



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0090902
(43) 공개일자 2024년06월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/6569 (2014.01) B60L 50/60 (2019.01)
H01M 10/625 (2014.01) H01M 10/643 (2014.01)
H01M 10/6554 (2014.01)
- (52) CPC특허분류
H01M 10/6569 (2015.04)
B60L 50/60 (2019.02)
- (21) 출원번호 10-2024-7017273(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2017년11월17일
심사청구일자 2024년05월23일
- (62) 원출원 특허 10-2019-7016251
원출원일자(국제) 2017년11월17일
심사청구일자 2020년11월13일
- (85) 번역문제출일자 2024년05월23일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/062253
- (87) 국제공개번호 WO 2018/094187
국제공개일자 2018년05월24일
- (30) 우선권주장
62/424,054 2016년11월18일 미국(US)

- (71) 출원인
로미오 시스템즈, 인크.
미국 90058 캘리포니아주 버넌 에어즈 애비뉴 4380
- (72) 발명자
해리스 포터
미국 90058 캘리포니아주 버넌 에어즈 애비뉴 4380
왕 치엔
미국 90058 캘리포니아주 버넌 에어즈 애비뉴 4380
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 윤정호

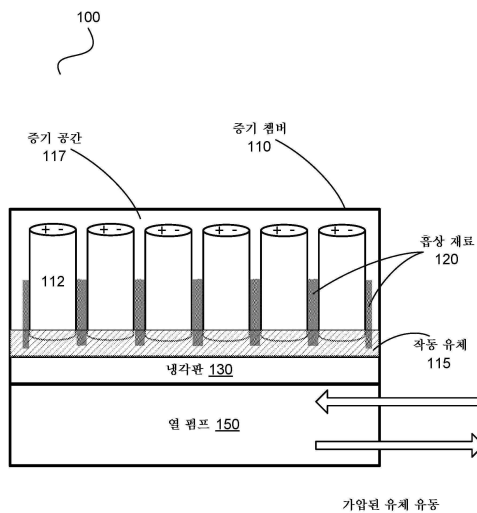
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 증기 챔버를 이용한 배터리 열 관리를 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

배터리를 위한 열 관리 시스템은 내부에 흡상 구성요소를 갖는 증기 챔버를 이용한다. 예시적인 열 관리 시스템은 작동 유체와 흡상 구성요소를 수용하는 증기 챔버를 포함한다. 복수의 배터리 셀은 증기 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치된다. 냉각판이 증기 챔버에 결합되고, 열 펌프가 냉각판에 결합된다. 열 관리 시스템에서의 증기 및 작동 유체의 이동을 용이하게 하기 위해서 모세관 튜브가 이용될 수 있다. 예시적인 시스템의 사용을 통해, 배터리를 위한 개선된 열 관리가 제공된다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

H01M 10/625 (2015.04)

H01M 10/643 (2015.04)

H01M 10/6554 (2015.04)

B60Y 2200/90 (2013.01)

H01M 2220/20 (2013.01)

(72) 발명자

비트 버턴

미국 90058 캘리포니아주 버턴 에어즈 애비뉴 4380

그린 더블유. 헌터

미국 90058 캘리포니아주 버턴 에어즈 애비뉴 4380

명세서

청구범위

청구항 1

열 관리 시스템으로서,

하우징 및 작동 유체를 포함하는 증기 챔버; 및

복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리 팩으로서, 복수의 배터리 셀 각각은 증기 챔버 내에 부분적으로 배치되는, 배터리 팩을 포함하고,

작동 유체는 복수의 배터리 셀로부터 열을 운반해 가기 위해 증기 챔버 내에서 상을 변경하는, 열 관리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나의 배터리 셀의 전기 단자는 증기 챔버 외부에 있는, 열 관리 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 증기 챔버는 작동 유체를 증기 챔버 내에 유지하면서 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나를 부분적으로 수용하도록 구성된 오리피스 또는 밀봉부 중 하나 이상을 갖도록 구성되는, 열 관리 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 증기 챔버는 상부 및 저부를 갖고, 증기 챔버는 중력이 작동 유체를 배터리 셀 벽을 따라 아래로 끌어당기도록 배향되는, 열 관리 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 작동 유체는 증기 챔버의 저부에 인접하여 증발하고, 증기 챔버의 상부에 위치한 관 상에 응축되는, 열 관리 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 냉각관을 통해 증기 챔버에 결합된 열 펌프를 더 포함하는, 열 관리 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

냉각관에 결합된 응축 챔버; 및

증기 챔버 내의 제1 위치에 있는 흡입 단부 및 증기 챔버 내의 상이한 제2 위치에 있는 복귀 단부를 갖는 모세관 튜브를 더 포함하고, 모세관 튜브는 적어도 부분적으로 응축 챔버를 통과하는, 열 관리 시스템

청구항 8

제1항에 있어서, 열 관리 시스템은 적어도 500 와트 퍼 미터-켈빈(W/mK) 내지 2000 W/mK 이하인 각각의 배터리 셀로의 열 전달 레벨을 제공하도록 동작하는, 열 관리 시스템.

청구항 9

전기 차량으로서,

열 관리 시스템 및 배터리 팩에 결합된 전기 모터를 포함하고,

열 관리 시스템은,

하우징 및 작동 유체를 포함하는 증기 챔버; 및

복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리 팩으로서, 복수의 배터리 셀 각각은 증기 챔버 내에 부분적으로 배치되는, 배터리 팩을 포함하고,

작동 유체는 복수의 배터리 셀로부터 열을 운반해 가기 위해 증기 챔버 내에서 상을 변경하는, 전기 차량.

청구항 10

제9항에 있어서, 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나의 배터리 셀의 전기 단자는 증기 챔버 외부에 있는, 전기 차량.

청구항 11

제9항에 있어서, 증기 챔버는 작동 유체를 증기 챔버 내에 유지하면서 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나를 부분적으로 수용하도록 구성된 오리피스 또는 밀봉부 중 하나 이상을 갖도록 구성되는, 전기 차량.

청구항 12

제9항에 있어서, 증기 챔버는 상부 및 저부를 갖고, 증기 챔버는 중력이 작동 유체를 배터리 셀 벽을 따라 아래로 끌어당기도록 배향되는, 전기 차량.

청구항 13

제12항에 있어서, 작동 유체는 증기 챔버의 저부에 인접하여 증발하고, 증기 챔버의 상부에 위치한 판 상에 응축되는, 전기 차량.

청구항 14

제9항에 있어서, 냉각관을 통해 증기 챔버에 결합된 열 펌프를 더 포함하는, 전기 차량.

청구항 15

제14항에 있어서,

냉각관에 결합된 응축 챔버; 및

증기 챔버 내의 제1 위치에 있는 흡입 단부 및 증기 챔버 내의 상이한 제2 위치에 있는 복귀 단부를 갖는 모세관 튜브를 더 포함하고, 모세관 튜브는 적어도 부분적으로 응축 챔버를 통과하는, 전기 차량.

청구항 16

제9항에 있어서, 열 관리 시스템은 적어도 500 와트 퍼 미터-켈빈(W/mK) 내지 2000 W/mK 이하인 각각의 배터리 셀로의 열 전달 레벨을 제공하도록 동작하는, 전기 차량.

청구항 17

위크리스(wickless) 배터리 팩 열 관리 시스템으로서,

하우징 및 작동 유체를 포함하는 증기 챔버; 및

복수의 배터리 셀을 포함하는 위크리스 배터리 팩으로서, 복수의 배터리 셀 각각은 증기 챔버 내에 부분적으로 배치되는, 위크리스 배터리 팩을 포함하고,

작동 유체는 복수의 배터리 셀로부터 열을 운반해 가기 위해 증기 챔버 내에서 상을 변경하는, 위크리스 배터리 팩 열 관리 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서, 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나의 배터리 셀의 전기 단자는 증기 챔버 외부에 있는, 위크리스 배터리 팩 열 관리 시스템.

청구항 19

제17항에 있어서, 증기 챔버는 작동 유체를 증기 챔버 내에 유지하면서 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나를 부분적으로 수용하도록 구성된 오리피스 또는 밀봉부 중 하나 이상을 갖도록 구성되는, 위크리스 배터리 팩 열 관리 시스템.

청구항 20

제17항에 있어서, 증기 챔버는 상부 및 저부를 갖고, 증기 챔버는 중력이 작동 유체를 배터리 셀 벽을 따라 아래로 끌어당기도록 배향되는, 위크리스 배터리 팩 열 관리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 출원은 2016년 11월 18일자로 출원된 발명의 명칭이 "SYSTEMS AND METHODS FOR BATTERY THERMAL MANAGEMENT UTILIZING A VAPOR CHAMBER"인 미국 가출원 제62/424,054호의 우선권 및 이익을 주장한다. 상기 출원의 전체 내용은 모든 목적을 위해 본 명세서에 참조로서 통합되어 있다.
- [0002] 본 개시내용은 열 관리, 특히 배터리 팩의 열 관리에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 특히 차량 용례에서 배터리 팩 및 셀의 열 관리에 대한 종래의 접근법은 필요에 따라 배터리 팩의 신속하고 잘 제어된 가열 및/또는 냉각을 제공하려고 시도하였다. 그러나, 이들 종래의 접근법은 동작 동안 바람직한 온도 범위 내에서 배터리 셀을 유지하거나, 최대 및 최소 셀 온도를 제어하거나, 동작 설정점 온도를 성취하거나, 또는 배터리 팩 내의 셀 사이의 제한된 범위의 열 가변성을 보증하는 능력에 있어서 제한되었다. 따라서, 배터리 팩 및 다른 전기 장치의 열 관리를 위한 개선된 시스템 및 방법이 요망된다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0004] 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템은 하우징, 흡상 재료, 및 작동 유체를 포함하는 증기 챔버; 및 복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리 팩을 포함한다. 복수의 배터리 셀 각각은 증기 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치된다. 각각의 배터리 셀은 흡상 재료의 일부와 접촉하고, 작동 유체는 배터리 셀로부터 열을 운반해 가기 위해 증기 챔버 내에서 상을 변경한다.
- [0005] 다른 예시적인 실시예에서, 배터리 팩의 열 조절을 위한 방법은 복수의 배터리 셀을 적어도 부분적으로 증기 챔버 내에 배치하는 단계로서, 복수의 배터리 셀은 배터리 팩을 형성하고, 증기 챔버는 하우징, 흡상 재료, 및 작동 유체를 포함하는, 복수의 배터리 셀을 적어도 부분적으로 증기 챔버 내에 배치하는 단계; 및 복수의 배터리 셀 각각을 흡상 재료의 적어도 일부와 접촉시키는 단계를 포함한다. 배터리 팩의 충전 또는 방전 동안, 작동 유체는 배터리 셀로부터 열을 운반해 가기 위해 증기 챔버 내에서 상을 변경한다.
- [0006] 다른 예시적인 실시예에서, 개별 배터리 셀을 위한 열 관리 시스템은 하우징, 흡상 재료 및 작동 유체를 포함하는 콜드웰(coldwell); 및 배터리 셀의 저부가 흡상 재료에 접촉하도록 적어도 부분적으로 콜드웰 내에 배치되는 배터리 셀을 포함한다. 배터리 셀과 하우징 사이의 계면은 작동 유체를 하우징 내에 유지하도록 밀봉된다. 작동 유체는 배터리 셀로부터 열을 운반해 가기 위해 콜드웰 내에서 상을 변경한다.
- [0007] 다른 예시적인 실시예에서, 배터리 팩을 위한 열 관리 시스템은 하우징, 흡상 재료, 및 작동 유체를 포함하는 증기 챔버; 증기 챔버를 열 펌프에 결합시키는 냉각관; 복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리 팩으로서, 복수의 배터리 셀 각각은 적어도 부분적으로 증기 챔버 내에 배치되는, 배터리 팩; 냉각관에 결합되는 응축 챔버; 및 증기 챔버와 응축 챔버를 연결하는 모세관 튜브를 포함한다. 각각의 배터리 셀은 흡상 재료의 일부와 접촉하고, 작동 유체는 배터리 셀로부터 열을 운반해 가기 위해 증기 챔버 내에서 상을 변경한다.
- [0008] 이 요약 섹션의 내용은 본 개시내용에 대한 단순화된 도입으로서 이해되어야 하며, 임의의 청구항의 범주를 제한하기 위해 사용되도록 의도되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0009] 이하의 설명, 첨부된 청구범위 및 첨부 도면을 참조한다.

도 1a는 예시적인 실시예에 따른 증기 챔버 아래에 배치된 냉각관을 갖는 예시적인 열 관리 시스템으로서, 증기 챔버는 배터리 셀을 완전히 둘러싸는, 예시적인 열 관리 시스템을 도시한다.

도 1b는 예시적인 실시예에 따른 증기 챔버 위에 배치된 냉각관을 갖는 예시적인 열 관리 시스템으로서, 증기 챔버는 배터리 셀을 완전히 둘러싸는, 예시적인 열 관리 시스템을 도시한다.

도 1c는 예시적인 실시예에 따른 증기 챔버 아래에 배치된 냉각관을 갖는 예시적인 열 관리 시스템으로서, 증기 챔버는 배터리 셀을 부분적으로 둘러싸는, 예시적인 열 관리 시스템을 도시한다.

도 1d는 예시적인 실시예에 따른 증기 챔버 위에 배치된 냉각관을 갖는 예시적인 열 관리 시스템으로서, 증기 챔버는 배터리 셀을 부분적으로 둘러싸는, 예시적인 열 관리 시스템을 도시한다.

도 1e는 예시적인 실시예에 따른 예시적인 열 관리 시스템의 동작을 위한 배향 독립성을 도시한다.

도 1f는 예시적인 실시예에 따른 배터리 팩, 전력 전자장치 및 전기 모터를 위한 공통 냉각제 경로를 이용하는 예시적인 열 관리 시스템을 도시한다.

도 2a는 예시적인 실시예에 따른 흡상 구조물을 위한 별집-유사 구성을 도시한다.

도 2b는 예시적인 실시예에 따른 도 2a의 흡상 구조물 내에 부분적으로 위치한 배터리 셀을 도시한다.

도 2c는 예시적인 실시예에 따른 흡상 구조물을 위한 기둥-유사 구성을 도시한다.

도 2d는 예시적인 실시예에 따른 도 2c의 흡상 구조물 사이에 배치된 배터리 셀을 도시한다.

도 2e는 예시적인 실시예에 따른 흡상 구조물의 직렬 짜임 구성을 도시한다.

도 2f는 예시적인 실시예에 따른 도 2e의 흡상 구조물 내에 부분적으로 위치한 배터리 셀을 도시한다.

도 2g는 예시적인 실시예에 따른 병렬 짜임 구성을 갖는 흡상 구조물 내에 부분적으로 배치된 배터리 셀을 도시한다.

도 2h는 예시적인 실시예에 따른 테이블러진 흡상 구조물을 도시한다.

도 2i는 예시적인 실시예에 따른 배터리 팩 내의 배터리 셀 위치에 따른 구성을 갖는 흡상 구조물을 도시하고 있다.

도 2j는 예시적인 실시예에 따른 배터리 팩 내의 배터리 셀 위치에 따른 배터리 셀의 표적화된 열 관리를 도시한다.

도 3a 내지 도 3d는 다양한 예시적인 실시예에 따른 흡상 구조물 및 이것과의 배터리 셀의 통합을 위한 이중층 구성을 도시한다.

도 4a 내지 도 4d는 다양한 예시적인 실시예에 따른 흡상 구조물 및 이것과의 배터리 셀의 통합을 위한 이중층 구성을 도시한다.

도 5a 내지 도 5d는 다양한 예시적인 실시예에 따른 흡상 구조물 및 이것과의 배터리 셀의 통합을 위한 이중층 구성을 도시한다.

도 6은 예시적인 실시예에 따른 단일 배터리 셀 및 연관된 콜드웰을 도시한다.

도 7a 내지 도 7c는 다양한 예시적인 실시예에 따른 전자 장치의 냉각을 위한 증기 챔버 및 흡상 구성요소의 사용을 도시한다.

도 8a 내지 도 8c는 다양한 예시적인 실시예에 따른 증기 챔버와 관련하여 모세관 튜브를 이용하는 예시적인 열 관리 시스템으로서, 모세관 튜브는 증기 챔버의 공통 측면에 흡입 및 복귀 단부를 갖는, 예시적인 열 관리 시스템을 도시한다.

도 9a 내지 도 9c는 다양한 예시적인 실시예에 따른 증기 챔버와 관련하여 모세관 튜브를 이용하는 예시적인 열 관리 시스템으로서, 모세관 튜브는 증기 챔버의 대향 측면에 흡입 및 복귀 단부를 갖는, 예시적인 열 관리 시스템을 도시한다.

도 9d는 다양한 예시적인 실시예에 따른 증기 챔버 내에서 작동 유체의 원하는 순환을 달성하기 위한 모세관 튜

브의 사용을 도시한다.

도 10a 및 도 10b는 다양한 예시적인 실시예에 따른 증기 챔버와 관련하여 모세관 튜브를 이용하는 예시적인 열 관리 시스템으로서, 모세관 튜브는 응축 챔버로 이어지고, 응축 챔버는 흡상 기둥을 통해 증기 챔버에 결합되는, 예시적인 열 관리 시스템을 도시한다.

도 11a 및 도 11b는 다양한 예시적인 실시예에 따른 증기 챔버와 관련하여 모세관 튜브를 이용하는 예시적인 열 관리 시스템으로서, 모세관 튜브는 응축 챔버로 이어지고, 응축 챔버는 흡상 기둥 및 작동 유체 튜브를 통해 증기 챔버에 연결되는 예시적인 열 관리 시스템을 도시한다.

도 12a 내지 도 12c는 다양한 예시적인 실시예에 따른 열 관리 시스템에서의 다양한 높이의 흡상 기둥의 사용을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하의 설명은 다양한 예시적인 실시예일뿐이며, 본 개시내용의 범주, 적용성, 또는 구성을 어떠한 방식으로든 제한하도록 의도되지 않는다. 오히려, 이하의 설명은 최적 모드를 포함한 다양한 실시예를 구현하기 위한 편리한 예시를 제공하도록 의도된다. 명백해질 바와 같이, 다양한 변화가 본 개시내용의 범주로부터 벗어남이 없이 이러한 실시예에서 설명되는 요소의 기능 및 배열에 있어서 이루어질 수 있다.
- [0011] 간결성을 위해서, 배터리 팩 구성, 구성, 및 사용을 위한 통상적인 기술뿐만 아니라, 열 관리, 동작, 측정, 최적화, 및/또는 제어를 위한 통상적인 기술도 본원에서 구체적으로 설명되지 않을 수 있다. 또한, 본원에 포함된 다양한 도면에 도시된 연결선은 다양한 요소 사이의 예시적인 기능적 관계 및/또는 물리적 결합을 나타내기 위한 것이다. 실제 시스템 또는 관련된 사용 방법, 예를 들어 전기 차량용 배터리 팩에는 많은 대안적인 또는 추가적인 기능적 관계 또는 물리적 연결이 존재할 수 있다는 것에 유의해야 한다.
- [0012] 종래의 배터리, 열 관리 시스템 및/또는 기타 등등의 다양한 단점은 본 개시내용의 원리에 따라 구성된 배터리 팩 및 관련 구성요소를 이용함으로써 해결될 수 있다. 예를 들어, 종래의 2-상 냉각 접근법은 통상적으로 유체 내의 통합된 열 파이프 및/또는 완전히 침지된 배터리 셀을 이용하고, 따라서 상당한 중량을 추가하고 에너지 밀도를 감소시킨다. 흡상을 이용하는 다른 종래의 접근법은 흡상 재료로 각각의 배터리 셀을 완전히 둘러싸고, 증기 이동을 제한하고, 냉각이 배터리 팩 아래에 제공될 때 중력을 극복하는 모세관력을 제한하고, 셀 간격을 증가시키며, 체적 및 중량 에너지 밀도를 상당히 감소시킨다.
- [0013] 대조적으로, 본원에 개시된 예시적인 시스템 및 방법은 공간 및 배터리 셀 형상의 제약을 제거함으로써 그리고 경량 재료를 이용함으로써 배터리 팩 레벨에서 개선된 에너지 밀도를 가능하게 한다. 추가적으로, 예시적인 시스템은 신속한 열 응답 및 최대화된 열 전달을 보증하기 위해 액체-증기 상 변화 메커니즘을 이용한다. 중요하게는, 예시적인 시스템은 중력-선호, 경사, 수평 및 반중력 조건을 포함하는 모든 배향에서 효과적인 열 관리를 제공한다. 또한, 광범위의 전기 절연성이지만 열 전도성의 재료가 흡상 재료 및 작동 유체를 위해 이용될 수 있다. 게다가, 예시적인 시스템은 배터리 팩의 부분(또는 특정 위치)에서의 열 전달을 향상시키고 및/또는 그러한 열 전달을 목표로 한다. 또한, 증기 챔버 내의 공유된 작동 유체 환경의 사용을 통해, 배터리 팩 내의 특정 배터리 셀의 열 폭주가 다루어질 수 있고, 최소화될 수 있으며, 그리고/또는 방지될 수 있다.
- [0014] 본 개시내용의 원리에 따른 열 관리 시스템은 원하는 치수, 기계적, 전기적, 화학적, 및/또는 열적 특성을 제공하기 위해 임의의 적합한 구성요소, 구조체, 및/또는 요소를 갖도록 구성될 수 있다.
- [0015] 본원에서 사용되는 바와 같은 "배터리 팩"은 단일의 통합 유닛으로서 시스템에 에너지 저장 및/또는 전력을 제공하기 위해 직렬 또는 병렬 또는 직렬과 병렬의 조합으로 상호연결된 임의의 수의 배터리 셀의 세트를 설명한다. 배터리 팩의 예는 수천 개의 원통형 리튬 이온 배터리 셀로 구성될 수 있는 전기 차량 리튬-이온 배터리 팩 일 것이다.
- [0016] 본원에서 사용되는 바와 같은 "배터리 셀"은 화학적 반응으로부터 전기 에너지를 생성할 수 있는 전기화학적 셀을 설명한다. 일부 배터리 셀은 셀을 통해 전류를 도입함으로써 재충전될 수 있다. 배터리 셀은 전류를 생성하기 위해 사용되는 화학적 반응에 기초한 납-산, 니켈 카드뮴, 니켈 수소, 니켈 금속 수소화물, 리튬 이온, 나트륨 니켈 염화물("제브라"라고도 알려짐) 같은 다양한 유형이 있다. 배터리 셀은 화학적 반응에 기초하여 전기를 생성하기 때문에, 셀의 온도는 전기가 생성되는 효율에 영향을 미칠 수 있다. 배터리 셀은 또한 수소-산 화물 양성자 교환막 셀, 인산 셀, 또는 고체산 셀 같은 연료 셀일 수 있다. 본 개시내용의 원리는 바람직하게는 광범위한 배터리 셀 유형에 적용될 수 있고, 특정 배터리 셀 화학물질, 크기 또는 구성으로 한정되지

않는다.

