



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월06일

(11) 등록번호 10-2137564

(24) 등록일자 2020년07월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01M 9/06 (2006.01) G21C 1/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01M 9/065 (2019.01)

G21C 1/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0011412

(22) 출원일자 2019년01월29일

심사청구일자 2019년01월29일

(56) 선행기술조사문헌

JP2018072140 A*

CN206055947 U*

KR1020110059273 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

중앙대학교 산학협력단

서울특별시 동작구 흑석로 84 (흑석동)

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)

(72) 발명자

정동욱

서울특별시 서초구 서운로 107, 203동 1304호 (서초동, 래미안서초에스티지)

안호선

인천광역시 남동구 서창남로 17, 1113동 503호(서창동, 서창LH11단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 제나

전체 청구항 수 : 총 14 항

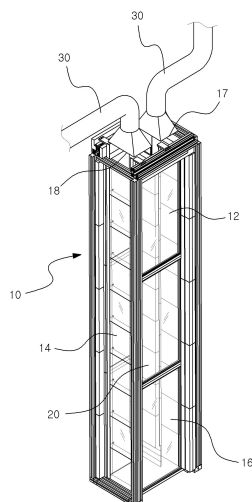
심사관 : 강진영

(54) 발명의 명칭 자연대류 및 강제대류 실험장치

(57) 요약

본 발명은 자연대류 및 강제대류 실험장치에 관한 것이다. 본 발명은 상부에 기체가 유입되는 유입구 및 내부를 순환한 기체가 배출되는 배출구가 형성되는 하우징; 상기 하우징의 내부에서 수평 방향으로 이동이 가능하고, 하단의 높이 변화가 가능하게 설치되는 격벽; 및 상기 하우징의 일측면에 구비되고, 상기 하우징 내부의 기체를 가열시키는 가열 벽면을 포함하고, 상기 격벽은 상기 유입구와 배출구의 사이에 배치되어 상기 유입구를 통해 유입된 기체가 하강한 후, 상기 격벽의 하단을 타고 상승하여 상기 배출구로 배출되도록 할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

황지환

대구광역시 수성구 청호로 370, 101동 506호(범어
동, 장원아파트)

김경문

서울특별시 영등포구 도림로63가길 8-2(신길동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018000619

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 (재)한국연구재단

연구사업명 원자력연구개발사업

연구과제명 원전 잔열제거계통 완전상실사고 대처를 위한 원자로용기 외벽냉각 분석 연구

기 여 율 1/1

주관기관 중앙대학교 산학협력단

연구기간 2017.04.10 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

상부에 기체가 유입되는 유입구 및 내부를 순환한 기체가 배출되는 배출구가 형성되는 하우징;
 상기 하우징의 내부에서 수평 방향으로 이동이 가능하고, 하단의 높이 변화가 가능하게 설치되는 격벽; 및
 상기 하우징의 일측면에 구비되고, 상기 하우징 내부의 기체를 가열시키는 가열 벽면을 포함하고,
 상기 격벽은 상기 유입구와 배출구의 사이에 배치되어 상기 유입구를 통해 유입된 기체가 하강한 후, 상기 격벽의 하단을 타고 상승하여 상기 배출구로 배출되도록 하며,
 상기 격벽 중 상기 가열 벽면과 마주보는 면은 금속 재질로 구성되고, 그 반대면은 단열재로 구성되는 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 하우징은 직육면체 형상으로 만들어지는 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 가열 벽면은 상기 하우징의 내부에서 상승하는 기체와 접촉하는 부분에 설치되는 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 격벽은,
 격벽 몸체; 및
 상기 격벽 몸체의 하단에 차례대로 결합되는 복수개의 단위 격벽을 포함하는 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 격벽은 복수개의 단위 격벽의 결합으로 이루어지고, 상기 단위 격벽은 하부에 배치된 것부터 차례대로 분리 가능한 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,
 상기 격벽은 하단이 상기 하우징의 바닥면에서 소정 높이만큼 이격되게 설치되는 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 하우스의 양측면에는 상기 하우스 내부의 기체 유동을 보기 위한 가시화창이 설치되는 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 하우스의 내부에서 하강하는 기체와 접촉하는 부분에는 공기유로 벽면이 설치되는 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 공기유로 벽면은 수평 방향으로 이동 가능한 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 유입구 및 배출구에는 각각 자연순환 덕트가 연결되고, 상기 자연순환 덕트의 일측에는 각각 송풍기에 의해 강제적으로 기체가 유입되는 강제순환 덕트가 연결되는 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 유입구 및 배출구에는 각각 자연순환 덕트가 연결되고, 상기 자연순환 덕트의 일측에는 수직 방향으로 연장되는 중간 덕트가 연결되며, 상기 중간 덕트의 일측에는 복수개가 다양한 높이를 가지도록 자연순환 입구 덕트 및 자연순환 출구 덕트가 연결되는 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 자연순환 덕트 또는 중간 덕트의 일측에는 송풍기에 의해 강제적으로 기체가 유입되는 강제순환 입구 덕트 및 강제순환 출구 덕트가 연결되는 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 자연순환 입구 덕트 및 강제순환 입구 덕트의 출구, 상기 자연순환 출구 덕트 및 강제순환 출구 덕트의 입구에는 기체의 개폐를 위한 개폐 밸브가 설치되는 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 유입구 및 배출구에는 각각 자연순환 덕트가 연결되고, 상기 자연순환 덕트에는 버터플라이 밸브가 설치되는 것을 특징으로 하는 자연대류 및 강제대류 실험장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 자연대류 및 강제대류 실험장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 양측면에서 가열되는 기체유로 내의

