어로졸과 빙정핵의 관측을 위한 에어로광학입자계수기;
 중 적어도 상기 에어로졸발생기가 포함되는 것을 특징으로 하는 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 구름챔버는,
 상부와 하부가 개구된 증공의 원통부와, 상기 원통부의 상부를 폐쇄하는 상부돔부와, 상기 원통부의 하부를 폐쇄하는 하부돔부를 포함하고, 압력조절공간을 형성하는 외부챔버;
 상기 외부챔버의 내부에 내장되고, 온도조절공간을 형성하는 내부챔버; 및
 상기 내부챔버의 내부에 배치되고, 상기 압력조절공간과 상기 온도조절공간 중 적어도 상기 온도조절공간의 온도를 조절하는 온도조절모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 외부챔버는,
 외벽을 형성하는 외벽패널부;
 상기 외벽패널부의 내부에 형성되어 내벽을 형성하는 내벽패널부; 및
 상기 외벽패널부와 상기 내벽패널부 사이에 충진되는 챔버단열부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,
 상기 내부챔버는,
 상기 압력조절공간에 내장되고, 상부와 하부가 개구된 중공의 내부측벽모듈;
 상기 내부측벽모듈의 상부를 폐쇄하는 내측상부커버;
 상기 내부측벽모듈의 하부를 폐쇄하는 내측하부커버; 및
 상기 하부돔부를 기준으로 상기 내부측벽모듈과 상기 내측하부커버 중 적어도 어느 하나를 지지하는 챔버지지모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 내부챔버는,
 양측으로 상기 온도조절모듈이 지지되도록 상기 내부측벽모듈의 상부를 구획하는 내측상부구획부; 및
 양측으로 상기 온도조절모듈이 지지되도록 상기 내부측벽모듈의 하부를 구획하는 내측하부구획부;
 중 적어도 어느 하나를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,
 상기 온도조절모듈은,
 상기 온도조절공간의 온도 조절을 위한 열매체가 수용되도록 상기 압력조절공간에 구비되는 조절공급헤더;
 상기 열매체가 수용되도록 상기 조절공급헤더에서 이격되어 상기 압력조절공간에 구비되는 조절배출헤더;
 상기 열매체의 순환을 위해 상기 조절공급헤더와 상기 조절배출헤더를 연결시키되, 상기 내부측벽모듈에 이격 배치되는 측면순환모듈;
 상기 열매체의 순환을 위해 상기 조절공급헤더와 상기 조절배출헤더를 연결시키되, 상기 내측상부커버에 이격 배치되는 상면순환모듈; 및
 상기 열매체의 순환을 위해 상기 조절공급헤더와 상기 조절배출헤더를 연결시키되, 상기 내측하부커버에 이격 배치되는 하면순환모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 에어로졸챔버에는,

외부의 에어로졸을 상기 에어로졸저장공간으로 유입시켜 외부의 에어로졸 특성을 분석하는 시료채취기;가 더 포함되는 것을 특징으로 하는 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연소반응유닛은,

외부 공기를 가속시켜 공급하는 풍동팬;

상기 풍동팬을 통해 가속된 외부 공기를 연소시키는 연소반응모듈; 및

상기 연소반응모듈에서 배출되는 외부 공기로 에어로졸을 생성하여 상기 에어로졸챔버에 공급하는 희석모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 구름 씨를 구성하는 에어로졸을 살포하여 구름을 관측하는 것과 같은 방식의 실험을 지상에서 안정되게 구현하기 위한 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 구름 물리 실험용 챔버는 구름 생성을 위한 중요한 장비이다. 국내에서는 소규모의 구름 물리 실험용 챔버 중에서 주로 온도만을 조절한 챔버들이 있다. 국외에서는 중국, 러시아, 일본, 미국, 독일 등 많은 국가에서 온도와 압력을 동시에 조절하는 구름 물리 실험용 챔버를 개발하여 운영하고 있다.

[0003] 구름 물리 실험을 위해서는 온도-압력을 동시에 조절하여 대기 상층 기상환경을 구현할 수 있어야 하고, 구름씨 역할을 하는 에어러졸을 공급하는 장비도 같이 구축되어야 한다. 이러한 구름 물리 실험을 위한 다양한 구조와 시스템은 구름 물리 실험을 수행하는 목적에 따라 각 국가별로 다양한 형태를 나타낼 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1860716호 (2018. 05.24. 공고, 발명의 명칭 : 직접관측 구름물리 항공관측장비를 이용한 인공증설과 인공증우 항공실험의 물리적 검증 방법 및 시스템)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 구름 물리 실험을 위한 구름챔버, 에어로졸챔버, 에어로졸공급기, 에어로졸희석기, 풍동기, 관측장비 등에 대한 최적화된 구조와 시스템을 제안함으로써, 구름씨를 구성하는 에어로졸을 살포하여 구름을 관측하는 것과 같은 방식의 실험을 지상에서 안정되게 구현하기 위한 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상술한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 바람직한 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템은 구름씨를 구성하는 에어로졸이 수용되고, 구름 생성 및 관측을 위한 기상환경을 구현하는 구름챔버; 상기 에어로졸이 수용되는 에어로졸저장공간이 형성된 에어로졸챔버; 및 상기 에어로졸의 발생과 희석을 위한 연소반응유닛;을 포함하고, 상기 에어로졸은, 상기 에어로졸챔버와 상기 구름챔버 사이의 압력 차 또는 에어로졸공급모듈에 의해 상기 구름챔버에 공급된다.

[0007] 여기서, 상기 구름챔버는, 상부와 하부가 개구된 중공의 원통부와, 상기 원통부의 상부를 폐쇄하는 상부돔부와, 상기 원통부의 하부를 폐쇄하는 하부돔부를 포함하고, 압력조절공간을 형성하는 외부챔버; 상기 외부챔버의 내부에 내장되고, 온도조절공간을 형성하는 내부챔버; 및 상기 내부챔버의 내부에 배치되고, 상기 압력조절공간과 상기 온도조절공간 중 적어도 상기 온도조절공간의 온도를 조절하는 온도조절모듈;을 포함한다.

[0008] 여기서, 상기 외부챔버는, 외벽을 형성하는 외벽패널부; 상기 외벽패널부의 내부에 형성되어 내벽을 형성하는 내벽패널부; 및 상기 외벽패널부와 상기 내벽패널부 사이에 충전되는 챔버단열부;를 포함한다.

[0009] 여기서, 상기 내부챔버는, 상기 압력조절공간에 내장되고, 상부와 하부가 개구된 중공의 내부측벽모듈; 상기 내부측벽모듈의 상부를 폐쇄하는 내측상부커버; 상기 내부측벽모듈의 하부를 폐쇄하는 내측하부커버; 및 상기 하부돔부를 기준으로 상기 내부측벽모듈과 상기 내측하부커버 중 적어도 어느 하나를 지지하는 챔버지지모듈;을 포함한다.

[0010] 여기서, 상기 내부챔버는, 양측으로 상기 온도조절모듈이 지지되도록 상기 내부측벽모듈의 상부를 구획하는 내측상부구획부; 및 양측으로 상기 온도조절모듈이 지지되도록 상기 내부측벽모듈의 하부를 구획하는 내측하부구획부; 중 적어도 어느 하나를 더 포함한다.

[0011] 여기서, 상기 온도조절모듈은, 상기 온도조절공간의 온도 조절을 위한 열매체가 수용되도록 상기 압력조절공간에 구비되는 조절공급헤더; 상기 열매체가 수용되도록 상기 조절공급헤더에서 이격되어 상기 압력조절공간에 구비되는 조절배출헤더; 상기 열매체의 순환을 위해 상기 조절공급헤더와 상기 조절배출헤더를 연결시키되, 상기 내부측벽모듈에 이격 배치되는 측면순환모듈; 상기 열매체의 순환을 위해 상기 조절공급헤더와 상기 조절배출헤더를 연결시키되, 상기 내측상부커버에 이격 배치되는 상면순환모듈; 및 상기 열매체의 순환을 위해 상기 조절공급헤더와 상기 조절배출헤더를 연결시키되, 상기 내측하부커버에 이격배치되는 하면순환모듈;을 포함한다.

[0012] 여기서, 상기 에어로졸챔버에는, 상기 에어로졸을 발생시키는 에어로졸발생기; 상기 에어로졸저장공간에 수용된 물질을 교반하는 에어로교반모듈; 상기 에어로졸저장공간의 압력을 측정하는 에어로압력계; 상기 에어로졸저장공간의 온도를 측정하는 에어로온도계; 상기 에어로졸저장공간의 이슬점온도를 측정하는 에어로이슬점온도계; 상기 에어로졸저장공간의 압력을 조절하는 에어로진공모듈; 상기 에어로졸저장공간에 외부 공기를 공급하는 에어로펌핑모듈; 상기 에어로졸저장공간에 수용된 에어로졸의 관측을 위한 에어로총응결핵계수기와, 에어로나노입자계수기; 및 상기 에어로졸저장공간에서 상대적으로 입자의 크기가 큰 에어로졸과 빙정핵의 관측을 위한 에어로광학입자계수기; 중 적어도 상기 에어로졸발생기가 포함된다.

[0013] 여기서, 상기 에어로졸챔버에는, 외부의 에어로졸을 상기 에어로졸저장공간으로 유입시켜 외부의 에어로졸 특성을 분석하는 시료채취기;가 더 포함된다.