- [0017] 본원에서 사용되는 바와 같은 "열 펌프"는 "열원"으로서 알려진 시스템의 일 부분으로부터 외부 동력원의 적용에 의해 "히트 싱크"로서 알려진 시스템의 다른 부분으로 열 에너지를 이동시키는 시스템을 설명한다. 전형적으로, 열은 열원과 히트 싱크 사이의 유체 순환의 이동에 의해 전달된다. 예는 가역적 2-상 냉매 시스템 및 단일-상 에틸렌-글리콜 시스템을 포함한다.
- [0018] 본원에서 사용되는 바와 같은 "증기 챔버"(또는 "열 파이프")는 2개의 계면 사이의 열 전달을 효율적으로 관리하기 위해 열 전도성 및 상 전이의 양자 모두의 원리를 조합하는 열-전달 장치를 설명한다.
- [0019] 이제 도 1a 내지 도 1d를 참조하면, 다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 증기 챔버(110), 냉각판(cold plate)(130) 및 열 펌프(150)를 포함한다. 냉각판(130)은 증기 챔버(110)와 열 펌프(150) 사이에 배치되어 이들에 열적으로 결합된다. 일부 실시예에서, 냉각판(130) 및 열 펌프(150)는 별개의 구성요소이다. 다른 예시적인 실시예에서, 열 펌프(150)의 일부를 형성하는 표면이 냉각판(130)으로서 기능하는 것으로 고려될 수 있다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110)의 일부를 형성하는 표면은 냉각판(130)으로서 기능하는 것으로 고려될 수 있다. 또한, 열 관리 시스템(100)은 열 관리 시스템(100) 및/또는 그 구성요소, 예를 들어 센서, 포트, 밀봉부, 전기 제어부, 및/또는 기타 등등의 동작을 지지, 안내, 수정 및/또는 다른 방식으로 관리 및/또는 제어하도록 구성된 임의의 다른 적합한 구성요소를 포함할 수 있다. 열 관리 시스템(100)은 예를 들어 증기 챔버(110) 내부에 (또는 부분적으로 내부에) 배치된 배터리 셀(112)을 위한 등온 및/또는 근사-등온 조건을 제공하기 위해 이용될 수 있다.
- [0020] 일부 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110)는 예를 들어 도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같은 하나 이상의 배터리 셀(112)을 완전히 포함하도록 구성된다.
- [0021] 다른 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110)는 예를 들어 도 1c 및 도 1d에 도시된 바와 같이 하나 이상의 배터리 셀(112)을 부분적으로 포함하도록 구성된다. 이들 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110)는 작동 유체(115)를 증기 챔버(110) 내에 효과적으로 유지하면서 하나 이상의 배터리 셀(112)을 적어도 부분적으로 수용하기 위해 다양한 오리피스, 밀봉부 및/또는 기타 등등을 갖도록 구성된다. 또한, 이들 예시적인 실시예에서, 각각의 배터리 셀(112)의 일 단부에 대한 접근(예를 들어, 전기 배선을 위함)은 각각의 배터리 셀(112)이 여전히 각각의 배터리 셀(112)의 적절한 열 조절을 제공하면서 증기 챔버(110) 내에 완전히 수용되는 접근법에 비해 더 용이해진다. 추가로, 이들 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110)는 배터리 셀(112)을 서로에 대해 적어도 부분적으로 유지, 고정 및/또는 정렬하도록 기능할 수 있어, 다른 배터리 셀(112) 보유 및/또는 정렬 구성요소에 대한 필요성을 저감 및/또는 제거한다.
- [0022] 계속해서 도 1c 및 도 1d를 참조하면, 소정의 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110)는 다양한 밀봉부, 보유 기구, 밀봉제, 및/또는 기타 등등을 갖도록 구성되고, 그래서 증기 챔버(110)는 증기 챔버(110) 내로부터 작동 유체(115)의 누설 및/또는 증발을 방지하면서 다수의 배터리 셀(112)의 일부를 수용할 수 있다. 예를 들어, 일 예시적인 실시예에서 증기 챔버(110)는 각각의 배터리 셀(112)이 증기 챔버(110) 내로 삽입되는 계면에 압축가능한 밀봉부를 제공하기 위해 탄성중합체로 오버몰딩된 강성 일차 재료를 포함한다. 다른 예시적인 실시예에서, o-링 또는 다른 기계적 밀봉 접근법이 이용될 수 있다. 또한, 배터리 셀(112)과 증기 챔버(110) 사이의 조인트를 밀봉하기 위해 적합한 포팅 재료(potting material)가 이용될 수 있다. 예를 들어, 다양한 예시적인 실시예에서, 배터리 셀(112)과 증기 챔버(110) 사이의 조인트는 가요성 또는 반-가요성 포팅 재료, 접착제, 밀봉제, 에폭시, 또는 핫 멜트를 통해 밀봉될 수 있고; 밀봉 재료는 실리콘, 우레탄, 폴리우레탄, 폴리에스테르 또는 폴리아미드계일 수 있고 및/또는 임의의 다른 적합한 밀봉 및/또는 접착 재료 또는 화합물을 포함할 수 있다.
- [0023] 증기 챔버(110)는 배터리 셀(112)의 길이(및/또는 표면적, 체적 등)의 임의의 적절한 부분을 수용하도록 구성될 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 각각의 배터리 셀(112)에 대해, 증기 챔버(110)는 배터리 셀(112)의 길이의 약 10%와 배터리 셀(112)의 길이의 약 90% 사이를 수용하도록 구성될 수 있다. 다른 예시적인 실시예에서, 각각의 배터리 셀(112)에 대해, 증기 챔버(110)는 배터리 셀(112)의 길이의 약 20%와 배터리 셀(112)의 길이의 약 50% 사이를 수용하도록 구성될 수 있다. 또한, 증기 챔버(110)는 예를 들어 배터리 팩 내의 배터리 셀(112)의 위치에 따라 배터리 셀(112)의 상이한 백분율을 수용하도록 구성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110)는 배터리 팩의 예시 상에 배치된 배터리 셀(112)의 길이의 약 25%, 및 대체로 배터리 팩의 중간에 배치된 배터리 셀(112)의 길이의 약 50%를 수용할 수 있다. 또한, 증기 챔버(110)는 그 특정한 배터리 셀(112)에 대해 요구되는 열 조절의 양에 적어도 부분적으로 기초하여 배터리 셀(112)의 임의의 적절한 백

분율을 수용하도록 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 다른 배터리 셀(112)보다 높은 냉각 정도를 필요로 하는 배터리 셀(112)은 적절하게 냉각될 수 있다.

- [0024] 다양한 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110)는 내구성 재료, 예를 들어 플라스틱, 금속, 및/또는 기타 등등으로 형성된 밀봉된 또는 재밀봉가능한 용기를 포함한다. 일부 실시예에서, 증기 챔버(110)는 알루미늄, 스틸, 또는 기타 등등 중 하나 이상을 포함한다. 증기 챔버(110)는 임의의 적합한 프로세스 또는 프로세스들의 조합, 예를 들어 오버몰딩, 레이저 용접, 및/또는 기타 등등을 통해 형성될 수 있다.
- [0025] 증기 챔버(110)는 예를 들어, 그 내부로부터의 압력을 완화하고, 그 내부의 작동 유체(115)의 레벨의 조정을 허용하고, 및/또는 기타 등등을 행하기 위해 하나 이상의 통기구, 액세스 포트 및/또는 기타 등등을 갖도록 구성될 수 있다. 일부 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110)는 (예를 들어, 간격을 두고, 특정 온도 및/또는 압력 임계치에서, 실시간으로 등으로) 증기 챔버(110) 내의 작동 유체(115)의 양의 조정을 허용하기 위해 내부 온도 및/또는 압력 센서를 갖도록 구성된다.
- [0026] 증기 챔버(110)는 열 관리될 하나 이상의 물품, 예를 들어 복수의 배터리 셀(112)을 수용하도록 (또는 부분적으로 수용하도록) 구성된다. 다양한 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110) 내에서, 배터리 셀(112)(또는 그 일부)은 임의의 적합한 배향, 개수, 정렬, 크기 및/또는 형상으로 구성될 수 있지만, 배터리 셀(112)은 일반적으로 대체적 원통형 형상으로 구성된다. 일부 예시적인 실시예에서, 배터리 셀(112)은 증기 챔버(110) 내에서의 높은 밀도의 배터리 셀(112)을 얻기 위해 오프셋된 수평 및/또는 수직 열로 패키징된다. 대부분의 예시적인 실시예에서, 배터리 셀(112)은 원통형 배터리 구조물의 공통 단부 상에 양 단자 및 음 단자를 갖도록 구성된다(예를 들어, 도 1a 내지도 1d에 도시된 바와 같음). 이러한 방식으로, 열 관리 시스템(100)에서 배터리 셀(112)의 배선이 용이해지면서도, 여전히 배터리 셀(112)의 효과적인 열 관리를 가능하게 한다.
- [0027] 증기 챔버(110)는 선택된 양의 작동 유체(115)를 포함한다. 작동 유체(115)는 예를 들어 물, 메탄올, 에탄올(에틸 알코올), 아세톤, 펜탄, 퍼플루오로메틸시클로hex산, 헥산 및/또는 기타 등등의 임의의 적절한 재료 또는 재료의 조합을 포함할 수 있다. 작동 유체(115)는 바람직하게는 배터리 셀(112)에 이용되는 구성요소와 전기적으로 절연되고 및/또는 비반응성이다. 작동 유체(115)는 증기 챔버(110)의 효율적인 동작을 가능하게 하도록 선택된다. 다양한 예시적인 실시예에서, 선택, 조정, 및/또는 최적화될 수 있는 작동 유체(115)의 특성은 밀도, 점도, 표면 장력, 비등점, 증발 잠열, 열 관리 시스템(100)의 다른 구성요소에 대한 반응성, 및/또는 기타 등등을 포함한다.
- [0028] 열 관리 시스템(100)에서, 증기 챔버(110)는 원하는 양의 작동 유체(115), 예를 들어 증기 챔버(110) 내에 포함된 모든 흡상 재료(120)를 포화시키기 위해 충분한 양으로 충전될 수 있다. 또한, 증기 챔버(110)는 흡상 재료(120)를 포화시키는데 필요한 양을 초과하는 양의 작동 유체(115)로 충전될 수 있다. 또한, 증기 챔버(110) 내에 배치된 작동 유체(115)의 양은 배터리 셀(112)에 대한 원하는 레벨의 열 조절, 증기 챔버(110)로부터의 작동 유체(115)의 예상되는 손실 또는 누설의 속도 및/또는 기타 등등에 기초하여 선택될 수 있다.
- [0029] 증기 챔버(110)는 또한 복수의 배터리 셀(112) 및 작동 유체(115)와 상호작용하도록 구성된 선택된 양의 흡상 재료(120)를 수용한다.
- [0030] 흡상 재료(120)는 증발 및 응축을 위한 모세관 작용 및 최대화된 습윤성을 제공하기 위해 작동 유체(115) 내에 침지될 수 있고, 메쉬형, 다공성 또는 트리-유사 구조 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0031] 다양한 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 작동 유체(115)와 양립 가능한 전기 절연성이지만 열전도성인 재료를 포함한다. 예를 들어, 흡상 재료(120)는 (다양한 밀도 및/또는 분기 구성의) 비정질 실리카 섬유, 유리 섬유, 나일론, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 및/또는 기타 등등과 같은 미세다공성 구조물 내의 다양한 직물을 포함할 수 있다. 또한, 흡상 재료(120)는 분말, 필라멘트, 섬유, 직물, 메시, 매트, 멤브레인 및/또는 기타 등등을 포함하고 및/또는 이들로 구성될 수 있다.
- [0032] 일부 실시예에서, 흡상 재료(120)는 90도 미만의 액체-고체 계면과 액체-증기 계면의 교차부 사이의 접촉각을 갖는다(예를 들어, 흡상 재료(120)는 친수성이다). 접촉각은 표면 장력 및 중력을 포함하는 인자의 조합에 의해 결정된다. 흡상 재료(120)는 또한 높은 모세관 효과를 갖는 것으로부터 이익을 얻는다. 재료 구조/거칠기/텍스처의 작은 변화는 모세관력의 상당한 변화를 초래할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 선택, 조정, 및/또는 최적화될 수 있는 흡상 재료(120)의 특성은, 흡상 재료의 유효 반경, (입자 크기 및 다공도 양자 모두의 결과로서의) 흡상 재료의 투과성, 흡상 재료의 단면적, 열 전달 경로의 유효 길이, 및/또는 기타 등등을 포함한다.

- [0033] 흡상 재료(120)는 증기 챔버(110) 내의 배터리 셀(112)을 따라, 향해, 및/또는 그 사이에서 적어도 부분적으로 작동 유체(115)를 운반하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 1a를 참조하면, 냉각관(130)이 증기 챔버(110) 아래에 배치되는 실시예에서, 흡상 재료(120)는 적어도 부분적으로 배터리 셀(112)의 측면을 따라 상향으로 작동 유체(115)를 끌어당기도록 동작하여, 배터리 셀(112)로부터 작동 유체(115)로의 열 에너지의 전달을 용이하게 한다. 추가적으로, 작동 유체(115)가 (예를 들어, 증기 챔버(110)의 상부 및/또는 측면을 따라) 응축을 통해 액체 상으로 복귀할 때, 흡상 재료(120)는 증기 챔버(110)의 중심을 향해 다시 증기 챔버(110)의 측면을 흘러내리는 작동 유체(115)를 끌어당기도록 동작한다.
- [0034] 다양한 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 작동 유체(115)와 관련하여 이용될 때 원하는 모세관 속도를 달성하도록 구성된다. 일부 실시예에서, 흡상 재료(120)는 약 7 mm/s까지의 모세관 속도를 달성한다. 다른 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 약 4 mm/s 내지 약 7 mm/s의 모세관 속도를 달성한다. 또한, 열 관리 시스템(100)에서, (작동 유체(115)와 함께) 흡상 재료(120)는 배터리 셀(112)과 접촉하는 작동 유체(115)의 충분한 진행 유동을 운반함으로써 배터리 셀(112)의 효과적인 열 조절을 허용하기에 충분한 모세관 속도를 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0035] 일부 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 각각의 배터리 셀(112)을 따른 거리의 약 10% 미만으로 연장된다. 다른 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 각각의 배터리 셀(112)을 따른 거리의 약 25% 미만으로 연장된다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 각각의 배터리 셀(112)을 따른 거리의 약 50% 미만으로 연장된다. 열 관리 시스템(100)이 각각의 배터리 셀(112)을 따라 완전히 연장되는 흡상 재료(120)를 요구하지 않기 때문에, 상당한 중량 및 비용 절감이 실현될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 그러나, 열 관리 시스템(100)에서, 흡상 재료(120)는 각각의 배터리 셀(112)을 따른 임의의 적절한 선택된 거리로 연장될 수 있다.
- [0036] 다양한 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 임의의 적절한 프로세스, 예를 들어 용매 주조, 시트-형태 성형 및 횡방향 연신, 사출 성형 및/또는 기타 등등을 통해 구성될 수 있다. 또한, 흡상 재료(120)의 특성은 제조될 때 및/또는 증기 챔버(110) 내에서 이용될 때 변화될 수 있다. 예를 들어, 흡상 재료(120)가 사출 성형되는 다양한 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)의 특성은 사출 부위별로 변화될 수 있어, 결과적인 흡상 구조물의 맞춤형 및/또는 표적화된 열 성능을 허용한다. 예를 들어, 제1 재료(또는 재료들의 혼합물), 밀도, 다공도, 모세관 작용의 레벨, 및/또는 기타 등등을 갖는 흡상 재료(120)가 제1 사출 위치에서 사출될 수 있으며, 제2 재료(또는 재료들의 혼합물), 밀도, 다공도, 모세관 작용의 레벨 및/또는 기타 등등을 갖는 흡상 재료(120)가 제2 사출 위치에서 사출될 수 있다. 또한, 사출 성형을 통해 제조될 때, 흡상 재료(120)는 약 0.75 mm까지의 두께를 갖도록 구성될 수 있어, 배터리 셀(112)이 함께 매우 근접하게 위치되게 하면서도 증기 챔버(110) 내의 배터리 셀(112) 사이에 흡상 재료(120)가 배치되게 허용한다.
- [0037] 냉각관(130)은 증기 챔버(110)와 열 펌프(150) 사이에서 열 에너지를 전달하도록 구성된다. 예를 들어, 열 관리 시스템(100)이 증기 챔버(110) 내의 배터리 셀(112)을 냉각하기 위해 이용될 때, 냉각관(130)은 증기 챔버(110)로부터 열 에너지를 수송하고 열 에너지를 열 펌프(150)로 보낸다. 반대로, 열 관리 시스템(100)이 증기 챔버(110) 내의 배터리 셀(112)을 따뜻하게 하기 위해 이용될 때(예를 들어, 열 관리 시스템(100)이 차가운 주위 환경에 배치된 차량의 일부를 형성할 때), 냉각관(130)은 열 펌프(150)로부터 열 에너지를 수송하고 열 에너지를 증기 챔버(110)로 보낸다. 냉각관(130)은 임의의 적절한 내구성 및 열 전도성 재료, 예를 들어 애노드처리된 알루미늄을 포함할 수 있다.
- [0038] 예시적인 실시예에서, 냉각관(130)은 미니채널 및/또는 마이크로채널 냉각으로 구성된다. 냉각관(130) 내에 및/또는 그 위에 형성된 채널은 임의의 적합한 크기 및/또는 기하구조, 예를 들어 원형, 직사각형, "치형부" 또는 다른 돌출부를 갖는 원형, 사다리꼴 및/또는 기타 등등일 수 있다. 냉각관(130)은 열 펌프(150)와 상호작용하는 냉각관(130)의 측면 상에만, 또는 증기 챔버(110)와 상호작용하는 냉각관(130)의 측면 상에만, 또는 냉각관(130)의 양 측면 모두에 유체 유동을 위한 채널을 갖도록 구성될 수 있다. 냉각관(130) 상의 채널은 연관된 열 전달을 최대화하기 위해 이를 통한 난류 유체 유동을 유발 및/또는 유지하도록 구성된다.
- [0039] 다양한 예시적인 실시예에서, 열 펌프(150)는 예를 들어 물, 물-글리콜 혼합물, 하이드로-플루오로카본 냉매 액체 및/또는 기타 등등과 같은 냉각제의 펌핑 순환을 통해 열을 냉각관(130)으로부터 제거하도록(또는 가열 모드에서는 열을 냉각관에 제공하도록) 동작한다. 열 펌프(150)는 냉각관(130)에 및/또는 그로부터 열을 전달하기 위해 본 기술 분야에 공지된 바와 같이 임의의 적합한 펌프, 임펠러, 밸브, 호스, 튜브, 라디에이터, 및/또는 기타 등등을 포함할 수 있다.

[0040] 다시 도 1a 및 도 1c를 참조하면, 다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 냉각관(130)이 증기 챔버(110) 아래에 배치되도록 구성 및/또는 배향될 수 있다. 도 1b 및 도 1d를 참조하면, 다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 냉각관(130)이 증기 챔버(110) 위에 배치되도록 구성 및/또는 배향될 수 있다. 또한, 많은 예시적인 실시예에서, 냉각관(130)과 증기 챔버(110) 사이의 관계는 예를 들어 열 관리 시스템(100)을 상하 반전시키는 것, 열 관리 시스템(100)을 그 측면 상에 또는 수평에 대해 경사면 상에 배치하는 것, 및/또는 기타 등등을 통해 변경될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 따라서, 도 1e를 참조하면, 열 관리 시스템(100)은 열 관리 시스템(100)의 배향에 관계없이 증기 챔버(110) 내에 수용된 물품에 적절한 냉각 및/또는 가열 능력을 제공하도록 구성된다. 달리 말하면, 열 관리 시스템(100)은 효과적으로 기능하기 위해 중력에 대해 임의의 특정 배향에 의존하지 않는다. 대조적으로, 증기-기반 냉각에 대한 종래의 접근법은 전형적으로 응축 및 유체 복귀를 위해 중력에 크게 의존하고, 중력 보조의 부재 시에 적절하게 작동하지 못할 것이다. 본원에 개시된 바와 같은 예시적인 시스템의 배향-독립 특징은 이러한 시스템이 종종 경사진 배향에서 동작되는 바와 같은 전기 차량과 같은 비고정 에너지 저장 시스템에서 매우 바람직하다는 것이 이해될 것이다. 예를 들어, 열 관리 시스템(100)은, 자동차가 오르막길 또는 내리막길에서 이동하거나 주차될 때에도, 전기 자동차에 이용될 때 효과적으로 기능하도록 구성된다. 또한, 열 관리 시스템(100)은, 전기 항공기, 드론 등에서 이용될 때, 열 관리 시스템(100)의 배향이 상승, 하강, 회전 시의 기울어짐 등에 의해 변화하는 경우에도, 효과적으로 기능하도록 구성된다.

[0041] 열 관리 시스템(100)의 동작 동안, 적어도 2개의 열 전달 경로가 최적의 성능을 달성하도록 동작가능하다. 일차 열 전달은 유체(예를 들어, 물-글리콜 유체 등)를 통해 배터리 셀(112)로부터/에 열을 운반하는 외부 열 펌프(150)에 의해 달성된다. 증기 챔버(110) 내에서, 열 전달은 흡상 재료(120) 내에 수용되고 및/또는 흡상 재료에 의해 형성되는 공극 및/또는 공동 내부의 액체-증기 상 변화에 의해 용이해진다. 열 관리 시스템(100)의 냉각 모드 동안, 신속한 열 응답이 증발 잠열을 통해서 달성되고 그리고 흡상 재료(120) 내부의 작동 유체(115)가 증기 공간(117) 내로 증발된다(본원에서 사용된 바와 같이, "증기 공간"은 고체 또는 액체에 의해서 점유되지 않은 증기 챔버(110) 내의 공간을 지칭할 수 있다). 열을 운반하는 열 펌프(150)는 증기가 응축되게 하고, 흡상 재료(120)는 모세관력을 가하여 응축물을 증발 부위로 끌어당기고, 따라서 상기 사이클을 반복한다. 열 관리 시스템(100)의 배터리 예열 모드 동안, 열 펌프(150)는 증기 챔버(110)로 열을 공급하는 열원으로서 기능한다. 증기 챔버(110) 내의 증기 공간은 배터리 셀(112)의 벽으로 열을 전달하는 열사이편 또는 열사이편들로서 동작한다. 큰 증발 잠열은 예열 프로세스를 가속시키며, 이는 추운 기후에서 유리하다.