[0001]

자연대류 및 강제대류 거동을 측정 및 분석할 수 있는 자연대류 및 강제대류 실험장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] PGSFR(prototype Gen-IV sodium-cooled fast reactor)은 현재 KAERI(Korea Atomic Energy Research Institute)에서 개발중인 Generation IV Reactors(Gen-IV) 중 하나이다. 소듐 냉각고속로의 원자로용기는 Reactor Vessel(RV) 과 Containment Vessel(CV)로 구성된 2중 용기 형태로 경수로에 비해 냉각재 상실사고 가능성이 낮지만 물을 사용할 수 없어 잔열제거 기능이 다양하지 않다.
- [0003] 원자로 공동 냉각 계통(Reactor Vault Cooling System-RVCS)은 콘크리트 구조물 및 원자로 용기 냉각을 위한 계통으로 RV, CV, 공기유로 분리기(Separator - SP), 콘크리트 구조물(CW)로 구성되며 각 구조물 사이에서 열 전달에 의해 외부 대기로 열을 제거하게 된다. RV의 붕괴열(Decay heat)이 복사에 의해 CV로 전달되며 그 열은 다시 CV 벽면에서 SP, CW로의 복사 열 전달, CV 벽면에서의 대류로 형성되는 외기 유입에 의한 대기 자연 순환에 의해서 제거된다.
- [0004] 그러나, 현존하는 실험장치의 경우 유로분리기 및 최종단의 CW를 모사하는 벽면의 이동을 통한 유로의 수력직경의 변경이 불가능하며 유로분리기의 하부높이를 용이하게 변경할 수 있는 구조로 설계되어 있지 않아 SP하부 높이에 따른 압력강하, 순환(Circulation) 발생으로 인한 핫스팟(Hot spot) 발생 등의 예측에 어려움이 있으며 양 측면에서 유체 유속프로파일 측정을 위한 가시화기법을 적용하기에 어려움이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2014-0033475호(2014.03.18)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 벽면 사이의 기체 대류 및 복사 열전달 메커니즘 실험을 통한 현상의 이해가 가능하고, 자연대류 및 강제대류에 대한 실험 구성이 가변적으로 가능하며 개별적인 모사가 가능한 자연대류 및 강제대류 실험장치를 제공하는 것이다.
- [0007] 또한, 격벽의 이동을 통해 실험장치를 재구성하지 않고 수력직경을 변경할 수 있으며 격벽의 높이 또한 변경이 가능하여 유로의 임의적 변형이 가능한 자연대류 및 강제대류 실험장치를 제공하는 것이다.
- [0008] 또한, 다양한 냉각시스템에서의 실험장치 재구성 없이 수력직경, 압력강하 등을 조절할 수 있어 냉각성능 분석 실험을 원활하게 하며, 격벽의 높이 조절 및 출구 굴뚝의 높이를 조절함으로써 임의적으로 굴뚝효과, 외기 조건에 따른 대류 열전달 변화 등을 확인할 수 있는 자연대류 및 강제대류 실험장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명에 의한 자연대류 및 강제대류 실험장치는 상부에 기체가 유입되는 유입구 및 내부를 순환한 기체가 배출되는 배출구가 형성되는 하우징; 상기 하우징의 내부에서 수평 방향으로 이동이 가능하고, 하단의 높이 변화가 가능하게 설치되는 격벽; 및 상기 하우징의 일측면에 구비되고, 상기 하우징 내부의 기체를 가열시키는 가열 벽면을 포함하고, 상기 격벽은 상기 유입구와 배출구의 사이에 배치되어 상기 유입구를 통해 유입된 기체가 하강한 후, 상기 격벽의 하단을 타고 상승하여 상기 배출구로 배출되도록 할 수 있다.
- [0010] 상기 하우징은 직육면체 형상으로 만들어질 수 있다.
- [0011] 상기 가열 벽면은 상기 하우징의 내부에서 상승하는 기체와 접촉하는 부분에 설치될 수 있다.
- [0012] 상기 격벽은, 격벽 몸체; 및 상기 격벽 몸체의 하단에 차례대로 결합되는 복수개의 단위 격벽을 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 격벽은 복수개의 단위 격벽의 결합으로 이루어지고, 상기 단위 격벽은 하부에 배치된 것부터 차례대로 분

리 가능할 수 있다.

