



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월26일  
(11) 등록번호 10-2115422  
(24) 등록일자 2020년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G21C 1/30 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G21C 1/30 (2018.01)  
Y02E 30/40 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0008972  
(22) 출원일자 2019년01월24일  
심사청구일자 2019년01월24일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020140010841 A\*  
KR1020150005322 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
울산과학기술원  
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50  
(72) 발명자  
방인철  
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50  
이민호  
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50  
(74) 대리인  
김중석

전체 청구항 수 : 총 5 항

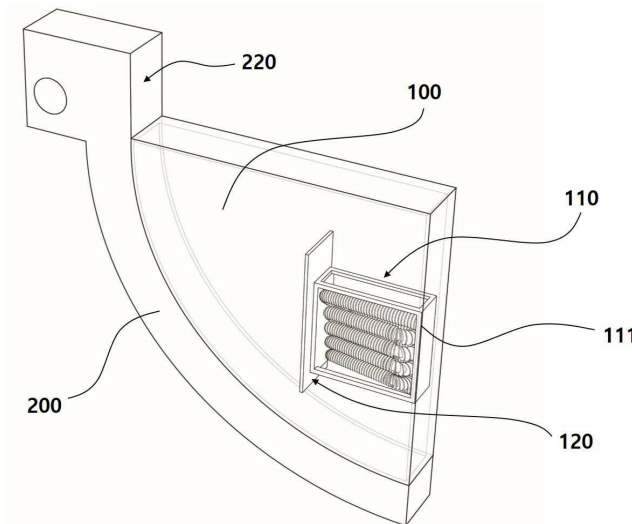
심사관 : 윤연숙

(54) 발명의 명칭 액체 금속 자연대류 실험 장치

(57) 요약

본 발명은 액체 금속 자연대류 실험 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로 냉각재로 물을 이용하기 때문에 실험을 수행함에 불편함 없이 공급될 수 있으며, 미래형 원전에 응용될 수 있는 액체 금속을 작동 유체(액체 금속)로 이용하여 자연 순환 상사법칙을 검증할 수 있고, 발전소, 연구소 등의 자연대류 입증을 위한 도구로 이용될 수 있는 액체 금속 자연대류 실험 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711064750

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 원자력기술개발사업(R&D)

연구과제명 원전 잔열제거계통 안전상실사고 대처를 위한 원자로용기 외벽냉각 분석 연구

기여율 1/1

주관기관 중앙대학교

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

액체 금속이 포함되어 있으며, 상기 액체 금속은 전달된 열에 의해 자연대류가 발생하게 되는 액체 금속 풀; 및 상기 액체 금속 풀의 외주면을 감싼 형태로 형성되며, 상기 액체 금속을 냉각시키기 위해 냉각수로 채워져 있는 냉각수 풀;을 포함하고,

상기 액체 금속 풀은,

상기 액체 금속에 일정 열을 전달하기 위한 가열부; 및

상기 가열부에 의해 열을 전달 받은 액체 금속이 상승하면서 자연 대류를 받

생시키기 위한 자연대류 유도용 격벽;을 포함하는 것을 특징으로 하는 액체 금속 자연대류 실험 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 액체 금속은 로즈 합금(Rose's metal), 세로세이프(Cerrosafe), 우드 메탈(Wood's metal), 필드 금속(Field's metal), 세로로드 136(Cerrolow 136) 및 세로로드 117(Cerrolow 117)로 구성되는 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 액체 금속 자연대류 실험 장치.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 냉각수 풀은,

상기 냉각수 풀에 냉각수를 공급하기 위한 냉각수 주입구; 및

상기 냉각수 주입구를 통해 공급된 냉각수를 저장하고, 상기 냉각수 풀로 상기 냉각수를 공급하기 위한 임시 저장 공간인 냉각수 저장탱크;를 포함하는 것을 특징으로 하는 액체 금속 자연대류 실험 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 냉각수 주입구는,

상기 냉각수 주입구에 의해 공급되는 상기 냉각수의 유량을 조절하기 위한 밸브; 및

상기 냉각수 주입구를 통해 공급된 상기 냉각수를 상기 냉각수 저장탱크로 전달하기 위한 개폐용 볼;을 포함하고,

상기 냉각수 저장탱크는,

상기 냉각수 주입구를 통해 공급된 냉각수로 인한 상기 냉각수 풀의 내부 수용 공간의 급격한 온도 변화를 방지하기 위한 냉각수 격벽;을 포함하는 것을 특징으로 하는 액체 금속 자연대류 실험 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 액체 금속 자연대류 실험 장치는,

