



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0102264
(43) 공개일자 2024년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 7/20 (2006.01) H01L 23/427 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05K 7/20336 (2013.01)
H01L 23/427 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0184151
(22) 출원일자 2022년12월26일
심사청구일자 2022년12월26일

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
김형모
경상남도 진주시 충의로 146, 609동 1103호
김혜원
경상남도 진주시 가좌길60번길 13, 성공빌 304호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인위솔

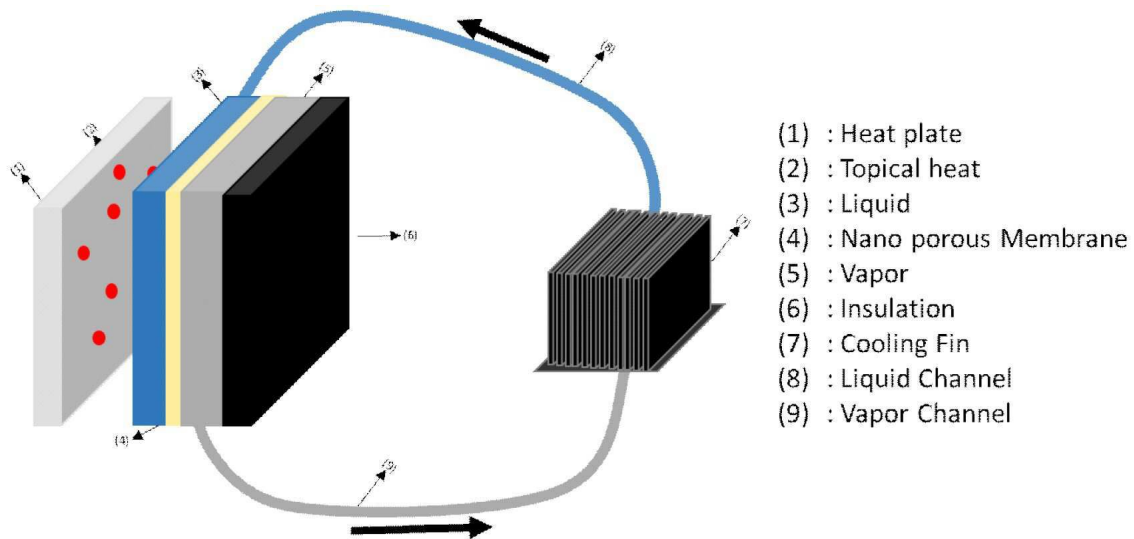
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛 및 이를 포함하는 열관리 장치

(57) 요약

본 발명은 워(wick) 구조물 없이도 효과적으로 작동하며 대상 장치 내 국소적으로 발생하는 열을 빠르게 제거하는 동시에 보온을 통해 대상 장치의 온도를 유지할 수 있는 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛과 이를 포함하는 열관리 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H05K 7/20318 (2013.01)

(72) 발명자

정지윤

부산광역시 부산진구 개금본동로 34 현대아파트
103동 101호

황주현

경기도 하남시 대청로 62 백조현대아파트 101동
104호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415180747
과제번호	20214000000520
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지인력양성(예특)
연구과제명	자원순환(재제조)산업 고도화 인력양성
기 여 율	30/100
과제수행기관명	사단법인 한국산업건설기계재제조진흥회
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415180555
과제번호	20212050100010
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지수요관리핵심기술개발(예특)
연구과제명	전기화학적 압축기를 이용한 화학흡착식 히트펌프 시스템 개발
기 여 율	20/100
과제수행기관명	한국기계연구원
연구기간	2021.07.01 ~ 2022.04.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711171826
과제번호	2022R1F1A1065553
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	고정밀 분포형 광섬유 온도센서를 이용한 고열유속 환경 피동형 열관리 디바이스 설
계기술 개발	
기 여 율	50/100
과제수행기관명	경상국립대학교
연구기간	2022.06.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