[0014] 여기서, 상기 연소반응유닛은, 외부 공기를 가속시켜 공급하는 풍동팬; 상기 풍동팬을 통해 가속된 외부 공기를 연소시키는 연소반응모듈; 및 상기 연소반응모듈에서 배출되는 외부 공기로 에어로졸을 생성하여 상기 에어로졸챔버에 공급하는 희석모듈;을 포함한다.

[0015] 이때, 상기 연소반응유닛은, 상기 풍동팬에 의해 가속된 외부 공기의 이동 경로를 형성하는 풍동덕트; 및 상기 연소반응모듈을 통과한 외부 공기의 이동 경로를 형성하는 배기덕트; 중 적어도 어느 하나를 더 포함한다.

[0016] 여기서, 상기 희석모듈은, 상기 배기덕트에서 이동되는 외부 공기의 일부가 유입되는 희석기노즐; 및 상기 희석기노즐로 유입된 외부 공기를 이용하여 에어로졸을 생성하여 상기 에어로졸챔버에 공급하는 에어로졸희석기;를

포함한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 따른 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템에 따르면, 구름씨를 구성하는 에어로졸을 살포하여 구름을 관측하는 것과 같은 방식의 실험을 지상에서 안정되게 구현할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명은 구름 물리 실험을 위한 지상 실험에서 구름씨를 구성하는 에어로졸에 의한 실험 효과를 정밀하게 검증하고 구름 물리 실험의 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명은 구름챔버를 통해 구름 물리 실험을 위한 지상 실험에서 구름 관측을 위한 기상환경을 명확하게 구현하고, 구름씨를 구성하는 에어로졸에 의한 강수량의 실험효과를 검증을 정밀하게 하며, 실험효과의 검증을 위한 데이터를 정밀하게 수집할 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명은 외부챔버의 구성을 통해 압력조절공간과 온도조절공간에서 구현하고자 하는 기상환경의 변화를 실질적으로 방지하고, 구름 관측을 위한 기상환경을 안정되게 유지시킬 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명은 외측출입문 및 내측출입문이 구비되어 압력조절공간과 온도조절공간의 유지보수를 간편하게 할 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명은 내부챔버의 세부 결합 관계를 통해 압력조절공간과 온도조절공간을 간편하게 구획하고, 온도조절공간에서의 온도 조절을 명확하게 할 수 있다. 또한, 내측상부접속구와 내측상부연결부 중 적어도 내측상부접속구를 통해 온도조절공간과 압력조절공간이 연통되므로, 압력조절공간에서 조절된 압력이 온도조절공간의 압력과 동일해지고, 압력조절공간의 압력 조절에 따라 온도조절공간의 압력을 조절할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명은 외부챔버의 측면에 구비되는 접속구들과 내부챔버의 측면에 구비되는 접속구들의 연결 관계를 통해 구름충용결핵계수기와, 구름나노입자계수기와, 구름응결핵계수기와, 구름빙정핵계수기를 이용하여 온도조절공간에서의 에어로졸 관측을 명확하게 할 수 있다. 또한, 온도조절모듈에 열매체를 원활하게 공급함은 물론 온도조절모듈로부터 열매체가 원활하게 배출되도록 한다. 또한, 온도조절공간에 에어로졸의 공급을 원활하게 할 수 있다.
- [0024] 또한, 본 발명은 내측상부구획부와 내측하부구획부를 통해 구름챔버에 결합되는 다양한 측정기구들의 접속을 간편하게 하고, 온도조절공간의 상부와 하부에서 각각 상면순환모듈과 하면순환모듈의 결합을 안정화시킬 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명은 외부챔버의 상면에 구비되는 접속구들과 내부챔버의 상면에 구비되는 접속구들의 연결 관계를 통해 구름교반모듈로 온도조절공간의 물질을 균일하게 혼합시킬 수 있고, 구름압력계로 압력조절공간의 압력 측정을 간편하게 하며, 구름온도계와 구름이슬점온도계로 온도조절공간의 온도 및 이슬점온도를 간편하게 측정할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명은 외부챔버의 측면에 구비되는 접속구들과 내부챔버의 하면에 구비되는 접속구들의 연결 관계를 통해 구름광학입자계수기와 구름입자이미징시스템을 이용한 측정 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명은 온도조절모듈의 세부 결합 관계를 통해 내부챔버의 측면과 상면과 하면에서 모두 열매체가 순환되도록 하여 온도조절공간의 온도 조절을 원활하게 하고, 온도조절공간에서의 온도 편차를 최소화시켜 구름 생성을 명확하게 할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명은 순환모듈들의 세부 결합 관계를 통해 내부챔버의 단위면에 대응하여 순환모듈의 모듈화를 구현하고, 온도조절공간에서 열매체의 순환을 원활하게 하며, 온도조절공간의 온도 편차를 최소화시킬 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명은 분기확산관을 통해 온도조절공간의 온도 편차 발생을 억제 또는 방지하고, 온도조절공간의 안정되게 냉각 또는 가열시킬 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명은 에어로졸챔버를 통해 구름씨를 구성하는 에어로졸을 균일하게 보관하였다가 구름챔버에 공급할 수 있다.
- [0031] 또한, 본 발명은 에어로졸발생기를 통해 에어로졸챔버에 에어로졸을 공급할 수 있다. 또한, 에어로교반모듈을 통해 에어로졸저장공간에서 에어로졸을 균일하게 분포시킬 수 있다. 또한, 에어로압력계를 통해 에어로졸저장공간의 압력을 감시할 수 있다. 또한, 에어로온도계를 통해 에어로졸저장공간의 온도를 감시할 수 있다. 또한, 에어로이슬점온도계를 통해 에어로졸저장공간의 이슬점온도를 감시할 수 있다. 에어로진공모듈을 통해 에어로졸저

장공간의 압력을 조절할 수 있다. 또한, 에어로펌핑모듈을 통해 에어로졸저장공간에 외부 공기를 주입할 수 있다. 또한, 에어로충응결핵계수기와 에어로나노입자계수기를 통해 에어로졸저장공간에서의 에어로졸 관측을 명확하게 할 수 있다. 또한, 에어로광학입자계수기를 통해 에어로졸저장공간에서의 에어로졸과 빙정핵의 관측을 원활하게 할 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명은 시료채취기를 통해 외부의 에어로졸을 에어로졸저장공간으로 유입시켜 외부의 에어로졸 특성을 분석할 수 있다.

[0033] 또한, 본 발명은 연소반응유닛을 통해 외부 공기를 이용하여 에어로졸을 발생시킬 수 있다. 또한, 풍동팬을 통해 항공 실험과 유사 또는 동일한 환경에서 외부 공기의 유동을 구현할 수 있다. 또한, 연소반응모듈을 통해 항공 실험과 유사 또는 동일한 조건에서 인공강우용 연소탄이 명확하게 씨딩되도록 하고, 외부 공기에 포함된 다양한 대기오염물질을 태워서 회석모듈에 의해 생성되는 에어로졸의 특성을 명확하게 할 수 있다. 또한, 회석모듈을 통해 연소반응모듈을 통과한 외부 공기로 정제된 에어로졸을 생성할 수 있고, 에어로졸의 특성과 에어로졸이 구름 생성에 미치는 영향 등을 정밀하게 연구할 수 있다.

[0034] 또한, 본 발명은 회석모듈의 세부 구성을 통해 연소반응모듈을 통과한 외부 공기로부터 에어로졸을 안정되게 생성하여 에어로졸챔버에 공급할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험 시스템을 도시한 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험 시스템에 적용되는 구름챔버를 도시한 사시도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험 시스템에 적용되는 구름챔버를 도시한 분해도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험 시스템에 적용되는 구름챔버를 도시한 종단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험 시스템에 적용되는 구름챔버의 상부를 절개한 제1횡단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험 시스템에 적용되는 구름챔버의 중간 부분을 절개한 제2횡단면도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험 시스템에 적용되는 구름챔버에서 온도조절모듈의 측면순환모듈의 결합 상태를 도시한 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험 시스템에 적용되는 구름챔버에서 온도조절모듈의 상면순환모듈의 결합 상태를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템의 일 실시예를 설명한다. 이때, 본 발명은 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 공지된 기능 혹은 구성에 대해 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 명확하게 하기 위해 생략될 수 있다.

[0037] 도 1 내지 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템은 구름챔버(1)와, 에어로졸챔버(2)와, 연소반응유닛(3)을 포함하고, 분석서버(4)를 더 포함할 수 있다.

[0038] 구름챔버(1)는 구름씨를 구성하는 에어로졸이 수용된다. 구름챔버(1)는 구름 생성 및 관측을 위한 기상환경을 구현할 수 있다. 구름챔버(1)는 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험용 이중구조 챔버장치로 구현된다.

[0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험용 이중구조 챔버장치는 압력조절공간을 형성하는 외부챔버(11)와, 외부챔버(11)의 내부에 내장되고 구름 생성을 위한 에어로졸이 수용되는 온도조절공간을 형성하는 내부챔버(13)와, 내부챔버(13)의 내부에 배치되고 압력조절공간과 온도조절공간 중 적어도 온도조절공간의 온도를 조절하는 온도조절모듈(14)을 포함할 수 있다.

[0040] 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험용 이중구조 챔버장치는 바닥으로부터 외부챔버(11)를 이격 지지하는 지지다리(12)를 더 포함할 수 있다. 지지다리(12)는 다수 개가 상호 이격된 상태로 외부챔버(11)의 하부에서

돌출되어 바닥에 지지되도록 한다.