상기 액체 금속 풀의 외부면과 상기 냉각수 풀의 내부면이 닿는 곡선 면에서 상기 액체 금속과 냉각수의 온도는 90 내지 100 °C 온도 범위로 유지하는 것을 특징으로 하는 액체 금속 자연대류 실험 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 액체 금속 자연대류 실험 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로 냉각제로 물을 이용하기 때문에 실험을 수행함에 불편함 없이 공급될 수 있으며, 미래형 원전에 응용될 수 있는 액체 금속을 작동 유체(액체 금속)로 이용하여 자연 순환 상사법칙을 검증할 수 있고, 발전소, 연구소 등의 자연대류 입증을 위한 도구로 이용될 수 있는 액체 금속 자연대류 실험 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 열의 전달과정은 전도, 복사, 대류로 나눈다. 이 가운데 대류는 유체내에서의 분자들이 확산이나 이류를 통해 이동하는 현상으로, 유체가 부력에 의한 상하운동으로 열을 전달하는 것을 의미한다. 일반적으로, 유체의 아랫부분이 가열되면 대류에 의해 유체 전체가 골고루 가열된다. 대류를 통한 열의 전달은 대표적인 열 전달 방법 중 하나이며, 대류는 유체 내에서 물질이 전달되는 대표적인 방법이다. 대류를 통한 열과 물질의 전달은 유체 내 각 입자의 불규칙한 브라운 운동을 통한 확산과 이류에 의해 이루어진다. 여기서 '대류'는 주로 확산과 이류를 통한 전달을 총칭하는 의미로 사용된다.

[0003] 자연 대류란, 자연적으로 발생된 밀도 차에 의해 일어나는 대류를 의미하며, 보다 구체적으로 가열 또는 냉각으로 유체 내부에 밀도의 불균일한 부분이 생기고 그로 인해서 야기되는 유체의 흐름을 의미한다. 이러한 자연 대류는 원자력 발전소의 안전 설비에 이용되고 있다.

[0004] 원자력 발전소의 안전설비는 능동안전계통과 피동안전계통으로 구분되는데, 능동안전계통은 안전기능을 수행하기 위해 기계적 움직임을 수반하며, 피동안전계통은 기계적 움직임 없이 중력, 축적된 가스 압력, 자연대류 등의 자연법칙에 의해 안전기능을 수행하게 된다.

[0005] 그러나, 제3세대 이후 원전에서 능동안전계통에 의한 원전의 안전성을 확보하는 연구의 진행은 미비한 상태이다. 또한, 액체 금속이 물에 의한 상사법칙이 수행될 수 있음을 명확히 증명한 실험 장치는 현재까지 전혀 확인된 바 없다.

[0006] 따라서, 전술한 문제점을 보완하기 위해 본 발명가들은 미래형 원전에 응용될 수 있는 저용융점 금속을 이용한 액체 금속 자연대류 실험 장치의 개발이 시급하다 인식하여, 본 발명을 완성하였다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1250474호

**비특허문헌**

[0008] (비특허문헌 0001) 한도희 외, "KALIMER-600 개념설계 보고서", 한국원자력연구원, KAERI/TR-3381/2007, 2007

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명의 목적은 냉각제로 물을 이용하기 때문에 실험을 수행함에 불편함 없이 공급될 수 있으며, 미래형 원전에 응용될 수 있는 액체 금속을 작동 유체(액체 금속)로 이용하여 자연 순환 상사법칙을 검증할 수 있고, 발전

