(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0118034
(43) 공개일자 2021년09월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 7/20 (2006.01) *F28D 15/02* (2006.01)
H01L 23/427 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05K 7/20336 (2013.01)
F28D 15/0233 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0124525(분할)
(22) 출원일자 2021년09월17일
심사청구일자 2021년09월17일
(62) 원출원 특허 10-2019-0119470
원출원일자 2019년09월27일
심사청구일자 2019년09월27일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
김원정
경기도 부천시 길주로573번길 37 여월휴먼시아3단지아파트307동 1003호
서재덕
서울특별시 서대문구 신촌로 121 아남오피스텔 909호
(74) 대리인
유광철, 백두진, 김정연, 강일신, 권성현

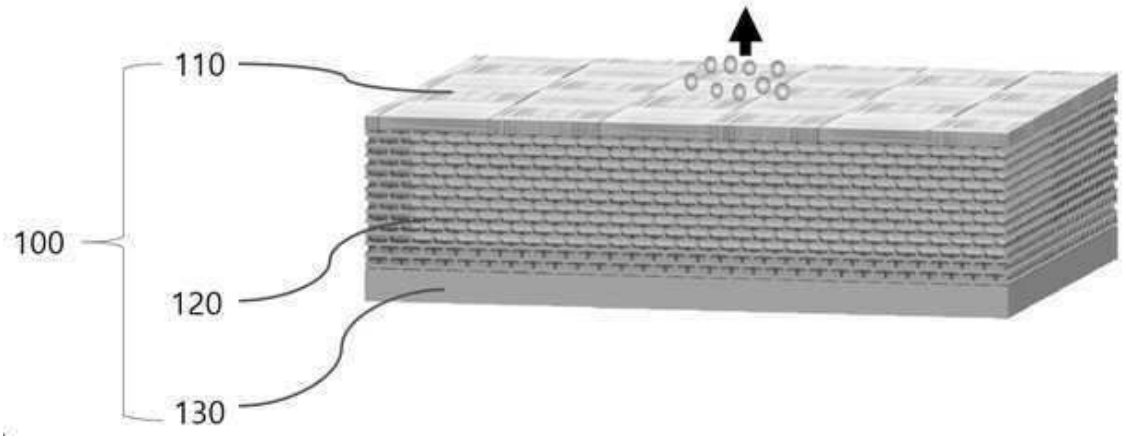
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **이중 다공 구조를 이용한 공랭식 상변화 방열판**

(57) 요 약

본 발명의 실시예에 따른 상변화 방열판은 유체의 증발을 통해 열을 외부로 방출하는 방열층; 및 상기 방열층으로 상기 열 및 상기 유체를 전달하는 다공층;을 포함한다.

대 표 도 - 도6



(52) CPC특허분류
H01L 23/4275 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711083077
과제번호	2017R1E1A1A01073599
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	갈륨 기반 액체금속의 유동 해석 및 생산 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서강대학교
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

친수성 소재로 제공되며, 유체의 증발을 통해 열을 외부로 방출하는 방열층;

금속 소재로 제공되며, 상기 방열층으로 상기 열 및 상기 유체를 전달하는 다공층; 및

상기 방열층 표면에서의 유체 증발분만큼 상기 유체를 상기 다공층에 공급하는 유체공급부를 포함하고,

상기 방열층은 상기 유체의 증발이 일어나는 복수의 모세관을 포함하고,

상기 모세관은 모세관압력을 통해 상기 유체를 상기 다공층에서 상기 방열층으로 유동시키고,

상기 다공층은 상기 유체의 수용 및 상기 방열층으로의 유체 유동이 일어나는 복수의 공극을 포함하고,

상기 공극의 직경은 상기 모세관의 직경보다 큰 상변화 방열장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유체공급부는:

유체를 저장하는 유체저장부; 및

상기 유체저장부와 상기 다공층을 연결하는 유체전달관을 포함하는 상변화 방열장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 유체공급부는 상기 유체저장부에 저장된 유체를 상기 다공층에 공급하는 모터를 더 포함하는 상변화 방열장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 방열층의 온도를 측정하는 온도측정부; 및

상기 모터의 구동을 제어하는 제어부를 더 포함하고,

상기 제어부는:

상기 온도측정부에서 측정된 온도 값이 기 설정된 값을 초과하는 경우 상기 모터의 작동 여부 및 회전 속도를 제어하는 상변화 방열장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 방열층과 인접한 영역에서의 기체 유동을 발생시는 팬을 더 포함하는 상변화 방열장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 방열층의 온도를 측정하는 온도측정부; 및

상기 팬의 구동을 제어하는 제어부를 더 포함하고,

상기 제어부는:

상기 온도측정부에서 측정된 온도 값이 기 설정된 값을 초과하는 경우 상기 팬의 작동 여부 및 회전 속도를 제어하는 상변화 방열장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 방열층은:

편평한 플레이트 형상, Plate-fin 형상, Pin-fin 형상 및 외측으로 연장되는 돌기를 포함하는 플레이트 형상 중 적어도 하나로 제공되는 상변화 방열장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

열원으로부터 발생되는 열을 상기 다공층에 전달하는 열전달층을 더 포함하는 상변화 방열장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 이중 다공 구조를 이용한 상변화 방열장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 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.

[0004] 전자기기에서 발생하는 열은 기기 수명과 동작 오류 및 신뢰도 등과 직접적인 관계가 있다. 또한, 동작 중에 발생되는 열로 인하여 온도가 상승되면 동작 오류가 발생될 수 있고 수명이 단축될 수 있다. 따라서 이와 같은 발열 부품들은 적정 온도 범위 내에서 유지될 수 있도록 관리되어야 한다.

[0005] 이러한 발열부품의 열을 냉각시키기 위해 현재 다양한 형태의 냉각장치가 사용되고 있다.

[0006] 현재 열 관리를 위해 주로 사용되는 방안 중 하나는 히트 싱크이다. 잘 알려진 바와 같이, 히트 싱크는 전자 소자에 설치되어 전자 소자로부터 발생되는 열을 흡수하여 외부로 발산시키는 냉각용 방열체이다. 히트 싱크에 의해 전자 소자의 급격한 온도상승이 방지된다.

[0007] 종래의 히트 싱크는 평판 형상의 히트 싱크 베이스에 대해 수직방향으로 다수의 돌기가 돌출 형성된 구조이다. 히트 싱크는 일반적으로 늘림성 및 퍼짐성이 풍부 하여 성형 가공하기 쉬운 알루미늄 금속을 주고 사용한다.

[0008] 히트 싱크는 일면이 전자 소자의 발열 면에 밀착되게 설치되어 열을 외부로 방출시킨다. 그런데 이와 같은 종래의 히트 싱크로서는 방열 효율의 한계가 있어 최근 전자 장치의 소형화와 고집적화 추세에 대응하기가 어렵다.