- [0041] 외부챔버(11)는 상부와 하부가 개구된 중공의 원통부와, 원통부의 상부를 폐쇄하는 상부돔부와, 원통부의 하부를 폐쇄하는 하부돔부를 포함할 수 있다.
- [0042] 이러한 외부챔버(11)는 외벽을 형성하는 외벽패널부(11a)와, 외벽패널부(11a)의 내부에 형성되어 내벽을 형성하는 내벽패널부(11b)와, 외벽패널부(11a)와 내벽패널부(11b) 사이에 충진되는 챔버단열부(11c)를 포함할 수 있다.
- [0043] 외부챔버(11)는 원통부의 일부와 하부돔부가 포함된 외측하부챔버(111)와, 원통부의 나머지 부분과 상부돔부가 포함된 외측상부챔버(112)와, 외측하부챔버(111)와 외측상부챔버(112)를 일체로 연결시키는 외측연결브라켓(113)으로 구분할 수 있다. 외측연결브라켓(113)은 외측하부챔버(111)의 상단부에 구비되는 외측상단브라켓과, 외측상부챔버(112)의 하단부에 구비되는 외측하단브라켓을 포함하고, 용접 또는 나사 결합을 통해 외측상단브라켓과 외측하단브라켓을 일체로 형성할 수 있다. 외부챔버(11)는 외측하부챔버(111)와 외측상부챔버(112)와 외측연결브라켓(113) 중 적어도 어느 하나에 구비되어 외부프레임과 결합되는 외측챔버브라켓(114)을 더 포함할 수 있다.
- [0044] 외부챔버(11)의 측면부인 원통부에는 외측하부챔버(111)의 측면부인 원통부의 측면 하부에 구비되고 외부와 압력조절공간을 연통시키는 외측개구(106)와, 외측개구(106)를 개폐하는 외측출입문(107)이 포함되어 압력조절공간으로의 출입을 원활하게 할 수 있다.
- [0045] 외측상부챔버(112)의 상부인 상부돔부에는 구름교반접속구(101)와, 구름압력접속구(102)와, 구름접속구(103)와, 구름이슬점접속구(104)가 구비될 수 있다. 또한, 상부돔부에는 벤트접속구(105)가 더 구비될 수 있다.
- [0046] 그러면, 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험용 이중구조 챔버장치에는 구름교반접속구(101)에 결합되고 온도조절공간에 수용된 물질을 교반하는 구름교반모듈(CA)과, 구름압력접속구(102)에 결합되고 압력조절공간의 압력 측정을 위한 구름압력계(CP)와, 구름접속구(103)에 결합되고 온도조절공간의 온도 측정을 위한 구름온도계(CT)와, 구름이슬점접속구(104)에 결합되고 온도조절공간의 이슬점온도 측정을 위한 구름이슬점온도계(CTD)가 포함될 수 있다. 특히, 구름교반모듈(CA)은 온도조절공간에 에어로졸이 주입되는 경우, 온도조절공간에서 균일한 에어로졸 농도를 만드는데 기여한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험용 이중구조 챔버장치에는 벤트접속구(105)에 결합되고 압력조절공간의 물질 배출을 위한 구름벤트(CB)가 더 포함될 수 있다.
- [0047] 외측상부챔버(112)의 측면부와 외측하부챔버(111)의 측면부 중 적어도 어느 하나가 포함되는 원통부에는 외측기구접속구(108)와, 공급접속구(1091)와, 배출접속구(1092)가 포함될 수 있다. 외측기구접속구(108)는 다수 개가 구비될 수 있다.
- [0048] 그러면, 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험용 이중구조 챔버장치에는 외측기구접속구(108)에 결합되고 온도조절공간에 수용된 에어로졸과 구름 상태를 관측하기 위한 구름측정모듈과, 공급접속구(1091)와 배출접속구(1092)에 결합되고 온도조절모듈(14)과의 연결을 위한 배관과, 온도조절공간에 수용된 에어로졸을 공급하기 위한 에어로졸챔버(2)가 포함될 수 있다. 구름측정모듈은 온도조절공간에 수용된 에어로졸의 관측을 위한 구름충응결핵계수기(CPC, Condensation Particle Counter)와, 구름나노입자계수기(SMPS, Scanning Mobility Particle Sizer)와, 구름응결핵계수기(CCNc, Cloud condensation Nuclei counter)와, 구름빙정핵계수기(INc, Ice Nuclei counter)가 포함되는 제1측정모듈(CC1)과, 온도조절공간에서 상대적으로 입자의 크기가 큰 구름입자와 빙정핵의 관측을 위한 구름광학입자계수기(OPC, Optical particle Counter)와 구름입자이미징시스템(CPI, Cloud Particle Imager)이 포함되는 제2측정모듈(CC2)을 포함할 수 있다. 구름측정모듈은 온도조절공간으로 빛 또는 레이저를 조사하는 광원모듈(PL)과, 광원모듈(PL)의 산란 상태를 촬영하는 제1카메라모듈(PC1)과 제2카메라모듈(PC2)을 더 포함할 수 있다. 광원모듈(PL)은 PIV 레이저가 적용되고, 제1카메라와 제2카메라는 PIV 카메라가 적용될 수 있다. 배관에는 공급접속구(1091)에 결합되고 온도조절모듈(14)과의 연결을 위한 제1배관과, 공급접속구(1091)에서 이격된 배출접속구(1092)에 결합되고 온도조절모듈(14)과의 연결을 위한 제2배관을 포함할 수 있다. 제1배관과 제2배관은 연결되어 열매체가 순환되도록 페루프를 형성한다. 배관에는 열매체를 냉각시키는 냉각모듈(CM)과, 열매체를 가열하는 가열모듈(HM)이 구비된다. 제1측정모듈(CC1)은 내부챔버(13)의 측면에 노출되어 온도조절공간을 관측하고, 제2측정모듈(CC2)은 내부챔버(13)의 하면에 노출되어 온도조절공간을 관측하므로, 관측 효율성을 높일 수 있다.
- [0049] 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험용 이중구조 챔버장치에는 외부챔버(11)의 내부 상태를 조절하는 구름기구모듈과, 온도조절공간의 습도를 측정하는 구름습도계(CH)와, 온도조절공간의 상태를 육안으로 확인하기

위한 투시창(W) 중 적어도 어느 하나가 더 포함될 수 있다. 구름기구모듈은 외부 공기를 건조시켜 온도조절공간에 공급하는 공기건조모듈(DA)과, 압력조절공간의 공기를 배출시켜 압력조절공간의 압력을 조절하는 구름진공모듈(CVP)과, 스팀을 발생시켜 온도조절공간에 공급하는 스팀공급모듈(CSS)과, 외부 공기를 온도조절공간에 공급하는 구름펌핑모듈(CAP) 중 적어도 어느 하나가 더 포함될 수 있다. 구름펌핑모듈(CAP)과 외부챔버(11) 사이에는 헤파필터(HP)가 구비되어 외부 공기에서 이물질을 필터링할 수 있다.