[0042] 도 1f를 잠시 참조하면, 본 개시내용의 원리는 또한 전기 차량을 위한 통합된 열 관리 시스템을 고려하고, 이에 의해 배터리 팩, 전력 전자장치, 및 모터 또는 발전기는 배터리 팩, 전력 전자장치, 및 모터 또는 발전기를 위한 2-상 냉각을 채용하는 통합 시스템을 통해 냉각 또는 가열될 수 있다. 일부 예시적인 실시예에서, 열 펌프(150)는 배터리 팩(151), 전력 전자장치(152), 및 전기 모터(153)와 순서대로 상호작용하도록 유체(예를 들어, 프로필렌 글리콜 등)를 순환시킨다(또한, 배터리 팩(151), 전력 전자장치(152), 및 전기 모터(153)는 열 펌프(150)에 의해 순환되는 유체와 관련하여 서로에 대해 임의의 순서로 위치될 수 있다). 또 다른 예시적인 실시예에서, 배터리 팩(151), 전력 전자장치(152) 및 전기 모터(153)는 전용 유체 라인을 통해 각각 열 펌프(150)에 결합되지만, 공통 유체 저장조를 공유한다. 다양한 예시적인 실시예에서, 배터리 팩(151), 전력 전자장치(152) 및 전기 모터(153) 각각은 본원에 개시된 바와 같은 작동 유체 및/또는 흡상 재료를 이용하는 2-상 냉각을 통해 적어도 부분적으로 냉각된다.

[0043] 열 관리 시스템(100)에서, 흡상 재료(120)는, 예를 들어 특정 레벨의 열 성능, 체적 에너지 밀도, 배터리 셀(112)의 기계적 보유 및/또는 부동화, 및/또는 기타 등등을 달성하기 위해 원하는 대로 구성될 수 있다. 예를 들어, 흡상 재료(120)는 배터리 셀(112)을 증기 챔버(110) 내의 특정 위치에서 및/또는 서로에 대해 적어도 부분적으로 보유하도록 구성될 수 있다.

[0044] 이제 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 일부 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 벌집-유사 구조를 갖도록 구성된다. 이들 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 접촉 링(210) 사이의 증기 경로(230)에 배터리 셀(112)(각각의 접촉 링(210) 내에 개별적으로 배치되는 배터리 셀(112))로부터 열을 전도하는 열 플러스 접촉 영역(220)을 갖는 접촉 링(210)으로서 구성된다. 도 2a에서, 접촉 영역(220)은 접촉 링(210)의 세그먼트로서 도시되지만, 접촉 링(210) 내의 연속적인 표면이 또한 이용될 수 있다. 특히 배터리 셀(112)이 원통형이 아닌 경우(예를 들어, 직사각형 셀), 원형 이외의 접촉 링(210) 형상이 사용될 수 있다. 접촉 영역(220)과 배터리 셀(112) 사이의 접촉의 영역은 최적화된 열 전달을 위해 접촉 링(210)의 기하구조를 변화시킴으로써 조정될 수 있다. 도 2b는 접촉 링(210) 중 일부에 위치된 원통형 배터리 셀(112)을 갖는 흡상 재료(120)를 도시한다. 실제

사용의 대부분의 경우에서, 모든 접촉 링(210)은 삽입된 대응하는 배터리 셀(112)을 가질 것이다. 접촉 링(210)은 도시된 바와 같이 직선형 벽 세그먼트로부터 형성될 수 있거나 코너가 없이 매끄럽게 원형일 수 있다. 증기 경로(230)는 접촉 링(210)의 효율적인 적층 배열 또는 임의의 다른 적절한 형상을 위해 삼각형일 수 있다. 또한, 접촉 링(210) 내의 흡상 재료(120)의 두께는 접촉 링(210) 내에서 및/또는 링별로 다를 수 있다. 예를 들어, 인접한 배터리 셀(112) 사이에 바로 들어가는 접촉 링(210)의 부분은 더 얇을 수 있고, 한편 증기 경로(230)의 에지를 형성하는 접촉 링(210)의 부분은 더 두꺼울 수 있다. 이러한 방식으로, 배터리 셀(112)은 서로 가깝게 배치될 수 있으며, 한편 요구된 레벨의 열 성능을 제공하기 위해 충분한 양의 흡상 재료(120)가 각각의 배터리 셀(112)과 접촉(또는 근접)하는 상태로 유지된다.

[0045] 이제 도 2c 및 도 2d를 참조하면, 다양한 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 복수의 기둥-유사 구조물로서 구성된다. 일부 실시예에서, 기둥(211)은 기둥(211) 사이에 그리고 배터리 셀(112) 사이에 증기 공간(231)이 존재하도록 패터닝되는 3면 기둥 형상으로 흡상 재료(120)로부터 형성된다. 기둥(211)은 배터리 셀(112)의 형상에 확실하게 끼워맞춰지도록 만입부 또는 다른 형상을 포함할 수 있다. 기둥(211)의 3면 형상은 배터리 셀(112)의 효율적인 적층 배열을 허용한다. 그러나, 기둥(211)에 대한 임의의 적절한 형상이 사용될 수 있고; 또한 기둥(211)은 증기 챔버(110) 내의 특정 위치에서 선택된 레벨의 열 성능을 제공하기 위해 다른 기둥(211)과 크기, 형상, 재료 또는 다른 특성이 상이할 수 있다.

[0046] 또한, 임의의 적절한 개수의 기둥(211)이 증기 챔버(110) 내에 이용될 수 있다. 예를 들어, 증기 챔버(110)에서, 각각의 배터리 셀(112)은 적어도 하나의 기둥(211), 또는 적어도 2개의 기둥(211), 또는 적어도 3개의 기둥(211), 또는 적어도 4개의 기둥(211)과 접촉할 수 있다. 추가적으로, 증기 챔버(110) 내에서, 소정 기둥(211) (및/또는 모든 기둥(211))은 증기 챔버(110)의 배향과 무관하게 작동 유체(115)의 효과적인 이동을 용이하게 하기 위해 증기 챔버(110)의 내측 표면으로부터 증기 챔버(110)의 대향 측면 상의 대응하는 내측 표면까지 완전히 연장될 수 있다.

[0047] 일부 예시적인 실시예(예를 들어, 배터리 셀(112)이 대체적 원형인 경우)에서, 기둥(211)은 배터리 셀(112)이 기하학적으로 가능한 가깝게 패킹될 때 배터리 셀(112) 사이에 존재하는 공간 안으로 완전히 끼워맞춰지도록 크기 설정 및/또는 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 열 관리 시스템(100)은 배터리 셀(112) 사이의 간격에 임의의 체적을 추가하지 않고 배터리 셀(112)의 개선된 열 제어를 달성하도록 구성된다.

[0048] 이제 도 2e 및 도 2f를 참조하면, 다양한 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 직렬 짜임 패턴(serial weave pattern)으로 구성된다. 흡상 재료(120)의 직렬 짜임 벽(212)은 각각의 배터리 셀(112)이 증기 복귀를 위한 증기 공간(232)을 남기면서 부분적으로 접촉되도록 패터닝된다. 직렬 짜임 패턴은 흡상 재료(120)의 단일 연속적 스트립으로부터 또는 별개의 스트립으로부터 이루어질 수 있다. 또한, 직렬 짜임 벽(212)의 두께 또는 다른 특성은 예를 들어 증기 챔버(110) 내의 배터리 셀(112)의 위치에 따라 달라질 수 있다.

[0049] 이제 도 2g를 참조하면, 다양한 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 병렬 짜임 패턴(parallel weave pattern)으로 구성된다. 흡상 재료(120)의 병렬 짜임 벽(213)은 각각의 배터리 셀(112)이 증기 복귀를 위한 증기 공간(232)을 남기면서 부분적으로 접촉되도록 패터닝된다. 병렬 짜임 패턴은 흡상 재료(120)의 단일의 연속적인 스트립으로부터 또는 별개의 스트립으로부터 이루어질 수 있다. 또한, 병렬 짜임 벽(213)의 두께 또는 다른 특성은 예를 들어 증기 챔버(110) 내의 배터리 셀(112)의 위치에 따라 달라질 수 있다.

[0050] 이제 도 2h를 참조하면, 다양한 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 테이퍼진 및/또는 가변적인 두께를 갖도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 흡상 재료(120)는 배터리 셀(112)을 따라 연장됨에 따라 두께가 변화할 수 있다. 일부 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 배터리 셀(112)의 기부로부터 배터리 셀(112)의 말단 단부를 향해 연장됨에 따라 두께가 감소할 수 있다. 이러한 방식으로, 증기 챔버(110) 내에 사용될 흡상 재료(120)의 양은 감소되어 중량 및 비용 절감을 제공할 수 있다. 흡상 재료(120)는 균일하게 테이퍼질 수 있고; 대안적으로 흡상 재료(120)는 원하는 바에 따라 단계적으로 또는 불균일한 방식으로 테이퍼질 수 있다. 또한, 흡상 재료(120)는 원하는 양의 가용 증기 공간을 제공하는 것과 배터리 셀(112) 근방에 특정 양의 모세관 작용을 제공하는 것 사이에서 원하는 균형을 제공하기 위해 테이퍼질 수 있다.

[0051] 가변 두께에 추가하여, 흡상 재료(120)는 배터리 셀(112)을 따라 연장됨에 따라 다른 특성이 변화할 수 있다. 예를 들어, 배터리 셀(112)의 기부 근방에 배치된 흡상 재료(120)의 부분은 모세관 작용을 통해 배터리 셀(112)을 따라 작동 유체(115)를 효율적으로 전달하도록 구성될 수 있는 한편, 배터리 셀(112)을 따라 더 배치된 흡상 재료(120)의 부분은 작동 유체(115)의 효율적인 증발을 용이하게 하도록 구성될 수 있다.

[0052] 열 관리 시스템(100)에서, 흡상 재료(120)는 증기 챔버(110) 내의 그 위치에 따라 다양한 배터리 셀(112)에 의해 경험되는 상이한 열 조건을 적어도 부분적으로 고려하고 및/또는 관리하도록 구성될 수 있다. 이제 도 2i로 돌아가면, 일부 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 증기 챔버(110) 내에 및/또는 특정 배터리 셀(112)에 대해 불균일한 방식으로 배치된다. 예를 들어, 흡상 재료(120-A)는 증기 챔버(110)의 측면에 인접한 배터리 셀(112)의 측면을 따라 제1 거리만큼 연장될 수 있다. 흡상 재료(120-B)는 증기 챔버(110) 내의 다른 배터리 셀(112)에 인접한(및/또는 증기 챔버(110)의 에지로부터 더 멀리 배치된) 배터리 셀(112)의 측면을 따라 더 긴 제2 거리만큼 연장될 수 있다. 달리 말하면, 증기 챔버(110)는 증기 챔버(110) 내의 다른 배터리 셀(112)에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸이는 배터리 셀(112)(및/또는 배터리 셀(112)의 측면)에 대한 추가적인 흡상 재료(120)를 제공하도록 구성될 수 있다.

[0053] 추가적으로, 다양한 예시적인 실시예에서, 형상 및 크기 이외의 특성은 특정 배터리 셀(112)과 관련하여 흡상 재료(120)에 대해 변경될 수 있다. 예를 들어, 제1 배터리 셀(112)과 접촉하는 흡상 재료(120)의 다공도는 제2 배터리 셀(112)과 접촉하는 흡상 재료(120)의 다공도와 상이할 수 있다. 이러한 방식으로, 배터리 셀(112)에는 증기 챔버(110) 내의 특정 위치에 더 양호하게 정렬되어 배터리 셀(112)에 걸쳐 더 균일한 열 조건을 보증하는 다양한 냉각 및/또는 가열 속도가 제공될 수 있다. 달리 말하면, 열 관리 시스템(100)은 표적화된 구역 냉각 및/또는 가열 능력을 갖도록 구성될 수 있다. 흡상 재료(120)의 양, 형상 및 특성은 특정한 배터리 팩의 열 프로파일에 따라 달라질 수 있고, 배터리 팩의 특정 부분에서 가용한 열의 제거 속도를 변화시킬 수 있고, 및/또는 기타 등등일 수 있다.

[0054] 이제 도 2j를 참조하면, 다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 배터리 팩 내의 특정 배터리 셀(112)의 위치에 적어도 부분적으로 의존하여 배터리 셀(112)로의 상이한 열 전달의 속도를 제공하도록 구성된다. 예를 들어, 도 2j에 도시된 바와 같이, 예시적인 배터리 팩에서, 소정의 배터리 셀(112)은 "에지" 셀, 예를 들어 배터리 팩의 측면에 적어도 부분적으로 인접하여 배치된(및/또는 다른 배터리 셀(112)에 의해서 중단되지 않는 배터리 팩의 측면으로의 경로를 갖는) 배터리 셀(112)로 간주될 수 있다. 또한, 예시적인 배터리 팩에서, 소정의 배터리 셀(112)은 "내부" 셀, 예를 들어 적어도 하나의 에지 셀에 인접하여 배치되지만 배터리 팩의 측면에 인접하지 않은 배터리 셀(112)로 간주될 수 있다. 또한, 예시적인 배터리 팩에서, 소정의 배터리 셀(112)은 "중심" 셀, 예를 들어 단지 내부 셀 및/또는 다른 중심 셀에 인접하여 배치된 배터리 셀(112)로 간주될 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 (예를 들어, 추가적인 흡상 재료(120)의 사용, 작동 유체(115)의 더 효율적인 증발을 용이하게 하는 흡상 재료(120)의 사용, 증기 챔버(110) 안으로의 배터리 셀(112)의 더 깊은 삽입, 및/또는 기타 등등을 통해) 내부 배터리 셀(112) 및/또는 에지 배터리 셀(112)에 비해 중심 배터리 셀(112)에 더 높은 열 전달 속도를 제공하도록 구성될 수 있다. 또한, 열 관리 시스템(100)은 에지 배터리 셀(112)에 비해 내부 배터리 셀(112)에 더 높은 열 전달 속도를 제공하도록 구성될 수 있다. 추가적으로, 시스템(110)은 2개의 특정 중심 배터리 셀(112) 사이에, 또는 2개의 특정 내부 배터리 셀(112) 사이에, 및/또는 2개의 특정 에지 배터리 셀(112) 사이에 상이한 열 전달 속도를 제공하도록 구성될 수 있다. 배터리 셀(112)의 표적화된 열 관리의 전술한 예는 단지 예시적인 것이고; 일반적으로 말하면 열 관리 시스템(100)에서 추가적인 가열 및/또는 냉각을 필요로 하는 배터리 셀(112)에는 증기 챔버(110) 내의 등은 조건에 더 가깝게 근접하는 조건을 제공하기 위해서 추가적인 열 전달이 제공될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0055] 추가적으로, 열 관리 시스템(100)은 냉각판(130)과 연관된 열 유체 유동의 방향 및/또는 경로에 적어도 부분적으로 기초하여 배터리 셀(112)에 상이한 열 전달 속도를 제공하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 열 펌프(150)의 동작 동안, 열 유체는 예를 들어 뱀-유사 경로로 냉각판(130)을 가로질러 펌핑된다. 열 관리 시스템(100)이 냉각 모드에서 동작할 때, 열 유체는 냉각판(130)을 횡단함에 따라 열을 얻는다. 따라서, 열 유체는 냉각판(130)과 접촉을 시작할 때에 비해 냉각판(130)과의 접촉을 종료할 때 더 높은 온도에 있다. 따라서, 열 유체가 냉각판(130)과 접촉하기 시작하는 영역에 또는 그 부근에서 냉각판(130)에 대해 배치된 배터리 셀(112)("입구" 셀)에는 열 유체가 냉각판(130)과의 접촉을 종료하는 영역에 또는 그 부근에 배치된 배터리 셀(112)("출구" 셀)과는 대조적으로 연관된 흡상 재료(120)의 상이한 구성이 제공될 수 있다. 이는 입구 셀이 냉각판(130)으로부터 출구 셀보다 더 높은 정도의 직접적 전도 냉각을 얻을 수 있기 때문이다. 이러한 방식으로, 열 관리 시스템(100)의 동작을 통해, 배터리 팩 내의 배터리 셀(112)은 진정한 등은 조건에 더 가까운 조건을 경험할 수 있다.

[0056] 열 관리 시스템(100)에서, 일부 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 단일 유형, 층 및/또는 구성의 재료를 포함한다. 다른 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 다수의 층 및/또는 세그먼트 또는 부분으로서 구성될 수 있다. 제1 부분의 흡상 재료(120)는 제2 부분의 흡상 재료(120)와 상이한 재료 및/또는 특성을 포함할 수

있다. 예를 들어, 기공 크기, 재료 밀도, 섬유 두께, 및/또는 기타 등등과 같은 흡상 재료(120) 특성은 부분별로 상이할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120) 내의 기공 크기는 약 1 마이크로미터(μm) 내지 약 100 μm 의 범위일 수 있다. 이러한 방식으로, 증기 챔버(110) 내에서, 흡상 작용이 소정 부분에서 증가될 수 있는 한편, 상-변화 작용이 소정의 다른 부분에서 용이해질 수 있다. 이러한 방식으로, 증기 챔버(110) 내의 작동 유체(115)의 분배는 배터리 셀(112)을 더 효과적으로 냉각시키기 위해 최적화될 수 있다.

[0057] 이제 도 3a 내지 도 3d를 참조하면, 일부 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)는 제1 층 및 제2 층(더 일반적으로, 제1 흡상 부분(322) 및 제2 흡상 부분(326))으로 구성된다. 제1 흡상 부분(322)은 작동 유체(115)를 제2 부분(326)으로 신속하게 및/또는 효과적으로 운반하도록 구성될 수 있다(예를 들어, 일련의 배터리 셀(112)에 대한 측방향; 즉 대체적 원통형 배터리 셀(112)에 대해, 원통 축선(cylindrical axis)에 대체로 수직인 방향). 제1 흡상 부분(322)은 배터리 셀(112) 사이에 끼워지도록 그것에 구멍 또는 개구(323)를 갖도록 구성될 수 있다. 이들 예시적인 실시예에서, 배터리 셀(112)의 단부는 냉각판(130)과 직접 접촉될 수 있고, 그 사이에 흡상 재료(120)는 배치되지 않는다. 이러한 방식으로, 흡상 재료(120)의 동작을 통해 증기 챔버(110) 내에서의 작동 유체(115)의 효율적인 분배를 여전히 허용하면서, 배터리 셀(112)의 단부로부터 냉각판(130)으로의 전도성 열 전달이 용이해질 수 있다.

[0058] 제2 흡상 부분(326)은 제2 방향으로의(예를 들어, 특정 배터리 셀(112)의 길이를 따른) 작동 유체(115)의 분배를 주로 용이하게 하도록 및/또는 작동 유체(115)의 기화를 더 효과적으로 용이하게 하도록 구성될 수 있다. 일부 예시적인 실시예에서, 제2 흡상 부분(326)은 증기 경로로서 기능하도록 개방부(328)를 각각 갖는 일련의 대체적 삼각형 기둥(327)으로서 구성될 수 있다. 기둥(327)은 또한 추가적인 증기 경로를 제공하기 위해서 개별적인 기둥(327) 사이에 공간(329)을 가질 수 있다. 다수의 부분을 갖도록 구성된 흡상 재료(120)를 이용함으로써, 개선된 작동 유체(115)의 분배가 실현될 수 있어, 증기 챔버(110) 내의 더 양호한 열 분포를 가져온다.

[0059] 이제 도 4a 내지 도 4d로 돌아가면, 일부 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)의 제1 흡상 부분(422)은 아래를 통과하도록 및/또는 증기 챔버(110)의 측면, 상부, 또는 저부와 배터리 셀(112) 사이에 배치되도록 구성된다. 이들 접근법에서, 제1 흡상 부분(422)은 배터리 셀(112)이 통과하기 위한 임의의 구멍 또는 개구가 없도록 구성될 수 있으며, 제2 흡상 부분(426)은 예를 들어 제2 흡상 부분(326)과 유사하게(즉, 기둥(427) 및 개방부(428)를 갖도록) 적합한 방식으로 구성될 수 있다. 또한, 제1 흡상 부분(422)은 도시된 바와 같이 배터리 셀(112)의 균의 윤곽에 대략 근사하도록 구성될 수 있다.

[0060] 또 다른 예시적인 실시예에서, 흡상 재료(120)의 제1 흡상 부분(522)은 도 5a 내지 도 5d에 도시된 바와 같이 중단없는 재료의 시트 또는 평면으로서 구성될 수 있다. 제2 흡상 부분(526)은 제2 흡상 부분(326) 및/또는 (426)과 유사하게 구성될 수 있다. 또한, 제1 흡상 부분(322/422/522) 및 대응하는 제2 흡상 부분(326/426/526)은 서로 별개로 제조될 수 있다. 대안적으로, 제1 흡상 부분(322/422/522) 및 대응하는 제2 흡상 부분(326/426/526)은 예를 들어 사출 성형에 의해 함께 제조될 수 있다.

[0061] 도 3a 내지 도 5d에 개시된 다중-부분 접근법은 도 2a 내지 도 2j의 논의와 관련하여 개시된 흡상 재료(120)를 위한 다양한 구성 및 기하구조와 양립가능하며 이와 함께 사용될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 또한, 열 관리 시스템(100)의 동작 동안, 제1 흡상 부분(322/422/522)은 특히 증기 챔버(110)가 증력에 관하여 경사 및/또는 측방향 배향으로 배치될 때, 증기 챔버(110) 내에 작동 유체(115)의 더 균일한 분포를 제공하도록 기능한다는 것이 이해될 것이다.