[0009] 방열 효율을 높이기 위한 방안으로서 히트 싱크의 방열 기능을 돕는 다수의 부품이 히트 싱크에 부착되거나 그 주변에 설치되는 방안이 제안되기도 하였다. 그러나 이와 같은 경우 부품의 조립이 번거롭고 작지 않은 설치 공

간이 요구된다.

[0010] 히트 싱크를 이용한 냉각은 주로 공기 냉각 방열판, 수냉식 방열판 및 상변화 방열판 중 하나를 이용한다.

[0011] 이들 중 공기 냉각 방열판은 비용이 저렴하고 제작이 쉬워 다양한 분야에 응용되고 있지만 공기의 낮은 열전도율 때문에 수냉식이나 상변화를 이용하는 방열판에 비해 냉각 성능이 떨어진다.

[0012] 공기 냉각 방열판의 냉각 성능을 향상시키기 위해 전산 해석 기반 분석 및 기하학적 최적화와 같은 많은 작업이 이루어져 왔지만 공기 냉각 방열판의 유효 열전달 계수는 수냉식과 상변화 냉각 방법에 비해 약 40배 이상 차이가 난다.

[0013] 따라서 현재 제작이 간단하고 생산 단가가 낮으며 방열 효율이 좋은 냉각 장치를 제작하기 위한 많은 연구들이 이루어지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명의 실시예는 유체의 증발을 통해 열을 외부로 방출시킬 수 있는 이중 다공 구조를 이용한 상변화 방열장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0016] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0018] 본 발명의 실시예에 따른 상변화 방열장치는 친수성 소재로 제공되며, 유체의 증발을 통해 열을 외부로 방출하는 방열층; 금속 소재로 제공되며, 상기 방열층으로 상기 열 및 상기 유체를 전달하는 다공층; 및 상기 방열층 표면에서의 유체 증발분만큼 상기 유체를 상기 다공층에 공급하는 유체공급부를 포함하고, 상기 방열층은 상기 유체의 증발이 일어나는 복수의 모세관을 포함하고, 상기 모세관은 모세관압력을 통해 상기 유체를 상기 다공층에서 상기 방열층으로 유동시키고, 상기 다공층은 상기 유체의 수용 및 상기 방열층으로의 유체 유동이 일어나는 복수의 공극을 포함하고, 상기 공극의 직경은 상기 모세관의 직경보다 크게 제공된다.

[0019] 상기 유체공급부는: 유체를 저장하는 유체저장부; 및 상기 유체저장부와 상기 다공층을 연결하는 유체전달관을 포함할 수 있다.

[0020] 상기 유체공급부는 상기 유체저장부에 저장된 유체를 상기 다공층에 공급하는 모터를 더 포함할 수 있다.

[0021] 상기 방열층의 온도를 측정하는 온도측정부; 및 상기 모터의 구동을 제어하는 제어부를 더 포함하고, 상기 제어부는: 상기 온도측정부에서 측정된 온도 값이 기 설정된 값을 초과하는 경우 상기 모터의 작동 여부 및 회전 속도를 제어할 수 있다.

[0022] 상기 방열층과 인접한 영역에서의 기체 유동을 발생시는 팬을 더 포함할 수 있다.

[0023] 상기 방열층의 온도를 측정하는 온도측정부; 및 상기 팬의 구동을 제어하는 제어부를 더 포함하고, 상기 제어부는: 상기 온도측정부에서 측정된 온도 값이 기 설정된 값을 초과하는 경우 상기 팬의 작동 여부 및 회전 속도를 제어할 수 있다

[0024] 상기 방열층은: 편평한 플레이트 형상, Plate-fin 형상, Pin-fin 형상 및 외측으로 연장되는 돌기를 포함하는 플레이트 형상 중 적어도 하나로 제공될 수 있다.

[0025] 열원으로부터 발생되는 열을 상기 다공층에 전달하는 열전달층을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 실시예에 따른 이중 다공 구조를 이용한 상변화 방열장치는 유체의 증발을 통해 열을 외부로 방출시킬 수 있다.

[0028] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 다공 구조를 이용한 공랭식 상변화 방열장치의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 방열층 및 다공층의 개략도이다.

도 3은 도 2의 다공층의 일반적인 모습을 나타낸 사진이다.

도 4는 도 2의 다공층의 SEM 촬영 이미지이다.

도 5는 도 2의 방열층의 SEM 촬영 이미지이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 상변화 방열판의 개략도이다.

도 7은 도 6의 상변화 방열판이 열전달층 연장부를 더 포함한 모습을 나타낸 개략도이다.

도 8은 도 6의 상변화 방열판과 인접한 영역에 팬이 추가된 모습을 나타낸 개략도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 유체전달관 및 유체전달관을 통해 다공층에 유체가 전달되는 모습을 나타낸 개략도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 방열층 및 다공층이 존재할 때와 다공층 및 방열층 없이 물로만 이루어진 층이 있을 때의 열저항 값을 비교한 개략도이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 상변화 방열판의 열플럭스에 따른 유효 열전달 계수의 이론값과 실험값을 나타낸 표이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 상변화 방열판의 기압의 변화에 따른 유효 열전달 계수의 변화를 나타낸 표이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 상변화 방열판의 상대습도의 변화에 따른 유효 열전달 계수의 변화를 나타낸 표이다.

도 14는 발명의 일 실시예에 따른 상변화 방열판과 일반적인 구리판, 플레이트 방식의 히트 싱크 및 핀 방식의 히트 싱크의 표면적 비율에 따른 유효 열전달 계수를 나타낸 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명의 다른 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술 되는 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0032] 만일 정의되지 않더라도, 여기서 사용되는 모든 용어들(기술 혹은 과학 용어들을 포함)은 이 발명이 속한 종래 기술에서 보편적 기술에 의해 일반적으로 수용되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적인 사전들에 의해 정의된 용어들은 관련된 기술 그리고/혹은 본 출원의 본문에 의미하는 것과 동일한 의미를 갖는 것으로 해석될 수 있고, 그리고 여기서 명확하게 정의된 표현이 아니더라도 개념화

[0033] 되거나 혹은 과도하게 형식적으로 해석되지 않을 것이다.

[0034] 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. 명세서에서 사용되는 '포함한다' 및/또는 이 동사의 다양한 활용형들 예를 들어, '포함', '포함하는', '포함하고', '포함하며' 등은 언급된

조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 본 명세서에서 '및/또는' 이라는 용어는 나열된 구성들 각각 또는 이들의 다양한 조합을 가리킨다.

[0035] 한편, 본 명세서 전체에서 사용되는 '~부', '~기', '~블록', '~모듈' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미할 수 있다. 예를 들어 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미할 수 있다. 그렇지만 '~부', '~기', '~블록', '~모듈' 등이 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부', '~기', '~블록', '~모듈'은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다.