- [0050] 외측하부챔버(111)의 하부인 하부돔부에는 구름배출구가 구비될 수 있다.
- [0051] 그러면, 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험용 이중구조 챔버장치에는 구름배출구에 결합되고 압력조절공간에 수용된 물이 배출되도록 하는 구름드레인(CD)이 포함될 수 있다.
- [0052] 내부챔버(13)는 압력조절공간에 내장된다. 내부챔버(13)는 상부와 하부가 개구된 중공의 내부측벽모듈(131)과, 내부측벽모듈(131)의 상부를 폐쇄하는 내측상부커버(132)와, 내부측벽모듈(131)의 하부를 폐쇄하는 내측하부커버(134)와, 하부돔부를 기준으로 내부측벽모듈(131)과 내측하부커버(134) 중 적어도 어느 하나를 지지하는 챔버지지모듈(137)을 포함할 수 있다.
- [0053] 내부측벽모듈(131)은 내부챔버(13)의 평면을 기준으로 원형 또는 타원형을 나타낼 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 내부측벽모듈(131)은 내부챔버(13)의 평면을 기준으로 육각형 또는 팔각형 등과 같은 다각형을 나타내어 온도조절공간에서의 온도 편차를 최소화시키고, 내부챔버(13)의 형성을 간편하게 할 수 있다. 내부측벽모듈(131)은 다수의 단위면이 결합되어 중공의 통 형상을 나타낼 수 있다. 이러한 내부측벽모듈(131)은 내측상부커버(132)의 가장자리에 결합되는 다수의 내측상부패널(131-1)과, 내측하부커버(134)의 가장자리에 결합되는 다수의 내측하부패널(131-2)과, 내측상부패널(131-1)과 내측하부패널(131-2)을 일체로 결합시키는 내측연결브라켓(131-3)을 포함할 수 있다. 내측연결브라켓(131-3)은 내측하부패널(131-2)의 상단부에 구비되는 내측상단브라켓과, 내측상부패널(131-1)의 하단부에 구비되는 내측하단브라켓을 포함하고, 용접 또는 나사 결합을 통해 내측상단브라켓과 내측하단브라켓을 일체로 형성할 수 있다.
- [0054] 내부챔버(13)는 내측하부패널(131-2)과 내측하부커버(134) 중 적어도 어느 하나를 압력조절공간의 바닥에 이격 배치시키는 챔버지지모듈(137)을 더 포함할 수 있다. 챔버지지모듈(137)은 내측하부커버(134)의 하부에서 뼈대를 형성하는 지지프레임과, 내측하부커버(134)의 하측으로 이격되어 지지프레임에 결합되는 발판부와, 지지프레임을 압력조절공간의 바닥으로부터 이격시키는 이격프레임을 포함하고, 지지프레임의 상단부에서 내측하부커버(134)의 가장자리를 감싸도록 하는 테두리프레임을 더 포함할 수 있다.
- [0055] 내부챔버(13)는 내측하부커버(134)와 챔버지지모듈(137) 사이에 구비되는 단열패널(136)을 더 포함할 수 있다. 단열패널(136)은 내측하부커버(134)의 냉기 또는 열이 챔버지지모듈(137)로 전도되는 것을 방지하고, 온도조절공간의 냉기 또는 열기가 임의로 방출되는 것을 방지하며, 챔버지지모듈(137)의 과냉 또는 과열을 방지할 수 있다.
- [0056] 내부측벽모듈(131)의 하부를 형성하는 내측하부패널(131-2)에는 압력조절공간과 온도조절공간을 연통시키는 내측개구(1312)가 관통 형성되고, 내측개구(1312)는 내측출입문(1313)에 의해 개폐되도록 한다. 이때, 내측출입문(1313)에는 온도조절모듈(14)이 구비되어 온도조절공간에서의 온도 조절을 원활하게 할 수 있다.
- [0057] 내부챔버(13)는 양측으로 온도조절모듈(14)이 지지되도록 내부측벽모듈(131)의 상부를 구획하는 내측상부구획부(133)와, 양측으로 온도조절모듈(14)이 지지되도록 내부측벽모듈(131)의 하부를 구획하는 내측하부구획부(135) 중 적어도 어느 하나를 더 포함할 수 있다. 내측상부구획부(133)는 온도조절공간에서 내측상부커버(132)에 적층 지지되거나 내측상부커버(132)에서 이격되어 내부측벽모듈(131)의 상부를 형성하는 내측상부패널(131-1)의 상부에 지지되도록 한다. 내측하부구획부(135)는 온도조절공간에서 내측하부커버(134)에 적층 지지되거나 내측하부커버(134)에서 이격되어 내부측벽모듈(131)의 하부를 형성하는 내측하부패널(131-2)의 하부에 지지되도록 한다.
- [0058] 내부측벽모듈(131)에는 외측기구접속구(108)와 연통되는 내측기구접속구(1311)가 포함될 수 있다. 그러면, 내측기구접속구(1311)는 적어도 제1측정모듈(CC1)을 온도조절공간으로 노출시킬 수 있다.
- [0059] 또한, 내측상부커버(132)에는 구름교반접속구(101)와 구름접속구(103)와 구름이슬점접속구(104)가 연통되는 내측상부접속구(1321)가 포함될 수 있다. 이와 더불어 내측상부구획부(133)에는 내측상부접속구(1321)와 연통되는 내측상부연결부(1331)가 포함될 수 있다. 그러면, 구름교반모듈(CA)과 구름온도계(CT)와 구름이슬점온도계(CTD)를 온도조절공간으로 노출시킬 수 있다. 또한, 내측상부접속구(1321)와 내측상부연결부(1331) 중 적어도 내측상부접속구(1321)를 통해 온도조절공간과 압력조절공간이 연통되도록 할 수 있다. 그러면, 압력조절공간에서 조절된 압력이 온도조절공간의 압력과 동일해지고, 압력조절공간의 압력 조절에 따라 온도조절공간의 압력을 조절

할 수 있다.

- [0060] 또한, 내측하부커버(134)에는 외측기구접속구(108)와 연통되는 내측하부접속구(1341)가 포함될 수 있다. 이와 더불어 내측하부구획부(135)에는 내측하부접속구(1341)와 연통되는 내측하부연결부(1351)가 포함될 수 있다. 그러면, 적어도 제2측정모듈(CC2)을 온도조절공간으로 노출시킬 수 있다. 또한, 내측하부접속구(1341)와 내측하부연결부(1351)를 통해 온도조절공간에서 생성되는 물을 압력조절공간으로 배출시킬 수 있다.
- [0061] 온도조절모듈(14)은 온도조절공간의 온도 조절을 위한 열매체가 수용되도록 압력조절공간에 구비되는 조절공급헤더(141)와, 열매체가 수용되도록 조절공급헤더(141)에서 이격되어 압력조절공간에 구비되는 조절배출헤더(142)와, 열매체의 순환을 위해 조절공급헤더(141)와 조절배출헤더(142)를 연결시키되 내부측벽모듈(131)에 이격 배치되는 측면순환모듈(143)과, 열매체의 순환을 위해 조절공급헤더(141)와 조절배출헤더(142)를 연결시키되 내측상부커버(132)에 이격 배치되는 상면순환모듈(144)과, 열매체의 순환을 위해 조절공급헤더(141)와 조절배출헤더(142)를 연결시키되 내측하부커버(134)에 이격배치되는 하면순환모듈(145)을 포함할 수 있다.
- [0062] 조절공급헤더(141)에는 제1배관이 연결되고, 조절배출헤더(142)에는 제2배관이 연결된다.
- [0063] 측면순환모듈(143)과 상면순환모듈(144)과 하면순환모듈(145)은 각각 조절공급헤더(141)로부터 분기되는 분기공급헤더와, 조절배출헤더(142)로부터 분기되는 분기배출헤더와, 분기공급헤더와 분기배출헤더를 연결시켜 열매체의 이동 경로를 형성하는 다수의 분기순환라인을 포함할 수 있다.
- [0064] 또한, 측면순환모듈(143)과 상면순환모듈(144)과 하면순환모듈(145)은 각각 내부챔버(13)와 마주보도록 배치되고, 분기공급헤더와 분기배출헤더와 분기순환라인이 일체로 배치되는 분기확산판을 더 포함할 수 있다.
- [0065] 또한, 측면순환모듈(143)과 상면순환모듈(144)과 하면순환모듈(145)은 각각 조절공급헤더(141)에서 분기되는 관과의 연결을 위해 분기공급헤더에서 돌출되어 압력조절공간에 노출되는 분기공급조인트와, 조절배출헤더(142)에서 분기되는 관과의 연결을 위해 분기배출헤더에서 돌출되어 압력조절공간에 노출되는 분기배출조인트를 더 포함할 수 있다.
- [0066] 좀더 자세하게, 측면순환모듈(143)은 내부측벽모듈(131)의 단위면과 내측출입문(1313)에 1:1 대응으로 이격 배치된다. 측면순환모듈(143)은 조절공급헤더(141)로부터 분기되는 측면공급헤더(1431)와, 조절배출헤더(142)로부터 분기되는 측면배출헤더(1432)와, 측면공급헤더(1431)와 측면배출헤더(1432)를 연결시켜 열매체의 이동 경로를 형성하는 다수의 측면순환라인(1433)을 포함하고, 내부측벽모듈(131)과 마주보도록 배치되고 측면공급헤더(1431)와 측면배출헤더(1432)와 측면순환라인(1433)이 일체로 배치되는 측면확산판(1436)을 더 포함하며, 조절공급헤더(141)에서 분기되는 관과의 연결을 위해 측면공급헤더(1431)에서 돌출되어 압력조절공간에 노출되는 측면공급조인트(1434)와, 조절배출헤더(142)에서 분기되는 관과의 연결을 위해 측면배출헤더(1432)에서 돌출되어 압력조절공간에 노출되는 측면배출조인트(1435)를 더 포함할 수 있다.
- [0067] 좀더 자세하게, 상면순환모듈(144)은 내측상부구획부(133)를 기준으로 대칭되도록 한 쌍이 내측상부커버(132)의 하측으로 이격 배치되고, 내측상부구획부(133)에 지지될 수 있다.
- [0068] 상면순환모듈(144)은 조절공급헤더(141)로부터 분기되는 상면공급헤더(1441)와, 조절배출헤더(142)로부터 분기되는 상면배출헤더(1442)와, 상면공급헤더(1441)와 상면배출헤더(1442)를 연결시켜 열매체의 이동 경로를 형성하는 다수의 상면순환라인(1443)을 포함하고, 내측상부커버(132)와 마주보도록 배치되고 상면공급헤더(1441)와 상면배출헤더(1442)와 상면순환라인(1443)이 일체로 배치되는 상면확산판(1446)을 더 포함하며, 조절공급헤더(141)에서 분기되는 관과의 연결을 위해 상면공급헤더(1441)에서 돌출되어 압력조절공간에 노출되는 상면공급조인트(1444)와, 조절배출헤더(142)에서 분기되는 관과의 연결을 위해 상면배출헤더(1442)에서 돌출되어 압력조절공간에 노출되는 상면배출조인트(1445)를 더 포함할 수 있다. 이때, 상면배출헤더(1442)는 둘 이상으로 분리되어 하나 이상의 상면순환라인(1443)이 연결되도록 하므로, 온도조절공간의 상부에서 온도 편차가 발생하는 것을 최소화시킬 수 있다.
- [0069] 좀더 자세하게, 하면순환모듈(145)은 내측하부구획부(135)를 기준으로 대칭되도록 한 쌍이 내측하부커버(134)의 상측으로 이격 배치되고, 내측하부구획부(135)에 지지될 수 있다. 하면순환모듈(145)은 상면순환모듈(144)과 동일한 구성을 나타낼 수 있다.
- [0070] 하면순환모듈(145)은 조절공급헤더(141)로부터 분기되는 하면공급헤더와, 조절배출헤더(142)로부터 분기되는 하면배출헤더와, 하면공급헤더와 하면배출헤더를 연결시켜 열매체의 이동 경로를 형성하는 다수의 하면순환라인을 포함하고, 내측하부커버(134)와 마주보도록 배치되고 하면공급헤더와 하면배출헤더와 하면순환라인이 일체로 배

치되는 하면확산판을 더 포함하며, 조절공급헤더(141)에서 분기되는 관과의 연결을 위해 하면공급헤더에서 돌출되어 압력조절공간에 노출되는 하면공급조인트와, 조절배출헤더(142)에서 분기되는 관과의 연결을 위해 하면배출헤더에서 돌출되어 압력조절공간에 노출되는 하면배출조인트를 더 포함할 수 있다. 이때, 하면배출헤더는 둘 이상으로 분리되어 하나 이상의 하면순환라인이 연결되도록 하므로, 온도조절공간의 상부에서 온도 편차가 발생하는 것을 최소화시킬 수 있다.