소, 연구소 등의 자연대류 입증을 위한 도구로 이용될 수 있는 우즈 메탈을 이용한 액체 금속 자연대류 실험 장치를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 미래형 원전에 응용될 수 있는 저용융점 금속을 이용한 액체 금속 자연대류 실험 장치를 제공한다.
- [0011] 이하, 본 명세서에 대하여 더욱 상세하게 설명한다.
- [0012] 본 발명은 액체 금속이 포함되어 있으며, 상기 액체 금속은 전달된 열에 의해 자연대류가 발생하게 되는 액체 금속 풀; 및 상기 액체 금속 풀의 외주면을 감싼 형태로 형성되며, 상기 액체 금속을 냉각시키기 위해 냉각수로 채워져 있는 냉각수 풀;을 포함하는 저용융점 금속을 이용한 액체 금속 자연대류 실험 장치를 제공한다.
- [0013] 본 발명에 있어서, 상기 액체 금속은 100 ℃ 미만의 용융점을 갖는 금속으로, 보다 구체적으로 로즈 합금(Rose's metal), 세로세이프(Cerrosafe), 우드 메탈(Wood's metal), 필드 금속(Field's metal), 세로로드 136(Cerrolow 136) 및 세로로드 117(Cerrolow 117)로 구성되는 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 한다.
- [0014] 본 발명에 있어서, 상기 액체 금속 풀은 상기 액체 금속에 일정 열을 전달하기 위한 가열부; 및 상기 가열부에 의해 열을 전달 받은 액체 금속이 상승하면서 자연 대류를 발생시키기 위한 자연대류 유도용 격벽;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명에 있어서, 상기 냉각수 풀은 상기 냉각수 풀에 냉각수를 공급하기 위한 냉각수 주입구; 및 상기 냉각수 주입구를 통해 공급된 냉각수를 저장하고, 상기 냉각수 풀로 상기 냉각수를 공급하기 위한 임시 저장 공간인 냉각수 저장탱크;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명에 있어서, 상기 냉각수 주입구는 상기 냉각수 주입구에 의해 공급되는 상기 냉각수의 유량을 조절하기 위한 밸브; 및 상기 냉각수 주입구를 통해 공급된 상기 냉각수를 상기 냉각수 저장탱크로 전달하기 위한 개폐용 볼;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명에 있어서, 상기 냉각수 저장탱크는 상기 냉각수 주입구를 통해 공급된 냉각수로 인한 상기 냉각수 풀의 내부 수용 공간의 급격한 온도 변화를 방지하기 위한 냉각수 격벽;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명에 있어서, 상기 액체 금속 풀의 외부면과 상기 냉각수 풀의 내부면이 닿는 곡선 면에서 상기 액체 금속과 냉각수의 온도는 90 내지 100 ℃ 온도 범위로 유지하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0019] 본 발명의 저용융점 금속을 이용한 액체 금속 자연대류 실험 장치는 냉각재로 물을 이용하기 때문에 실험을 수행함에 불편함 없이 공급될 수 있으며, 미래형 원전에 응용될 수 있는 액체 금속을 작동 유체(액체 금속)로 이용하여 자연 순환 상사법칙을 검증할 수 있고, 발전소, 연구소 등의 자연대류 입증을 위한 도구로 이용될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 도1은 본 발명의 액체 금속 자연대류 실험 장치를 대략적으로 나타낸 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 액체 금속 자연대류 실험 장치를 대략적으로 나타낸 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 액체 금속 자연대류 실험 장치를 대략적으로 나타낸 단면도의 사시도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