[0062] 종래의 열 관리 접근법과 비교하여, 본 개시내용의 원리는 다양한 장점, 예를 들어 개선된 냉각 성능, 중량 감소, 및/또는 기타 등등을 허용한다. 예를 들어, 도 3a 내지 도 3d에 도시된 실시예에 대해, 단일 기둥(327)의 밀도는 알루미늄의 밀도의 1/4 미만인면서도 열 성능의 적어도 3배를 달성한다. 추가적으로, 기둥(327)의 고유한 배치는 배터리 셀(112) 간격이 기둥(327) 보다는 셀 리테이너의 제조성에 의해 지배될 수 있게 한다. 또한, 기둥(327)은 심지어 인접한 배터리 셀(112)이 서로 닿을 때 달성되는 최소화된 간격을 수용할 수 있다. 달리 말하면, 열 관리 시스템(100)에서, 배터리 셀(112)은 (원통형 셀에 대해) 90.69%의 최대 가능 체적 효율을 달성하도록 위치될 수 있으면서도, 증기 챔버(110), 흡상 재료(120) 등의 동작을 통해 배터리 셀(112)의 효과적인 열 관리를 여전히 허용한다. 또한, 열 관리 시스템(100)에서, 배터리 셀(112)은 80% 내지 90.69%, 또는 더 바람직하게는 85% 내지 90.69%, 및 훨씬 더 바람직하게는 88% 내지 90.69%의 체적 효율을 달성하도록 위치될 수 있다.

[0063] 다양한 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110) 내의 특정 배터리 셀(112)과 연관된 기둥(327)의 질량은 배터리 셀(112)의 0.5% 미만이어서, 극히 높은 에너지 밀도를 허용한다. 일부 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110) 내

의 모든 흡상 재료(120)의 질량은 증기 챔버(110)의 동작을 통해 열적으로 관리되는 모든 배터리 셀(112)의 질량의 0.5% 미만이다. 또한, 다양한 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110) 내의 모든 흡상 재료(120)의 질량은 증기 챔버(110)의 동작을 통해 열적으로 관리되는 모든 배터리 셀(112)의 질량의 약 0.1% 내지 약 1% 이다.

[0064] 이제 도 6을 참조하면, 다양한 예시적인 실시예에서, 본 개시내용의 원리는 배터리 셀(112)의 팩의 레벨에서도 다는 개별 배터리 셀(112)의 레벨에 적용될 수 있다. 예를 들어, 배터리 셀(112)의 열 관리를 제공하기 위해, 일부 예시적인 실시예에서, 2-상 열 관리 시스템이 단일 배터리 셀(112)의 단부에 결합된다. 예시적인 실시예에서, "콜드웰"(610)이 배터리 셀(112)의 단부에 결합되어, 콜드웰(610)의 외벽과 배터리 셀(112)의 단부 사이에 완전히 포위된 공간을 형성한다. 콜드웰(610)은 그 저부 및 에지를 따라 적어도 부분적으로 배치된 흡상 재료(120)를 포함하고; 콜드웰(610) 내에서, 흡상 재료(120)는 또한 배터리 셀(112)의 단부와 접촉한다. 콜드웰(610)은 선택된 양의 작동 유체(115)를 수용한다. 동작 동안, 작동 유체(115)는 배터리 셀(112)과 흡상 재료(120) 사이의 계면에서 또는 그 부근에서 증발하고, 일반적으로 도 6에 도시된 "응축 영역"에서 응축한다. 배터리 셀(112) 및 콜드웰(610)의 배향에 따라, 모세관 작용(및/또는 중력)은 응축된 작동 유체(115)를 다시 배터리 셀(112)의 표면을 향해 흡상 재료(120)를 통해 끌어당기고, 사이클은 반복된다. 콜드웰(610)은 작동유체로부터 열을 제거하거나 거기에 열을 제공하기 위해서 임의의 적합한 추가적인 구성요소(예를 들어, 열 펌프, 팬 등)에 결합될 수 있다. 열 조절을 제공하기 위해 콜드웰(610)은 배터리 팩 내의 각각의 배터리 셀(112)(또는 배터리 팩 내의 배터리 셀(112)의 일부만)에 결합될 수 있고; 또한 연관된 콜드웰(610)의 특성은 배터리 팩 내의 배터리 셀(112) 사이에서 다를 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0065] 이제 도 7a 내지 도 7c를 참고하면, 다양한 예시적인 실시예에서, 본 개시내용의 2-단계 냉각 원리는 배터리 팩 제어기 회로, 모터 또는 발전기 전자 제어 시스템 및/또는 기타 등등과 같은 전력 스테이지 구성요소에 열 관리를 제공하기 위해 이용될 수 있다. 도 7a 내지 도 7c는 배터리 팩 제어기 회로 또는 모터/발전기 전자 제어 시스템과 같은 전력 스테이지 구성요소(730)를 냉각시키기 위해 이용되는 2-단계 냉각 시스템의 예를 도시한다. 외부 열 펌프(750)는 전체 전력 스테이지 시스템에 냉각을 제공한다. 전력 스테이지 구성요소(730)는 전력 스테이지 구성요소(730)로 작동 유체를 흡상하여 냉각을 제공하는 흡상 재료(720)에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸인다. 채널(760)이 전력 스테이지 구성요소(730)를 외부 열 펌프(750)에 연결하는 증기 챔버로서 작용하도록 흡상 재료(720) 내에 통합될 수 있어, 증기가 흡상 재료(720)를 통한 모세관 작용에 의한 전력 스테이지 구성요소(730)로의 액체 상 복귀를 위한 외부 열 펌프(750)에 의해 냉각 및 응축될 수 있게 한다.

[0066] 작동 시에, 증기 챔버(110)는 하나 이상의 인자에 의해 지배되는 그 열 운반 능력에 대한 상한값을 갖는다. 일부 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110)의 동작은 이하의 인자: 모세관 한계, 혼입 한계, 비등 한계, 음파 한계, 및/또는 점성 한계에 의해 영향을 받을 수 있다. 모세관 한계는 액체 순환에 대한 구동 압력, 즉 모세관 작용을 통해 작동 유체(115)를 전달하는 흡상 재료(120)의 능력을 나타낸다. 혼입 한계: 작동 시에, 증기 속도는 온도에 따라 증가하고, 응축 영역으로부터 증발 영역까지의 액체 작동 유체(115)의 복귀 유동에 전달력 효과를 생성할 정도로 충분히 높을 수 있고, 이는 증기에 의한 액체의 혼입을 유발하고, 이는 유체 유동 단락으로 이어지고 결국 흡상 재료(120)의 일부의 건조로 이어진다. 비등 한계: 온도차가 핵 비등 조건과 관련하여 지속가능한 과열의 정도를 초과할 때에 도달되는 점; 흡상 재료(120) 내에서의 비등의 시작이 작동 유체(115)의 액체 순환을 방해하고, 흡상 재료(120)의 일부의 건조로 이어질 수 있다. 음파 한계: 증기압 한계보다 높은 온도에서, 증기 속도는 음파 속도와 유사할 수 있고(즉, 1에 가깝고, 1과 동일하고, 및/또는 1을 초과하는 마하), 증기 유동은 "초킹(choked)"되어 열 전달 용량의 추가적인 증가를 방해한다. 점성 한계는 전형적으로 저온에서 일어나고, 증기 챔버(110)의 냉간 시동 능력의 척도를 나타낸다. 다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)의 동작은 연관된 모세관 한계에 의해 지배되고; 달리 말하면 열 관리 시스템(100)은 임의의 다른 한계에 도달하기 전에 모세관 한계에 도달하도록 구성된다.

[0067] 아래의 표 1은 예시적인 열 관리 시스템(100)에 대한 예시적인 동작 수치를 나타내며, 여기서 냉각판(130)은 증기 챔버(110) 아래에 배치된다(즉, 예를 들어 도 1a 및 도 1c에 도시된 바와 같은 "반중력" 동작). 낮은 동작 온도에서, 점성 한계는 지배적이고, 따라서 증기 유동을 제한한다. 증기 챔버(110)의 포화 온도가 최적으로 설계되고, 그에 따라 동작 중에 모세관 한계는 제한 인자가 된다. 열 관리 시스템(100)에서, 구성요소는 중력을 극복할뿐만 아니라 작동 유체(115)를 배터리 셀(112)을 따라 원하는 높이로 다시 당기기에 충분한 힘도 부여하도록 구성된다. 표 1에 도시된 바와 같이, 이러한 예시적인 실시예에서, 증기 챔버(110)의 최대 성능은 다양한 구성 및 동작 조건에 따라 배터리 셀(112) 레벨에서의 열 손실의 약 9.26 W 내지 약 28.03 W의 범위이다. 따라서, 다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 증기 챔버(110) 내의 거의 등온 조건으로 약 0.018 K/W 내지 약 0.054 K/W 열 저항(또는 약 617.33 와트 퍼 미터-켈빈(W/mK) 내지 약 5,606 W/mK 유효 열 전도

도)를 달성할 수 있다.

표 1

증기 챔버(110) 동작 한계 - 예시적인 구성

증기 챔버 동작 한계(W)	동작 온도(C)		
	하한 °C	최적 °C	상한 °C
모세관 한계	9.3	28.03	49.16
혼입 한계	184.27	826.79	1596.86
비등 한계	7897.12	373.59	76.01
음파 한계	15.81	340.27	1905.87
점성 한계	0.04	31.41	481.79

[0068]

[0069]

종래의 배터리 열 관리 시스템과 비교하여, 열 관리 시스템(100)은 배터리 셀(112) 레벨에서의 극히 높은 냉각 레벨을 달성한다. 일부 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 배터리 셀(112) 레벨에서 약 1500 W/mK의 열 전달을 제공한다(즉, 다이아몬드와의 직접적인 접촉에 상응하는 열 전달 속도). 다른 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 약 500 W/mK(즉, 구리와와의 직접 접촉의 열 전달보다 약간 높은 열 전달의 레벨) 내지 약 2000 W/mK(즉, 구리와와의 직접 접촉의 열 전달의 약 500%의 열 전달의 레벨)의 배터리 셀(112) 레벨에서의 열 전달을 제공한다. 또한, 다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 알루미늄, 구리 등과 같은 전도성 열 전달을 위해 통상적으로 이용되는 다양한 고체 재료와의 직접 접촉보다 약 3배 내지 약 5배 이상인 배터리 셀(112) 레벨에서의 열 전달의 레벨을 제공한다는 것이 이해될 것이다.

[0070]

또한, 종래의 접근법에 비해, 본 개시내용의 원리는 배터리 팩 레벨에서 높은 에너지 밀도를 가능하게 한다. 예를 들어, 증기 챔버(110)는 경량이 되도록 구성될 수 있다. 이는 배터리 팩 레벨에서 훨씬 더 높은 에너지 밀도에 기여한다. 예를 들어, 다양한 예시적인 실시예에서의 배터리 팩 레벨의 증기 챔버(110)의 질량은 증기 챔버(110)의 흡상 재료(120)의 구성에 따라 (98kWh 배터리 팩에 대해) 약 1.45 kg 내지 약 2.9 kg의 범위이다. 흡상 재료(120)의 기둥은 임의의 추가적인 공간을 점유하지 않기 때문에, 고에너지 밀도 원통형 셀에 의해 총 체적 에너지 밀도가 최대화될 수 있음이 이해될 것이다. 결과적으로, 체적 에너지 밀도에 손실이 없다. 다양한 기존의 접근법에 비해, 동일한 용량의 동일한 배터리 셀을 이용할 때, 열 관리 시스템(100)의 예시적인 실시예는 적어도 추가적인 56 Wh/L의 체적 에너지 밀도(> 12%의 증가)를 달성하고, 본 개시내용의 원리의 이점은 더 높은 용량의 팩에 대해서 증가하기만 한다.

[0071]

예를 들어, 대략 105 L의 체적에서, 예시적인 배터리 팩은 > 55 kWh의 저장을 달성할 수 있는 반면, 동일한 배터리 화학물질 및 배터리 셀 치수를 이용하는 종래의 접근법은 단지 약 46 kWh만을 달성할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)에서, 배터리 셀(112)은 약 0 mm(즉, 인접한 배터리 셀(112)이 서로 접촉) 내지 약 2 mm의 셀 간격으로 배치될 수 있다. 대조적으로, 종래의 냉각 접근법은 종종 배터리 셀이 적어도 2 mm 이격되도록 요구한다.

[0072]

또한, 이전의 2-상 냉각 접근법에 비해, 열 관리 시스템(100)의 예시적인 실시예의 중량 에너지 밀도는 더 양호하다. 일부 예시적인 실시예에서, 중량 에너지 밀도의 개선은 약 0.5% 내지 약 15%의 범위일 수 있고; 다른 예시적인 실시예에서, 중량 에너지 밀도의 개선은 약 5% 내지 약 15%의 범위일 수 있으며; 또 다른 예시적인 실시예에서, 중량 에너지 밀도의 개선은 약 8% 내지 약 12%의 범위일 수 있다. 또한, 종래의 전도적으로 결합되는 단일 상 냉각 해결책에 비해, 본원에 개시된 예시적인 시스템은 상당히 더 높은 중량 및 체적 에너지 밀도를 제공한다.

[0073]

본 개시내용의 원리에 따르면, 예시적인 배터리 열 관리 시스템은 바람직하게는 전기 차량 또는 이동식 산업 장비의 물품, 예를 들어 자동차, 트랙터, 트럭, 트롤리, 기차, 밴, 쿼드(quad), 골프 카트, 스쿠터, 보트, 항공기, 드론, 지게차, 텔레핸들러(telehandler), 백호 및/또는 기타 등등과 관련하여 이용될 수 있다.

[0074]

다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 증기 및 작동 유체(115)의 이동 및/또는 분배를 용이하게 하기 위해 추가적인 구조물 및/또는 구성요소를 이용할 수 있다. 이제 도 8a 내지 도 8c를 참조하면, 다양한 예시적인 실시예에서 열 관리 시스템(100)은 하나 이상의 모세관 튜브(114)를 사용하도록 구성될 수 있다. 모세관 튜브(114)는 증기로부터 액체 상태로의 작동 유체(115)의 응축을 용이하게 한다. 추가적으로, 모세관 튜

브(114)는 열 관리 시스템(100) 내의 작동 유체(115)의 더 균일한 분배를 용이하게 한다. 모세관 튜브(114)는 또한 모세관 튜브(114)를 통한 작동 유체(115)의 이동을 야기하는 진동으로 인해 배터리 셀(112)로부터(및/또는 배터리 셀로)의 개선된 열 전달을 제공하고; 달리 말하면 모세관 튜브(114)는 상 변화 열 전달 이외에 강제 대류를 용이하게 한다. 또한, 모세관 튜브(114)는 배터리 셀(112)로부터 발생하는 열 에너지의 일부를 작동 유체(115) 슬러그 및 증기 기포의 운동 에너지로 변환한다. 또한, 모세관 튜브(114)는 그 동작 동안 열 관리 시스템(100) 내의 안정적이고 및/또는 대체로 균일한 증기압을 용이하게 하고; 달리 말하면 열 관리 시스템(100)에서 모세관 튜브는 증발기로부터 응축기로의 감소된 압력 강하를 용이하게 한다.

[0075] 다양한 예시적인 실시예에서, 모세관 튜브(114)는 알루미늄, 구리, 및/또는 기타 등등과 같은 열전도성 재료를 포함한다. 모세관 튜브(114)는 예를 들어 알루미늄 산화물 같은 유전체 코팅을 통해 전기 절연 및/또는 격리될 수 있다. 일부 예시적인 실시예에서, 모세관 튜브(114)는 플라스틱 같은 내구성 재료를 포함할 수 있다. 일반적으로, 모세관 튜브(114)는 작동 유체(115)와 양립 가능하고 및/또는 작동 유체와 비반응성인 재료로 형성될 수 있다. 모세관 튜브(114)는 원형 튜브를 포함할 수 있고; 대안적으로 모세관 튜브(114)는 타원형 단면, 직사각형 단면 또는 다른 적절한 형상을 가질 수 있다. 모세관 튜브(114)는 공통 주 부분으로 이어지는 다수의 흡입 부분을 가질 수 있다(즉, 강에 합류하는 지류와 유사한 배치로). 또한, 모세관 튜브(114)는 다수의 복귀 부분으로 이어지는 공통 주 부분을 가질 수 있다(즉, 삼각주에서 다수의 경로로 전개되는 강과 유사한 배치로). 달리 말하면, 모세관 튜브(114)는 단일 흡입 단부 및/또는 복귀 단부를 가질 수 있고; 대안적으로, 모세관 튜브(114)는 다수의 흡입 단부 및/또는 복귀 단부를 가질 수 있다. 또한, 모세관 튜브(114)는 원하는 바에 따라 그 경로를 따라 직경, 벽 두께, 또는 다른 특성이 변화할 수 있다.

[0076] 특정 모세관 튜브(114)에 대한 직경, 특정 모세관 튜브(114)에 대한 벽 두께 및/또는 특정한 열 관리 시스템(100)에서 이용되는 모세관 튜브(114)의 개수는, 열 관리 시스템(100) 내의 특정 열 부하, 모세관 튜브(114)의 길이, 작동 유체(115)의 표면 장력, 모세관 튜브(114)의 경사각, 증기 챔버(110) 내의 증기압, 모세관 튜브(114) 내의 선회수, 모세관 튜브(114)를 통한 원하는 수평 및/또는 수직 유량, 증기 챔버(110) 내에 적어도 부분적으로 수용된 배터리 셀(112)의 개수 및/또는 기타 등등 중 하나 이상에 기초하여 선택될 수 있다. 또한, 모세관 튜브(114)는 모세관 튜브(114) 내의 증기의 응축 및/또는 모세관 튜브(114)를 통한 작동 유체(115)의 운반을 용이하게 하기 위해서 내부 및/또는 외부 구성요소, 예를 들어 조직화된 내부 및/또는 외부 표면을 갖도록 구성될 수 있다.

[0077] 예시적인 실시예에서, 모세관 튜브(114)는 3 mm의 내경을 갖는 구리 배관을 포함한다. 다른 예시적인 실시예에서, 모세관 튜브(114)는 5 mm의 내경을 갖는 구리 배관을 포함한다. 다양한 예시적인 실시예에서, 모세관 튜브(114)는 12 mm를 초과하지 않는 내경을 갖는 금속 튜브를 포함한다. 작동 유체(115)가 에탄올을 포함하고 증기 챔버(110)의 내부가 0.18 bar의 증기압(약 40°C의 에탄올의 비등점을 초래함)을 받는 또 다른 예시적인 실시예에서, 모세관 튜브(114)는 3.6 mm의 내경을 갖도록 구성된다.

[0078] 열 관리 시스템(100)의 동작 동안, 모세관 튜브(114) 내의 응축은 증기/공기의 기포에 의해서 분리된 작동 유체(115)의 "슬러그"의 형성을 초래한다. 모세관 튜브(114) 내의 기포 및 슬러그 형성은 그를 통한 유체 유동의 동작에 있어서의 작동에 있어서의 섭동으로 이어진다. 따라서, 모세관 튜브(114)를 갖도록 구성된 열 관리 시스템(100)에서, 모세관 튜브(114)의 구성은 원하는 "충전 비율", 즉 모세관 튜브(114) 내의 증기/공기에 대한 작동 유체(115)의 양의 비율을 얻도록 조정될 수 있다. 슬러그에 대한 기포의 더 높은 비율(즉, 모세관 튜브(114) 내의 작동 유체(115)의 더 낮은 전체 양)은 통상적으로 모세관 튜브(114)에 대한 더 작은 직경을 통해 달성되고, 감지 가능한 열 전달을 위한 작동 유체(115)의 더 낮은 질량 유동을 초래한다. 기포에 대한 슬러그의 더 높은 비율(즉, 모세관 튜브(114) 내의 작동 유체(115)의 더 높은 전체 양)은 통상적으로 모세관 튜브(114)에 대한 더 큰 직경을 통해 달성되고, 펌핑 작용 및 열 전달을 감소시키면서 더 낮은 진동을 초래한다. 따라서, 모세관 튜브(114)는 열 관리 시스템(100)의 동작을 최적화하기 위한 원하는 절충, 예를 들어 펌핑 작용과 질량 유동 사이의 원하는 균형을 얻도록 크기설정될 수 있다.

[0079] 모세관 튜브(114)는 다양한 방식으로 열 관리 시스템(100) 내에 배치될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 증기 챔버(110)의 공통 측면 상에 배치된 복귀 단부 및 흡입 단부를 갖는 하나 이상의 모세관 튜브(114)를 이용한다. 모세관 튜브(114)는 응축 챔버(140) 내로 가고, 그것을 통과하며, 및/또는 그것에 열적으로 결합된다. 열 관리 시스템(100)이 동작될 때, 모세관 튜브(114) 내의 증기는 작동 유체(115)의 액체 형태로 응축되고, 모세관 튜브(114) 내의 작동 유체(115)의 증기/공기 및 슬러그의 교번적인 기포를 초래한다. 증기 챔버(110) 내에서 발생하는 증기압은 모세관 튜브(114)를 통해 슬러그를 가압하여, 모세관 튜브(114)의 복귀 단부로부터 작동 유체(115)의 유출을 초래하고 그에 따라 응축된 작동 유체(115)를 기둥(211)의 기부에 퇴적시

킨다.

[0080] 이제 도 9a 내지 도 9c로 돌아가면, 일부 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 증기 챔버(110)의 제1 측면 상의 흡입 단부 또는 단부들, 및 증기 챔버(110)의 대향 측면(또는 직교 측면 또는 일반적으로 임의의 상이한 측면) 상의 복귀 단부 또는 단부들을 갖는 하나 이상의 모세관 튜브(114)를 이용한다. 예를 들어, 도 9c를 참조하면, 대체적 직사각형 증기 챔버(110)를 갖는 열 관리 시스템(100)은 2개의 모세관 튜브(114)를 갖도록 구성될 수 있다. 제1 모세관 튜브(114)의 흡입 단부 및 제2 모세관 튜브(114)의 복귀 단부는 일반적으로 직사각형 증기 챔버(110)의 일측 상에 위치될 수 있다. 직사각형의 대향측 상에는 제1 모세관 튜브(114)의 복귀 단부 및 제2 모세관 튜브(114)의 흡입 단부가 배치된다. 이러한 방식으로, 새롭게 응축된 작동 유체(115)의 공급부가 증기 챔버(110)의 2개의 대향 측면에 도입된다.