- [0071] 본 발명의 일 실시예에 따른 구름 물리 실험용 이중구조 챔버장치는 온도, 기압, 이슬점온도를 기본적인 기상 관측으로 하며, 외부챔버(11)와 내부챔버(13)로 구분되므로, 압력조절공간에서는 구름챔버(1)의 기압 조절이 구현되고, 온도조절공간에서는 구름챔버(1)의 온도 조절이 구현되도록 한다. 이러한 이중구조는 온도조절공간의 온도 조절 기능을 강화하여 기상 현상 실험의 정확도를 높인다. 구름 발생은 기압 조절과 온도 조절이 동시에 일어나는 온도조절공간에서 일어난다. 내측상부접속구(1321)와 내측상부연결부(1331) 중 적어도 내측상부접속구(1321)를 통해 온도조절공간과 압력조절공간이 연통되므로, 구름진공모듈(CVP)을 통해 압력조절공간의 기압과 온도조절공간의 기압이 낮아지고, 내측상부커버(132)에 구비되는 내측상부접속구(1321)와 내측상부구획부(133)에 구비되는 내측상부연결부(1331)를 통해 공기가 이동하면서 온도조절공간에는 일정한 공기의 상승 속도가 발생하며, 온도조절공간에서 생성된 구름 및 에어로졸 입자들의 부유 시간을 증가시킬 수 있다.
- [0072] 에어로졸챔버(2)는 에어로졸이 수용되는 에어로졸저장공간이 형성된 합체이다. 에어로졸챔버(2)는 에어로졸을 구름챔버(1)에 공급한다.
- [0073] 에어로졸챔버(2)에는 에어로졸저장공간이 형성된 에어로졸챔버바디(ACB)가 포함된다.
- [0074] 에어로졸챔버바디(ACB)에는 다수의 에어로기구접속구가 포함될 수 있다.
- [0075] 에어로졸챔버에는 에어로기구접속구에 결합되고 외부 공기를 연소시켜 에어로졸을 발생시키고 이것을 에어로졸저장공간에 공급하는 연소반응유닛(3)이 포함될 수 있다.
- [0076] 에어로졸챔버에는 에어로기구접속구에 결합되고 에어로졸을 발생시켜 에어로졸저장공간에 공급하는 에어로졸발생기(AG)와, 에어로기구접속구에 결합되고 외부 공기를 건조시켜 에어로졸저장공간에 공급하는 공기건조모듈(DA)와, 에어로기구접속구에 결합되고 에어로졸저장공간에 수용된 에어로졸 상태를 관측하기 위한 에어로측정모듈(AC)과, 에어로기구접속구에 결합되고 에어로졸챔버바디(ACB)의 내부 상태(에어로졸저장공간의 상태)를 조절하는 에어로기구모듈과, 외부의 에어로졸을 에어로졸저장공간으로 유입시켜 외부의 에어로졸 특성을 분석하는 시료채취기(ASI) 중 적어도 에어로졸발생기(AG)가 더 포함될 수 있다.
- [0077] 에어로측정모듈(AC)은 에어로졸저장공간에 수용된 에어로졸의 관측을 위한 에어로충응결핵계수기(CPC, Condensation Particle Counter)와, 에어로나노입자계수기(SMPS, Scanning Mobility Particle Sizer)와, 에어로졸저장공간에서 상대적으로 입자의 크기가 큰 에어로졸과 빙정핵의 관측을 위한 에어로광학입자계수기(OPC, Optical Particle Counter)를 포함할 수 있다.
- [0078] 에어로기구모듈은 에어로졸저장공간의 압력을 조절하는 에어로진공모듈(AVP)과, 에어로졸저장공간에 외부 공기를 공급하는 에어로펌핑모듈(AAP) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 에어로진공모듈(AVP)과 에어로펌핑모듈(AAP) 중 적어도 어느 하나를 통해 에어로졸저장공간의 압력 조절을 원활하게 하고, 에어로졸저장공간과 온도조절공간 사이에서 압력 차에 의한 에어로졸의 이동을 간편하게 할 수 있다.
- [0079] 시료채취기(ASI)는 외부에서 황사, 고농도 미세먼지 등이 발생할 경우, 이들의 입자 특성과 구름 생성에 대한 연구에 이바지할 수 있다.
- [0080] 에어로졸챔버바디(ACB)에는 에어로교반접속구와, 에어로압력접속구(102)와, 에어로온도접속구와, 에어로이슬점접속구가 구비되고, 벤트접속부가 더 구비될 수 있다.
- [0081] 그러면, 에어로졸챔버(2)에는 에어로교반접속구에 결합되고 에어로졸저장공간에 수용된 물질을 교반하는 에어로교반모듈(AA)과, 에어로압력접속구(102)에 결합되고 에어로졸저장공간의 압력 측정을 위한 에어로압력계(AP)와, 에어로온도접속구에 결합되고 에어로졸저장공간의 온도 측정을 위한 에어로온도계(AT)와, 에어로이슬점접속구에 결합되고 에어로졸저장공간의 이슬점온도 측정을 위한 에어로이슬점온도계(ATD)와, 벤트접속부에 결합되고 에어로졸저장공간의 물질 배출을 위한 에어로벤트(AB) 중 적어도 어느 하나가 더 포함될 수 있다. 특히, 에어로교반모듈(AA)은 에어로졸저장공간에서 균일한 에어로졸의 농도를 만드는데 기여한다.
- [0082] 에어로졸챔버(2)는 구름챔버(1)와 연결하여 응결핵 및 빙정핵으로 작용 가능한 구름씨를 구성하는 에어로졸을

구름챔버(1)에 전달하게 된다. 에어로졸챔버(2)는 기온, 기압, 이슬점온도를 기본 관측으로 한다.

- [0083] 연소반응유닛(3)은 에어로졸의 발생과 회석을 위한 유닛이다.
- [0084] 연소반응유닛(3)은 외부 공기를 가속시켜 공급하는 풍동팬(31)과, 풍동팬(31)을 통해 가속된 외부 공기를 연소시키는 연소반응모듈(32)과, 연소반응모듈(32)에서 배출되는 외부 공기로 에어로졸을 생성하여 에어로졸챔버(2)에 공급하는 회석모듈을 포함할 수 있다.
- [0085] 풍동팬(31)은 100m/s 이상의 풍속을 나타내도록 외부 공기를 가속시켜 항공 실험과 유사하거나 실질적으로 동일한 환경을 구현할 수 있다.
- [0086] 연소반응모듈(32)은 인공강우용 연소탄이 항공 실험과 유사하거나 실질적으로 동일한 환경에 썬딩되는 것을 구현할 수 있다. 연소반응모듈(32)은 외부 공기에서 다양한 오염물질을 태워서 에어로졸챔버(2)에 유입되도록 하므로, 이들 입자의 특성과 구름 생성에 미치는 영향 등을 연구할 수 있도록 한다.
- [0087] 회석모듈은 배기덕트(321)에서 이동되는 외부 공기의 일부가 유입되는 회석기노즐(342)과, 회석기노즐(342)로 유입된 외부 공기를 이용하여 에어로졸을 생성하여 에어로졸챔버(2)에 공급하는 에어로졸회석기(344)를 포함할 수 있다.
- [0088] 회석모듈은 회석기노즐(342)로 유입되는 외부 공기의 이동 경로를 형성하는 송풍덕트(341)와, 송풍덕트(341)에서 이동되는 외부 공기를 에어로졸회석기(344)에 전달하는 샘플링노즐(345)을 더 포함할 수 있다.
- [0089] 회석모듈은 송풍덕트(341)에서 이동되는 외부 공기를 가속시키는 송풍팬(343)을 더 포함할 수 있다.
- [0090] 연소반응유닛(3)은 풍동팬(31)에 의해 가속된 외부 공기의 이동 경로를 형성하는 풍동덕트(311)와, 연소반응모듈(32)을 통과한 외부 공기의 이동 경로를 형성하는 배기덕트(321) 중 적어도 어느 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0091] 분석서버(4)는 구름챔버(1)와 에어로졸챔버(2)에서 측정된 정보를 수집 처리한다. 분석서버(4)는 내부 제어유닛을 통해 구름챔버(1)와 에어로졸챔버(2)의 동작을 제어할 수 있다. 분석서버(4)는 내부 관리유닛을 통해 수집정보의 모니터링과 품질관리 그리고 분석을 수행할 수 있다.
- [0092] 도 1 내지 도 8을 참조하여 구름 물리 실험을 설명하면, 연소반응유닛(3)을 통해 유입되는 외부 공기로 에어로졸을 생성하여 에어로졸챔버(2)에 공급한다. 또한, 에어로졸발생기(AG)를 통해 에어로졸을 생성하여 에어로졸챔버(2)에 공급한다.
- [0093] 이때, 에어로교반모듈(AA)의 동작에 따라 에어로졸저장공간에 수용된 물질을 균일하게 분포시킬 수 있다. 에어로압력계(AP)는 에어로졸저장공간의 압력을 측정하고, 에어로온도계(AT)는 에어로졸저장공간의 온도를 측정하며, 에어로이슬점온도계(ATD)는 에어로졸저장공간의 이슬점온도를 측정하므로, 에어로졸저장공간의 상태를 감시할 수 있다. 에어로진공모듈(AVP)은 에어로졸저장공간의 공기를 배출시켜 에어로졸저장공간의 압력을 조절할 수 있다. 에어로펌핑모듈(AAP)은 외부 공기를 에어로졸저장공간에 주입하여 에어로졸저장공간의 상태를 조절할 수 있다. 에어로졸발생기(AG)는 에어로졸을 발생시켜 에어로졸저장공간에 공급하여 에어로졸의 농도를 조절할 수 있다. 시료채취기(ASI)는 외부의 에어로졸을 에어로졸저장공간으로 유입시켜 외부의 에어로졸 특성을 분석할 수 있다.
- [0094] 에어로측정모듈(AC)은 에어로총응력계수기와 에어로나노입자계수기와, 에어로광학입자계수기로 구분할 수 있고, 에어로졸저장공간에서 에어로졸의 상태를 측정할 수 있다.
- [0095] 에어로졸저장공간과 온도조절공간 사이에서 에어로졸은 두 공간 사이의 압력 차를 이용하여 에어로졸이 구름챔버(1)에 공급되도록 할 수 있다. 에어로졸저장공간의 에어로졸은 별도의 에어로졸공급모듈(2a)을 통해 구름챔버(1)에 공급할 수 있다. 에어로졸공급모듈(2a)은 에어로졸저장공간과 온도조절공간을 연결하는 에어로졸전달유로를 개폐하거나 에어로졸전달유로의 개도를 조절하여 에어로졸의 공급량을 조절하는 한편, 에어로졸 또는 온도조절공간의 물질이 에어로졸저장공간으로 역류하는 것을 방지할 수 있다.
- [0096] 구름챔버(1)에서는 실시간으로 구름 물리 과정을 정량적으로 계측할 수 있다.
- [0097] 이때, 구름교반모듈(CA)의 동작에 따라 온도조절공간에 수용된 물질을 균일하게 분포시킬 수 있다. 구름압력계(CP)는 압력조절공간의 압력을 측정하고, 구름온도계(CT)는 온도조절공간의 온도를 측정하며, 구름이슬점온도계(CTD)는 온도조절공간의 이슬점온도를 측정하고, 구름습도계(CH)는 온도조절공간의 습도를 측정하여 압력조절공간과 온도조절공간의 상태를 감시할 수 있다. 구름진공모듈(CVP)은 압력조절공간의 공기를 배출시켜 압력조절공