- [0014] 상기 격벽 중 상기 가열 벽면과 마주보는 면은 금속 재질로 구성되고, 그 반대면은 단열재로 구성될 수 있다.
- [0015] 상기 격벽은 하단이 상기 하우징의 바닥면에서 소정 높이만큼 이격되게 설치될 수 있다.
- [0016] 상기 하우징의 양측면에는 상기 하우징 내부의 기체 유동을 보기 위한 가시화창이 설치될 수 있다.
- [0017] 상기 하우징의 내부에서 하강하는 기체와 접촉하는 부분에는 공기유로 벽면이 설치될 수 있다.
- [0018] 상기 공기유로 벽면은 수평 방향으로 이동 가능할 수 있다.
- [0019] 상기 유입구 및 배출구에는 각각 자연순환 덕트가 연결되고, 상기 자연순환 덕트의 일측에는 각각 송풍기에 의해 강제적으로 기체가 유입되는 강제순환 덕트가 연결될 수 있다.
- [0020] 상기 유입구 및 배출구에는 각각 자연순환 덕트가 연결되고, 상기 자연순환 덕트의 일측에는 수직 방향으로 연장되는 중간 덕트가 연결되며, 상기 중간 덕트의 일측에는 복수개가 다양한 높이를 가지도록 자연순환 입구 덕트 및 자연순환 출구 덕트가 연결될 수 있다.
- [0021] 상기 자연순환 덕트 또는 중간 덕트의 일측에는 송풍기에 의해 강제적으로 기체가 유입되는 강제순환 입구 덕트 및 강제순환 출구 덕트가 연결될 수 있다.
- [0022] 상기 자연순환 입구 덕트 및 강제순환 입구 덕트의 출구, 상기 자연순환 출구 덕트 및 강제순환 출구 덕트의 입구에는 기체의 개폐를 위한 개폐 댐퍼가 설치될 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 벽면 사이의 기체 대류 및 복사 열전달 메커니즘 실험을 통한 현상의 이해가 가능하고, 자연대류 및 강제대류에 대한 실험 구성이 가변적으로 가능하며 개별적인 모사가 가능하다.
- [0024] 또한, 격벽의 이동을 통해 실험장치를 재구성하지 않고 수력직경을 변경할 수 있으며 격벽의 높이 또한 변경이 가능하여 유로의 임의적 변형이 가능하다.
- [0025] 또한, 다양한 냉각시스템에서의 실험장치 재구성 없이 수력직경, 압력강하 등을 조절할 수 있어 냉각성능 분석 실험을 원활하게 하며, 격벽의 높이 조절 및 출구 굴뚝의 높이를 조절함으로써 임의적으로 굴뚝효과, 외기 조건에 따른 대류 열전달 변화 등을 확인할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자연대류 및 강제대류 실험장치의 사시도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 자연대류 및 강제대류 실험장치의 측면도.
- 도 3은 격벽의 상부 이동 구조를 보인 도면.
- 도 4는 공기유로 벽면의 설치 구조를 보인 도면.
- 도 5는 자연순환 덕트 및 강제순환 덕트의 일 예를 보인 도면.
- 도 6은 자연순환 덕트 및 강제순환 덕트의 다른 예를 보인 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0028] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0029] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가