- [0022] 도1은 본 발명의 액체 금속 자연대류 실험 장치를 대략적으로 나타낸 사시도이고, 도 2는 본 발명의 액체 금속 자연대류 실험 장치를 대략적으로 나타낸 단면도이며, 도 3은 본 발명의 액체 금속 자연대류 실험 장치를 대략적으로 나타낸 단면도의 사시도이다.
- [0023] 본 발명에 따른 저용융점 금속을 이용한 액체 금속 자연대류 실험 장치는, 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 액체 금속이 포함되어 있으며, 상기 액체 금속은 전달된 열에 의해 자연대류가 발생하게 되는 액체 금속 풀(100); 및 상기 액체 금속 풀(100)의 외주면을 감싼 형태로 형성되며, 상기 액체 금속을 냉각시키기 위해 냉각수로 채워져 있는 냉각수 풀(200);을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 본 발명에 있어서, 상기 액체 금속 풀(100)은, 내부에 수용 공간이 마련될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 액체 금속 풀(100)의 외주면은 구의 외주면과 같이 곡선으로 형성되며, 상기 액체 금속 풀(100) 전체 형태는 원기둥의 1/4의 형태로 형성되어 상기 액체 금속 풀(100) 내부에 상기 액체 금속을 포함될 수 있는 내부 수용 공간이 마련될 수 있다.
- [0025] 본 발명에 있어서, 상기 액체 금속 풀(100)의 외주면이 곡선 형태를 나타내기 때문에, 자연 대류가 상기 곡선면은 타고 상기 액체 금속의 상하운동이 용이하게 이루어질 수 있다.
- [0026] 본 발명에 있어서, 상기 액체 금속 풀(100)은 상부에 이물질의 투입을 막아 줄 수 있도록 상기 액체 금속 풀(100) 전체를 덮어줄 수 있는 덮개부재가 마련될 수 있으며, 상기 액체 금속의 대류 현상을 육안으로 관찰하기 위해 상기 액체 금속 풀(100)의 상부를 개방되도록 상기 덮개부재를 포함하지 않을 수 있으며, 이는 실험 환경, 목적 등에 따라 용이하게 적용될 수 있다.
- [0027] 본 발명에 있어서, 상기 액체 금속 풀(10)은 액체 금속을 수용할 수 있으며, 보다 구체적으로, 상기 액체 금속을 상기 액체 금속 풀(100)의 75 내지 95 용량% 만을 수용할 수 있다. 상기 95 용량%를 초과하여 상기 액체 금속을 상기 액체 금속 풀(100)에 수용할 경우 상기 액체 금속이 열팽창에 따라 상기 액체 금속 풀(100)의 부피를 넘게 되어 자연 대류 현상을 확인하는데 어려움이 발생할 수 있으며, 상기 75 용량% 미만으로 상기 액체 금속을 상기 액체 금속 풀(100)이 수용할 경우 상기 액체 금속이 자연 대류 현상이 격벽에 의해 차단되어 일어나지 않으므로 자연 대류 현상을 확인하는데 어려움이 발생할 수 있으므로, 상기 액체 금속 풀(100)은 상기 액체 금속을 75 내지 95 용량% 만을 수용하는 것이 바람직하다.
- [0028] 본 발명에 있어서, 상기 액체 금속은 100 ℃ 미만의 용융점을 갖는 금속일 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 액체 금속은 로즈 합금(Rose's metal), 세로세이프(Cerrosafe), 우드 메탈(Wood's metal), 필드 금속(Field's metal), 세로로드 136(Cerrolow 136) 및 세로로드 117(Cerrolow 117)로 구성되는 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있다.
- [0029] 본 발명에 있어서, 상기 로즈 합금은 96 내지 99 ℃의 용융점을 갖는 Bi(비스무스)-Pb(납)-Sn(주석) 계의 저온 가용 합금(可融合金)을 의미한다. 보다 구체적으로, 상기 로즈 합금은 비스무스 49.5 내지 50.5 중량%, 납 31.5 내지 32.5 중량% 및 주석 17.5 내지 18.5 중량%로 구성될 수 있다.
- [0030] 본 발명에 있어서, 상기 세로세이프는 70 내지 76 ℃의 용융점을 갖는 Bi(비스무스)-Pb(납)-Sn(주석)-Cd(카드뮴) 계의 저온 가용 합금을 의미한다. 보다 구체적으로, 상기 세로세이프는 비스무스 42 내지 43 중량%, 납 37 내지 38.4 중량%, 주석 11 내지 11.6 중량% 및 카드뮴 8 내지 9 중량%로 구성될 수 있다.
- [0031] 본 발명에 있어서, 상기 우드 메탈은 우드 합금 또는 비스무트(Bismuth, Bi) 합금이라고도 불리며, 68 내지 72 ℃의 용융점을 갖는 Bi(비스무스)-Pb(납)-Sn(주석)-Cd(카드뮴) 계의 저온 가용 합금을 의미한다. 보다 구체적으로, 상기 우드 메탈은 비스무스 48 내지 52 중량%, 납 25.5 내지 27.5 중량%, 주석 12.5 내지 14.5 중량% 및 카드뮴 9 내지 11 중량%로 구성될 수 있다.
- [0032] 본 발명에 있어서, 상기 필드 금속은 60 내지 64 ℃의 용융점을 갖는 Bi(비스무스)-Sn(주석)-In(인듐) 계의 저온 가용 합금을 의미한다. 보다 구체적으로, 상기 필드 금속은 비스무스 32 내지 33 중량%, 주석 16 내지 17 중량% 및 인듐 50 내지 52 중량%로 구성될 수 있다.
- [0033] 본 발명에 있어서, 상기 세로로드 136은 55 내지 60 ℃의 용융점을 갖는 Bi(비스무스)-Pb(납)-Sn(주석)-In(인듐) 계의 저온 가용 합금을 의미한다. 보다 구체적으로, 상기 세로로드 136은 비스무스 48 내지 50 중량%, 납 17 내지 19 중량%, 주석 11 내지 13 중량% 및 인듐 20 내지 22 중량%로 구성될 수 있다.