[0081] 다양한 예시적인 실시예에서, 다수의 모세관 튜브(114)가 열 관리 시스템(100) 내의 작동 유체(115)의 유동을 유도하기 위해 사용될 수 있고; 이러한 배치는 대칭적이거나, 비대칭적이거나, 루프형이거나, 또는 작동 유체(115)를 열 관리 시스템(100) 내에 분배하도록 원하는 바에 따라 달리 배치될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예를 들어, 도 9d를 잠시 참조하면, 하나의 예시적인 실시예에서 열 관리 시스템(100)은 4면 증기 챔버(110)를 갖도록 구성될 수 있으며 4개의 모세관 튜브(114)를 이용할 수 있다. 제1 모세관 튜브(114-A)는 증기 챔버(110)의 측면(S1) 상의 흡입 단부 및 인접한 측면(S2) 상의 복귀 단부를 갖는다. 제2 모세관 튜브(114-B)는 측면(S2) 상의 흡입 단부 및 인접한 측면(S3) 상의 복귀 단부를 갖고, 제3 모세관 튜브(114-C)는 측면(S3) 상의 흡입 단부 및 인접한 측면(S4) 상의 복귀 단부를 갖고, 마지막으로 제4 모세관 튜브(114-D)는 측면(S4) 상의 흡입 단부 및 인접한 측면(S1) 상의 복귀 단부를 갖는다. 열 관리 시스템(100)의 동작 동안, 작동 유체(115)는 4개의 모세관 튜브(114)를 통해 라운드-로빈 방식으로 순환되어, 열 관리 시스템(100)에서의 작동 유체(115)의 더 균일한 분포를 유도하고 그에 따라 그 내부에서 이용되는 배터리 셀(112)의 더 균형잡힌 열 관리를 제공한다.

[0082] 이제 도 10a 및 도 10b를 참조하면, 일부 예시적인 실시예에서 열 관리 시스템(100)은 모세관 튜브(114)와, 증기 챔버(110)와 응축 챔버(140) 사이의 증기/유체 통로 또는 경로를 갖도록 구성된다. 이러한 구성에서, 증기는 모세관 튜브(114)를 통해서 수집되고 응축 챔버(140) 내의 작동 유체(115)의 공통 풀 내로 도입된다. 응축 챔버(140)에서, 작동 유체(115)는 중력의 동작을 통해 및 작동 유체(115)의 표면 장력을 통해 응축 챔버(140)를 가로질러 분배되어 고이고(즉, 용기가 충전됨에 따라 유체가 용기의 저부에 걸쳐 분배되는 방법과 유사함); 추가적으로 작동 유체(115)는 가속에 응답하여 또는 수평으로부터 멀어지는 응축 챔버(140)의 경사에 응답하여 응축 챔버(140) 내에 분배될 수 있다. 기둥(211)이 응축 챔버(140) 내에 수용된 작동 유체(115)의 풀 내로 연장되고 모세관 작용을 통해서 작동 유체(115)를 추출하여, 작동 유체(115)를 증기 챔버(110) 내로 상승시킨다. 그후에, 작동 유체(115)가 증발되어 위에서의 다양한 실시예에서 논의되는 것과 같이 배터리 셀(112)을 냉각시킨다.

[0083] 이들 예시적인 실시예에서, 냉각판(130)은 기둥(211)이 냉각판(130)을 통과할 수 있게 하고 응축 챔버(140) 내의 작동 유체(115)에 접근할 수 있게 하는 복수의 개구(131)를 갖도록 구성된다는 것이 이해될 것이다. 달리 말하면, 이들 예시적인 실시예에서, 냉각판(130)은 증기 챔버(110)와 응축 챔버(140) 사이에 배치된 천공된 배리어로서 구성된다. 그러나, 냉각판(130)은 여전히 개구(131) 주위에 밀봉된 상태로 유지되어, 냉각체가 증기 챔버(110) 내로의 누설 및/또는 작동 유체(115)와의 섞임 없이 냉각판(130)을 통과할 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0084] 다양한 예시적인 실시예에서, 개구(131)는 증기 챔버(110) 내의 배터리 셀(112) 사이의 공간에 대응하도록 크기 설정된다. 달리 말하면, 개구(131)는 배터리 셀(112) 사이의 확장된 간격을 요구하지 않는 방식으로 크기 설정될 수 있고, 따라서 예시적인 배터리 팩이 원하는 에너지 밀도를 유지하도록 허용한다.

[0085] 다양한 예시적인 실시예에서, 개구(131)는 냉각판(130)의 평면에 수직으로 볼 때 대체적 원형 구멍으로서 구성된다. 다른 예시적인 실시예에서, 개구(131)는 삼각형, 뿔로 삼각형, 의사삼각형(pseudotriangle), 정사각형, 직사각형, 타원형, 및/또는 이들의 조합 중 하나 이상의 형상을 갖도록 구성된다. 다양한 예시적인 실시예에서, 개구(131)는 6 mm를 초과하지 않는 직경(및/또는 최장 치수)을 갖도록 구성된다. 일 예시적인 실시예에서, 개구(131)는 4 mm의 직경을 갖는 원형 구멍을 포함한다.

[0086] 열 관리 시스템(100)에서 개구(131)는 서로 상이한 형상 및/또는 크기를 갖도록 구성될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예를 들어, 열 관리 시스템(100)에서, 내부에 배치된 기둥(211)을 갖는 제1 개구(131)는 4 mm의 직경을 갖는 원형 구멍으로서 구성될 수 있다. 그 내부에 배치된 기둥(211)을 갖지 않는 제2 개구(131)는 2 mm의

직경을 갖는 원형 구멍으로서 구성될 수 있다. 다른 예에서, 내부에 배치된 기둥(211)을 갖는 제1 개구(131)는 약 5 mm의 꼭지점 사이의 거리를 갖는 대체적 의사삼각형 구멍으로서 구성될 수 있다. 이 예에서, 내부에 배치된 기둥(211)을 갖지 않는 제2 개구(131)는 3 mm의 직경을 갖는 원형 구멍으로서 구성될 수 있다. 또한, 열 관리 시스템(100)에서, 개구(131) 크기 및 형상의 임의의 적합한 조합이 예를 들어, 열 관리 시스템(100) 내의 증기 및 작동 유체(115)의 순환을 제공하기 위해 체커보드, 줄무늬, 엇갈림, 또는 다른 적합한 패턴으로 이용될 수 있다.

[0087] 다양한 예시적인 실시예에서, 기둥(211)은 대응하는 개구(131)의 에지와 대체로 동일 높이가 되도록 구성된다. 달리 말하면, 기둥(211)이 그를 통해 배치되는 대응 개구(131)를 완전히 충전 또는 점유할 수 있다. 일부 예시적인 실시예에서, 기둥(211)이 개구(131)를 단지 부분적으로 충전 또는 점유할 수 있다. 예를 들어, 기둥(211)은 중공 실린더로서 구성될 수 있고 따라서 대응하는 원형 개구(131)의 모든 에지를 점유하면서, 점유되지 않은 개구(131)의 작은 원통형 영역을 남겨둔다. 또한, 기둥(211)이 그 측면 외부로 노치를 갖는 실린더로서 구성될 수 있고, 그에 따라 기둥(211)이 원형 개구(131)의 대부분을 점유하면서 그러한 개구(131)의 하나의 에지 부분을 따라서 작은 공극을 남겨둔다. 이러한 방식에서, 개구(131)를 통한 양 방향으로의 증기 및/또는 작동 유체(115)의 유동이 용이해지고, 그에 따라 예를 들어 열 관리 시스템(100) 내의 모든 관련 위치에서 더 일정한 증기압(및 그에 따른 더 일정한 포화 온도점)을 용이하게 한다.

[0088] 일부 예시적인 실시예에서, 기둥(211)이 대응 개구(131)의 에지 및 하나 이상의 연관된 배터리 셀(112)의 에지의 양자 모두와 대체로 동일 평면 상에 있도록 구성된다. 예를 들어, 기둥(211)은 기둥(211)의 제1 부분(즉, 개구(131) 내로 삽입되도록 의도된 부분)에 대해 대체적 원통형 형태 인자를 가질 수 있고, 기둥(211)의 제2 부분에 대해 절두 단부를 갖는 슈도삼각형의 형태 인자(즉, 예를 들어 도 2c에 도시된 바와 같이 밀접하게 패키징된 원통형 배터리 셀(112) 사이의 공간에 끼워지도록 의도된 형태 인자)를 가질 수 있다. 이들 실시예에서, 기둥(211)의 제1 부분의 길이는 기둥(211)이 대응하는 개구(131)를 통해서 삽입될 수 있는 거리를 지배할 수 있다.

[0089] 다양한 예시적인 실시예에서, 기둥(211)은 기둥(211)의 저부가 응축 챔버(140)의 원거리 측면과 접촉하도록 개구(131)를 통해 연장될 수 있다(즉, 각각의 기둥(211)의 일부분은 응축 챔버(140)의 일 측면으로부터 대향 측면까지 전체에 걸쳐 횡단한다). 이러한 방식으로, 기둥(211)은 응축 챔버(140) 내의 임의의 깊이에 고인 작동 유체(115)를 흡수할 수 있다. 다른 예시적인 실시예에서, 응축 챔버(140)를 완전히 횡단하는 대신에 기둥(211)의 저부가 응축 챔버(140) 내로 단지 부분적으로만 도달하도록, 기둥(211)이 개구(131)를 통해 연장될 수 있다. 이러한 구성에서, 응축 챔버(140)가 수평으로 배치될 때, 작동 유체(115)의 풀이 기둥(211)의 저부와 접촉하기 전에, 작동 유체(115)의 최소 풀 깊이가 응축 챔버(140) 내에 존재할 것이다. 이 구성은 작동 유체(115)가 모든 방향에서 측방향으로 유동하는 것이 허용됨에 따라 응축 챔버(140) 내의 작동 유체(115)의 균일한 분배를 용이하게 한다. 대조적으로, 기둥(211)이 응축 챔버(140)의 대향 벽까지 전체에 걸쳐 연장하는 일부 실시예에서, 기둥(211)은 작동 유체(115)가 응축 챔버(140) 내에서 측방향으로 유동할 수 있는 것보다 더 빠른 속도로 작동 유체(115)를 수직으로 흡수 및 운반할 수 있고, 따라서 "건조" 또는 "더 건조한" 기둥(211)(즉, 작동 유체(115)로의 감소된 접근을 갖는 기둥(211); 통상적으로 이러한 기둥은 열 관리 시스템(100) 내의 기둥(211)의 어레이의 중앙 영역 내에서 발생할 수 있다)에 기여한다.

[0090] 또한, 일부 예시적인 실시예에서, 일부 기둥(211)이 단지 부분적으로만 응축 챔버(140) 내로 연장되고 다른 기둥(211)이 응축 챔버(140)를 완전히 횡단하는 조합이 이용될 수 있다. 예를 들어, 교번하는 기둥(211)이 체커보드 패턴에서와 같이 상호배치될 수 있다. 다른 예에서, 일련의 기둥(211) 내의 모든 제3 기둥(211)이 응축 챔버(140)를 완전히 횡단할 수 있다. 또 다른 예에서, 일련의 기둥(211) 내의 모든 제3 기둥(211)은 응축 챔버(140) 내로 단지 부분적으로만 연장할 수 있다. 또 다른 예에서, 응축 챔버(140)를 완전히 횡단하는 기둥(211) 및 응축 챔버(140) 내로 단지 부분적으로만 연장하는 기둥(211)은 스트라이프, 나선, 동심 기하학적 형상 및/또는 기타 등등으로 배치될 수 있다. 이들 조합된 접근법에서, 응축 챔버(140) 내의 작동 유체(115)의 방해받지 않는 측방향 유동이 제공되는 한편, 여전히 증기 챔버(110) 내로의 작동 유체(115)의 상향의 충분한 운반 속도를 보장한다. 또한, 열 관리 시스템(100)에서, 응축 챔버(140)를 완전히 횡단하는 기둥(211) 및 응축 챔버(140) 내로 단지 부분적으로만 연장하는 기둥(211)의 임의의 적합한 배열이 이용될 수 있다.

[0091] 이제 도 11a 및 도 11b를 참조하면, 일부 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)에서, 소정 개구(131)는 기둥(211)으로 부분적으로 또는 완전히 충전되지 않고, 대신에 증기 챔버(110) 및 응축 챔버(140)를 연결하는 방해받지 않는 통로 또는 경로로서 남겨진다. 일 예에서, 교번하는 개구(131)는 예를 들어 체커보드 패턴에서 빈 상태로 남을 수 있다. 다른 예에서, 일련의 개구(131)의 모든 제3 개구(131)는 빈 상태로 남을 수 있다. 또 다른 예에서, 냉각판(130)은 빈 개구(131) 및 기둥(211)으로 채워진 개구(131)가 냉각판(130)의 중간에 대해

로 중심설정된 동심 링 또는 윤곽을 형성하도록 개구(131)의 어레이를 갖도록 구성될 수 있다. 또 다른 예에서, 빈 개구(131)는 기둥(211)으로 채워진 개구(131)와 교번하는 열 또는 스트라이프로 배치될 수 있다. 또한, 빈 상태로 남은 개구(131)의 선택 및 기둥(211)에 의해 점유될 개구(131)의 선택은 예를 들어 열 관리 시스템(100) 내의 작동 유체(115) 및 증기의 원하는 순환을 달성하기 위해 임의의 적합한 패턴일 수 있다.

[0092] 다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 방해받지 않는(및/또는 부분적으로 차단된) 개구(131) 및 모세관 튜브(114)의 양자 모두를 이용할 수 있다는 것이 이해될 것이다. 일부 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 방해받지 않는(및/또는 부분적으로 차단된) 개구(131) 만을 이용할 수 있으며, 임의의 모세관 튜브(114) 없이 구성될 수 있다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 모세관 튜브(114)를 이용할 수 있고, 임의의 방해받지 않는(및/또는 부분적으로 차단된) 개구(131) 없이 구성될 수 있다.

[0093] 다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)에서, 모세관 튜브(114)는 연관된 냉각판(130) 내의 냉각제 (더 일반적으로, 열 유체) 유동의 방향 및/또는 경로에 적어도 부분적으로 기초하여 위치결정, 형성 및/또는 달리 구성될 수 있다. 예를 들어, 열 펌프(150)의 동작 동안, 열 유체는 예를 들어 뱀-유사 경로로 냉각판(130)을 가로질러 펌핑된다. 열 관리 시스템(100)이 냉각 모드에서 동작할 때, 열 유체는 냉각판(130)을 횡단함에 따라 열을 얻는다. 따라서, 열 유체는 냉각판(130)과 접촉을 시작할 때에 비해 냉각판(130)과의 접촉을 종료할 때 더 높은 온도에 있다. 따라서, 일부 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 열 유체가 냉각판(130)을 빠져나가는 냉각판(130)의 부분(즉, 열 관리 시스템(100)이 냉각 모드에서 동작할 때, 냉각판(130)의 "가장 뜨거운"인 부분)으로서 증기 챔버(110)의 공통 측면 상에 일반적으로 배치된 복귀 단부를 갖는 하나 이상의 모세관 튜브(114)를 갖도록 구성된다. 이러한 방식으로, 냉각판(130)에 의한 배터리 셀(112)의 직접 냉각이 최소인 증기 챔버(110) 내의 영역에 작동 유체(115)의 증가된 공급이 공급될 수 있고, 따라서 작동 유체(115)의 상변화를 통해 해당 영역 내의 배터리 셀(112)에 대한 증가된 냉각을 제공한다. 추가적으로, 일부 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100) 내의 모세관 튜브(114)의 치수, 길이, 경로, 흡입 단부의 개수, 복귀 단부의 개수 및/또는 다른 특성은 냉각판(130) 내의 열 유체 유동의 특성에 기초하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 특정 모세관 튜브(114)는 냉각판(130) 내의 열 유체 유동에 대체로 평행한 방향으로 냉각판(130)의 일부를 따라 횡단 및/또는 이동할 수 있다. 다른 특정 모세관 튜브(114)는 냉각판(130) 내에서의 열 유체 유동의 방향에 대체로 반대인 또는 대향하는 방향으로 냉각판(130)의 일부를 따라 횡단 및/또는 이동할 수 있다. 일반적으로 말하면, 열 관리 시스템(100)에서, 모세관 튜브(114)는 증기 챔버(110) 내의 등온 조건을 더 근접하게 근사하기 위해 및/또는 열 관리 시스템(100) 내의 각각의 배터리 셀(112)에 대한 대략 동일한 냉각 용량을 제공하기 위해 이용될 수 있다(예를 들어, 배터리 셀(112)에 대한 냉각 용량은 최고 용량으로부터 최저 용량까지 10% 이하로 변화한다).

[0094] 이제 도 12a 내지 도 12c로 돌아가면, 다양한 예시적인 실시예에서, 열 관리 시스템(100)은 기둥(211)의 어레이를 이용할 수 있고, 여기서 특정 기둥(211)의 길이, 두께, 재료, 또는 다른 특성은 적어도 부분적으로 어레이 내의 특정 기둥(211)의 위치에 따라 달라진다. 예를 들어, 이제 열 관리 시스템(100)의 길이를 따른 모습을 도시하는 도 12a를 참조하면, 기둥(211) 어레이의 외부 에지 부근에 배치된 특정 기둥(211-A)은 기둥(211)의 어레이의 중심 부근에 배치된 다른 기둥(211-B)보다 더 낮은 높이를 갖도록 구성될 수 있다는 것을 알 수 있다. 어레이의 중심에 더 가까운 기둥(211)은 예를 들어 연관된 배터리 셀(112)에 증가된 냉각 용량을 제공하기 위해서 더 큰 높이로 구성될 수 있다. 유사하게, 열 관리 시스템(100)의 폭을 따르는 모습을 도시하는 도 12b를 참조하면, 기둥(211-C)은 기둥(211-D)보다 짧고, 기둥(211-D)은 다시 기둥(211-E)보다 짧은 것을 볼 수 있다. 도 12a 및 도 12b에 도시된 어레이의 사시도를 도시하는 도 12c를 참조하면, 기둥(211)의 높이의 변동이 열 관리 시스템(100)의 길이 및 폭의 양자 모두에 걸쳐서 적용될 수 있다는 것을 볼 수 있다. 이러한 방식으로, 열 관리 시스템(100) 내의 기둥(211)은 특히 열 부하가 최대가 되는 경향이 있는 열 관리 시스템(100)의 중심에 대체로 위치된 영역에서 연관된 배터리 셀(112)에 적절한 냉각 용량을 제공하도록 구성될 수 있다.

[0095] 기둥(211)의 높이는 선형 방식, 곡선형 방식, 단계적 방식, 또는 임의의 다른 적합한 방식으로 변경될 수 있다. 예를 들어, 기둥(211)의 높이는 대체로 기둥(211)의 어레이의 외부 에지를 따라 배치된 제1 링-형상 영역 내의 제1 값, 및 제1 링-형상 영역에 의해 둘러싸인 내부 영역의 더 높은 제2 값을 가질 수 있다. 다른 예에서, 열 관리 시스템(100)의 길이를 따라 이동할 때, 기둥(211)은 높이가 테이퍼지고, 최대에 도달하고, 그 후에 일부 지점에서 다시 아래로 테이퍼지고, 결과적으로 다소 삼각형 및/또는 사다리꼴 단면이 될 수 있다(즉, 도 12a 및 도 12b에 도시된 바와 같음).

[0096] 도 8a 내지 도 12b에 개시된 예시적인 실시예는 도 1a 내지 도 1e의 논의와 관련하여 개시된 다양한 시스템 구

성 및 배향과 양립가능하고 그것과의 임의의 적절한 조합으로 사용될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0097] 예시적인 실시예에서, 증기 챔버와 열 펌프 사이에서 열을 전달하기 위한 증기 챔버는 외부 하우징, 외부 하우징 내에 수용된 흡상 재료, 및 흡상 재료에 의해 적어도 부분적으로 흡수되는 작동 유체를 포함한다. 증기 챔버는 복수의 배터리 셀의 부분을 내부에 수용하는 복수의 개구를 갖도록 구성된다. 증기 챔버는 복수의 배터리 셀의 근접 패키징을 용이하게 한다. 배터리 셀은 서로로부터 1 mm 미만으로 배치될 수 있다. 증기 챔버는 중력에 대한 증기 챔버의 배향에 관계없이 배터리 셀을 냉각하도록 동작한다. 복수의 배터리 셀 내의 배터리 셀은 제1 단부 및 제1 단부로부터 원위의 제2 단부를 갖고, 제1 단부 및 제2 단부는 그 사이에 길이를 갖는다. 흡상 재료는 배터리 셀의 길이의 10% 내지 50%와 접촉할 수 있다. 흡상 재료는 제1 단부에서 시작하여 배터리 셀과 접촉할 수 있고 배터리 셀의 길이의 5% 내지 50%를 따라 연장할 수 있다. 흡상 재료는 배터리 셀의 길이를 따라 두께가 변할 수 있다. 흡상 재료는 배터리 셀의 길이를 따라 다공도가 변할 수 있다. 흡상 재료는 벌집 형상을 갖는 접촉 링으로서 구성될 수 있다. 흡상 재료는 병렬 짜임 구성을 갖도록 구성될 수 있다. 흡상 재료는 직렬 짜임 구성을 갖도록 구성될 수 있다. 배터리 셀은 증기 챔버의 에지를 형성하는 냉각판에 전도적으로 결합될 수 있다. 증기 챔버는 냉각판을 통해 열 펌프에 결합될 수 있다.