아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0030] 이하, 본 발명에 의한 자연대류 및 강제대류 실험장치의 일 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자연대류 및 강제대류 실험장치의 사시도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 자연대류 및 강제대류 실험장치의 측면도이며, 도 3은 격벽의 상부 이동 구조를 보인 도면이고, 도 4는 공기유로 벽면의 설치 구조를 보인 도면이다.
- [0032] 이에 도시된 바에 따르면, 본 발명에 의한 자연대류 및 강제대류 실험장치는 상부에 기체가 유입되는 유입구(17) 및 내부를 순환한 기체가 배출되는 배출구(18)가 형성되는 하우징(10); 상기 하우징(10)의 내부에서 수평 방향으로 이동이 가능하고, 하단의 높이 변화가 가능하게 설치되는 격벽(20); 및 상기 하우징(10)의 일측면에 구비되고, 상기 하우징(10) 내부의 기체를 가열시키는 가열 벽면(12)을 포함하고, 상기 격벽(20)은 상기 유입구(17)와 배출구(18)의 사이에 배치되어 상기 유입구(17)를 통해 유입된 기체가 하강한 후, 상기 격벽(20)의 하단을 타고 상승하여 상기 배출구(18)로 배출되도록 할 수 있다.
- [0033] 하우징(10)은 수직 방향으로 소정의 높이를 가진 직육면체 형상으로 제작될 수 있다. 하우징(10)은 이하에서 구체적으로 설명할 가열 벽면(12), 공기유로 벽면(14), 가시화창(16)이 측면 벽을 형성하도록 제작되며 하우징(10)의 높이는 내부에서 기체가 충분히 순환하여 유동을 확인할 수 있는 정도로 설계될 수 있다.
- [0034] 가열 벽면(12)은 하우징(10)의 내부로 열을 전달하도록 가열되는 벽면이다. 가열 벽면(12)은 열원을 모사하는 부분으로서, 전열기가 가열 벽면(12) 내에 삽입되거나 가열 벽면(12)의 후면에 설치되어 열을 공급할 수 있다. 가열 벽면(12)은 안정적인 열 공급을 위하여 충분한 두께를 가짐으로써 열용량의 확보가 가능하다. 가열 벽면(12) 쪽에서 유동하는 기체의 경우 자연대류에 의해 상향 이동되며 추가적인 송풍기(미도시)에 의한 강제적인 기체 유입으로 강제대류 유동의 실험도 가능하다.
- [0035] 공기유로 벽면(14)은 가열 벽면(12)의 반대편에 배치되는 벽면으로서, 공기유로 벽면(14)은 별도의 가열이 이루어지지 않는다. 공기유로 벽면(14) 쪽에서 유동하는 기체는 유입구(17)를 통해 유입된 기체로서 하향 이동된다. 즉, 공기유로 벽면(14) 쪽으로 유입된 기체는 공기유로 벽면(14)을 따라 하강하였다가 반대편에서 전달되는 열에 의해 상향 이동된다.
- [0036] 그리고, 하우징(10)의 양측면에는 내부의 기체 유동을 외부에서 가시화하기 위하여 투명한 재질의 가시화창(16)이 구비된다. 가시화창(16)은 하우징(10)의 양측면 전체에 걸쳐 구비됨으로써, 국부 가시화가 아닌 유로 전체에 대한 가시화가 가능하게 한다. 또한, 입구 영역(Entrance region), 경계층 두께(Boundary layer thickness) 등을 가시화를 통해 직접적으로 확인 가능하며 국부 속도(Local velocity)를 다양한 곳에서 측정이 가능한 장점이 있다.
- [0037] 하우징(10)의 내부에는 격벽(20)이 수직 방향으로 설치된다. 격벽(20)은 가열 벽면(12)과 마주보게 설치되는데, 공기유로 벽면(14)보다는 가열 벽면(12)에 가깝게 배치된다. 본 실시예에서 격벽(20)은 하우징(10) 내부의 일정 공간을 구획해서 차단하는 것은 아니다. 보다 구체적으로 설명하면, 격벽(20)은 가열 벽면(12)과 공기유로 벽면(14) 사이에 설치되는데, 양측면은 가시화창(16)에 밀착되어 측면 쪽에서의 유로 형성은 되지 않고 하단이 하우징(10)의 바닥면에서 소정 높이만큼 이격되게 설치된다.
- [0038] 이와 같이 되면, 하우징(10)의 내부로 유입된 기체는 공기유로 벽면(14)을 타고 하강하다가 격벽(20)의 하단과 하우징(10)의 바닥면 사이를 통과하여 가열 벽면(12)을 타고 상승하는 U자 유로를 거치게 된다.
- [0039] 본 실시예에서 격벽(20)은 전후 방향으로 이동이 가능하다. 여기에서 전후 방향은 가열 벽면(12)과 공기유로 벽면(14)을 전면 및 후면으로 가정하고 이동하는 것을 의미한다. 따라서, U자 유로에서 상향유로는 전면이 가열 벽면(12), 후면이 격벽(20), 양측면이 가시화창(16)이고, 하향유로는 전면이 격벽(20), 후면이 공기유로 벽면(14), 양측면이 가시화창(16)으로 형성된다. 또한, 격벽(20)은 하단의 높이가 변화되도록 설치된다.
- [0040] 공기가 유동하는 채널에 대하여 가열 벽면(12)에서의 가열이 이루어지고, 이로 인한 대류(Convection)에 의한 U자 유로에서의 기체순환 시 격벽(20)의 이동을 통한 채널 간격 및 하단 높이조절에 따른 수력직경(Hydraulic

diameter)의 변화를 설계할 수 있다.