[0036] 따라서, 일 예로서 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'은 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성 요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'들로 결합되거나 추가적인 구성

[0037] 요소들과 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'들로 더 분리될 수 있다.

[0038] 이하, 본 명세서의 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.

[0039] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 다공 구조를 이용한 공랭식 상변화 방열장치(10)의 개략도이다.

[0040] 도 1을 참조하면, 유체전달관(220)을 통해 다공층(120)의 공극(121)으로 유입된 유체(210)는 방열층(110)의 모세관에서 발생한 모세관압력에 의해 방열층(110)의 표면으로 유동된다. 방열층(110)의 표면에서는 유체(210)의 증발 작용이 일어나고 이 과정에서 상변화 방열장치(10)가 갖고 있는 열을 외부로 방출시킬 수 있다. 방열층(110)과 인접한 영역에는 팬(300)이 배치될 수 있으며, 팬(300)은 공기의 흐름을 발생시켜 방열층(110) 표면에서의 유체(210) 증발을 촉진시킨다.

[0041] 이하, 각 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

[0042] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 방열층(110) 및 다공층(120)의 개략도이다.

[0043] 도 2를 참조하면, 상변화 방열판은 방열층(110) 및 다공층(120)을 포함한다. 방열층(110)은 다공층(120) 상에 적층된다. 다공층(120)은 열원과 인접한 영역에 배치된다.

[0044] 도 3은 도 2의 다공층(120)의 일반적인 모습을 나타낸 사진이고, 도 4는 도 2의 다공층(120)의 SEM 촬영 이미지이다.

[0045] 도 3 및 도 4 참조하면, 다공층(120)은 내부에 복수의 공극(121)을 포함한다.

[0046] 열원과 인접한 영역에 배치된 다공층(120)은 열원으로부터 열을 흡수한다. 열원은 예를 들어 IC(Integrated Circuit)나 저항 등의 전자 부품, 혹은 그 밖의 발열 디바이스이다.

[0047] 다공층(120)은 열원으로부터 전달받은 열을 다공층(120) 상에 적층된 방열층(110)으로 전달한다.

[0048] 또한, 다공층(120)의 공극(121)에 수용된 유체(210)는 방열층(110)으로 전달되고 방열층(110)의 표면에서 증발된다.

[0049] 다공층(120)은 내부에 복수의 공극(121)을 포함하는 다양한 형태로 제공될 수 있다. 복수의 공극(121)은 서로 연통될 수 있으며, 특히 다공층(120)의 저면으로 공급된 유체(210)가 복수의 공극(121)을 통해 다공층(120)의 상면으로 유동될 수 있도록 서로 연통되어 형성될 수 있다.

[0050] 다공층(120)은 열원으로부터 전달받은 열을 방열층(110)으로 전달해야 하므로, 구리를 포함한 열전도도가 높은 금속으로 구성될 수 있다. 즉, 다공층(120)은 열전도성이 우수한 알루미늄, 니켈-구리, 니켈, 구리, 스타늄 및 아연 중 적어도 하나 이상의 금속 성분을 포함할 수 있다.

[0051] 다공층(120)은 알루미늄폼, 니켈폼, 구리폼과 같은 메탈폼일 수 있다. 여기에서, 메탈폼은 알루미늄, 니켈, 또는 구리와 같은 금속 분말을 수지와 혼합한 후 융해로에서 1000도 이상의 소결 과정을 거쳐 제조될 수 있으며, 소결 과정에서 바인더 역할을 하는 수지 성분이 날아가게 되므로 수지성분이 포함되어 있는 부분에 공극(121)이

형성되어 발포폼과 유사한 형태를 갖게 된다.

[0052] 따라서, 메탈폼은 금속 분말을 포함하고 있어 높은 열 전도성을 갖을 수 있으며, 제조 과정에서 다수의 공극(121)을 형성시킬 수 있다. 즉, 메탈폼을 이용하여 다공층(120)을 형성한 후 열원과 인접한 영역에 배치하는 경우, 높은 열 전도성을 확보함과 동시에 유체(210)가 요동할 수 있는 공극(121)도 함께 얻을 수 있다.

[0053] 메탈폼의 형태는 매쉬 타입일 수 있다. 여기에서, 매쉬 타입이란 그물망의 형태와 같이 사각형의 홀이 상기 메탈폼에 일정하게 형성되는 것을 의미한다.

[0054] 즉, 메탈폼은 열원으로부터 전달받은 열을 방열층(110)으로 전달함과 동시에 내부에 복수의 공극(121)을 포함하고 있어 유체(210)의 수용 및 전달이 가능하다.

[0055] 다공층(120)에 형성되는 공극(121)의 직경은 수 마이크로미터일 수 있으며, 일 예에 따르면 10㎛에서 1mm일 수 있다. 하지만 공극(121)을 통해 유체(210)가 유동할 수 있는 크기라면 이 범위에 한정되지 않는다.

[0056] 다공층(120)이 포함하고 있는 복수의 공극(121)에는 유체(210)가 수용된다. 유체(210)는 예를 들어 물일 수 있다.

[0057] 유체(210)는 공극(121)을 통해 다공층(120) 내부에서 유동할 수 있다.

[0058] 다공층(120)은 공극(121)을 통해 다공층(120) 내부에 초기부터 수용하고 있던 유체(210) 혹은 외부로부터 지속적으로 공급되는 유체(210)를 방열층(110)으로 전달한다.

[0059] 도 5는 도 2의 방열층(110)의 SEM 촬영 이미지이다.

[0060] 도 5를 참조하면, 방열층(110)은 복수의 모세관(111)을 포함한다.

[0061] 일 실시예에 따르면, 방열층(110)은 PTFE멤브레인으로 제공될 수 있다. 이 외에도 방열층(110)은 복수의 모세관(111)을 포함하는 다양한 형태로 제공될 수 있다.

[0062] 모세관(111)에서는 모세관(111)압력이 발생한다. 모세관(111)압력은 다공층(120)에 수용되어 있던 유체(210)를 방열층(110)으로 끌어올린다. 모세관(111)압력에 의해 다공층(120)에서 방열층(110)으로 끌어올려진 유체(210)는 모세관(111)을 따라 방열층(110)의 표면까지 이동할 수 있다.

[0063] 즉, 다공층(120)이 초기부터 수용하고 있던 유체(210) 혹은 외부로부터 공급받은 유체(210)는 별도의 외력 없이도 방열층(110)의 모세관(111)에서 발생한 모세관(111)압력에 의해 방열층(110)의 표면까지 이동된다.