윅(wick) 구조물 없이 작동되며 대상 장치 내 열이 발생하는 발열 부위에 설치되는 방열 유닛에 있어서,
상기 발열 부위에 인접하며 내부에 액체 상의 작동 유체가 존재하는 액상 챔버;
상기 액상 챔버에 접하며 상기 작동 유체가 흡열로 인해 기화된 기체 상의 작동 유체가 존재하는 기상 챔버; 및
상기 액상 챔버와 기상 챔버의 경계면으로 마련되는 나노 다공막;을 포함하며,
상기 나노 다공막은 상기 액상 챔버 내에서 기화된 작동 유체만이 통과되고 액체 상의 작동 유체는 통과되지 않는 비습윤성을 가져 상기 액상 챔버와 기상 챔버 간 기화된 작동 유체의 이동 통로 역할을 하는 것을 특징으로 하는 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 발열 부위와 떨어져 외부에 별도로 마련되는 응축 장치;
일 측이 상기 액상 챔버와 연통되고 타 측이 상기 응축 장치와 연통되어 상기 응축 장치로부터 응축된 액체 상의 작동 유체가 상기 액상 챔버로 공급되는 액상 채널; 및
일 측이 상기 기상 챔버와 연통되고 타 측이 상기 응축 장치와 연통되어 상기 기상 챔버로부터 기체 상의 작동 유체가 상기 응축 장치로 공급되는 기상 채널;을 더 포함하고,
상기 기상 챔버로부터 상기 기상 채널을 통해 상기 응축 장치로의 기체 상의 작동 유체 흐름은 상기 기상 챔버 내 압력 증가로 인해 유도되는 것을 특징으로 하는 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 기상 채널의 외부면을 감싸도록 마련되어 상기 기상 채널 내에서 이동하는 기체 상의 작동 유체의 응축을 억제하는 단열층;을 더 포함하는 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 기상 챔버의 외부면 - 상기 나노 다공막을 통해 상기 액상 챔버와 접하는 측을 제외한 면 - 을 감싸도록 마련되어 상기 기상 챔버 내 존재하는 기체 상의 작동 유체의 응축을 억제하는 단열 부재;를 더 포함하는 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 나노 다공막은 빈 공간으로서 상호간 채널링 되어 있는 복수 개의 포어(pore)와, 기둥형(post-like), 컬럼형(column-like) 또는 방사형(radial)의 나노 구조물로 이루어진 것을 특징으로 하는 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 나노 구조물의 평균 직경은 100nm 내지 1 μ m 인 것을 특징으로 하는 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 나노 다공막의 공극률(porosity)은 40~70%인 것을 특징으로 하는 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 나노 다공막 표면에서의 상기 액체 상의 작동 유체의 정지 접촉각은 140~170도인 것을 특징으로 하는 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항의 방열 유닛을 포함하는 비습윤성 다공막을 이용한 열관리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 Wick 구조물 없이도 효과적으로 작동하며 대상 장치 내 국소적으로 발생하는 열을 빠르게 제거하는 동시에 보온을 통해 대상 장치의 온도를 유지할 수 있는 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛과 이를 포함하는 열관리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자제품 중에는 동작 시 열을 발생시키는 발열부품들이 다수 있다. 예를 들어 컴퓨터의 CPU(central processing unit)나 조명용 LED(light emitting diode)와 같은 부품이 대표적인 발열부품이 있다.

[0003] 전자기기에서 발생하는 열은 기기 수명과 동작 오류 및 신뢰도 등과 직접적인 관계가 있다. 또한, 동작 중에 발생하는 열로 인하여 온도가 상승되면 동작 오류가 발생할 수 있고 수명이 단축될 수 있다. 따라서 이와 같은 발열 부품들은 적정 온도 범위 내에서 유지될 수 있도록 관리되어야 한다. 따라서 이러한 발열부품의 열을 냉각시키기 위해 현재 다양한 형태의 냉각장치 내지 방열장치가 사용되고 있다.

[0004] 이러한 냉각장치 내지 방열장치의 일종인 히트 파이프(초전도 열배관)는 1942년 그 작동 원리가 처음 소개된 이후 1960년대 중반부터 미국 및 유럽에서 그 연구와 개발이 본격화되었으며, 1970년대부터는 아시아에서도 일본과 인도 그리고 중국에서도 연구가 시작되어 현재 활발한 연구 및 그 개발 성과가 알려지고 있다.