- [0041] 도 3을 참조하면, 격벽(20)의 상부에는 슬라이딩 부재(21)가 구비된다. 슬라이딩 부재(21)는 하우징(10)의 상단에 설치된 가이드레일(28)에 적어도 일부가 슬라이딩되게 결합된다. 슬라이딩 부재(21)는 가이드레일(28)에 결합되어 슬라이딩 가능한 형태라면 어떠한 것이라도 채용 가능한데, 본 도면에서는 단부에 원형 단면의 홈이 형성되고, 가이드레일(28)에 형성된 봉 형상의 레일에 상기 홈이 삽입되어 슬라이딩되게 구성된다.
- [0042] 본 도면에는 구체적으로 도시되어 있지 않으나, 공기유로 벽면(14) 또한 격벽(20)과 같이 수평 방향으로 이동가능하게 설치될 수 있다.
- [0043] 도 4를 참조하면, 격벽(20)은 상하방으로 긴 플레이트 형태로 만들어진다. 격벽(20)은 격벽 몸체(22)와, 상기 격벽 몸체(22)의 하단에 차례대로 결합되는 복수개의 단위 격벽(24)을 포함한다. 단위 격벽(24)은 격벽 몸체(22) 보다는 작은 부피를 가지도록 만들어지며, 격벽 몸체(22)의 하단에 복수개가 설계 조건에 따라 결합될 수 있다. 격벽 몸체(22)와 단위 격벽(24) 간의 결합, 단위 격벽(24) 간의 결합은 스크류(26)에 의해 이루어질 수 있다. 상기와 같이 결합된 단위 격벽(24)은 설계 조건에 따라 하부에 배치된 것부터 차례대로 분리될 수 있다. 예를 들어, 작업자는 단위 격벽(24)의 결합 개수를 조절하고, 격벽(20)을 소정 위치로 이동시킴으로써 상향유로 및 하향유로의 수력직경을 용도에 맞게 변경이 용이하다.
- [0044] 이상에서는 격벽(20) 하단의 높이 변화가 단위 격벽(24)의 분리 및 결합에 의해 조절되는 것으로 설명하였으나, 이에 제한되는 것은 아니고 격벽(20) 하부가 슬라이딩되면서 길이가 짧아지는 구조 등에 의해서도 조절이 가능할 수 있다. 또한, 격벽(20) 전체가 복수개의 단위 격벽(24)의 결합으로 구성될 수도 있다.
- [0045] 한편, 격벽(20)은 크게 금속재와 단열재로 구성되는데, 가열 벽면(12)과 마주보는 면은 금속재로 구성되고 그 반대면은 단열재로 구성된다. 즉, 격벽(20)의 전면은 금속재로 구성되고 후면은 단열재로 구성됨으로써, 상향유로에서는 공기가 가열을 위해 열전달이 잘 되도록 하고 하향유로에서는 공기가 가열되어 상향류 발생을 방해하지 않도록 한다.
- [0046] 도 5는 자연순환 덕트 및 강제순환 덕트의 일 예를 보인 도면이고, 도 6은 자연순환 덕트 및 강제순환 덕트의 다른 예를 보인 도면이다.
- [0047] 도 5를 참조하면, 하우징(10)의 유입구(17) 및 배출구(18)에는 각각 자연순환 덕트(30)가 연결된다. 그리고, 자연순환 덕트(30)의 일측에는 강제순환 덕트(40)가 각각 연결될 수 있다. 여기에서 자연순환 덕트(30) 및 강제순환 덕트(40)는 철재 및 비철금속(SUS, 합석 등)을 이용하여 원형덕트 및 리듀서(Reducer), 버터플라이 댐퍼(Butterfly damper) 등으로 구성되며 압력, 온도 등을 측정할 수 있는 측정부를 구비하였으며 변화에 따른 굴뚝 효과를 실험할 수 있도록 굴뚝의 중간에서 유로가 분리되며 댐퍼로 온오프(개방, 폐쇄) 하여 높이를 정할 수 있다. 이를 통해 굴뚝 효과, 외기 변화에 따른 대류 열전달 변화를 확인할 수 있다.
- [0048] 자연순환 덕트(30)는 가열 벽면(12)에서의 가열에 의해서만 공기가 순환할 때 공기가 흐르는 부분이다. 그리고, 강제순환 덕트(31)는 자연순환 덕트(30) 상에서 수직 방향으로 연장되어 설치되고, 강제순환 덕트(31)의 단부는 송풍기와 연결되어 강제적으로 기체를 유입시킴으로써 강제순환을 발생시키게 된다.
- [0049] 도 6을 참조하면, 하우징(10)의 유입구(17) 및 배출구(18)에는 각각 자연순환 덕트(30)가 연결된다. 유입구(17) 및 배출구(18) 측의 자연순환 덕트(30)에는 버터플라이 댐퍼를 적용하여 각도에 따른 형상손실계수를 조절하여 루프 전체의 마찰 손실계수를 조절할 수 있다.
- [0050] 유입구(17)와 연결된 자연순환 덕트(30)의 일측은 수직 방향으로 연장되어 중간 덕트(32)를 형성하는데, 이와 같이 연장된 중간 덕트(32)의 일측에는 복수개가 다양한 높이를 가지도록 자연순환 입구 덕트(34)가 연결될 수 있다. 자연순환 입구 덕트(34)와 중간 덕트(32)가 연결되는 부분에는 개폐 댐퍼(36)가 설치된다. 이와 같이 자연순환 입구 덕트(34)가 높이별로 연결되면 높이별 흡입/토출구 및 개폐 댐퍼(36)를 이용한 굴뚝효과, 대기조건 변화 및 마찰 손실계수를 모사할 수 있다.
- [0051] 그리고, 자연순환 덕트(30)의 단부는 수평 방향으로 연장되어 강제순환 입구 덕트(38)를 형성한다. 강제순환 입구 덕트(38)와 중간 덕트(32)가 연결되는 부분에는 마찬가지로 개폐 댐퍼(36)가 설치된다.
- [0052] 한편, 배출구(18)와 연결된 강제순환 덕트(30)의 일측은 수직 방향으로 연장되어 중간 덕트(32)를 형성한다. 이와 같이 연장된 중간 덕트(32)의 일측에는 유입구(17) 측과 마찬가지로 복수개가 다양한 높이를 가지도록 자연순환 출구 덕트(40)가 연결된다. 자연순환 출구 덕트(40)와 중간 덕트(32)가 연결되는 부분에는 개폐 댐퍼(36)가 설치된다. 그리고, 중간 덕트(32)의 일측에서 가장 낮은 높이에는 강제순환 출구 덕트(42)가 연결된다. 강제

순환 출구 덕트(42)와 중간 덕트(32)가 연결되는 부분에는 개폐 댐퍼(36)가 설치된다.

[0053] 이상에서 설명한 개폐 댐퍼(36)는 필요에 따라 개폐되면서 본 실험장치의 자연순환 및 강제순환 여부를 결정하게 된다. 예를 들어, 자연순환 대류를 실험하기 위해서는 자연순환 입구 덕트(34) 및 자연순환 출구 덕트(40)에 설치된 개폐 댐퍼(36)는 개방하고, 강제순환 입구 덕트(38) 및 강제순환 출구 덕트(42)에 설치된 개폐 댐퍼(36)는 폐쇄하게 된다.