- [0034] 본 발명에 있어서, 상기 세로로드 117은 45 내지 49 °C의 용융점을 갖는 Bi(비스무스)-Pb(납)-Sn(주석)-In(인듐)-Cd(카드뮴) 계의 저온 가용 합금을 의미한다. 보다 구체적으로, 상기 세로로드 117은 비스무스 43 내지 46 중량%, 납 21 내지 23.5 중량%, 주석 7.5 내지 9 중량%, 인듐 18 내지 20 중량% 및 카드뮴 4 내지 6 중량%로 구성될 수 있다.
- [0035] 본 발명에 있어서, 상기 액체 금속은 상기 액체 금속 풀(10)에서 직접적으로 용융시켜 수용되거나 외부에서 용융시켜 상기 액체 금속 풀(10)에 수용될 수 있으며, 이는 실험 환경, 목적 등에 따라 적절하게 용이 변경하여 적용될 수 있다.
- [0036] 본 발명에 있어서, 상기 액체 금속 풀(100)은 상기 액체 금속에 일정 열을 전달하기 위한 가열부(110); 및 상기 가열부(110)에 의해 열을 전달 받은 액체 금속이 상승하면서 자연 대류를 발생시키기 위한 자연대류 유도용 격벽(120);을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0037] 보다 구체적으로, 상기 가열부(110)는 상기 액체 금속이 액체 상태로 유지되어 자연 대류가 발생될 수 있도록 상기 액체 금속 풀(100)의 수용 공간에 형성될 수 있다.
- [0038] 본 발명에 있어서, 상기 가열부(100)에 의해 전달된 열은 상기 액체 금속 풀(100) 내부 공간에 수용된 상기 액체 금속에 전달되어, 상기 액체 금속의 자연 대류를 발생시키고 상기 액체 금속을 상승 기류를 나타낼 수 있도록 한다.
- [0039] 본 발명에 있어서, 상기 가열부(110)는 상기 액체 금속에 열을 충분히 공급할 수 있는 용량으로 설정될 수 있다.
- [0040] 본 발명에 있어서, 상기 가열부(110)는 카트리지 히터를 통한 직접 가열방식으로, 상기 액체 금속 풀(100)의 벽면으로부터 가열판(111)이 배열되어 있고 출력 제어를 통해 상기 액체 금속을 원하는 출력으로 가열할 수 있다.
- [0041] 본 발명에 있어서, 실험이 수행되고 있지 않을 상태에 있을 때, 상기 액체 금속이 다시 고화되는 것을 막기 위해 상기 액체 금속 풀(100)의 하부에 판넬 형태의 별도의 보조 히터(112)가 위치할 수 있다.
- [0042] 본 발명에 있어서, 상기 카트리지 히터(111) 및 상기 보조 히터(112)로 인한 과열을 방지하여 상기 액체 금속 풀(100) 내의 온도를 일정하게 유지할 수 있는 제어부(113)가 별도로 존재할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 제어부(113)는 상기 가열부(110)에서 설정된 온도를 유지하며, 선택적으로 상기 액체 금속 풀(100)의 수용 공간 온도를 제어할 수 있도록 마련될 수 있다.
- [0043] 본 발명에 있어서, 상기 자연대류 유도용 격벽(120)은 가열부(110)에 의해 열을 전달 받은 액체 금속이 상승하면서 자연 대류를 발생시키기 위해 상기 액체 금속 풀(100) 수용 공간 내에 위치할 수 있다.
- [0044] 보다 구체적으로, 상기 자연대류 유도용 격벽(120)은 상기 가열부 (110)와 냉각수 풀(200) 사이의 수평방향의 진도를 통한 열 교환을 방지하여 자연대류를 유도할 수 있다. 상기 자연대류 유도용 격벽(120)으로 인해 상기 가열부(110)에서 가열된 액체 금속은 그 열을 전도에 의해 많이 빼앗기지 않고 상기 액체 금속 풀(100)의 상부로 이동할 수 있고, 가열된 액체 금속은 다시 상기 냉각수 풀(200)에서 하향유동을 형성하여 상기 가열부(110)의 하부로 재진입할 수 있게 된다. 따라서, 상기 자연대류 유도용 격벽(120)은 이와 같은 유동의 형성에 기여한다.
- [0045] 본 발명에 있어서, 상기 자연대류 유도용 격벽(120)은 상기 가열부(110)와 이격되도록 위치함으로써, 상기 가열부(110)에 의해 가열되어 손상되는 것을 방지할 수 있다.
- [0046] 본 발명에 있어서, 상기 자연대류 유도용 격벽(120)은 상기 액체 금속 풀(100)에 판 형상으로 수직 형성될 수 있다.
- [0047] 본 발명에 있어서, 상기 자연대류 유도용 격벽(120)의 상단 높이(길이)는 상기 액체 금속 풀(100) 높이 내지 15 내지 85 %일 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 자연대류 유도용 격벽(120)이 상기 액체 금속 풀(100)의 높이 85 %를 초과할 경우 상기 액체 금속의 자연 대류 발생을 저지하고, 자연대류를 위한 최소 유체량(최소 액체금속량)을 증가시킬 수 있으며, 상기 자연대류 유도용 격벽(120)이 상기 액체 금속 풀(100)의 높이 15 % 미만일 경우 상기 액체 금속의 자연 대류 현상의 경향 중 하나인 격벽 높이에 따른 냉각수 풀(200) 하향 유동의 분리를 관찰할 수 없는 단점이 있으므로, 상기 자연대류 유도용 격벽(120)의 높이는 상기 액체 금속 풀(100)의 높이 내지 15 내지 85 %인 것이 바람직하다.
- [0048] 본 발명에 있어서, 상기 냉각수 풀(200)은 상기 액체 금속 풀(100)의 외주면을 감싼 형태로 형성되며, 상기 액