[0005] 히트 파이프는 밀폐된 용기 내에 작동 유체를 주입한 후 진공 배기한 것인데 한쪽 끝을 가열하면 내부의 작동 유체가 기화되어 압력차에 의해 다른 쪽으로 이동하고 주변으로 열을 방출한 후 다시 응축의 과정을 거쳐 가열부로 귀환하는 구조로 되어 있다.

[0006] 다시 말해서, 히트 파이프는 작동 유체의 증발 및 응축의 상변화에 따르는 잠열 및 Wick(wick)의 모세관 현상을 이용하여 적은 온도차에도 불구하고 높은 열량을 상당히 먼 거리까지 전송시키는 열 전달 기구이다. 이러한 특성을 활용하여 히트 파이프를 효율적인 냉각 장치로 활용할 수 있다.

[0007] 히트 파이프에서 Wick 구조물은 모세관 현상을 이용하여 작동 유체를 끌고 오는 역할을 하기 때문에 주로 증발부(작동 유체의 흡열 및 증발이 일어나는 영역)에 존재하게 된다. 그런데 오버히팅(over-heating)에 의해 국소적으로 예기치 못한 드라이아웃(dry out) 상황이 발생되면 Wick이 제 기능을 발휘하지 못하는 경우가 발생되고 그에 따라 증발부가 과열되어 히트 파이프가 파손 내지 손상되기도 한다.

[0008] 또한, 비응축 가스 등 어떠한 이유에서든 액체 챔버 내에 기체가 침투 내지 발생하게 되면 그로 인해 상술한 바와 같은 국소적인 드라이아웃 상황이 야기 내지 가속화되는 문제가 있다.

[0009] 또, Wick 구조물을 필수적으로 가지고 있는 히트 파이프 구조를 기반으로 한 냉각/방열 장치의 경우 발열부(증발부)와 냉각부(응축부)가 물리적으로 가깝게 위치해야 하는데, 통상적으로 큰 사이즈가 요구되는 냉각부가 대상 장치 내부에 탑재되어야 한다는 점에서 대상 장치의 다운사이징이나 내부 구조 효율화 및 집적화를 제한시키는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2015-0077689호
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-2354599호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상술한 문제를 해결하기 위하여 착안된 것으로, Wick(wick) 구조물이 불필요하고 간단한 채널 연결 만으로 지속적인 성능을 기대할 수 있으며, 국소적인 오버히팅을 빠르게 처리함과 동시에 비응축 가스의 효과적인 제거와 냉각부(응축부)의 완전 분리가 가능한 형태의 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛 및 이를 포함하는 열 관리 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0012] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 기술적 과제를 달성하기 위해 본 발명은 바람직한 일 실시예에 따라 Wick(wick) 구조물 없이 작동되며 대상 장치 내 열이 발생하는 발열 부위에 설치되는 방열 유닛에 있어서, 상기 발열 부위에 인접하며 내부에 액체 상의 작동 유체가 존재하는 액상 챔버; 상기 액상 챔버에 접하며 상기 작동 유체가 흡열로 인해 기화된 기체 상의 작동 유체가 존재하는 기상 챔버; 및 상기 액상 챔버와 기상 챔버의 경계면으로 마련되는 나노 다공막;을 포함하며, 상기 나노 다공막은 상기 액상 챔버 내에서 기화된 작동 유체만이 통과되고 액체 상의 작동 유체는 통과되지 않는 비습윤성을 가져 상기 액상 챔버와 기상 챔버 간 기화된 작동 유체의 이동 통로 역할을 하는 것을 특징으로 하는 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛을 제공한다.
- [0014] 이때 상기 발열 부위와 떨어져 외부에 별도로 마련되는 응축 장치; 일 측이 상기 액상 챔버와 연통되고 타 측이 상기 응축 장치와 연통되어 상기 응축 장치로부터 응축된 액체 상의 작동 유체가 상기 액상 챔버로 공급되는 액상 채널; 및 일 측이 상기 기상 챔버와 연통되고 타 측이 상기 응축 장치와 연통되어 상기 기상 챔버로부터 기체 상의 작동 유체가 상기 응축 장치로 공급되는 기상 채널;을 더 포함하고, 상기 기상 챔버로부터 상기 기상 채널을 통해 상기 응축 장치로의 기체 상의 작동 유체 흐름은 상기 기상 챔버 내 압력 증가로 인해 유도되도록 할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 기상 채널의 외부면을 감싸도록 마련되어 상기 기상 채널 내에서 이동하는 기체 상의 작동 유체의 응축을 억제하는 단열층;을 더 포함할 수 있다.
- [0016] 이때 상기 기상 챔버의 외부면 - 상기 나노 다공막을 통해 상기 액상 챔버와 접하는 측을 제외한 면 - 을 감싸도록 마련되어 상기 기상 챔버 내 존재하는 기체 상의 작동 유체의 응축을 억제하는 단열 부재;를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 한편, 상기 나노 다공막은 빈 공간으로서 상호간 채널링 되어 있는 복수 개의 포어(pore)와, 기둥형(post-like), 컬럼형(column-like) 또는 방사형(radial)의 나노 구조물로 이루어질 수 있으며, 이때 상기 나노 구조물의 평균 직경은 100nm 내지 1 μ m일 수 있다.
- [0018] 상기 나노 다공막의 공극률(porosity)은 40~70%일 수 있으며, 상기 나노 다공막 표면에서의 상기 액체 상의 작동 유체의 정지 접촉각은 140~170도일 수 있다.
- [0019] 한편, 본 발명은 바람직한 다른 실시예에 따라 상술한 바와 같은 방열 유닛을 포함하는 비습윤성 다공막을 이용한 열관리 장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0020] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 국소적으로 발생하는 열을 빠르게 제거하여 과열을 방지할 수 있으며 보온을 통