[0064] 모세관(111)압력은 유체(210)를 다공층(120)에서부터 방열층(110)으로 유동시키기에 충분한 압력으로 제공된다. 유체(210)가 예를 들어 물인 경우, 모세관(111)의 직경은 100nm 내지 1㎛로 제공될 수 있다. 하지만, 유체(210)를 유동시키는데 충분한 모세관 압력을 제공할 수 있는 크기라면 이 범위에 한정되지 않는다.

[0065] 방열층(110)이 친수성 소재를 포함하는 경우 모세관(111)에서 발생하는 모세관(111)압력을 증가시킬 수 있다. 따라서, 방열층(110)을 이루는 소재는 친수성 소재인 것이 바람직하다.

[0066] 방열층(110)으로 이동된 유체(210)는 방열층(110)의 표면에서 증발한다. 유체(210)는 증발 과정에서 주위의 열을 흡수하며 증발한다. 즉, 유체(210)는 증발 잠열에 해당하는 만큼의 열 에너지를 방열층(110)으로부터 흡수하며 증발한다. 그 결과, 유체(210)의 증발을 통해 방열층(110)은 자신이 갖고 있던 열을 외부로 방출할 수 있다.

[0067] 다른 실시예에 따르면, 방열층(110)은 금속 등 열전도성이 우수한 소재로 이루어지는 열전도성 나노텍스쳐층으로 제공될 수 있다.

[0068] 경우에 따라 유체(210)의 증발 작용을 이용한 방열이 불가능 한 경우가 있을 수 있다. 예를 들어, 저장되어 있던 유체(210)가 증발로 인해 모두 소진되어 다공층(120) 및 방열층(110)으로 더 이상 유체(210)가 공급되지 않는 경우나, 열원에서 발생하는 열이 너무 높아 유체(210)의 온도가 유체(210)의 끓는점을 초과하는 경우가 있을 수 있다.

[0069] 방열층(110)이 열전도성 나노텍스쳐층으로 제공되는 경우, 증발로 인한 방열 효과를 얻을 수 없는 환경에서도 본 발명인 상변화 방열장치의 방열 효과를 높일 수 있다. 즉, 방열층(110)이 열전도성 나노텍스쳐층으로 이루어지는 경우 외부 공기와 맞닿는 열교환 표면적을 극대화시킴으로써 방열 효율을 향상시킬 수 있다.

[0070] 열전도성 나노텍스쳐층은 은-나노와이어 등 열전도성이 우수한 열전도성 나노와이어나, 나노섬유의 표면에 금속층이 도금된 것이나, 나노입자의 표면에 열전도성 입자층이 코팅된 것 등 열전도성이 우수한 다양한 미세 구조

체로 이루어질 수 있다.

[0071] 열전도성 나노텍스쳐층을 구성하는 나노입자로는 은, 알루미늄, 구리, 니켈 등이 이용될 수 있고, 열전도성 입자층은 탄소나노튜브나 전도성 나노와이어로 이루어질 수 있다.

[0072] 열전도성 나노텍스쳐층은 다공층(120) 상에 스프레이 코팅법, 전기방사-도금법, 스핀 코팅법, 딥 코팅법 등 다양한 방법을 통해 제조될 수 있다.

[0073] 방열층(110)은 편평한 플레이트 형상, Plate-fin 형상, Pin-fin 형상 및 외측으로 연장되는 돌기를 포함하는 플레이트 형상 중 적어도 하나로 제공될 수 있다.

[0074] 상기 형상들은 방열층(110)과 외부 공기가 맞닿는 표면적을 증가시키기 위한 것으로, 상기 형상들 외에도 방열층(110)과 외부 공기가 맞닿는 표면적을 증가시키기 위한 다양한 형성으로 제공될 수 있다.

[0075] 방열층(110)의 표면으로부터 외측으로 연장되는 돌기는 모세관(111)압력에 의해 방열층(110)으로 유동되는 유체가 돌기의 끝단까지 끌려 올라올 수 있는 높이로 제공될 수 있다.

[0076] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 상변화 방열판의 개략도이다.

[0077] 도 6을 참조하면, 상변화 방열판은 방열층(110), 다공층(120) 및 열전달층(130)을 포함한다.

[0078] 방열층(110)의 저면에는 다공층(120)이 배치되며, 다공층(120)의 저면에는 열전달층(130)이 배치된다.

[0079] 열전달층(130)은 열원으로부터 흡수한 열을 다공층(120)으로 전달하는 역할을 한다.

[0080] 본 발명의 도면에 도시된 열전달층(130)은 평평한 플레이트 형상이지만, 그 외에도 와이어 형상, 히트 파이프 형상 또는 금속 기둥 형상 등 다양한 형상으로 제공될 수 있다.

[0081] 이러한 열전달층(130)은 열전도성이 우수하면서 가공이 용이한 금속 재질을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 구리(Cu), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 금(Au) 및 이들의 합금을 포함할 수 있다.

[0082] 도 7은 도 6의 상변화 방열판(100)이 열전달층 연장부(131)를 더 포함한 모습을 나타낸 개략도이다.

[0083] 도 7을 참조하면, 열전달층(130)은 열전달층 연장부(131)를 더 포함한다. 열전달층 연장부(131)는 열전달층(130)이 다공층(120)과 대응되는 영역에서 외측으로 연장되는 영역을 말한다.

[0084] 열전달층(130)은 열원을 감싸는 형태로 제공될 수 있다. 이를 통해, 열원으로부터 열을 전달받는 영역을 증가시켜 열 흡수를 용이하게 한다.

[0085] 열전달층 연장부(131)는 열전달층(130)에 힌지 방식 결합, 볼터-너트 방식 결합 및 삽입 방식 결합을 포함한 다양한 방식으로 열전달층(130)과 결합된다. 이를 통해 열전달층 연장부(131)는 필요에 따라 열전달층(130)과 결합 및 분해가 가능하도록 제공된다.

[0086] 도 8은 도 6의 상변화 방열판과 인접한 영역에 팬(300)이 추가된 모습을 나타낸 개략도이다.

[0087] 도 8을 참조하면, 방열층(110)과 인접한 영역에는 공기의 흐름을 발생시키는 팬(300)이 배치된다.

[0088] 유체(210)는 주위 공기가 정체된 곳에 비해 공기의 흐름이 존재하는 곳에서 증발이 더 빨리 일어난다. 팬(300)은 방열층(110)과 인접한 영역에 지속적인 공기의 흐름을 발생시킴으로써 방열층(110) 표면에서 유체(210)가 증발하는 속도를 증가시킨다. 이를 통해, 팬(300)은 상변화 방열판의 열 방출 효율을 향상시킬 수 있다.

[0089] 상변화 방열장치는 방열층(110)의 온도를 측정하는 온도측정부(500) 및 팬(300)의 구동을 제어하는 제어부(400)를 더 포함할 수 있다.

[0090] 온도측정부(500)는 방열층(110)의 표면 온도를 측정하여 측정 값을 제어부(400)로 전달한다.