체 금속을 냉각시키기 위해 냉각수를 수용할 수 있는 공간이 마련되어 있다.

- [0049] 보다 구체적으로, 상기 냉각수 풀(200)의 내부에 상기 냉각수를 수용할 수 있는 공간이 마련되어 있는 형태로서, 곡선 형태의 외주면을 갖는 상기 액체 금속 풀(100)을 전체적으로 감싸도록 마련될 수 있다.
- [0050] 본 발명에 있어서, 상기 냉각수 풀(200)의 내주면은 상기 액체 금속 풀(100)의 외주면과 맞닿는 면이 형성될 수 있다. 보다 구체적으로, 앞서 언급한 바와 같이 상기 가열부(100)에 의해 전달된 열은 상기 액체 금속 풀(100) 내부 공간에 수용된 상기 액체 금속에 전달되어, 상기 액체 금속의 자연 대류를 발생시키고 상기 액체 금속을 상승 기류를 나타낼 수 있고, 상기 냉각수 풀(200)의 낮은 온도로 인해 상기 액체 금속 풀(100)의 외주면과 맞닿는 면은 상기 상승 기류를 나타내는 상기 액체 금속을 하강시킴으로써 자연 대류 현상을 발생시킬 수 있게 된다.
- [0051] 본 발명에 있어서, 상기 냉각수 풀(200)은 상기 냉각수 풀(200)에 냉각수를 공급하기 위한 냉각수 주입구(210); 및 상기 냉각수 주입구(210)를 통해 공급된 냉각수를 저장하고, 상기 냉각수 풀(200)로 상기 냉각수를 공급하기 위한 냉각수 저장탱크(220);를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0052] 본 발명에 있어서, 상기 냉각수 주입구(210)는 상기 냉각수 풀(200) 내에 마련되는 상기 냉각수의 온도 및 수위를 유지시키기 위해 외부의 공급원으로부터 상기 냉각수를 공급할 수 있다.
- [0053] 본 발명에 있어서, 상기 냉각수 주입구(210)는 상기 냉각수 주입구(210)에 의해 공급되는 상기 냉각수의 유량을 조절하기 위한 밸브(211); 및 상기 냉각수 주입구(210)를 통해 공급된 상기 냉각수를 상기 냉각수 저장탱크로 전달하기 위한 개폐용 볼(212);을 포함할 수 있다.
- [0054] 본 발명에 있어서, 상기 밸브(211)는 외부의 공급원으로부터 공급 받은 냉각수가 상기 냉각수 주입구(210)를 통해 주입될 때, 일정 유량을 조절하여 상기 냉각수 풀(200)에 공급할 수 있도록 하다.
- [0055] 본 발명에 있어서, 상기 밸브(211)는 온오프(on/off)로 개폐될 수 있으며, 상기 밸브(211)가 온(on)의 위치일 때 상기 개폐용 볼(212)이 함께 열려야만 상기 냉각수가 상기 냉각수 풀(200)의 내부 수용 공간으로 공급될 수 있게 된다.
- [0056] 본 발명에 있어서, 상기 냉각수 저장탱크(220)는 상기 냉각수 풀(200)로 상기 냉각수를 공급하기 위한 임시 저장 공간일 수 있다.
- [0057] 본 발명에 있어서, 상기 냉각수 저장탱크(220)는 상기 냉각수 주입구(210)를 통해 공급된 냉각수로 인한 상기 냉각수 풀(200)의 내부 수용 공간의 급격한 온도 변화를 방지하기 위한 냉각수 격벽(221)에 마련될 수 있다.