해 대상 장치의 온도를 일정하게 유지하는 것이 가능하다.

[0021] 또한, 워(wick) 구조물 없이 간단하고 작은 사이즈의 유닛 구성으로도 안정적으로 작동이 가능하여 워 구조 기반의 방열/냉각 장치가 가지는 문제점과 한계점을 해소 가능하다.

[0022] 또, 설계 시 액체(액상의 작동 유체)의 양을 조절하는 것만으로도 냉각 성능을 조절하거나 향상시킬 수 있어 고열 유속장치 냉각에 유리하며, 발열부(액상 챔버 - 나노 다공막 - 기상 챔버)와 냉각부(응축 장치)를 완전 분리하여 발열부만 대상 장치 내 발열 부위에 설치하고 냉각부는 원하는 위치에 별도로 설치할 수 있어 설계의 자유도를 높일 수 있고 대상 장치의 다운사이징 및 설계 효율화/집적화에 유리하다.

[0023] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 명세서 전반의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있으나 명시적으로 언급되지 않은 다른 효과들 역시 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방열 유닛 내지 열관리 장치의 전체 개념도이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방열 유닛의 단면 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0026] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다. 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다.

[0027] 명세서에서 사용되는 "포함한다 (comprises)" 및/또는 "포함하는 (comprising)"은 언급된 구성 요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성 요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0029] 먼저, 본 발명은 바람직한 일 실시예에 따라 워(wick) 구조물 없이 작동되며 대상 장치 내 열이 발생하는 발열 부위에 설치되는 방열 유닛에 있어서, 상기 발열 부위에 인접하며 내부에 액체 상의 작동 유체가 존재하는 액상 챔버, 상기 액상 챔버에 접하며 상기 작동 유체가 흡열로 인해 기화된 기체 상의 작동 유체가 존재하는 기상 챔버 및 상기 액상 챔버와 기상 챔버의 경계면으로 마련되는 나노 다공막을 포함하며, 상기 나노 다공막은 상기 액상 챔버 내에서 기화된 작동 유체만이 통과되고 액체 상의 작동 유체는 통과되지 않는 비습윤성을 가져 상기 액상 챔버와 기상 챔버 간 기화된 작동 유체의 이동 통로 역할을 하는 것을 특징으로 하는 비습윤성 다공막을 이용한 방열 유닛을 제공한다.