[0054] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 실험장치에 의하면 벽면 사이의 기체 대류 및 복사 열전달 메커니즘 실험을 통한 현상의 이해가 가능하고, 자연대류 및 강제대류에 대한 실험 구성이 가변적으로 가능하다. 또한, 본 실험장치는 두 개의 벽면 사이에 기체 유동이 있는 시스템이라면 어느 곳에서나 사용이 가능하며, 특히, 전자소자 냉각용 방열판, 원자로의 공랭식 피동냉각 계통 등 열원을 냉각하는 개념의 장치에 적용이 가능하다.

[0055] 그리고, 격벽(20)의 이동을 통해 실험장치를 재구성하지 않고 수력직경을 변경할 수 있으며 격벽(20)의 높이 또한 변경이 가능하여 유로의 임의적 변형이 가능하다. 또한, 비가열부의 덕트 라인에서 댐퍼를 설치하여 임의로 압력강하를 조절할 수 있다. 다양한 냉각시스템에서의 실험장치 재구성 없이 수력직경, 압력강하 등을 조절할 수 있어 냉각성능 분석 실험을 원활하게 하며, 격벽(20)의 높이 조절 및 출구 굴뚝의 높이를 조절함으로써 임의적으로 굴뚝효과, 외기 조건에 따른 대류 열전달 변화 등을 확인할 수 있다.

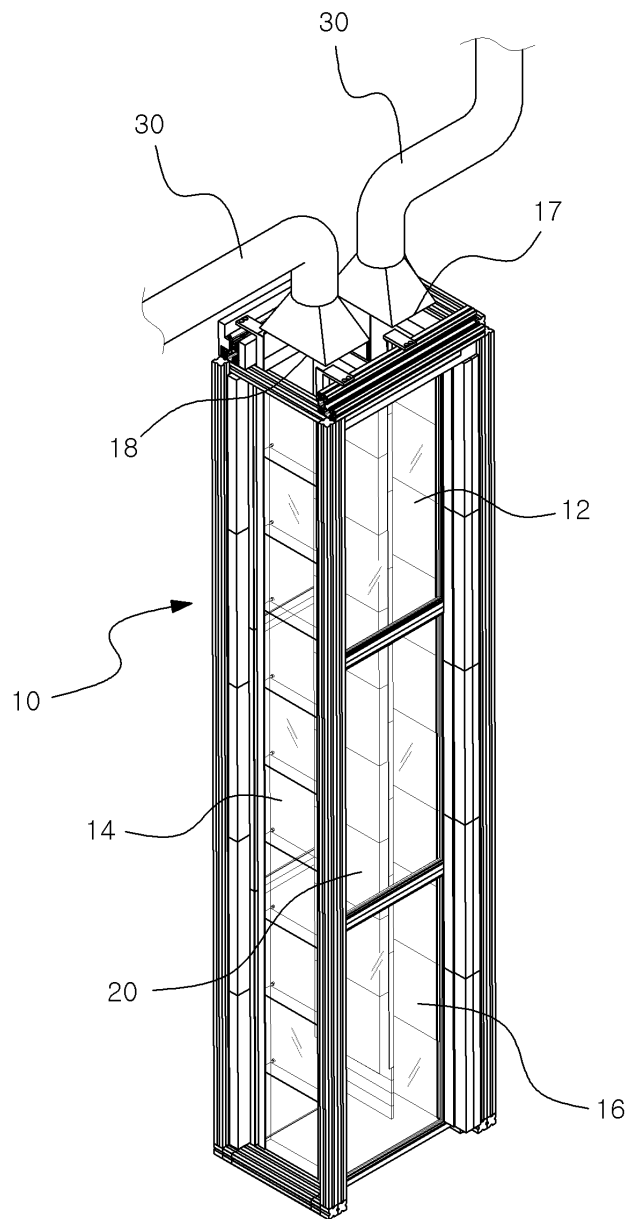
[0056] 상기에서는 본 발명의 특징의 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