[0091] 제어부(400)에서는 온도측정부(500)로부터 전달받은 온도 측정 값을 수신한 후, 온도 측정 값이 기 설정된 값을 초과하는 경우 팬(300)을 작동 여부 및 팬(300)의 회전 속도를 제어한다.

[0092] 예를 들어, 온도측정부(500)에서 측정된 온도 값이 기 설정된 값 이상일 경우 팬(300)이 동작하도록 할 수 있다. 또한, 측정된 온도 값이 증가함에 따라 팬(300)의 회전 속도를 점차 증가시킬 수 있다.

[0093] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 유체전달관(220) 및 유체전달관(220)을 통해 다공층(120)에 유체(210)가 전달되는 모습을 나타낸 개략도이다.

[0094] 도 9를 참조하면, 유체전달관(220)은 외부로부터 공급받은 유체(210)를 다공층(120)으로 공급한다.

[0095] 상변화 방열장치는 유체공급부(200)를 더 포함한다.

[0096] 유체공급부(200)는 유체(210), 유체전달관, 유체저장탱크(230) 및 모터(240)를 포함한다.

[0097] 초기에 유체(210)는 유체저장탱크(230)에 저장되어 있다. 유체저장탱크(230)는 예를 들어, 물탱크와 같이 기 설정된 양의 유체(210)를 저장하고 있을 수 있다. 또는 유체저장탱크(230)는 상수도관과 연결되어 상수도관으로부터 지속적으로 물을 공급받을 수도 있다.

[0098] 유체공급부(200)는 유체저장탱크(230)와 다공층(120)을 연결한다. 이를 통해 유체(210)는 유체저장탱크(230)에서 다공층(120)으로 유동될 수 있다. 유체저장부에 저장되어 있던 유체(210)는 방열층(110) 표면에서의 유체(210) 증발분만큼 다공층(120)으로 유동된다. 이때 유동을 일으키는 힘은 방열층(110)에 포함된 모세관(111)에서 발생한 모세관(111)압력이다.

[0099] 유체전달관(220)의 끝단은 다공층(120)과 연결되어 있다. 유체전달관(220)은 열전달층(130)에 구비되는 홀을 통해 다공층(120)의 저면에 연결될 수 있다. 이를 통해 유체공급부(200)의 끝단은 일반적으로 다공층(120)의 저면에 연결된다.

[0100] 하지만, 유체공급부(200)의 끝단이 다공층(120)과 접촉될 수만 있다면 열전달층(130)의 홀을 통하지 않고 곧바로 다공층(120)에 연결될 수 있다. 또한, 유체전달관(220)의 끝단이 다공층(120)에 접촉하는 영역은 다공층(120)의 저면이 아닌 다공층(120)의 어느 영역이라도 무관하다.

[0101] 모터(240)는 외력을 가해 유체저장탱크(230)에서 다공층(120)으로 유체(210)를 공급한다. 일반적인 경우 유체(210)는 모세관(111)압력에 의해 외력 없이도 유체공급부(200)에서 다공층(120)으로 유동된다. 하지만, 모세관(111)압력에 의한 유체(210)의 이동속도보다 방열층(110) 표면에서의 유체(210) 증발 속도가 빠른 경우 유체(210) 증발을 통한 방열 효율이 떨어진다. 따라서, 이 경우 모터(240)의 작동을 통해 유체(210)의 공급량을 증가시킬 수 있다.

[0102] 제어부(400)에서는 온도측정부(500)로부터 전달받은 온도 측정 값을 수신한 후, 온도 측정 값이 기 설정된 값을 초과하는 경우 모터(240)을 작동 여부 및 모터(240)의 회전 속도를 제어한다.

[0103] 예를 들어, 온도측정부(500)에서 측정된 온도 값이 기 설정된 값 이상일 경우 모터(240)가 동작하도록 할 수 있다. 또한, 측정된 온도 값이 증가함에 따라 모터(240)의 회전 속도를 증가시켜 유체(210) 공급량을 점차 증가시킬 수 있다.

[0104] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 방열층(110) 및 다공층(120)이 존재할 때와 다공층(120) 및 방열층(110) 없이 물로만 이루어진 층이 있을 때의 열저항 값을 비교한 개략도이다.

[0105] 방열층(110)은 열원으로부터 전달받은 열을 방열층(110)으로 전달해야 하므로 열전도성이 우수한 알루미늄, 니켈-구리, 니켈, 구리, 스타늄 및 아연 중 적어도 하나 이상의 금속 성분을 포함하게 된다. 즉, 다공층(120)은 물에 비해 열저항이 매우 낮다.

[0106] 다른 조건이 모두 같다면 방열층(110) 및 다공층(120)의 두께가 2미리미터 일 때와 동일한 열 저항 값을 갖기 위해서는 통상적인 수단으로 형성된 물층의 경우 두께가 500마이크로미터 내외여야 한다. 또한, 마이크로미터 단위의 얇은 물층의 경우 액적 형태로 뭉치는 경우도 발생하기에 물이 증발하는 표면에 물을 지속적으로 공급함과 동시에 500마이크로미터 내외의 두께를 유지하기는 대단히 어렵다.

[0107] 즉, 본 발명의 다공층(120) 및 방열층(110)이 물층으로만 이루어진 경우에 비해 열 저항이 낮고 따라서 높은 유효 열전달 계수를 갖는다.

[0108] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 상변화 방열판의 열플럭스에 따른 유효 열전달 계수의 이론값과 실험값을 나타낸 표이다.

[0109] 도 11을 참조하면, 대기온도 25℃, 상변화 방열판 표면에서의 공기유속 11 m/s, 상대습도 25%일 때 유효 열전달 계수의 실험값과 이론값의 오차가 매우 작은 것을 알 수 있다.

[0110] 또한, 열플럭스가 4.3W/cm^2일 때 최대 유효 열전달 계수는 0.06W/cm^2K을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0111] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 상변화 방열판 표면에서의 공기유속에 따른 유효 열전달 계수의 변화를 나

타낸 표이고, 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 상변화 방열판의 상대습도의 변화에 따른 유효 열전달 계수의 변화를 나타낸 표이다.

[0112] 도 12 및 도 13을 참조하면, 도 12는 상대습도가 25%로 고정일 때 상변화 방열판 표면에서의 공기유속에 따른 유효 열전달 계수를 나타낸 표이다. 또한, 도 13은 상변화 방열판 표면에서의 공기유속이 11 m/s일 때의 상대습도의 변화에 따른 유효 열전달 계수를 나타낸 표이다.

[0113] 표에서 알수 있듯이 기압 또는 상대습도가 변하더라도 유효 열전달 계수는 크게 변하지 않은 것을 확인할 수 있다. 즉, 본 발명의 경우 상변화 방열판 표면에서의 공기유속 및 상대습도에 큰 폭의 변화가 있더라도 항상 안정적인 유효 열전달 계수를 확보할 수 있다.