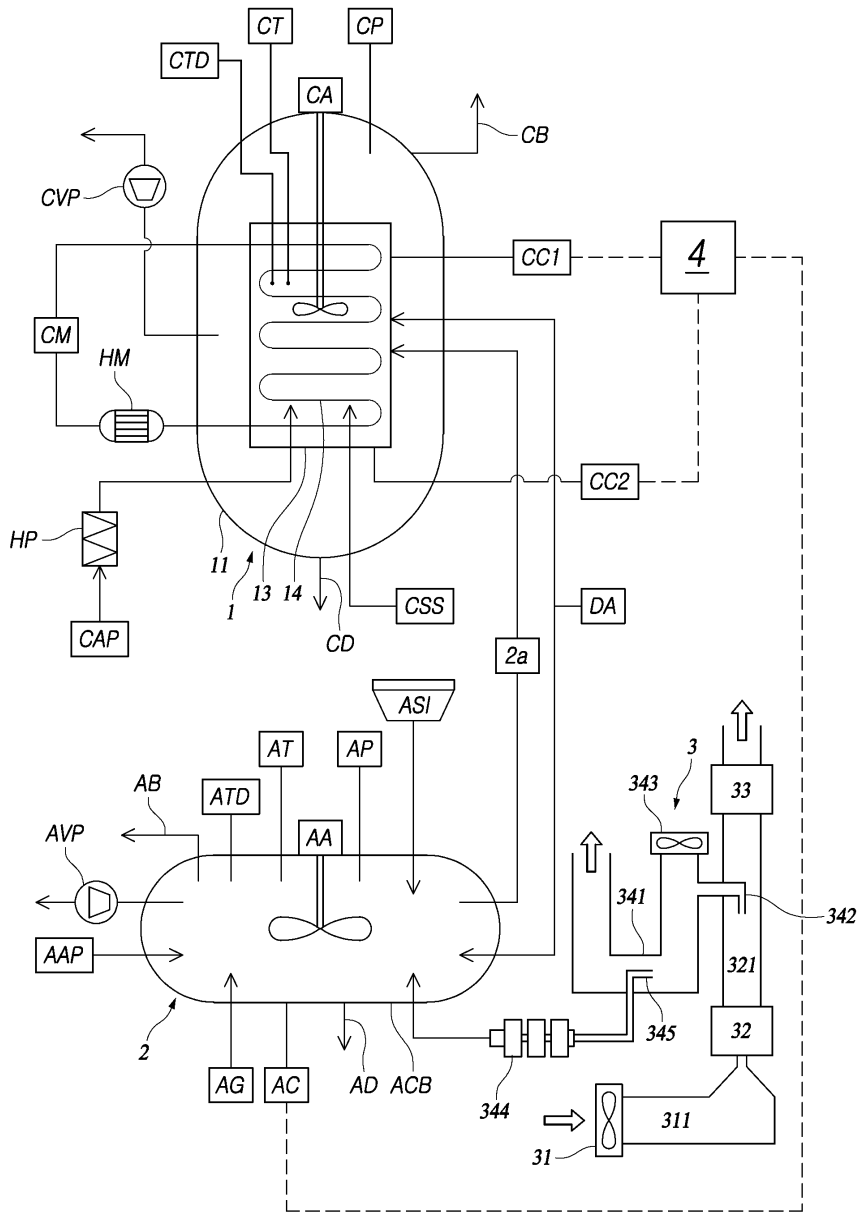
간의 압력을 조절할 수 있다. 공기건조모듈(DA)은 외부 공기를 건조시켜 온도조절공간에 공급하여 온도조절공간의 상태를 조절할 수 있다. 구름펌핑모듈(CAP)은 외부 공기를 온도조절공간에 주입하되, 헤파필터(HP)가 외부 공기에서 이물질질을 필터링하도록 하고, 필터링된 외부 공기가 온도조절공간에 공급되도록 하여 온도조절공간의 상태를 조절할 수 있다. 스팀공급모듈(CSS)은 스팀을 발생시켜 온도조절공간에 공급하여 온도조절공간의 습도를 조절할 수 있다.

- [0098] 냉각모듈(CM)은 열매체를 냉각시켜 온도조절모듈(14)에 공급하고, 가열모듈(HM)은 열매체를 가열시켜 온도조절모듈(14)에 공급하여 온도조절공간의 온도조절을 원활하게 할 수 있다.
- [0099] 투시창(W)을 통해 온도조절공간의 상태를 육안으로 관찰할 수 있다.
- [0100] 구름측정모듈은 제1측정모듈(CC1)과 제2측정모듈(CC2)로 구분할 수 있다. 제1측정모듈(CC1)은 구름총응결핵계수기와, 구름나노입자계수기와, 구름응결핵계수기와, 구름빙정핵계수기를 포함하고, 내부챔버(13)의 측면에서 온도조절공간의 구름 상태와 에어로졸 상태를 측정할 수 있다. 제2측정모듈(CC2)은 구름공학입자계수기와 구름입자이미징시스템을 포함하고, 내부챔버(13)의 하면에서 온도조절공간의 구름 상태와 에어로졸 상태를 측정할 수 있다.
- [0101] 온도조절공간에서 생성된 물은 압력조절공간으로 배출되고, 압력조절공간에 수용되는 물은 구름드레인(CD)을 통해 외부로 배출되도록 한다.
- [0102] 구름챔버(1)와 에어로졸챔버(2)에서 측정된 정보는 분석서버(4)로 전송되어 분석서버(4)의 동작에 기여한다.
- [0103] 상술한 구름챔버와 에어로졸챔버를 구비하는 구름 물리 실험 시스템에 따르면, 구름씨를 구성하는 에어로졸을 살포하여 구름을 관측하는 것과 같은 방식의 실험을 지상에서 안정되게 구현할 수 있다.
- [0104] 또한, 구름 물리 실험을 위한 지상 실험에서 구름씨를 구성하는 에어로졸에 의한 실험 효과를 정밀하게 검증하고 구름 물리 실험의 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [0105] 또한, 구름챔버(1)를 통해 구름 물리 실험을 위한 지상 실험에서 구름 관측을 위한 기상환경을 명확하게 구현하고, 구름씨를 구성하는 에어로졸에 의한 강수량의 실험효과를 검증은 정밀하게 하며, 실험효과를 검증은 위한 데이터를 정밀하게 수집할 수 있다.
- [0106] 또한, 외부챔버(11)의 구성을 통해 압력조절공간과 온도조절공간에서 구현하고자 하는 기상환경의 변화를 실질적으로 방지하고, 구름 관측을 위한 기상환경을 안정되게 유지시킬 수 있다.
- [0107] 또한, 외측출입문(107) 및 내측출입문(1313)이 구비되어 압력조절공간과 온도조절공간의 유지보수를 간편하게 할 수 있다.
- [0108] 또한, 내부챔버(13)의 세부 결합 관계를 통해 압력조절공간과 온도조절공간을 간편하게 구획하고, 온도조절공간에서의 온도 조절을 명확하게 할 수 있다. 또한, 내측상부접속구(1321)와 내측상부연결부(1331) 중 적어도 내측상부접속구(1321)를 통해 온도조절공간과 압력조절공간이 연통되므로, 압력조절공간에서 조절된 압력이 온도조절공간의 압력과 동일해지고, 압력조절공간의 압력 조절에 따라 온도조절공간의 압력을 조절할 수 있다.
- [0109] 또한, 외부챔버(11)의 측면에 구비되는 접속구들과 내부챔버(13)의 측면에 구비되는 접속구들의 연결 관계를 통해 구름총응결핵계수기와, 구름나노입자계수기와, 구름응결핵계수기와, 구름빙정핵계수기를 이용하여 온도조절공간에서의 에어로졸 관측을 명확하게 할 수 있다. 또한, 온도조절모듈(14)에 열매체를 원활하게 공급함은 물론 온도조절모듈(14)로부터 열매체가 원활하게 배출되도록 한다. 또한, 온도조절공간에 에어로졸의 공급을 원활하게 할 수 있다.
- [0110] 또한, 내측상부구획부(133)와 내측하부구획부(135)를 통해 구름챔버(1)에 결합되는 다양한 측정기구들의 접속을 간편하게 하고, 온도조절공간의 상부와 하부에서 각각 상면순환모듈(144)과 하면순환모듈(145)의 결합을 안정화시킬 수 있다.
- [0111] 또한, 외부챔버(11)의 상면에 구비되는 접속구들과 내부챔버(13)의 상면에 구비되는 접속구들의 연결 관계를 통해 구름교반모듈(CA)로 온도조절공간의 물질을 균일하게 혼합시킬 수 있고, 구름압력계(CP)로 압력조절공간의 압력 측정을 간편하게 하며, 구름온도계(CT)와 구름이슬점온도계(CTD)로 온도조절공간의 온도 및 이슬점온도를 간편하게 측정할 수 있다.
- [0112] 또한, 외부챔버(11)의 측면에 구비되는 접속구들과 내부챔버(13)의 하면에 구비되는 접속구들의 연결 관계를 통