[0098] 다른 예시적인 실시예에서, 복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리 팩을 냉각하기 위한 방법은 배터리 팩 내에서 에지 셀인 배터리 셀의 세트를 식별하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 배터리 팩 내에서 내부 셀인 배터리 셀의 세트를 식별하는 단계를 더 포함한다. 상기 방법은 배터리 팩 내에서 중심 셀인 배터리 셀의 세트를 식별하는 단계를 더 포함한다. 상기 방법은 증기 챔버에 복수의 배터리 셀을 결합하는 단계, 증기 챔버 내에 작동 유체를 배치하는 단계, 및 증기 챔버 내에 흡상 재료를 배치하는 단계를 더 포함한다. 상기 방법은 에지 셀에 제1 양의 흡상 재료를 결합하는 단계, 내부 셀에 제1 양과 상이한 제2 양의 흡상 재료를 결합하는 단계, 및 중심 셀에 제1 양 또는 제2 양과 상이한 제3 양의 흡상 재료를 결합하는 단계를 더 포함한다. 상기 방법은 배터리 팩 내에서 입구 셀인 배터리 셀의 세트를 식별하는 단계, 및 배터리 팩 내에서 출구 셀인 배터리 셀의 세트를 식별하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 방법은 입구 셀에 결합된 흡상 재료의 양이 출구 셀에 결합된 흡상 재료의 양과 상이하도록 흡상 재료를 구성하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 방법은 에지 셀에 제1 흡상 특성을 갖는 제1 양의 흡상 재료를 결합하는 단계, 내부 셀에 제1 흡상 특성과 상이한 제2 흡상 특성을 갖는 제2 양의 흡상 재료를 결합하는 단계, 및 중심 셀에 제1 흡상 특성 또는 제2 흡상 특성과 상이한 제3 흡상 특성을 갖는 제3 양의 흡상 재료를 결합하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0099] 예시적인 실시예에서, 배터리 팩의 열 조절을 위한 방법은 복수의 배터리 셀을 적어도 부분적으로 증기 챔버 내에 배치하는 단계로서, 복수의 배터리 셀은 배터리 팩을 형성하고, 증기 챔버는 하우징, 흡상 재료, 및 작동 유체를 포함하는, 복수의 배터리 셀을 적어도 부분적으로 증기 챔버 내에 배치하는 단계; 및 복수의 배터리 셀 각각을 흡상 재료의 적어도 일부와 접촉시키는 단계를 포함한다. 배터리 팩의 충전 또는 방전 동안, 작동 유체는 배터리 셀로부터 열을 운반해 가기 위해 증기 챔버 내에서 상을 변경한다. 상기 방법은 냉각판을 통해 증기 챔버에 열 펌프를 결합하는 단계를 더 포함할 수 있다. 증기 챔버는 중력에 대한 증기 챔버의 배향에 관계없이 배터리 셀로부터 열을 운반하도록 동작할 수 있다. 상기 방법은 배터리 팩의 충전 또는 방전 동안, 증기 챔버 내의 온도 또는 압력 중 적어도 하나를 모니터링하는 단계; 및 모니터링하는 단계에 응답하여 증기 챔버에 소정 양의 작동 유체를 추가 또는 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0100] 다른 예시적인 실시예에서, 개별 배터리 셀을 위한 열 관리 시스템은 하우징, 흡상 재료 및 작동 유체를 포함하는 콜드웰; 및 배터리 셀의 저부가 흡상 재료에 접촉하도록 적어도 부분적으로 콜드웰 내에 배치되는 배터리 셀을 포함한다. 배터리 셀과 하우징 사이의 계면은 작동 유체를 하우징 내에 유지하도록 밀봉되고, 작동 유체는 배터리 셀로부터 열을 운반해 가기 위해 콜드웰 내에서 상을 변경한다.

[0101] 다른 예시적인 실시예에서, 배터리 팩을 위한 열 관리 시스템은 하우징, 흡상 재료, 및 작동 유체를 포함하는 증기 챔버; 증기 챔버를 열 펌프에 결합시키는 냉각판; 복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리 팩으로서, 복수의 배터리 셀 각각은 적어도 부분적으로 증기 챔버 내에 배치되는, 배터리 팩; 냉각판에 결합되는 응축 챔버; 및 증기 챔버와 응축 챔버를 연결하는 모세관 튜브를 포함한다. 각각의 배터리 셀은 흡상 재료의 일부와 접촉하고, 작동 유체는 배터리 셀로부터 열을 운반해 가기 위해 증기 챔버 내에서 상을 변경한다.

[0102] 흡상 재료는 배터리 셀 사이에 배치된 기둥의 세트로서 구성될 수 있다. 냉각판은 증기 챔버와 응축 챔버 사이에 배치될 수 있다. 냉각판은 증기 챔버와 응축 챔버를 연결하기 위해 그것을 통과하는 복수의 개구를 갖도록 구성될 수 있다. 복수의 개구 중 제1 부분은 흡상 재료에 의해 점유될 수 있고, 복수의 개구 중 제2 부분은 흡상 재료에 의해 점유되지 않을 수 있다. 흡상 재료의 일부는 기둥을 포함할 수 있고, 기둥은 개구를 통과하고

응축 챔버를 완전히 횡단한다. 흡상 재료의 일부는 기둥을 포함할 수 있고, 기둥은 복수의 개구 중 하나를 부분적으로 점유한다. 모세관 튜브는 모세관 튜브의 공통 부분으로 이어지는 복수의 흡입 단부를 갖도록 구성될 수 있다. 모세관 튜브는 증기 챔버의 제1 측면 상의 흡입 단부 및 증기 챔버의 대향 측면 상의 복귀 단부를 가질 수 있다. 모세관 튜브는 1 mm 내지 12 mm의 내경을 갖도록 구성될 수 있다. 흡상 재료로부터의 작동 유체의 증발은 증기가 모세관 튜브 내로 유동하게 할 수 있다. 흡상 재료는 기둥의 어레이로서 구성될 수 있고, 기둥의 어레이는 서로 높이가 다를 수 있다. 기둥의 어레이는 기둥의 어레이의 길이를 따라서 보았을 때 단계적인 방식으로 높이가 달라질 수 있다.

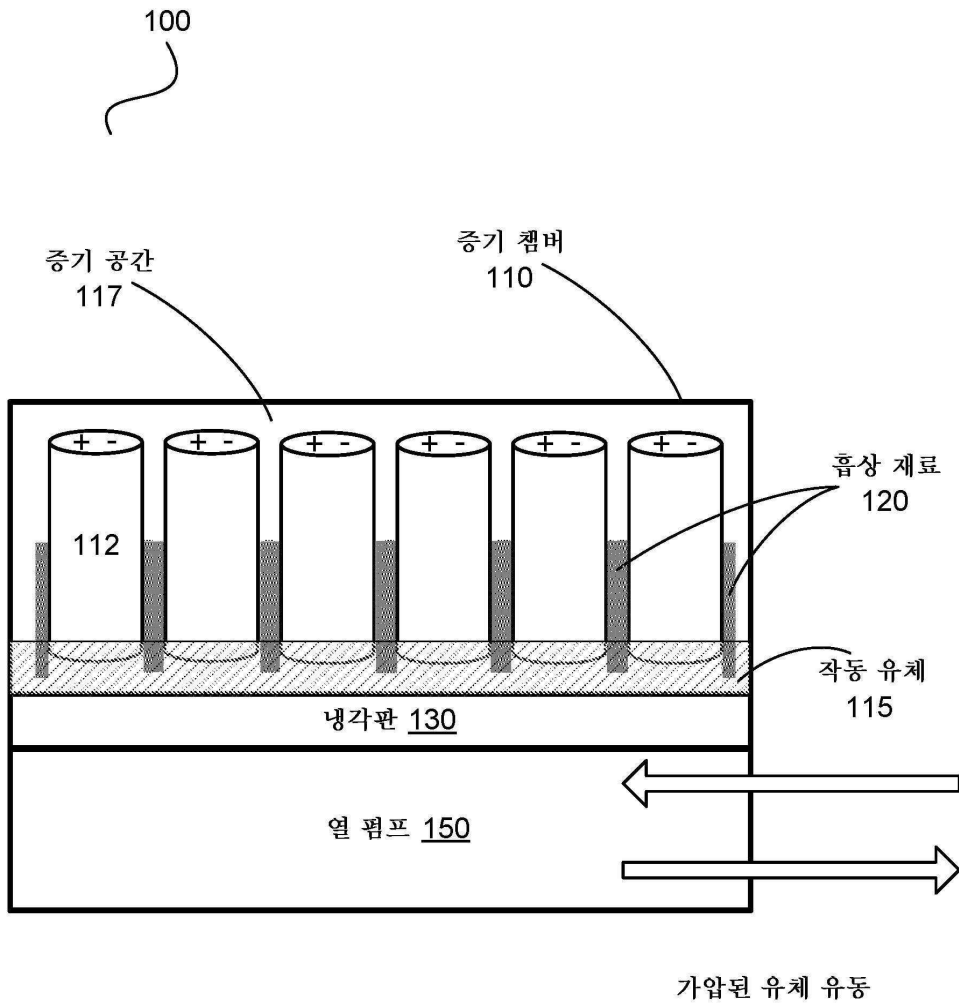
[0103] 본 개시내용의 원리가 다양한 실시예에 도시되어 있지만, 특정 환경 및 동작 요건에 대해 특별히 적응된, 실질적으로 사용되는 구조, 배치, 비율, 요소, 재료, 및 구성요소의 많은 변형이 본 개시내용의 원리 및 범주로부터 벗어남이 없이 사용될 수 있다. 이러한 그리고 다른 변화 또는 변형은 본 개시내용의 범주 내에 포함되도록 의도되고, 다음의 청구항에서 표현될 수 있다.

[0104] 본 개시내용은 다양한 실시예를 참조하여 설명되었다. 그러나, 통상의 기술자는 다양한 변형 및 변화가 본 개시내용의 범주로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있음을 이해한다. 따라서, 명세서는 제한적인 의미가 아닌 예시적인 의미로 간주되어야 하고, 모든 그러한 변형은 본 개시내용의 범주 내에 포함되도록 의도된다. 유사하게, 이점, 다른 장점, 및 문제점에 대한 해결책이 다양한 실시예와 관련하여 위에서 설명되었다. 그러나, 이점, 장점, 및 문제점에 대한 해결책, 및 임의의 이점, 장점, 또는 해결책이 발생하거나 더 확실하게 할 수 있는 임의의 요소(들)는 임의의 또는 모든 청구항의 주요하거나, 요구되거나, 본질적인 특징 또는 요소로서 해석되어서는 안 된다.

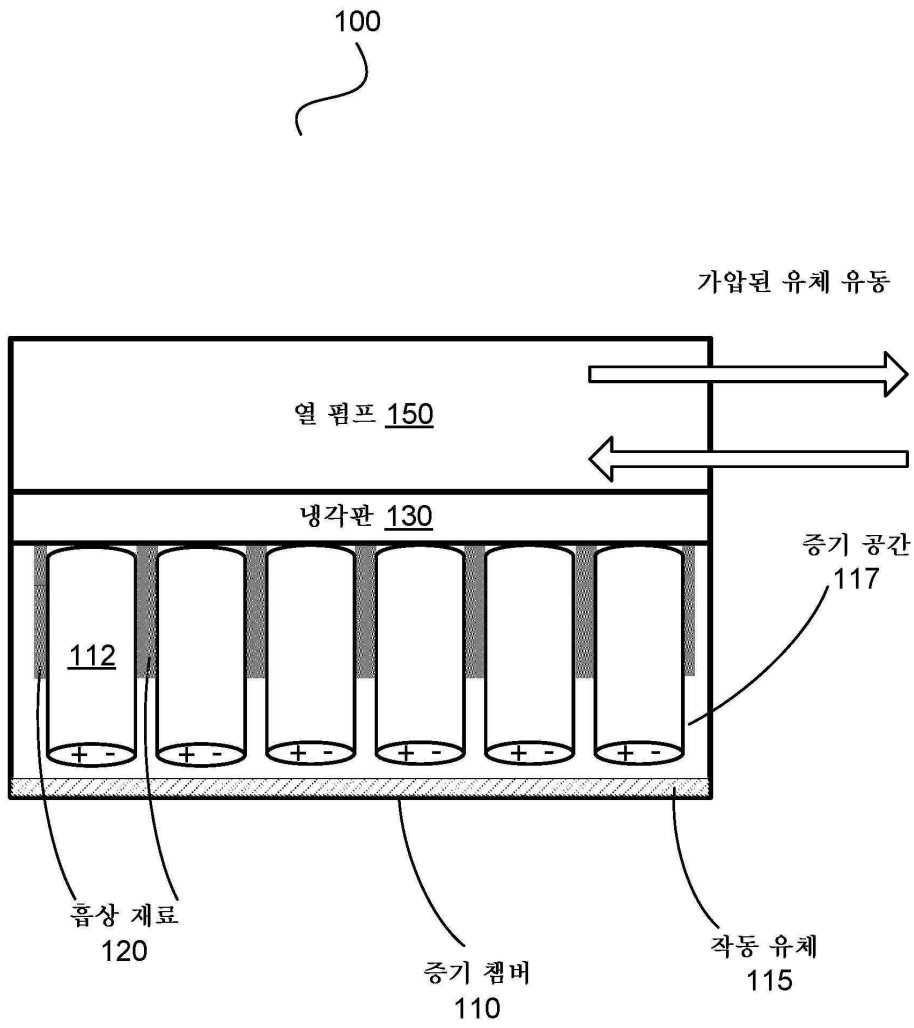
[0105] 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "포함하다", "포함하는" 또는 이들의 임의의 다른 변형은 요소의 목록을 포함하는 프로세스, 방법, 물품, 또는 장치가 그러한 요소만을 포함하는 것이 아니라 명확하게 열거되지 않거나 그러한 프로세스, 방법, 물품, 또는 장치에 대해 고유하지 않은 다른 요소를 포함할 수 있도록, 배타적이지 않은 포괄을 커버하도록 의도된다. 또한, 본 명세서에서 사용될 때, 용어 "결합된", "결합" 또는 그 임의의 다른 변형은 물리적 연결, 전기 연결, 자기 연결, 광학 연결, 통신 연결, 기능 연결, 열 연결, 및/또는 임의의 다른 연결을 커버하도록 의도된다. "A, B, 또는 C 중 적어도 하나" 또는 "A, B, 및 C 중 적어도 하나"와 유사한 언어가 명세서 또는 청구범위에서 사용될 때, 문구는 다음 중 임의의 하나를 의미하도록 의도된다: (1) A 중 적어도 하나; (2) B 중 적어도 하나; (3) C 중 적어도 하나; (4) A 중 적어도 하나 및 B 중 적어도 하나; (5) B 중 적어도 하나 및 C 중 적어도 하나; (6) A 중 적어도 하나 및 C 중 적어도 하나; 또는 (7) A 중 적어도 하나, B 중 적어도 하나, 및 C 중 적어도 하나.