[0114] 도 14는 발명의 일 실시예에 따른 상변화 방열판과 일반적인 구리판, 플레이트 방식의 히트 싱크 및 핀 방식의 히트 싱크의 표면적 비율에 따른 유효 열전달 계수를 나타낸 표이다.

[0115] 도 14를 참조하면, Aexposure은 방열판의 외부 노출 면적의 넓이를 말하고, Abase는 방열판의 바닥면의 넓이를 말한다.

[0116] 상변화 방열판은 Evaporator heat sink이고, 일반적인 구리판은 Copper plate이다. 또한, 플레이트 형식의 히트 싱크는 Plate fin heat sinks이고, 핀 형식의 히트 싱크는 Pin fin heat sinks이다.

[0117] Evaporator heat sink와 Copper plate는 노출면적과 바닥 면적의 넓이가 같으므로 면적의 비인 $A_{exposure}/A_{base}$는 1이 된다. 핀 형식의 히트 싱크와 플레이트 형식의 히트 싱크의 경우 표면적을 증가시켜 방열 효율을 넓힌 것으로, 1보다 큰 $A_{exposure}/A_{base}$ 값을 갖는다.

[0118] 표를 참고하면, 핀 형식의 히트 싱크의 경우 가로축인 $A_{exposure}/A_{base}$는 10 내외의 값을 갖는다. 즉, 본 발명보다 대략 10배 정도의 표면적을 갖는다. 이에 비해, 유효 열전달 계수는 오히려 본 발명의 0.06W/cm^{2}K 보다 작은 값인 0.04W/cm^{2}K로 확인된다.

[0119] 또한, 플레이트 형식의 히트 싱크의 경우에도 $A_{exposure}/A_{base}$ 이 대략 22인 경우 약 0.06W/cm^{2}K의 유효 열전달 계수를 갖고, $A_{exposure}/A_{base}$이 대략 50인 경우 약 0.08W/cm^{2}K의 유효 열전달 계수를 갖는 것으로 확인된다.

[0120] 핀 형식의 히트 싱크 및 플레이트 형식의 히트 싱크 모두 본 발명에 비해 매우 큰 표면적을 갖고 있음에도 불구하고 유효 열전달 계수보다 오히려 작거나 큰 차이가 나지 않는다는 것을 알 수 있다.

[0121] 본 발명인 Evaporator heat sinks의 노출면적을 증가시켜 $A_{exposure}/A_{base}$ 값을 키울 경우, 기존의 플레이트 형식의 히트 싱크 및 핀 형식의 히트 싱크에 비해 훨씬 큰 유효 열전달 계수 값을 갖을 수 있다는 것을 표를 통해 알 수 있다.

[0122] 따라서, 본 발명의 이중 다공 구조를 이용한 상변화 방열판의 경우 다른 방식들의 방열판에 비해 높은 유효 열전달 계수를 갖으므로, 노출면적을 증가시킬 경우 큰 방열 효과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0123] 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 다공 구조를 이용한 상변화 방열장치(10)는 모세관(111)압력을 통해 외력 없이도 유체(210)를 방열층(110)으로 유동시킬 수 있다. 또한, 방열층(110) 표면으로 유동된 유체(210)는 증발 과정을 통해 열원으로부터 전달받은 열을 외부로 방출할 수 있다.

[0124] 이상에서 실시예를 통해 본 발명을 설명하였으나, 위 실시예는 단지 본 발명의 사상을 설명하기 위한 것으로 이에 한정되지 않는다. 통상의 기술자는 전술한 실시예에 다양한 변형이 가해질 수 있음을 이해할 것이다. 본 발명의 범위는 첨부된 특허청구범위의 해석을 통해서만 정해진다.