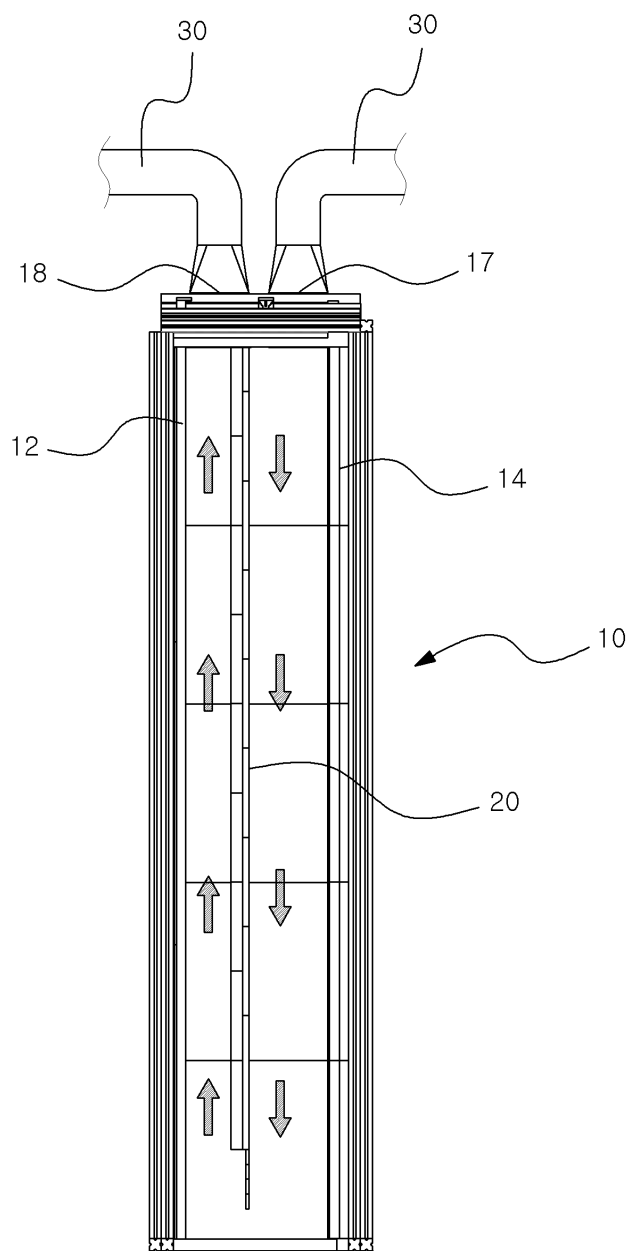
[0057]	10 : 하우징	12 : 가열 벽면
	14 : 공기유로 벽면	16 : 가시화창
	17 : 유입구	18 : 배출구
	20 : 격벽	21 : 슬라이딩 부재
	22 : 격벽 몸체	24 : 단위 격벽
	26 : 스크류	30 : 자연순환 덕트
	31 : 강제순환 덕트	32 : 중간 덕트
	34 : 자연순환 입구 덕트	36 : 개폐 댐퍼
	38 : 강제순환 입구 덕트	40 : 자연순환 출구 덕트
	42 : 강제순환 출구 덕트	