도면

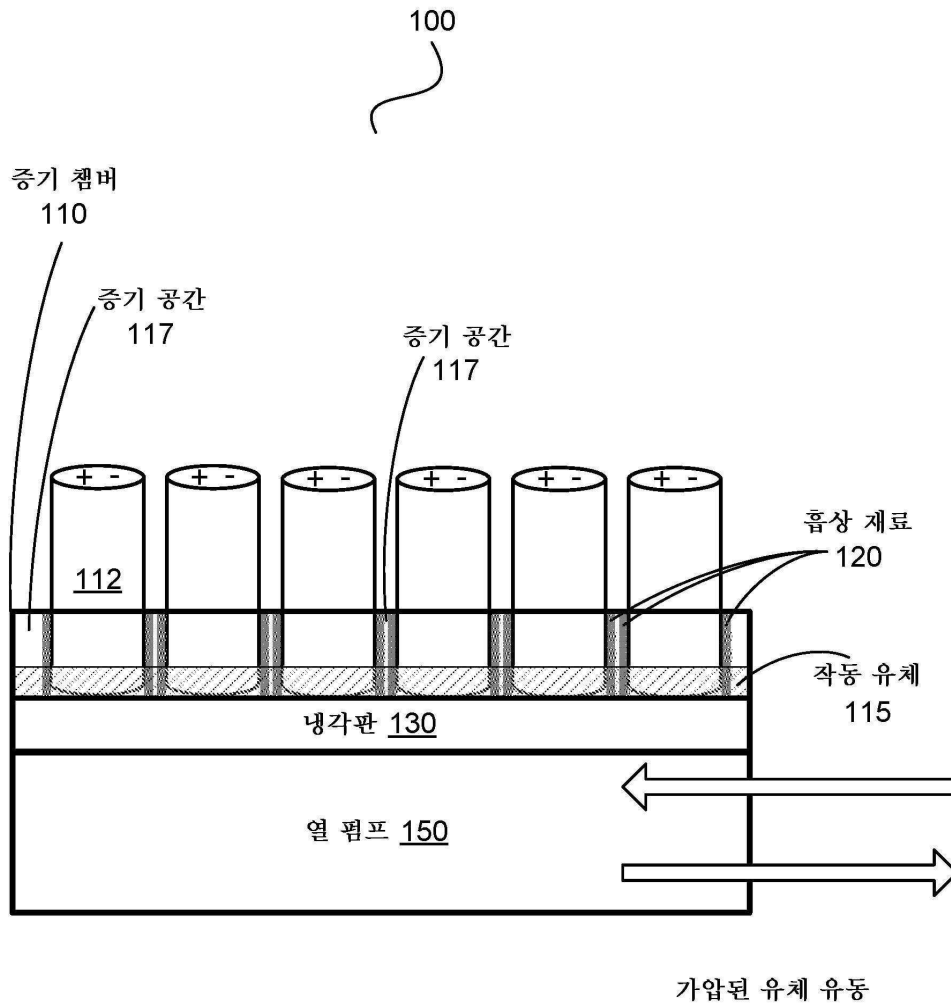
도면1a



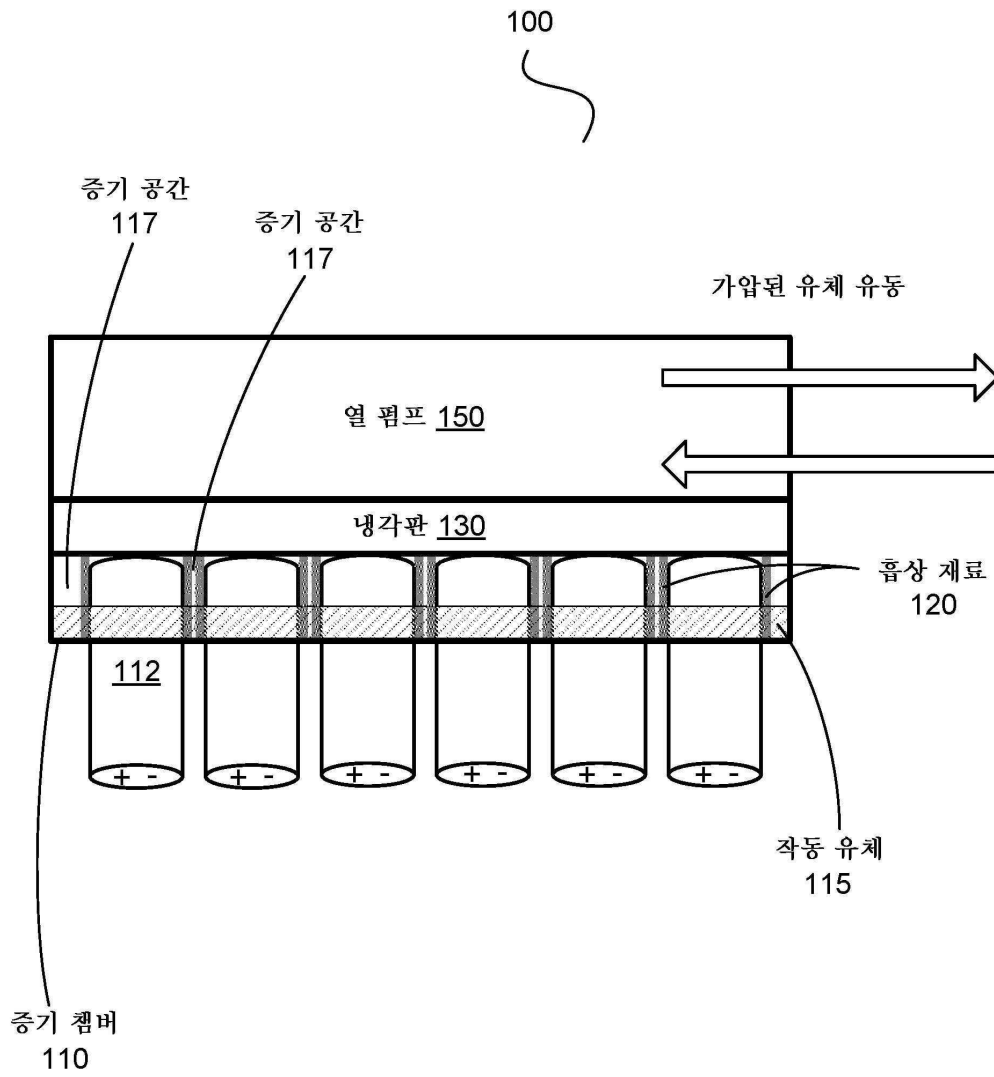
도면1b



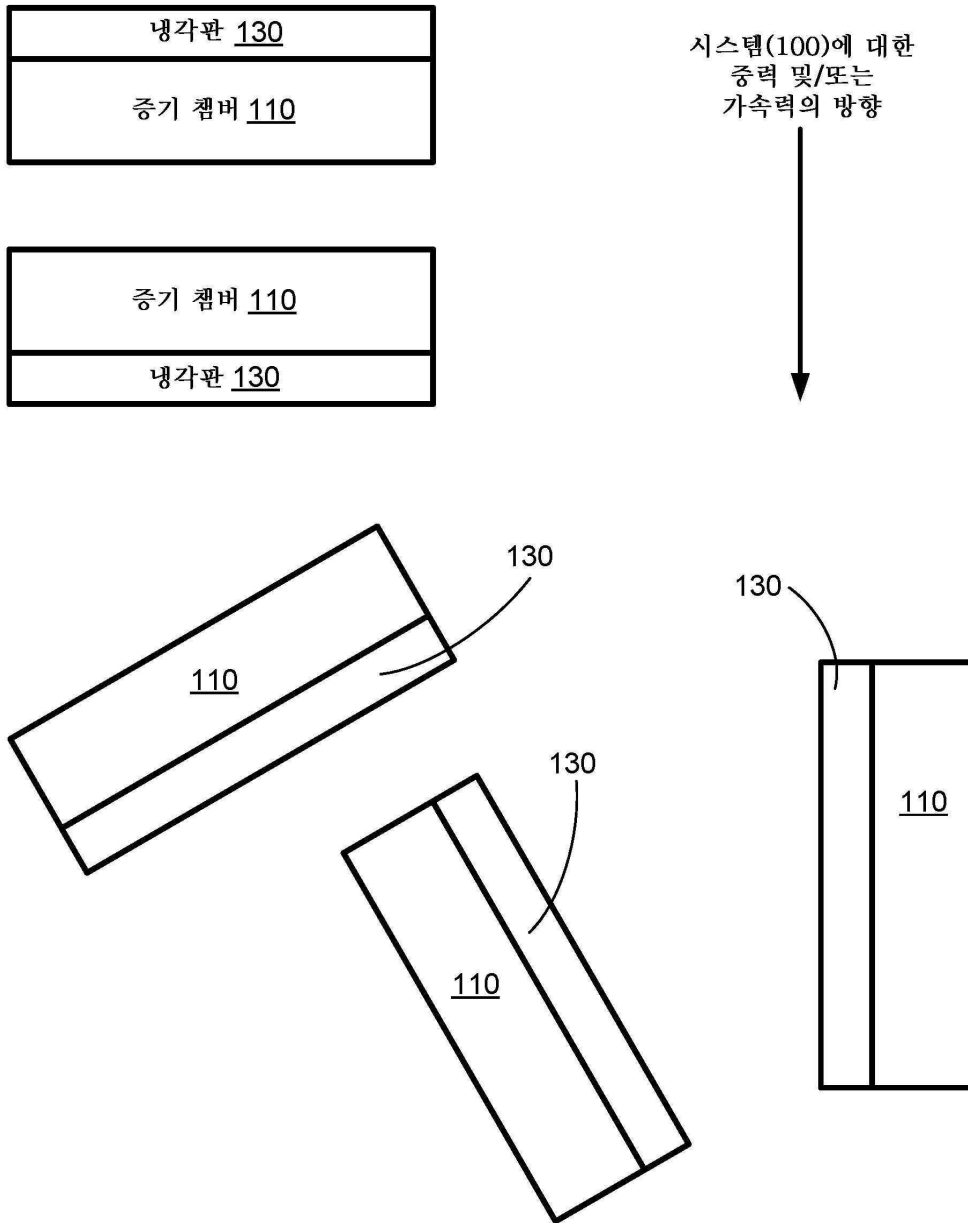
도면1c



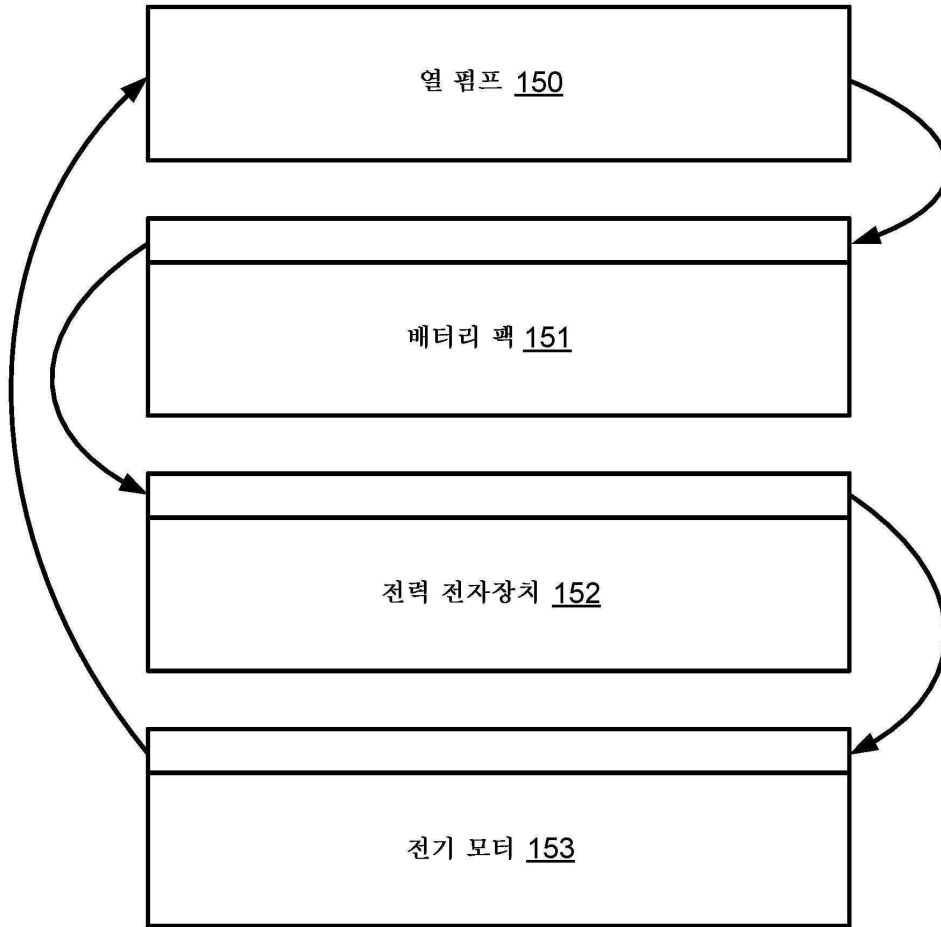
도면1d



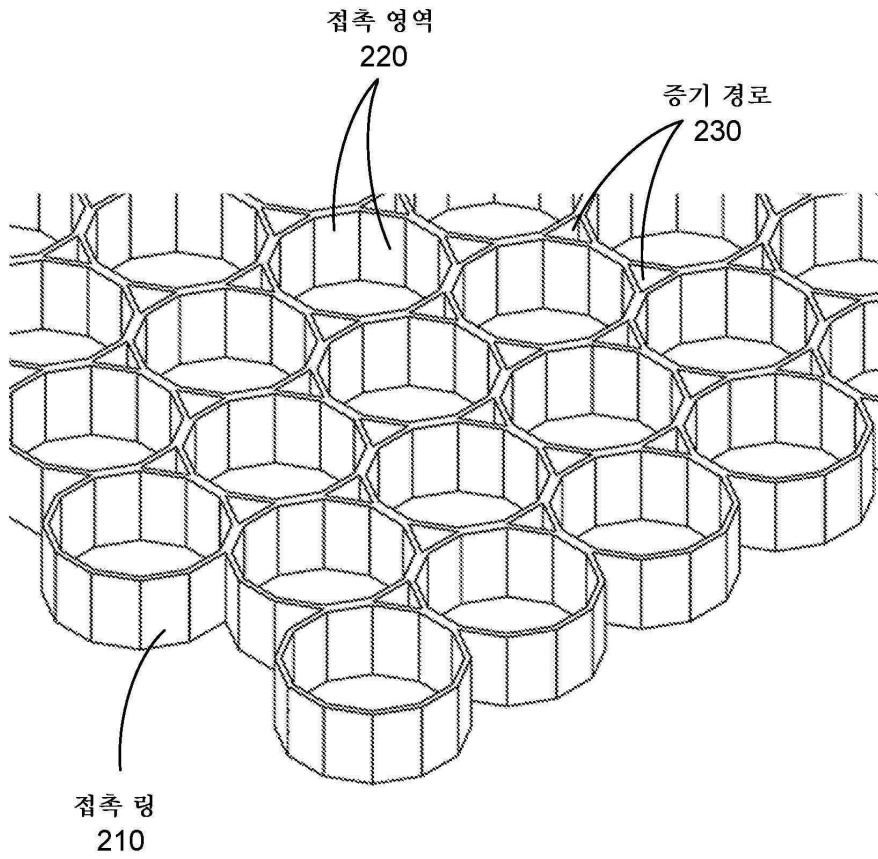
도면1e



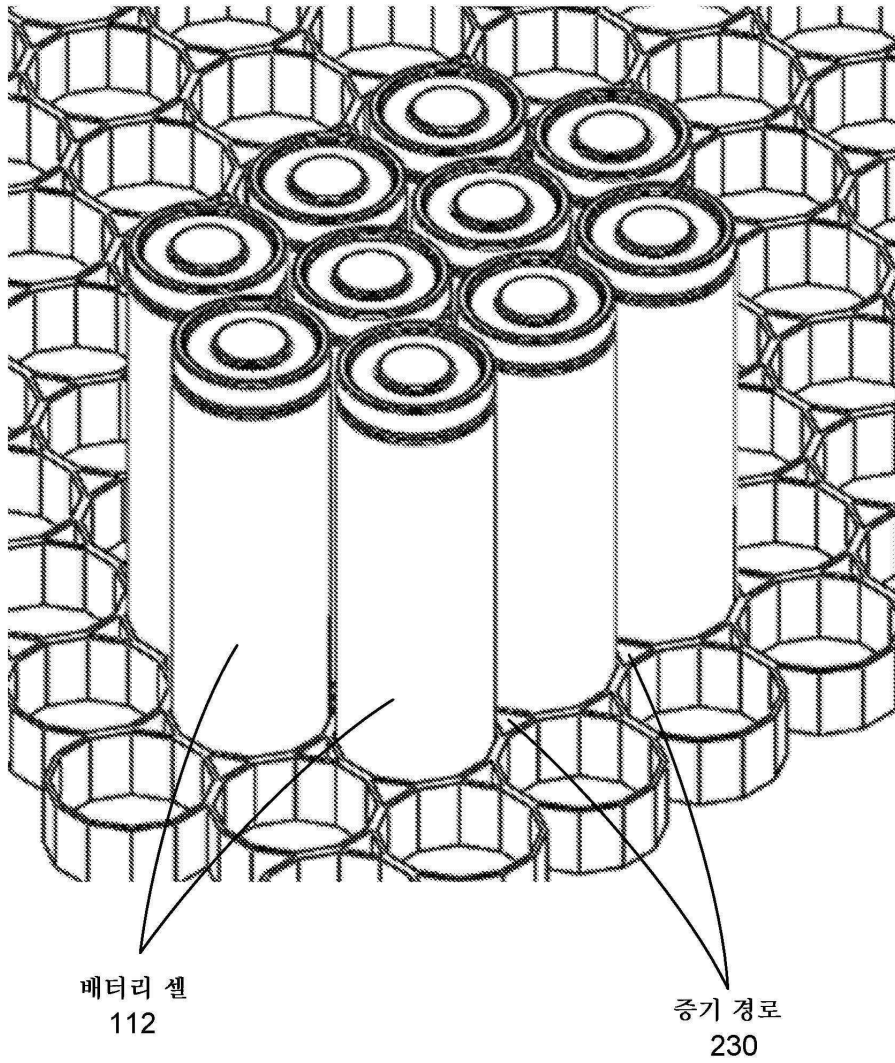
도면1f



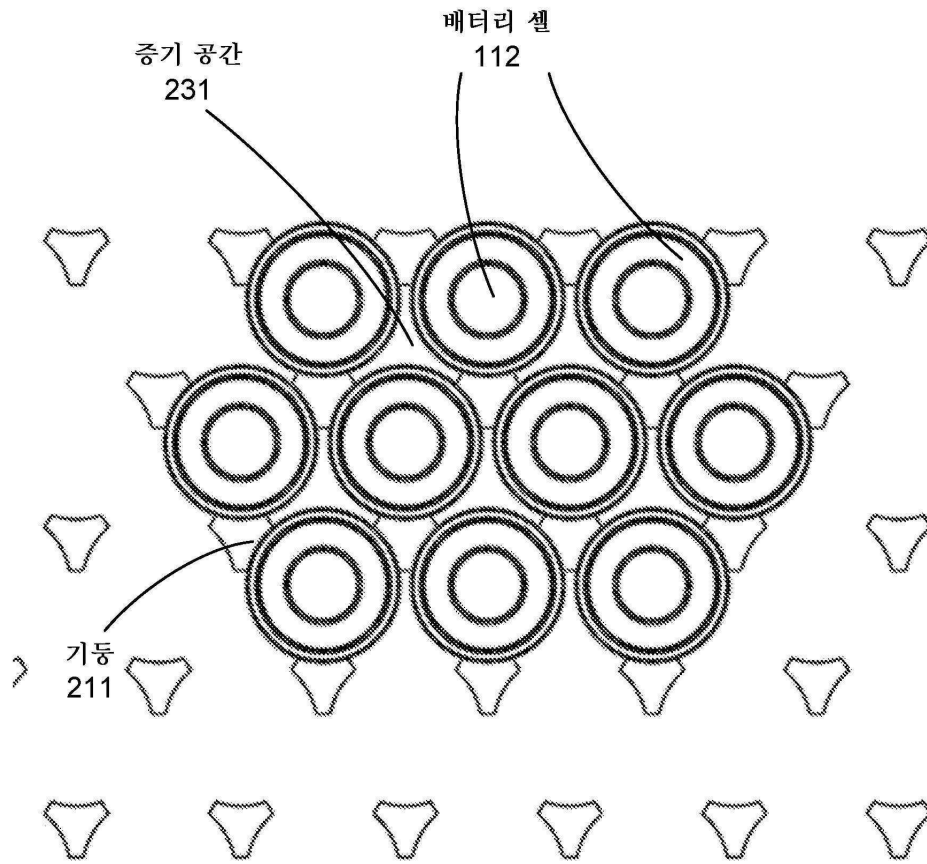
도면2a



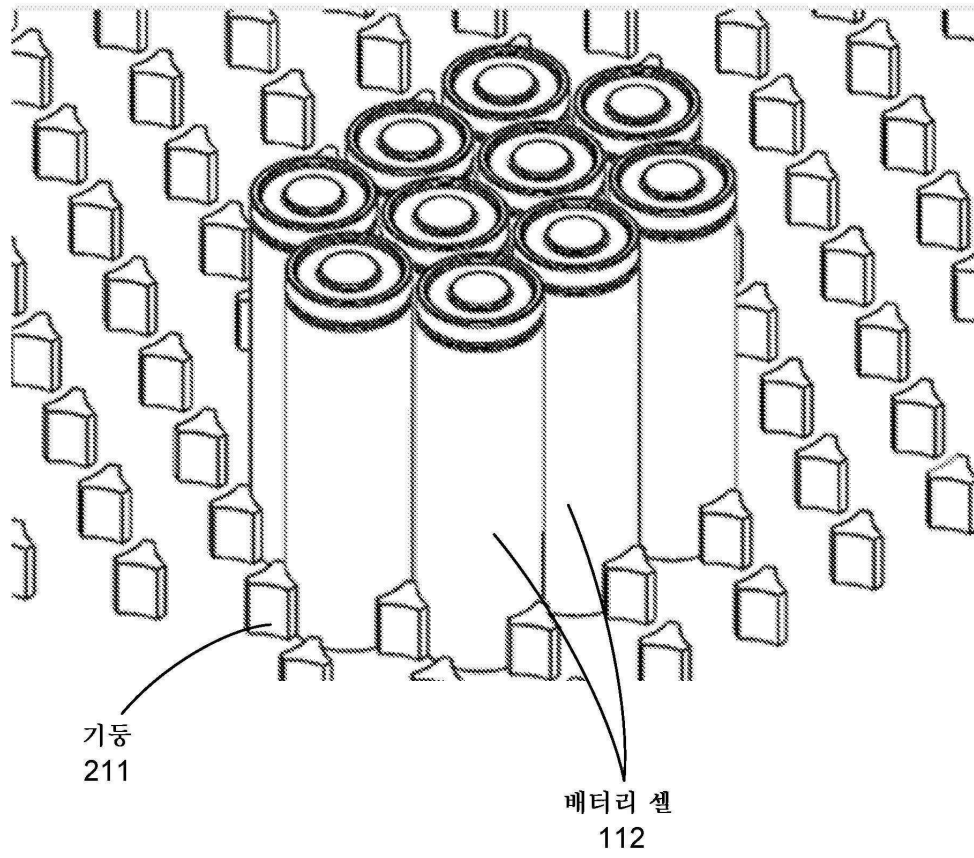
도면2b



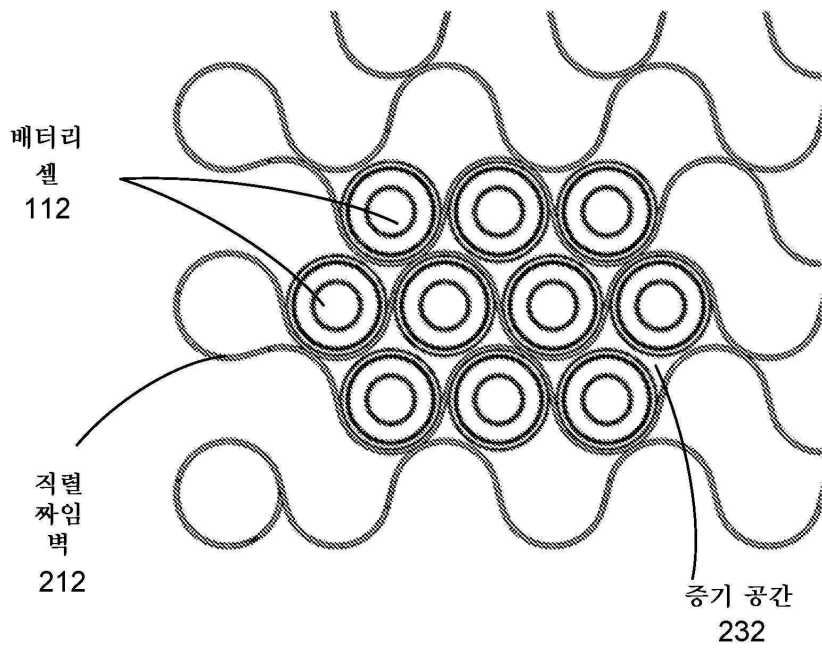
도면2c



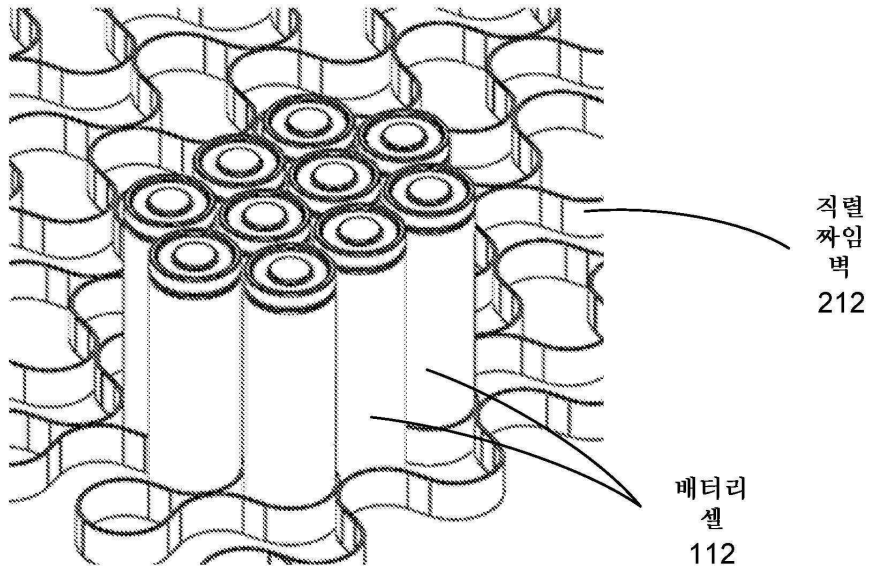
도면2d



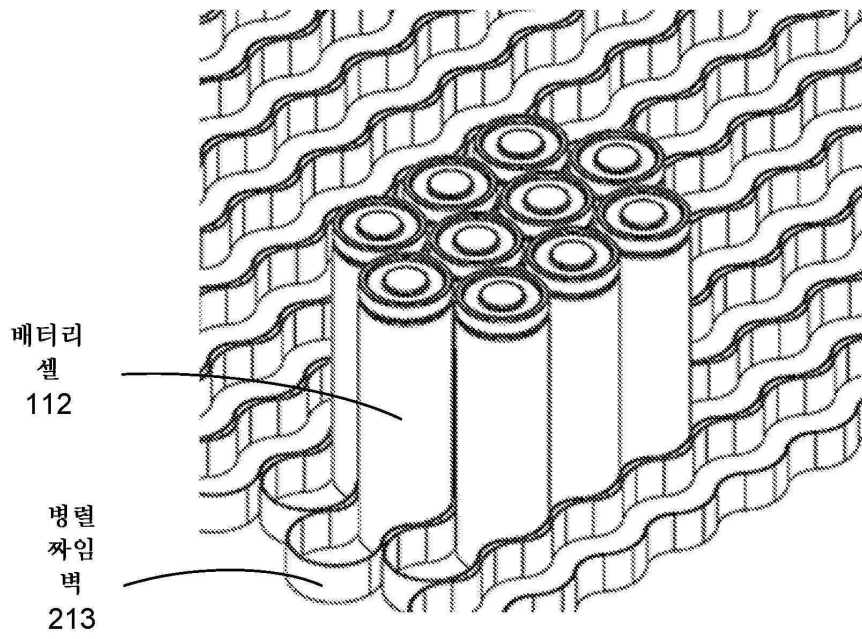
도면2e



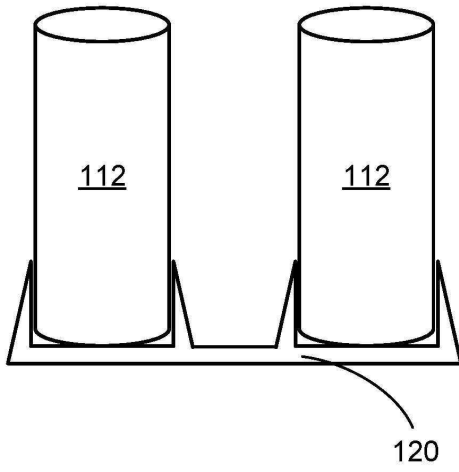
도면2f



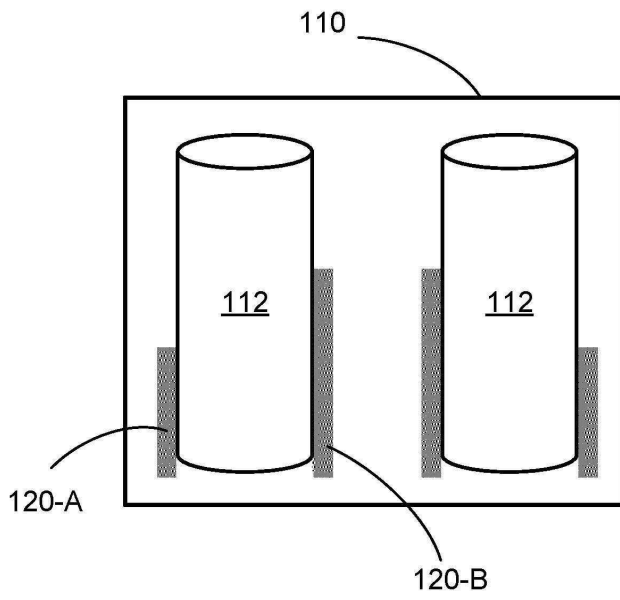
도면2g



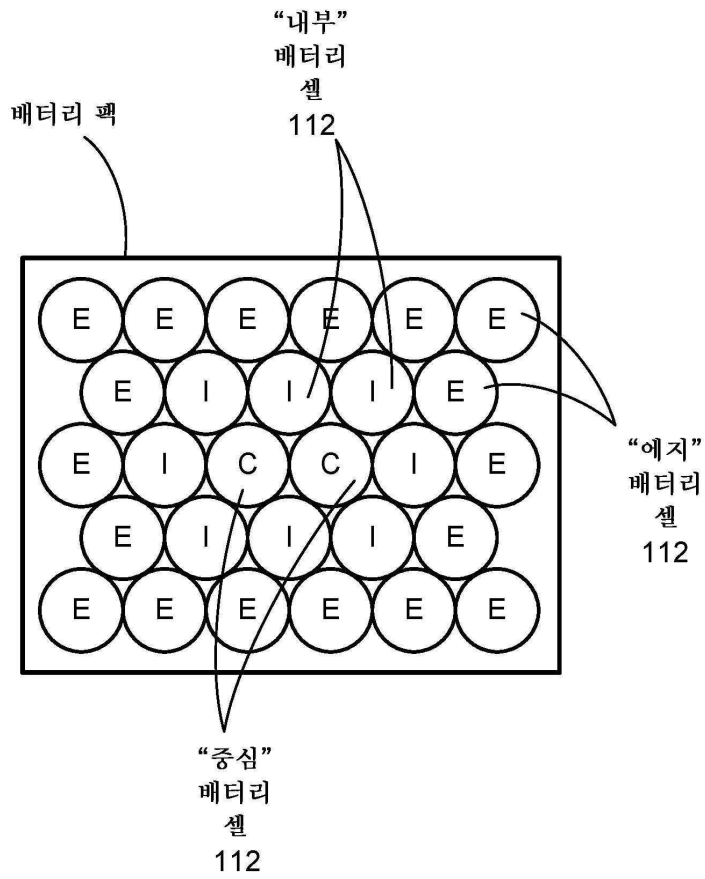