[0030] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 방열 유닛의 전체 개념도와 단면 개념도는 도 1과 도 2에 도시되어 있다.

[0031] 본 발명의 방열 유닛은 종래의 방열 유닛/장치 내지 히트 파이프가 필수적으로 구비하고 있는 워(wick) 구조물을 대체한 것을 기본적인 특징으로 한다. 워 구조물을 배제함으로써 오버히팅과 그에 따른 국소적인 드라이아웃(dry-out)에 의한 장치 손상을 억제할 수 있으며 장치를 전체적으로 간소화할 수 있다.

[0032] 본 발명의 방열 유닛은 먼저 액체 상의 작동 유체가 들어 있으며 대상 장치의 발열 부위에 인접하게 설치되는 액상 챔버를 포함한다. 액상 챔버는 발열 부위에서 발생하는 열을 1차적으로 흡수하는 역할을 하며, 내부에 존재하는 액체 상의 작동 유체가 열을 흡수하게 된다. 액상 챔버 내에는 충분한 양의 작동 유체가 충전되어 있다.

[0033] 본 발명의 방열 유닛은 상술한 액상 챔버 내 작동 유체가 잠열을 흡수하여 상 변화(기화)된 후 기화된 작동 유

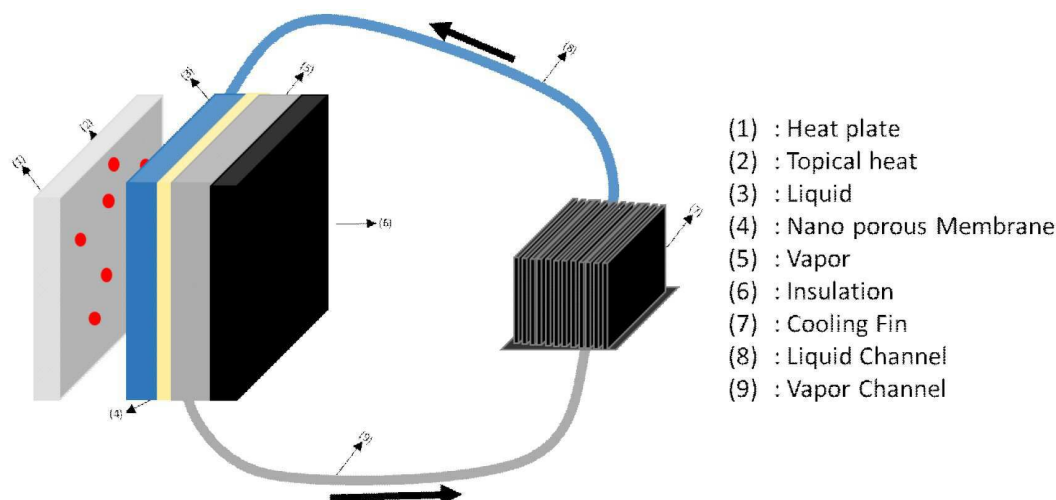
체가 존재하는 기상 챔버를 포함한다. 기상 챔버는 액상 챔버에 접하게 위치된다.