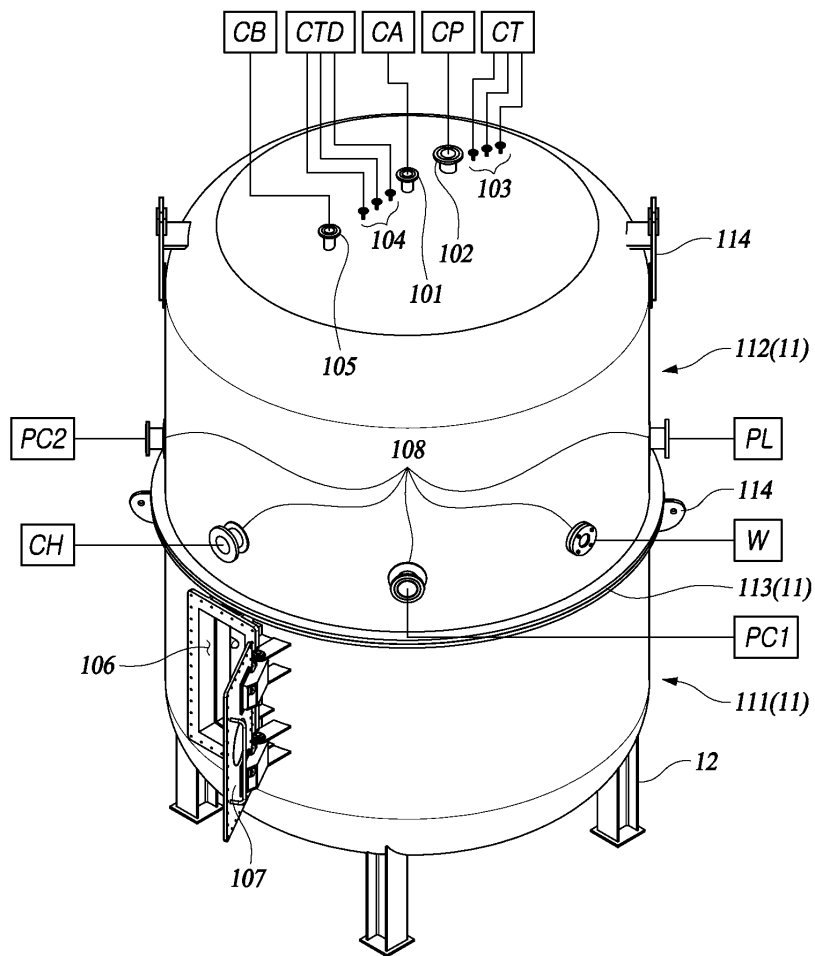
133: 내측상부구획부 1331: 내측상부연결부 134: 내측하부커버
 1341: 내측하부접속구 135: 내측하부구획부 1351: 내측하부연결부
 136: 단열패널 137: 챔버지지모듈 14: 온도조절모듈
 141: 조절공급헤더 142: 조절배출헤더 143: 측면순환모듈
 1431: 측면공급헤더 1432: 측면배출헤더 1433: 측면순환라인
 1434: 측면공급조인트 1435: 측면배출조인트 1436: 측면확산판
 144: 상면순환모듈 1441: 상면공급헤더 1442: 상면배출헤더
 1443: 상면순환라인 1444: 상면공급조인트 1445: 상면배출조인트
 1446: 상면확산판 145: 하면순환모듈
 CA: 구름교반모듈 CB: 구름벤트 CC1: 제1측정모듈
 CC2: 제2측정모듈 CD: 구름드레인 CTD: 구름이슬점온도계
 CT: 구름온도계 CP: 구름압력계 CH: 구름습도계
 W: 투시창 DA: 공기건조모듈 CVP: 구름진공모듈
 CSS: 스팀공급모듈 PL: 광원모듈 PC1: 제1카메라모듈
 PC2: 제2카메라모듈 HP: 헤파필터 CAP: 구름펌핑모듈
 CM: 냉각모듈 HM: 가열모듈
 2: 에어로졸챔버 2a: 에어로졸공급모듈
 ACB: 에어로졸챔버바디 AA: 에어로교반모듈 AB: 에어로벤트
 AC: 에어로측정모듈 AD: 에어로드레인 ATD: 에어로이슬점온도계
 AT: 에어로온도계 AP: 에어로압력계 AVP: 에어로진공모듈
 AAP: 에어로펌핑모듈 AG: 에어로줄발생기 ASI: 시료채취기
 3: 연소반응유닛 31: 풍동팬 311: 풍동덕트
 32: 연소반응모듈 321: 배기덕트 33: 집진모듈
 341: 송풍덕트 342: 희석기노즐 343: 송풍팬
 344: 에어로졸희석기 345: 샘플링노즐
 4: 분석서버