- [0058] 보다 구체적으로, 상기 냉각수 격벽(221)은 상기 냉각수 주입구(210)를 통해 공급된 냉각수로 인한 상기 냉각수 풀(200)의 내부 수용 공간의 급격한 온도 변화를 방지하기 위해, 중간에 구멍이 형성되어 있는 판넬(panel) 형태의 격벽이 마련될 수 있다. 상기 냉각수 격벽(221)은 중간에 구멍이 형성되어 있어 상기 냉각수가 급격히 유입되는 것을 방지할 수 있다.
- [0059] 본 발명에 있어서, 상기 액체 금속 자연대류 실험 장치(1)는 상기 액체 금속 풀(100)의 외부면과 상기 냉각수 풀(200)의 내부면이 닿는 곡선 면에서 상기 액체 금속과 냉각수의 온도는 비등을 통해 열을 제거하기 위해 90 내지 110 °C 온도 범위를 유지하는 것을 특징으로 한다.
- [0060] 본 발명에 사용된 용어, “비등(boiling)”이란 압력이 일정할 때 액체를 가열하게 되면 일정한 온도에서 증발이 일어나고, 증발 이외에 액체 안에 증기 기포가 형성되는 기화현상을 의미한다.
- [0061] 본 발명에 있어서, 상기 액체 금속 풀(100)의 외부면과 상기 냉각수 풀(200)의 내부면이 닿는 곡선 면에서 상기 액체 금속과 냉각수의 온도는 90 내지 100 °C 온도 범위로 유지될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 액체 금속 풀(100)의 외부면과 상기 냉각수 풀(200)의 내부면이 닿는 곡선 면에서 상기 액체 금속과 냉각수의 온도가 100 °C를 초과할 경우 냉각수가 하단부로 유입되지 않고 상부에서 전부 증발하여 액체금속 풀(100)의 하단부가 과열되는 한 문제가 발생할 수 있으며, 상기 액체 금속 풀(100)의 외부면과 상기 냉각수 풀(200)의 내부면이 닿는 곡선 면에서 상기 액체 금속과 냉각수의 온도가 90 °C 미만으로 형성될 경우 상단부에서 과냉각이 일어나, 벽면에서의 온도가 일정하게 유지되지 않는 문제가 발생할 수 있으므로, 상기 액체 금속 풀(100)의 외부면과 상기 냉각수 풀(200)의 내부면이 닿는 곡선 면에서 상기 액체 금속과 냉각수의 온도는 90 내지 100 °C 온도 범위로 유지되는 것이 바람직하다.
- [0062] 이와 같이, 상술한 본 발명의 기술적 구성은 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자가 본 발명의 그 기술적 사상

이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0063] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 하고, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타나며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