- [0034] 상술한 액상 챔버와 기상 챔버는 나노 다공막에 의해 구획된다. 즉, 나노 다공막을 통해 액상 챔버 내에서 기화된 작동 유체가 기상 챔버로 이동된다. 따라서, 액상 챔버와 기상 챔버의 경계면으로 마련되는 나노 다공막은 기화된 작동 유체만 통과되고 액체 상의 작동 유체는 통과되지 않도록 비습윤 특성을 가져야 한다. 액상 챔버 내에서 기화된 작동 유체(기체 상의 작동 유체)는 모세관 압력에 의해 나노 다공막을 통해 빠져나가 기상 챔버로 이동된다.
- [0035] 종래의 방열/냉각 장치 내지 히트 파이프에서 워 구조물은 주로 증발부에 존재하며, 이는 워에 의해 증발부까지 액체 상의 작동 유체를 완전히 끌고 오기 위함이다. 그런데 국소적으로 예기치 못한 드라이아웃(dry out) 상황이 발생하게 되면 워가 워 역할을 하지 못하여 증발부가 과열되고 히트파이프가 파손되기도 한다. 그에 반해 본 발명에 따른 방열 유닛 구조는 워 구조물을 갖추고 있지 않아도 충분한 양의 액체 상의 작동 유체를 증발부(액상 챔버)에 이미 담고 있는 형태로 구동이 가능하여 국소적인 오버히팅이 발생하더라도 충분히 수용 가능하다.
- [0036] 만약, 국소적으로 드라이아웃(dry out)이 발생되더라도 초기에 담고 있는 액체 상의 작동 유체 양이 충분하면, 챔버 내부에서 액상과 기상의 계면(나노 다공막) 위치가 이동하는 정도로 영향이 미미하다. 즉, 본 발명에 따른 나노 다공막의 위치는 유동적이며 액상 챔버와 기상 챔버 내 함유된 액체/기체 상의 작동 유체의 부피와 그에 따른 압력이 평형에 이르는 영역이 위치한다.
- [0037] 만약 액상 챔버 내부에 어떤 이유로든 기체 성분이 침투하게 되더라도 부력에 의해 계면(나노 다공막) 쪽으로 이동 되도록 유도할 수 있으며, 나노 다공막을 통해 침투된 기체 성분이 기상 챔버 측으로 빠져나가도록 할 수 있다. 따라서, 통상적인 히트 파이프의 경우보다 비응축가스의 존재에 둔감할 것으로 기대된다.
- [0039] 한편, 나노 다공막의 비습윤(non-wetting) 특성은 여러 측면에서 표현 내지 정의될 수 있다. 일 실시예로서 나노 다공막의 표면에서의 액체 상의 작동 유체의 정지 접촉각이 140~170도인 것이 바람직하다. 이는 정지 접촉각이 140도 미만인 경우 기체 상의 작동 유체와 함께 일부 액체 상의 작동 유체가 통과할 우려가 있기 때문이다. 한편, 170도 초과는 구현하기 어려운 수준에 해당한다.
- [0040] 또한, 나노 다공막은 비습윤 특성을 극대화하고 모세관 압력을 높여 작동 유체 중 액체 성분은 통과하지 못하도록 하고 기체 성분은 효과적으로 제거될 수 있도록 나노(nano) 스케일의 구조물로 이루어진 것이 바람직하며, 보다 구체적으로 나노 다공막은 빈 공간으로서 상호간 채널링 되어 있는 복수 개의 포어(pore)와, 기둥형(post-like), 컬럼형(column-like) 또는 방사형(radial)의 나노 구조물로 이루어진 것이 바람직하다. 나아가 나노 다공막은 기둥형(post-like) 또는 컬럼형(column-like)의 나노 구조물로 이루어짐과 동시에 오픈셀(open-cell) 형태의 내부 구조를 가져 기체 상의 작동 유체가 액상 챔버에서 기상 챔버까지 원활히 배출될 수 있도록 한다.
- [0041] 기둥형(post-like), 컬럼형(column-like) 또는 방사형(radial)의 나노 구조물은 거의 일정한 직경을 가지는 형상을 띠 수 있으며 하나의 기둥/컬럼 형상의 구조물에 대하여 길이 방향으로 직경이 변화되는 형상을 띠 수도 있다. 다만, 평균 직경은 100 nm 내지 1 μ m 범위인 것이 바람직하며, 이는 나노 구조물의 평균 직경이 100nm 미만인 경우 기계적 강도가 지나치게 약하여 내구성을 기대하기 어렵고, 1 μ m 초과할 경우 140도 이상의 높은 정지 접촉각을 구현하기 어려워 높은 정지 접촉각 구현을 위한 별도의 화학적인 코팅이 요구되므로 공정이 복잡해져 바람직하지 못하기 때문이다.
- [0042] 또한, 나노 다공막은 기체 성분이 원활히 통과할 수 있도록 다공성인 것이 바람직하며, 구체적으로 공극률(porosity)이 40~70%인 것이 바람직하다. 이는 공극률이 40% 미만인 경우 나노 구조물 대비 기공이 차지하는 비율이 너무 적어 기체 성분이 통과하는 공간이 충분히 확보되지 못함으로써 기체 성분의 배출을 방해하는 문제가 있고, 70% 초과인 경우 나노 구조물 대비 기공이 차지하는 비율이 너무 많아 기계적 강도가 약해져 구조적인 안정성 측면에서 바람직하지 못하기 때문이다.
- [0044] 다음으로, 본 발명은 바람직한 일 실시예에 따라 발열 부위와 떨어져 대상 장치 외부에 별도로 마련되는 응축 장치와 이에 연결되는 액상 채널 및 기상 채널을 더 포함할 수 있다.
- [0045] 채널을 통해 연결되는 응축 장치(냉각기)를 대상 장치 내부에 발열부(액상 챔버 - 나노 다공막 - 기상 챔버) 인 근에 위치시키지 않고 완전히 분리하여 대상 장치 외부에 자유롭게 위치시킬 수 있다.