부호의 설명

[0126] 10: 상변화 방열장치

100: 상변화 방열판

110: 방열층

111: 모세관

120: 다공층

121: 공극

130: 열전달층

131: 열전달층 연장부

200: 유체공급부

210: 유체

220: 유체전달관

230: 유체저장탱크

240: 모터

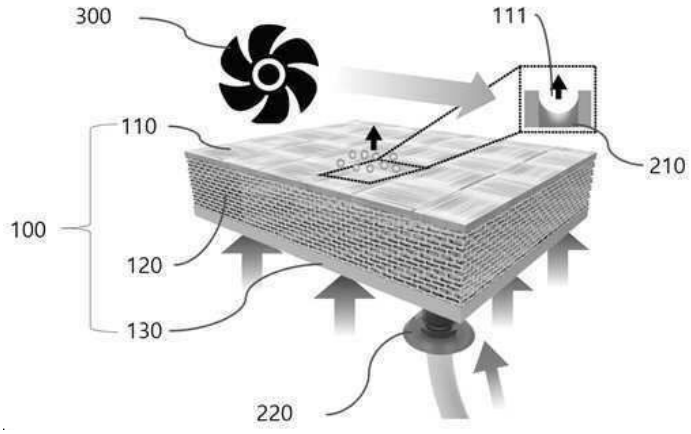
300: 팬

400: 제어부

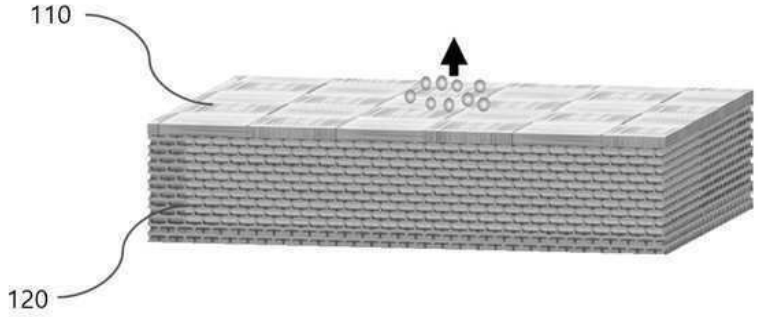
500: 온도측정부

도면

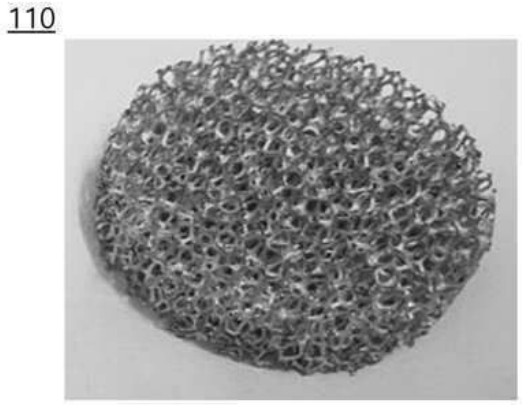
도면1



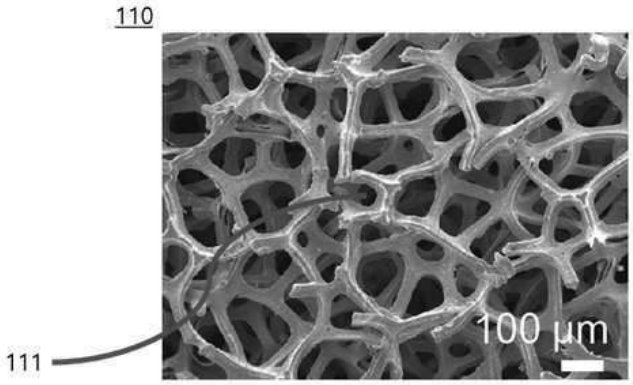
도면2



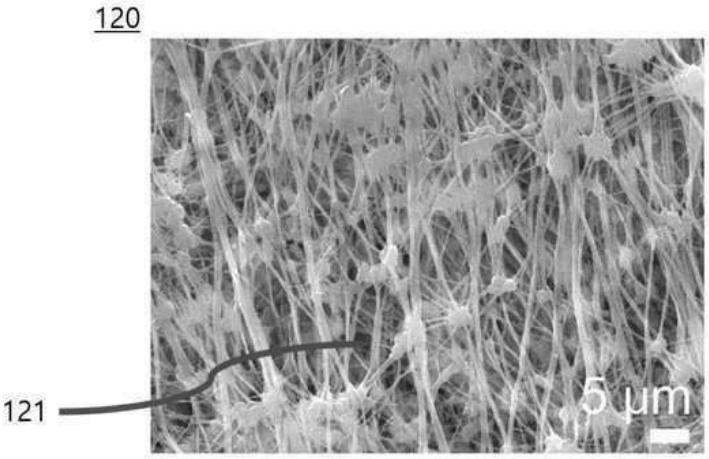
도면3



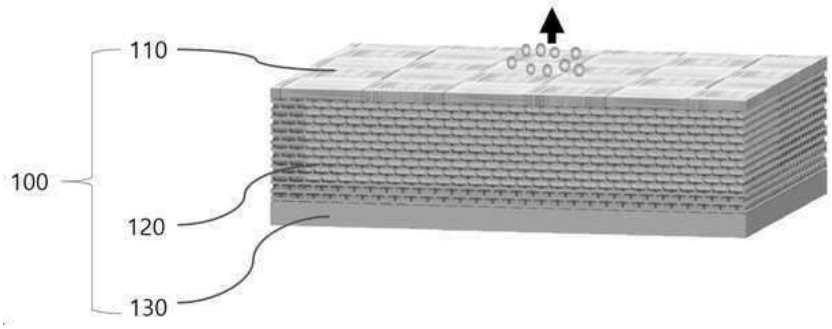
도면4



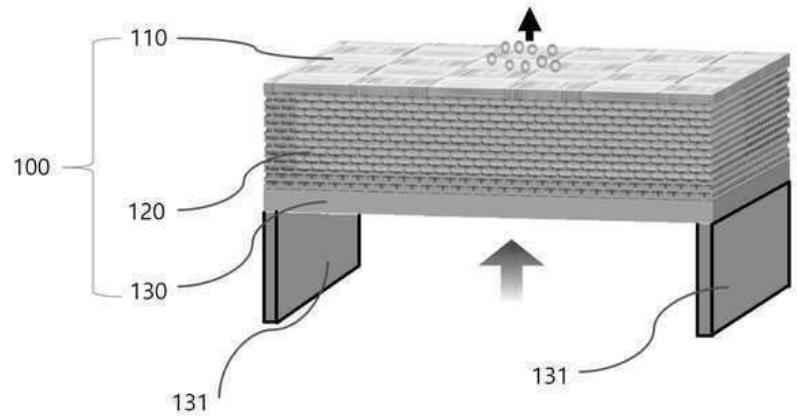
도면5



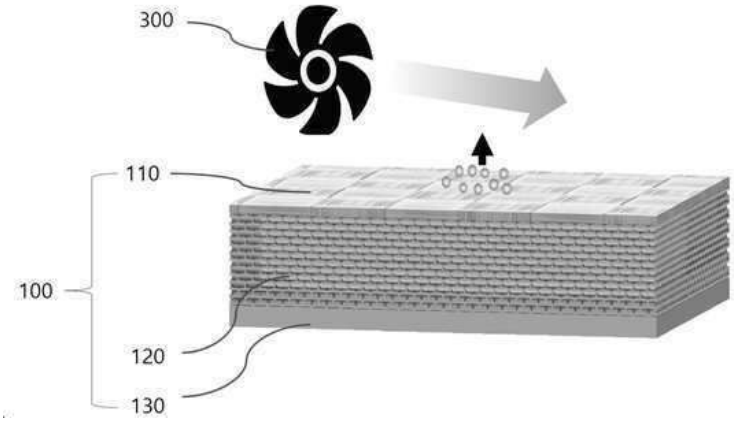
도면6



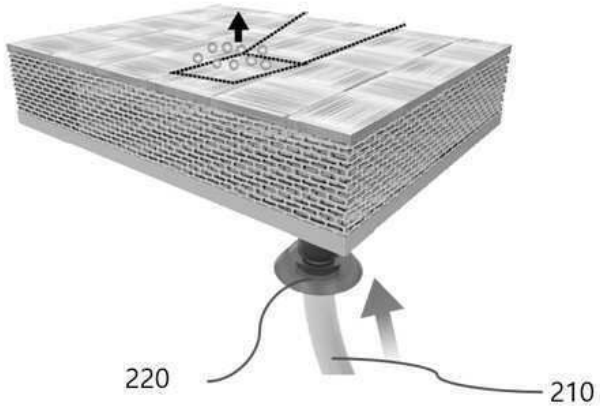
도면7



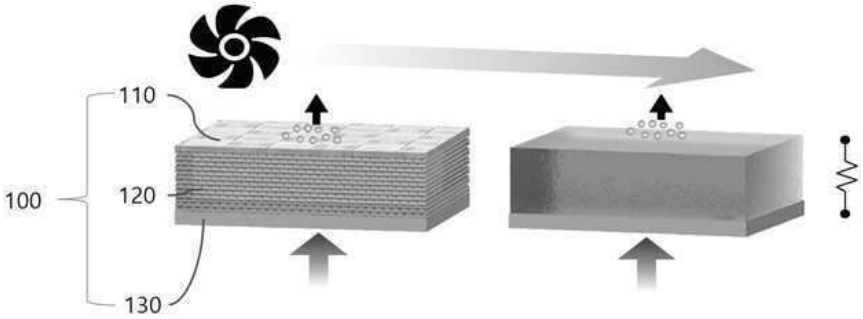