도면

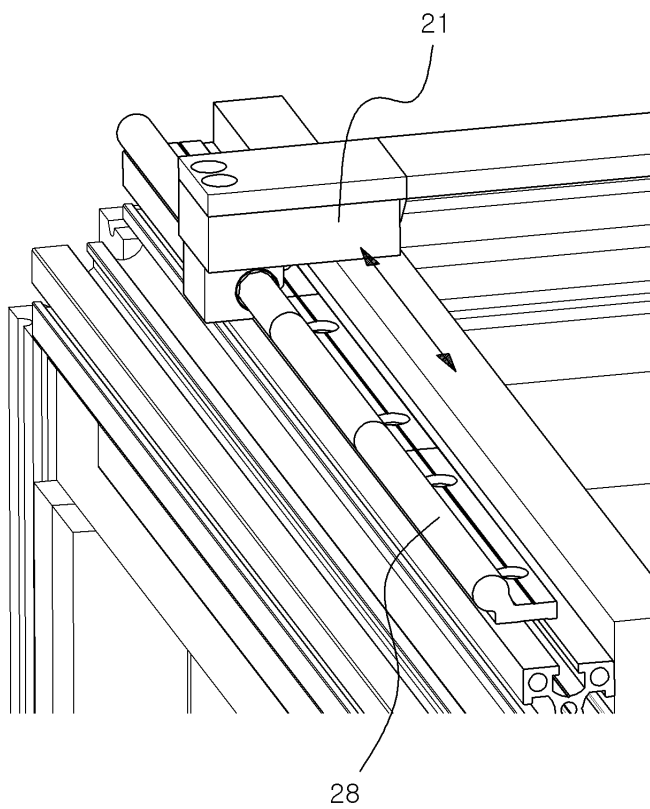
도면1



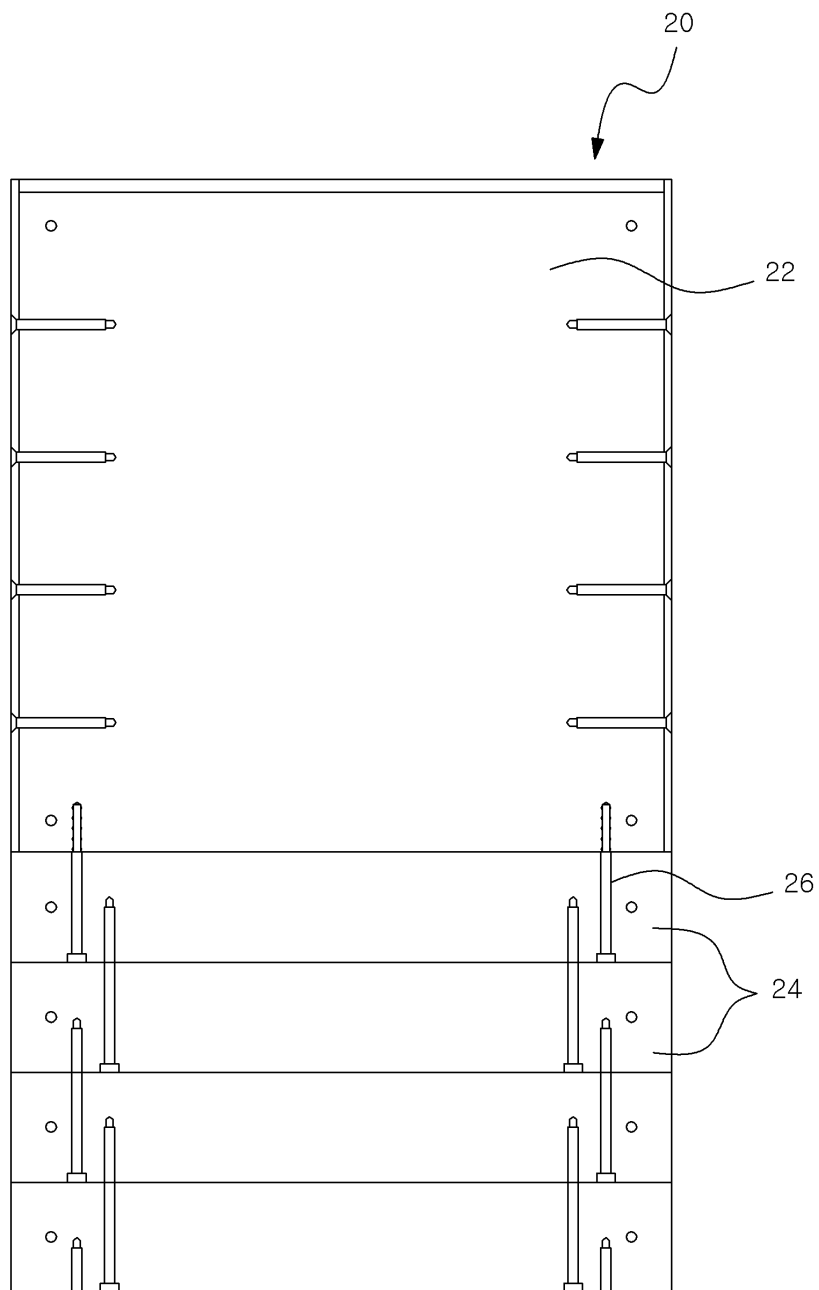
도면2



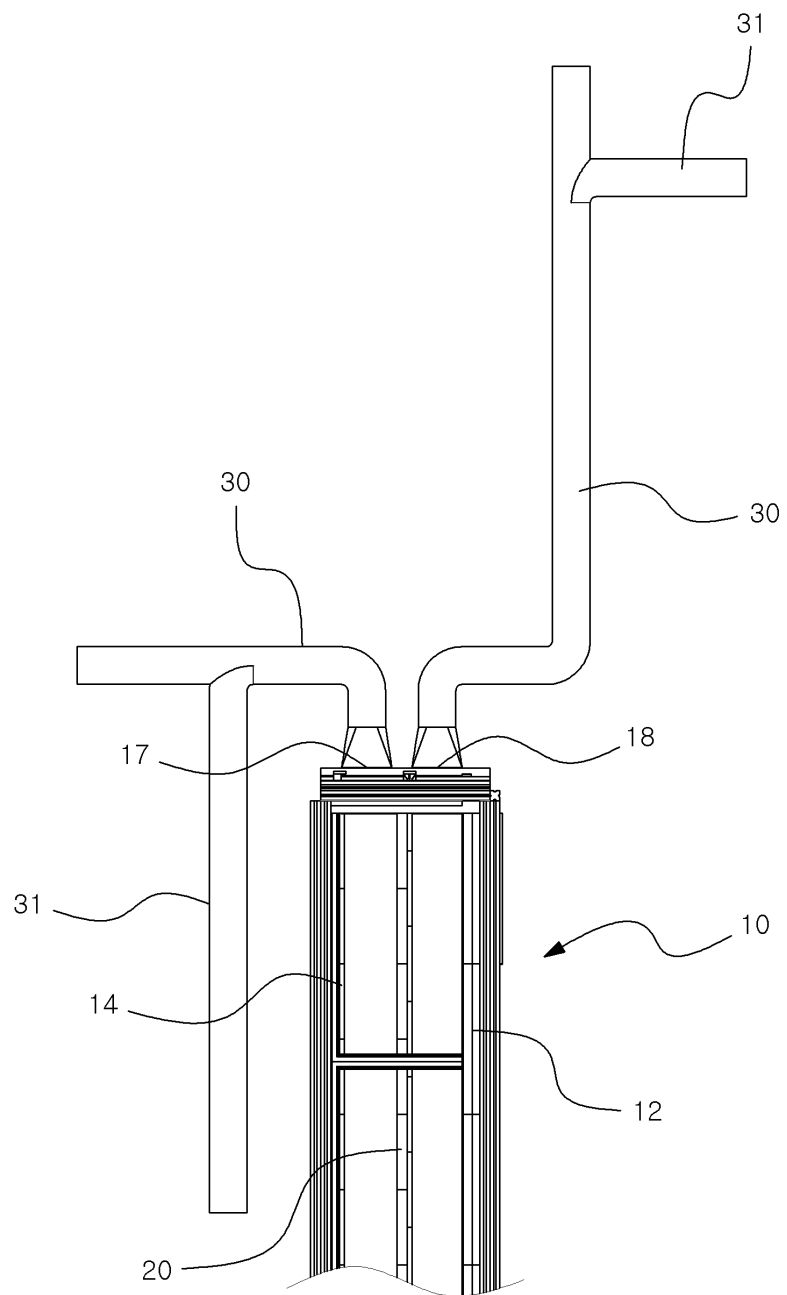
도면3



도면4



도면5



도면6