도면

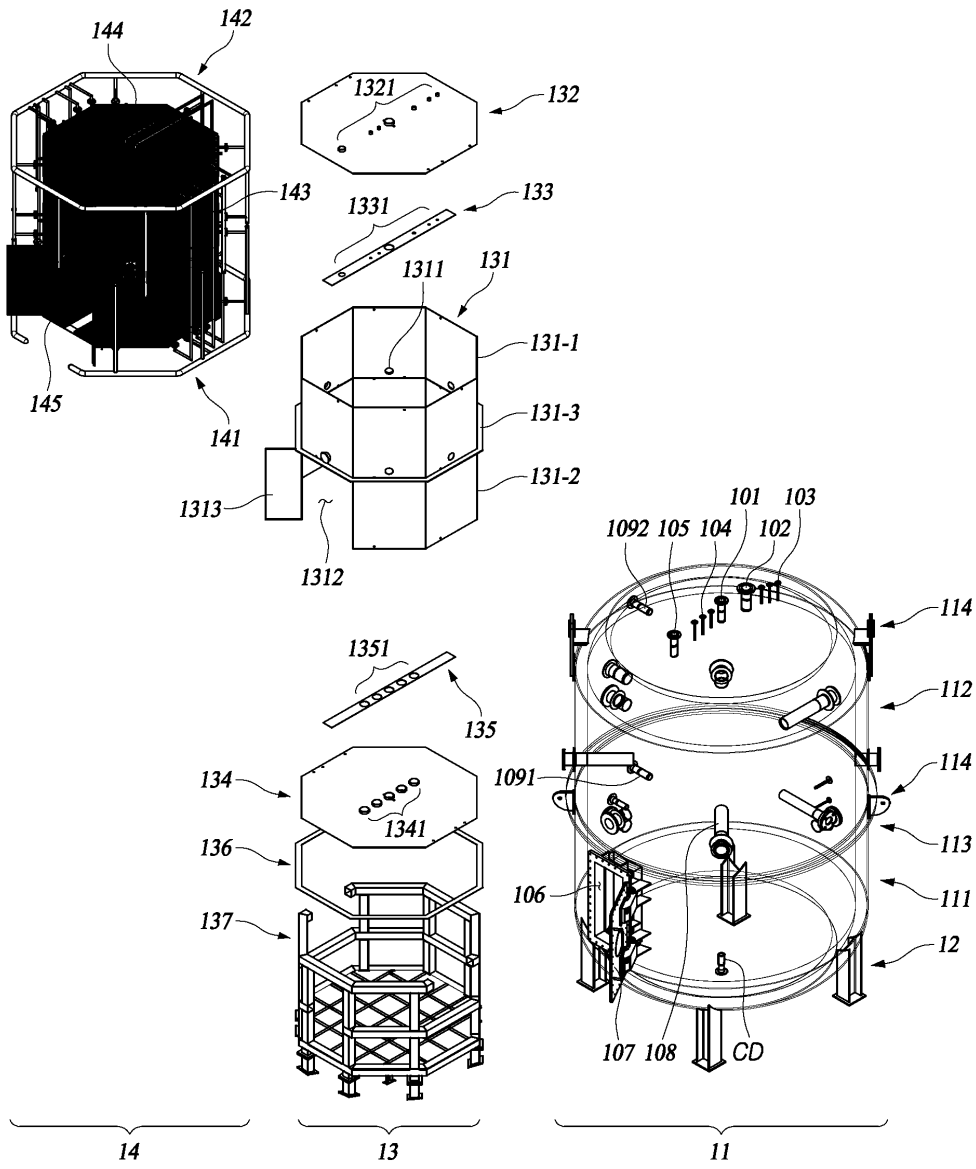
도면1



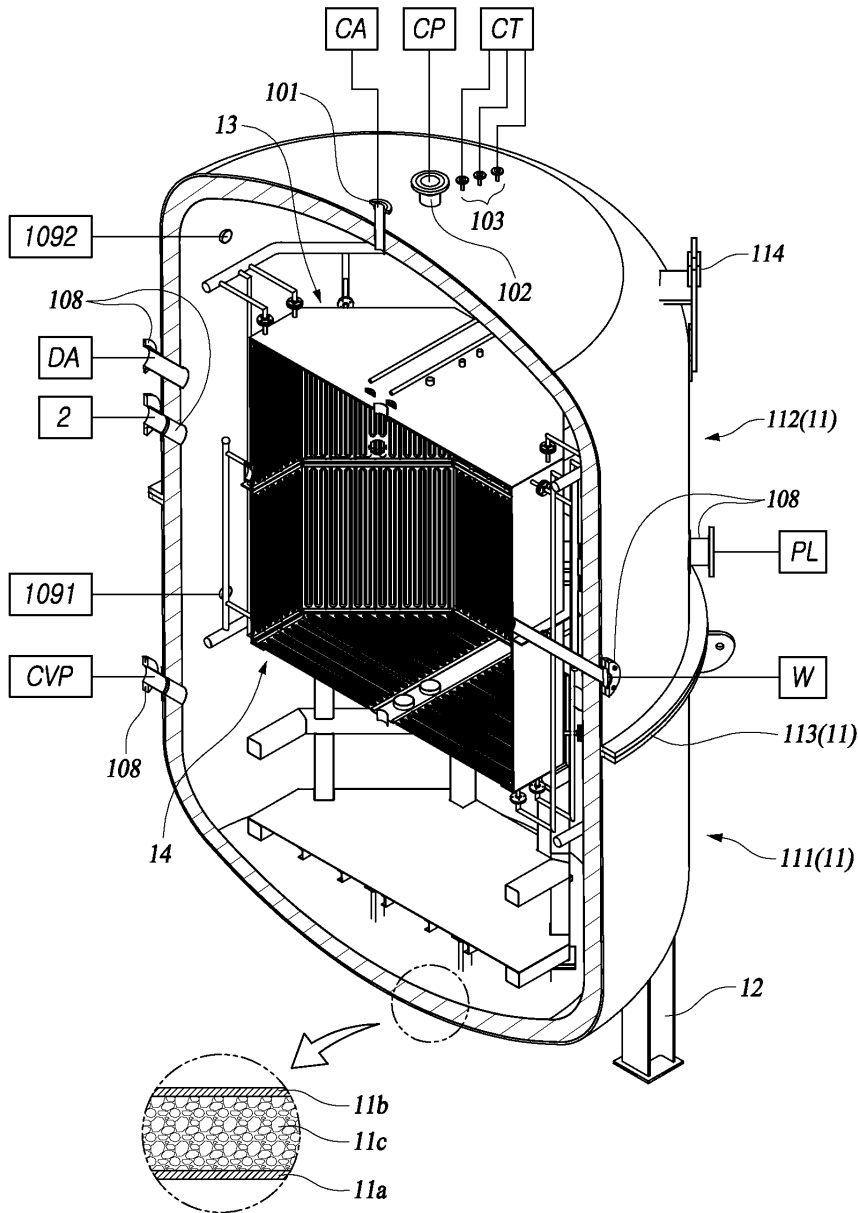
도면2



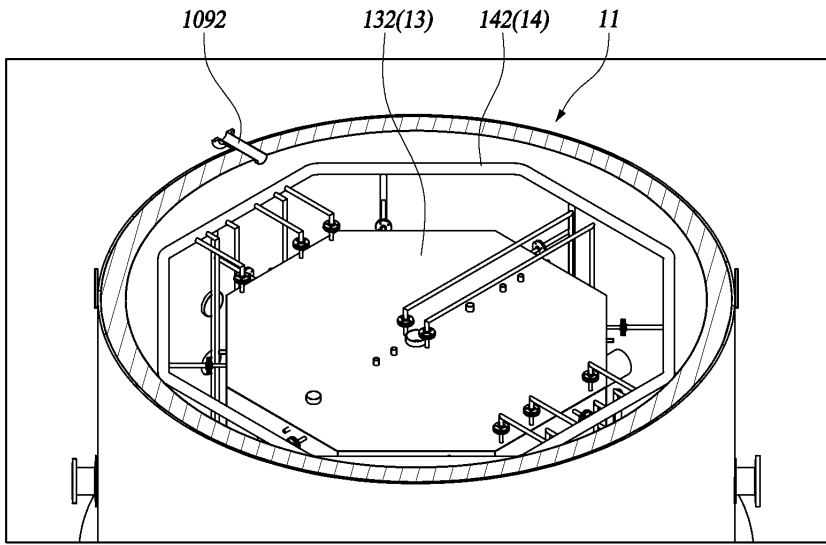
도면3



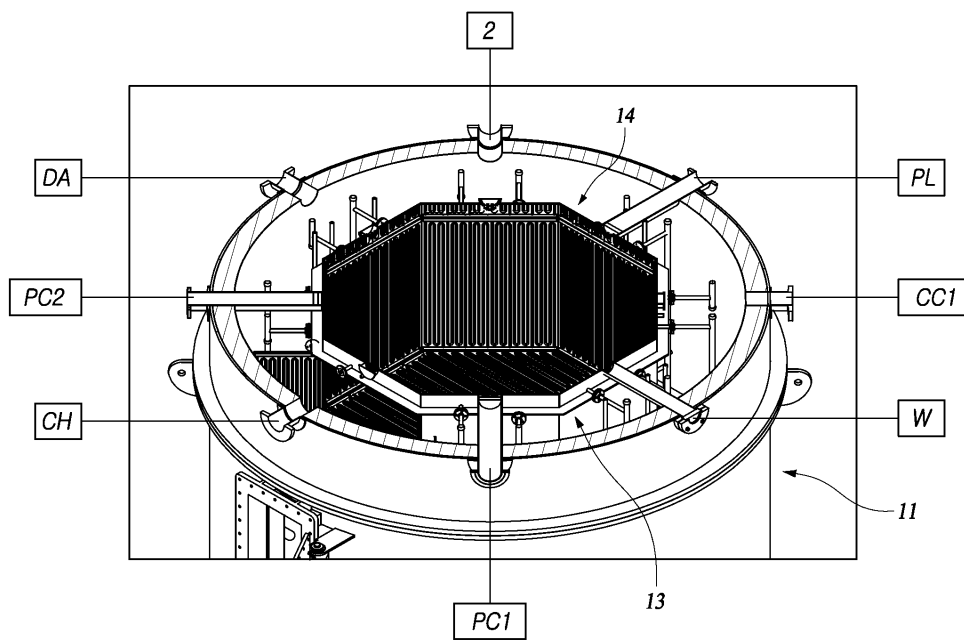
도면4



도면5

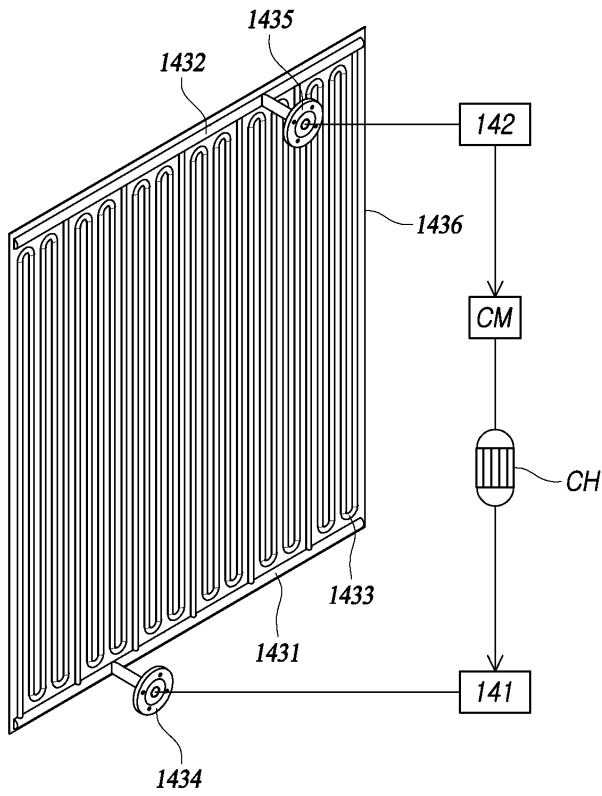


도면6



도면7

143



도면8