**부호의 설명**

[0064] 액체 금속 자연대류 실험 장치 : 1

액체 금속 풀 : 100

가열부 : 110

가열관 : 111

보조 히터 : 112

제어부 : 113

자연대류 유도용 격벽 : 120

냉각수 풀 : 200

냉각수 주입구 : 210

밸브 : 211

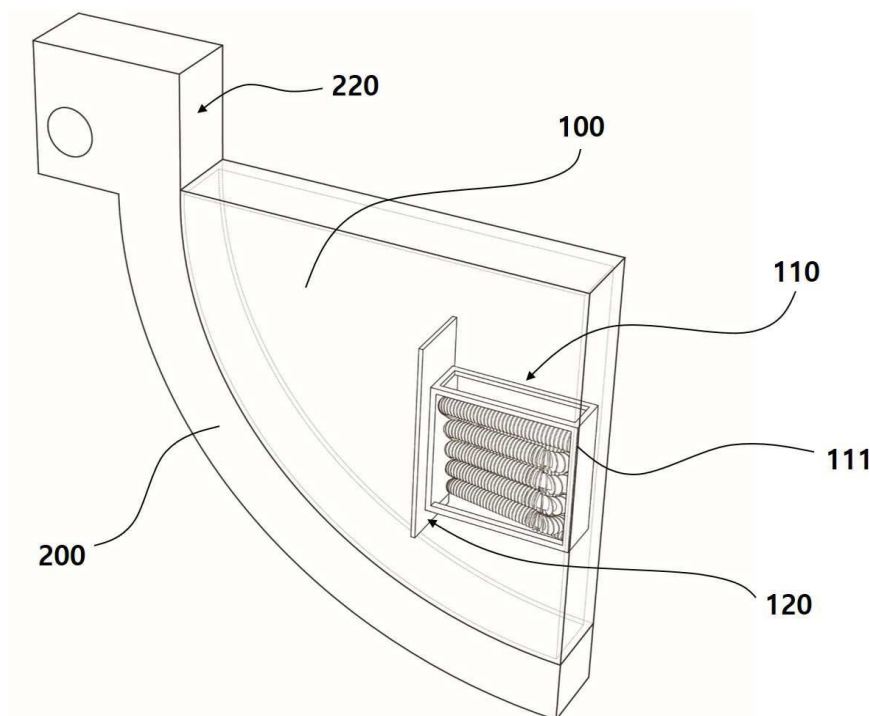
개폐용 볼 : 212

냉각수 저장탱크 : 220

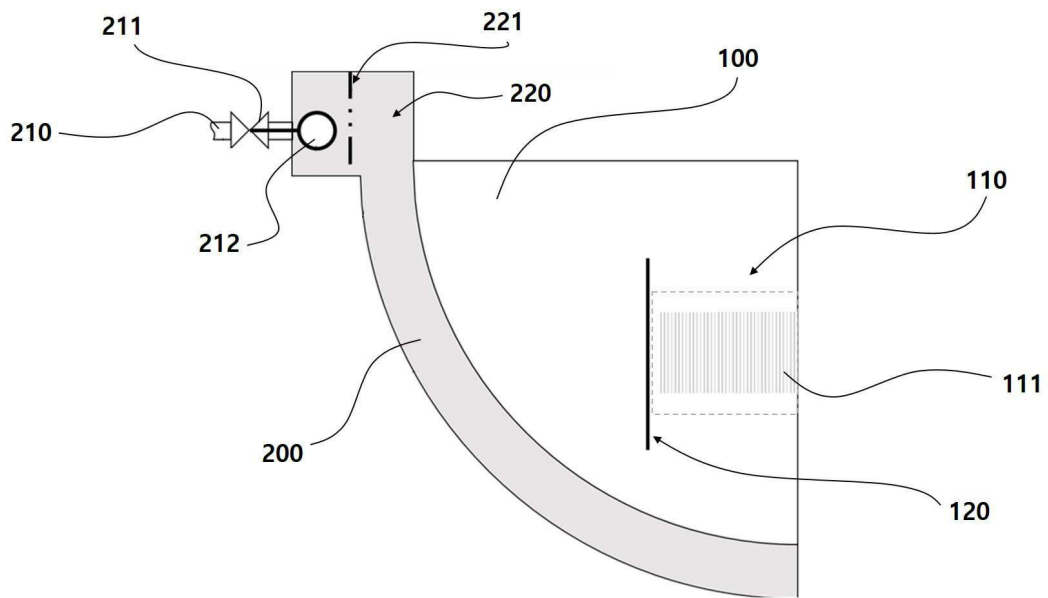
냉각수 격벽 : 221

**도면**

**도면1**



도면2



도면3