도면8



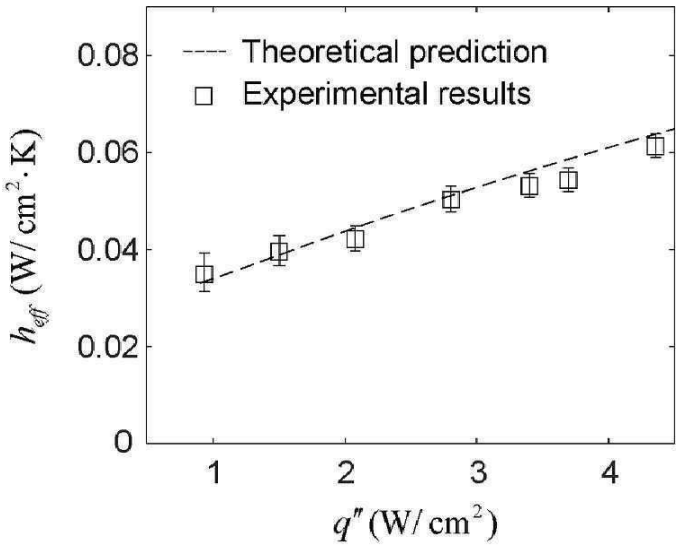
도면9



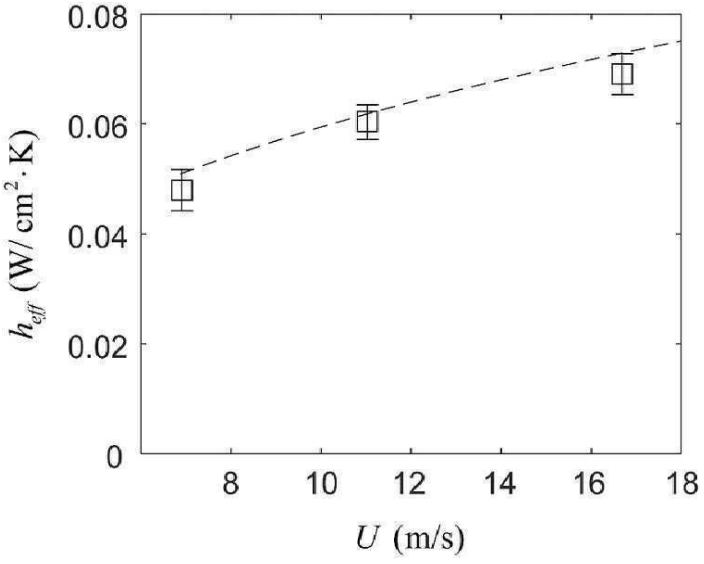
도면10



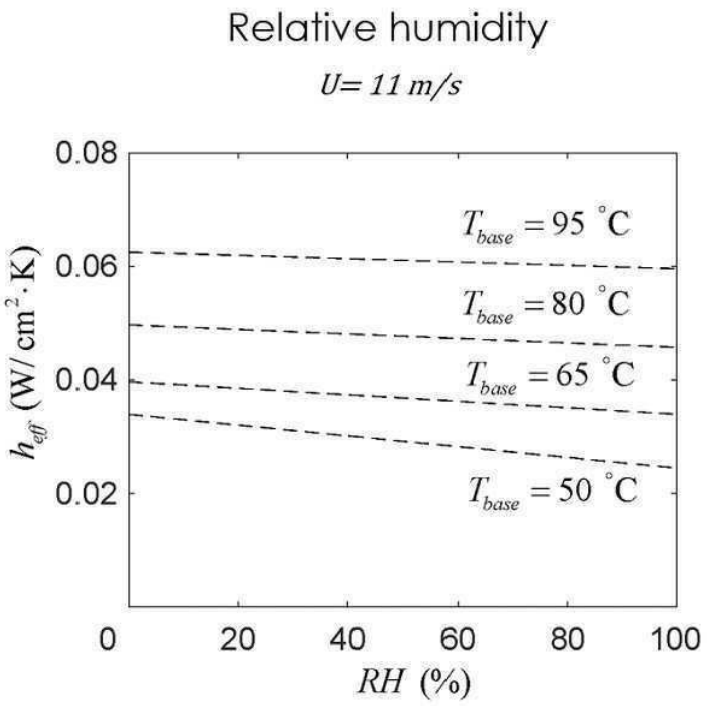
도면11



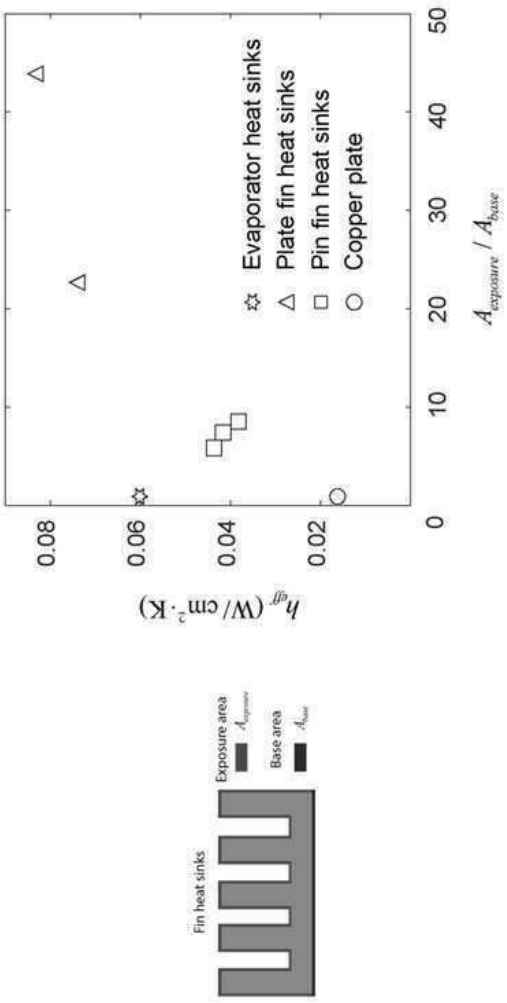
도면12


0.08
0.06
0.04
0.02
0
8
10
12
14
16
18
h_{eff} (W/ cm^2 · K)
U (m/s)

도면13


Relative humidity
U= 11 m/s
0.08
0.06
0.04
0.02
0
20
40
60
80
100
T_{base} = 95 °C
T_{base} = 80 °C
T_{base} = 65 °C
T_{base} = 50 °C
h_{eff} (W/ cm^2 · K)
RH (%)

도면14


Fin heat sinks
Exposure area
Base area
h_{eff} (W/cm^2·K)
0.08
0.06
0.04
0.02
0
10
20
30
40
50
$A_{exposure}$ / A_{base}
Evaporator heat sinks
Plate fin heat sinks
Pin fin heat sinks
Copper plate