- [0046] Wick(wick) 구조 기반의 통상적인 방열 장치나 냉각 장치의 경우 냉각부 내지 응축부를 장치 내부 발열부 인근에 위치시켜야 하는데, 일반적으로 냉각부의 사이즈가 크기 때문에 외부로 빠져 냉각/응축 파트 설비의 자유도를 높임으로써 공간적 효율성을 높이고 열순환 설계 난이도를 낮출 수 있다.
- [0047] 응축 장치는 액상 챔버와 액상 채널로, 기상 챔버와 기상 채널로 연통된다. 즉 액상 채널은 일 측이 액상 챔버와 연통되고 타 측이 응축 장치와 연통되어 응축 장치에서 응축된 액체 상의 작동 유체가 액상 챔버로 유입되도록 유도하는 채널이다. 반면 기상 채널은 일 측이 기상 챔버와 연통되고 타 측이 응축 장치와 연통되어 기상 챔버로부터 기체 상의 작동 유체가 응축 장치로 공급되도록 유도하는 채널이다.
- [0048] 즉, 작동 유체의 흐름은 액상 챔버 내에서 발열 부위를 통해 열을 흡수하여 기화되면 비습윤 특성을 가지는 나노 다공막을 통해 선택적으로 기상 챔버로 이동하게 되고, 기상 챔버에 모였다가 기상 채널을 통해 응축 장치를 이동되며, 응축 장치에서 응축되어 액상 채널을 통해 다시 액상 채널로 되돌아오는 흐름이다.
- [0049] 이때 기상 챔버로부터 기상 채널을 통한 응축 장치로의 기체 상의 작동 유체 흐름은 기상 챔버 내 모이는 기체 상의 작동 유체로 인한 압력 증가로 자연스럽게 유도될 수 있다.
- [0050] 기상 채널을 통해 기체 상의 작동 유체가 이동되는 과정에서 외부 환경과의 열 교환으로 인해 기체 상의 작동 유체가 응축되어 기상 채널의 흐름을 막는 현상을 방지하기 위해 기상 채널의 외부면을 감싸도록 마련되어 응축을 억제하는 단열층을 추가로 구비할 수 있다.
- [0051] 한편, 이와 유사하게 기상 챔버에 모여 있는 기체 상의 작동 유체 역시 응축을 방지하여야 할 필요성이 존재한다. 기상 챔버 내 기체 상의 작동 유체가 외부 환경과의 열 교환을 통해 응축되어 나노 다공막 표면에 달라 붙게 되면 나노 다공막의 기체 투과성을 저해할 수 있기 때문이다. 이를 위해 기상 챔버 외부면, 즉 나노 다공막을 통해 액상 챔버와 접하는 측(계면)을 제외한 면을 감싸도록 마련되어 기상 챔버 내 기체 상의 작동 유체의 응축을 억제하는 단열 부재를 추가로 구비할 수 있다. 이를 통해 기상 챔버의 과냉을 방지하여 응축을 억제하고 전체적인 장치 온도를 일정하게 유지할 수 있다.
- [0053] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

도면1



도면2