도면2h



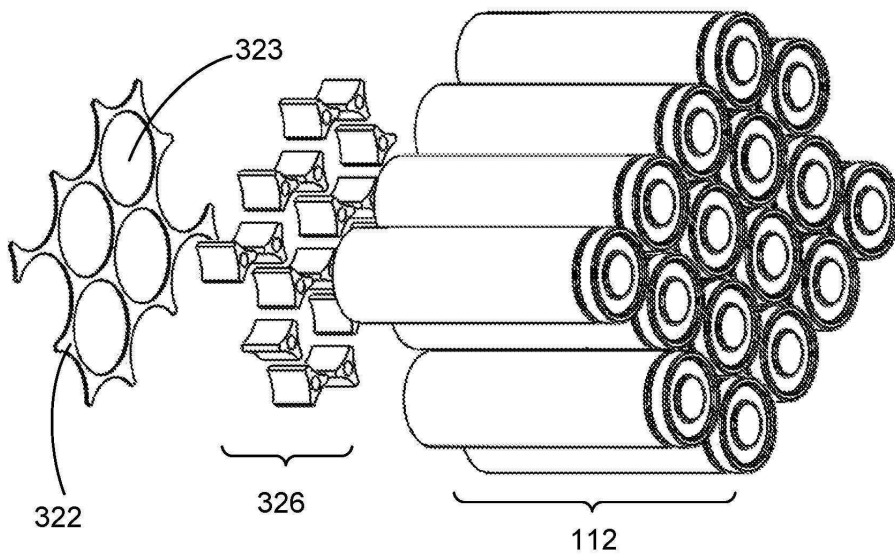
도면2i



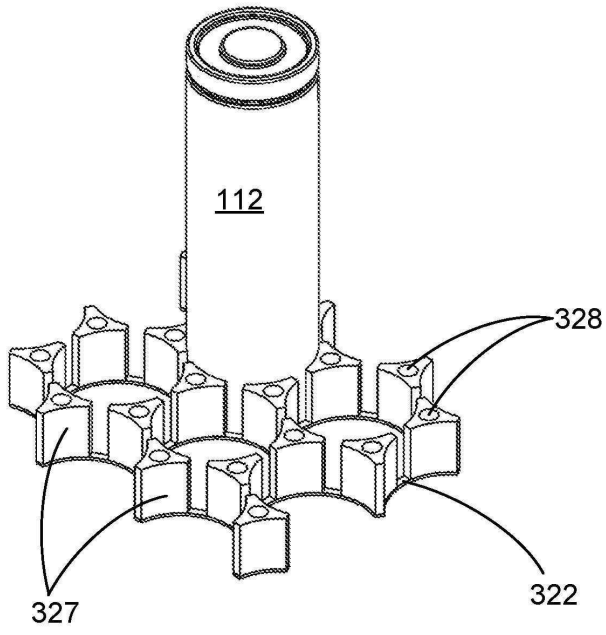
도면2j



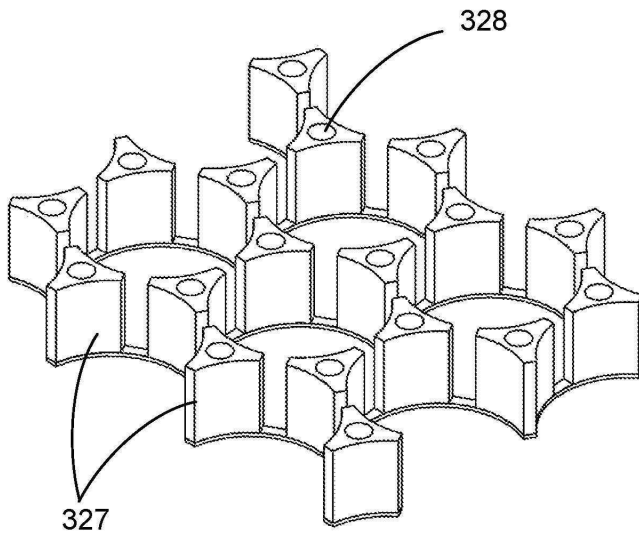
도면3a



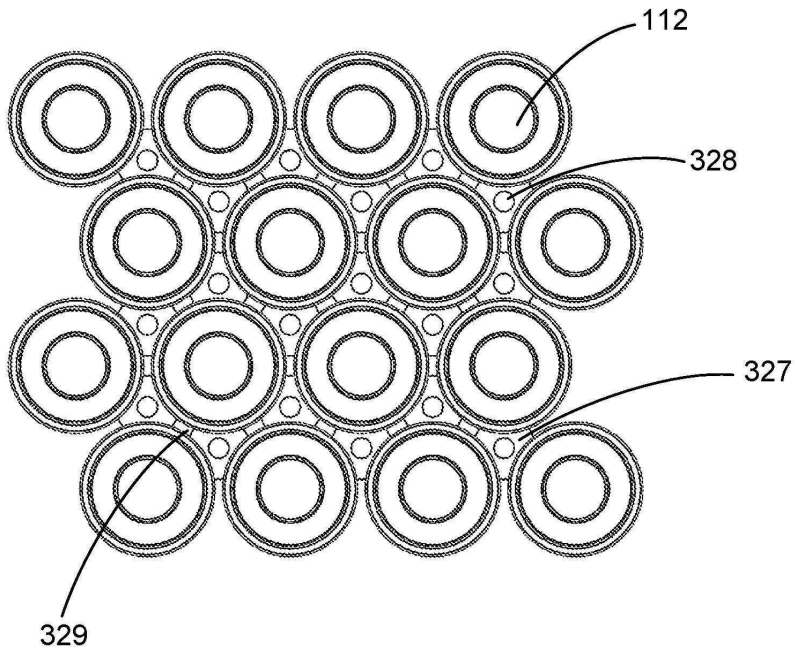
도면3b



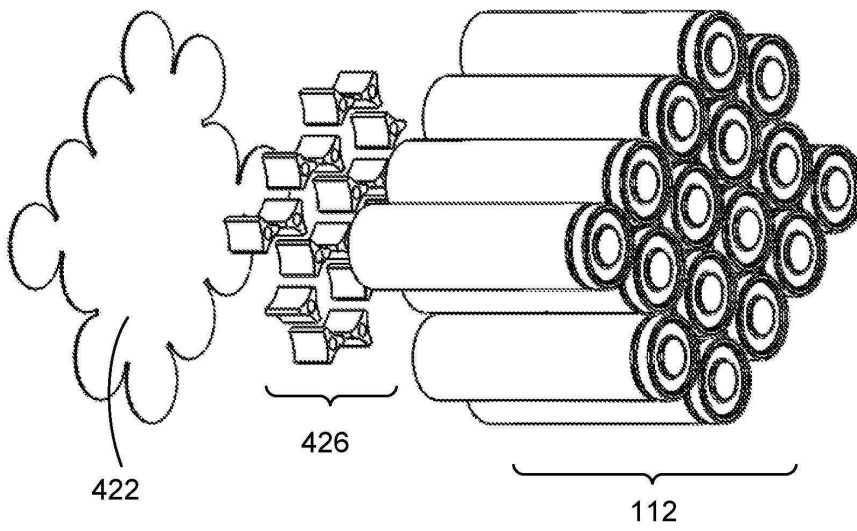
도면3c



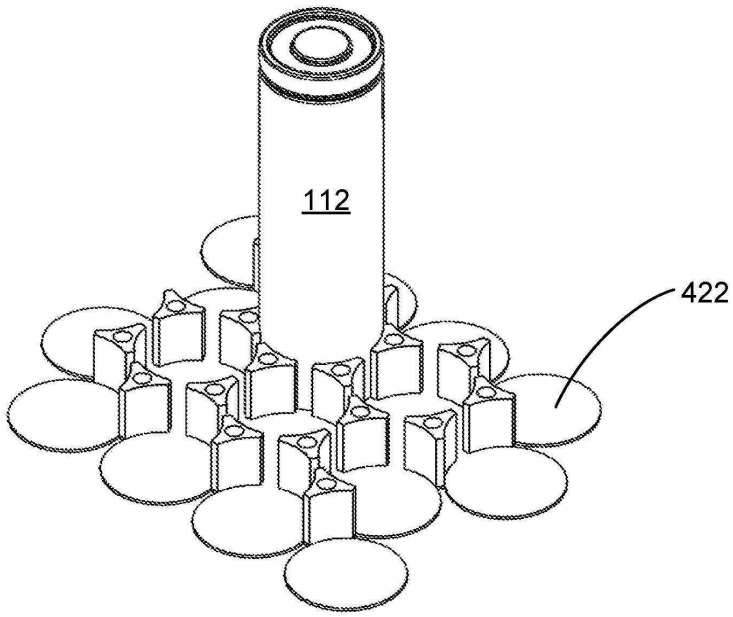
도면3d



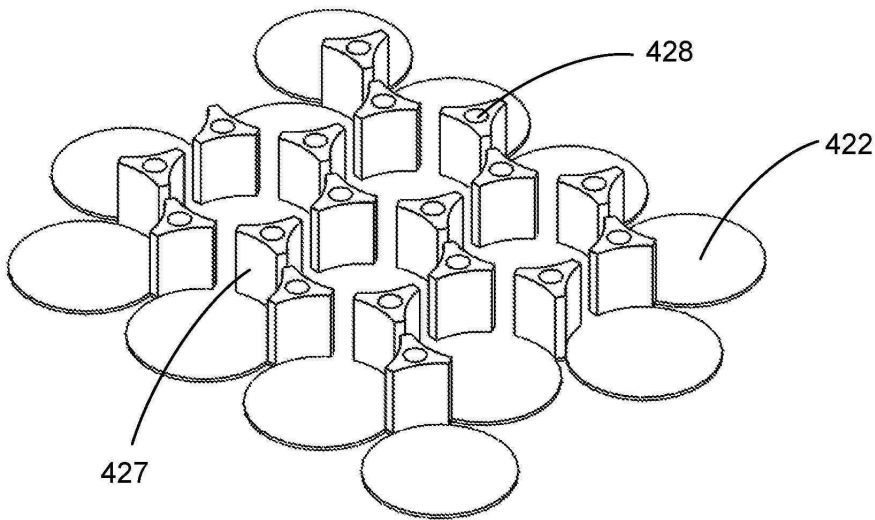
도면4a



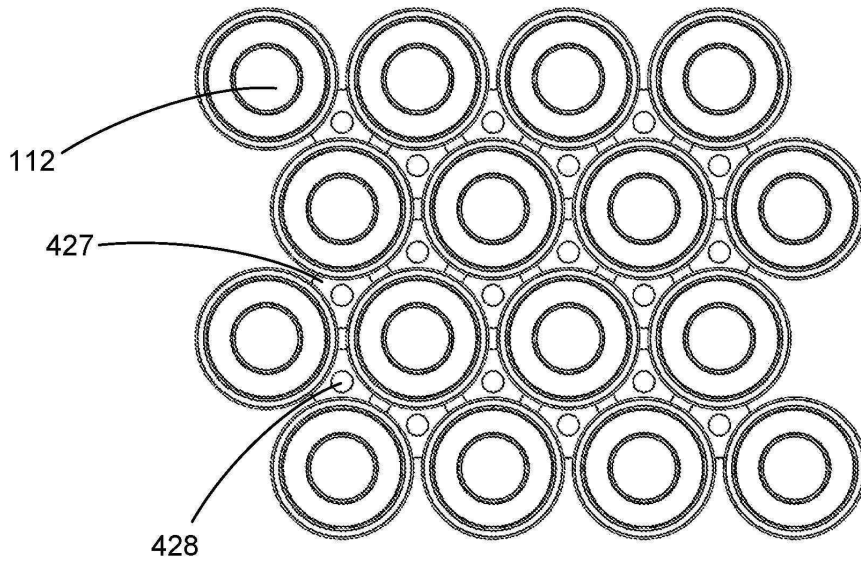
도면4b



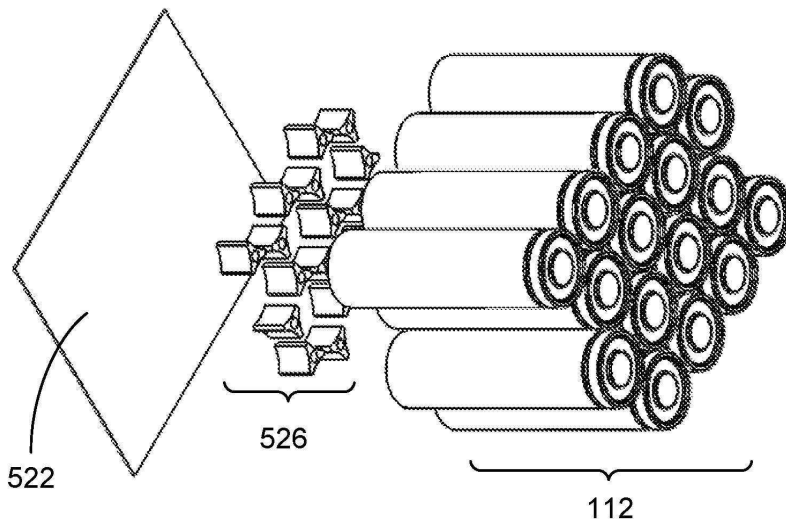
도면4c



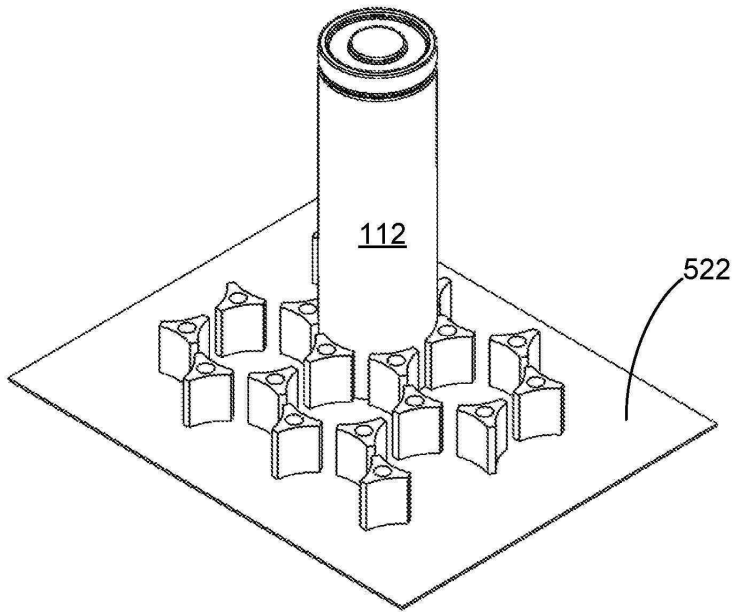
도면4d



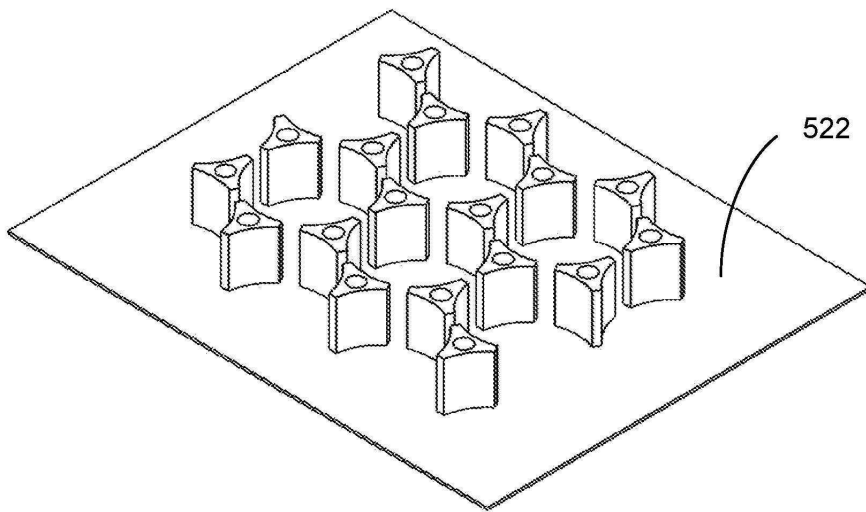
도면5a



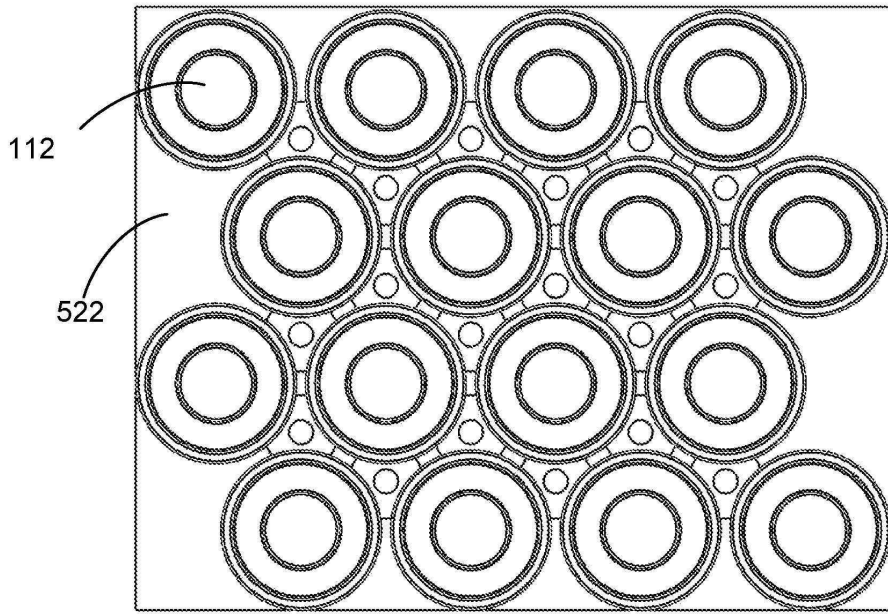
도면5b



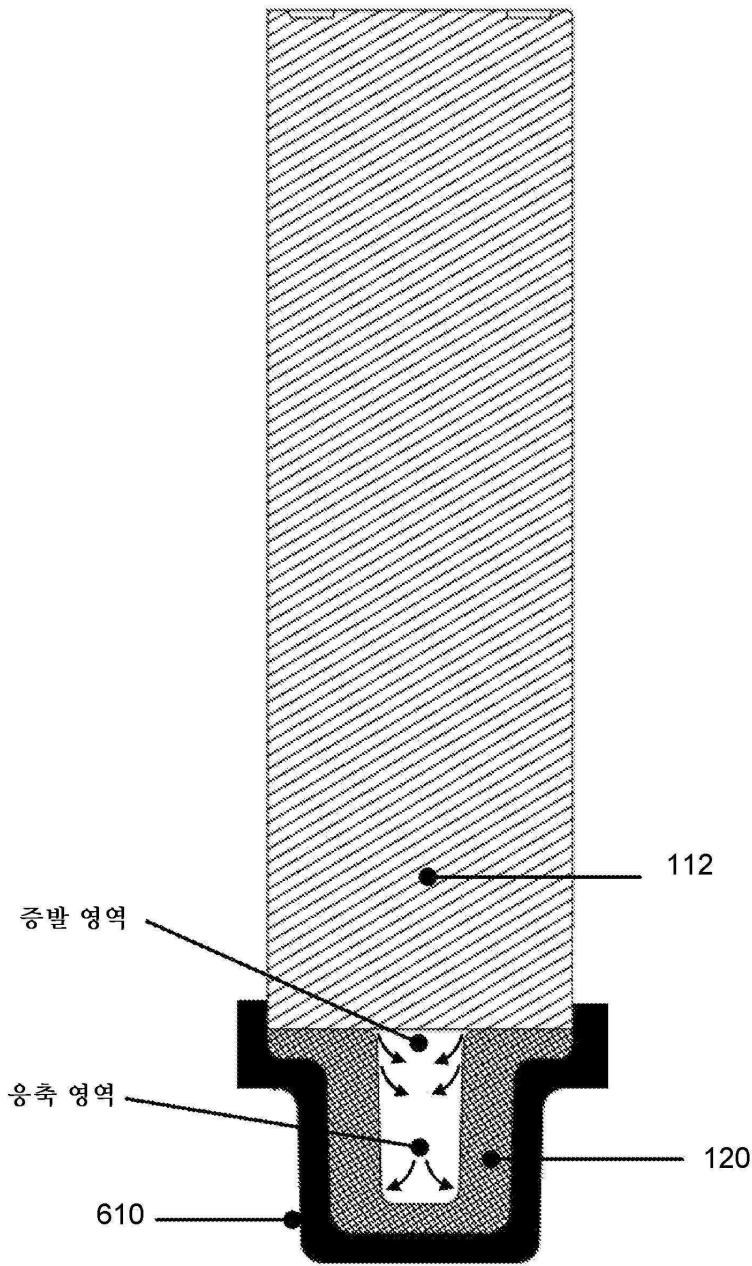
도면5c



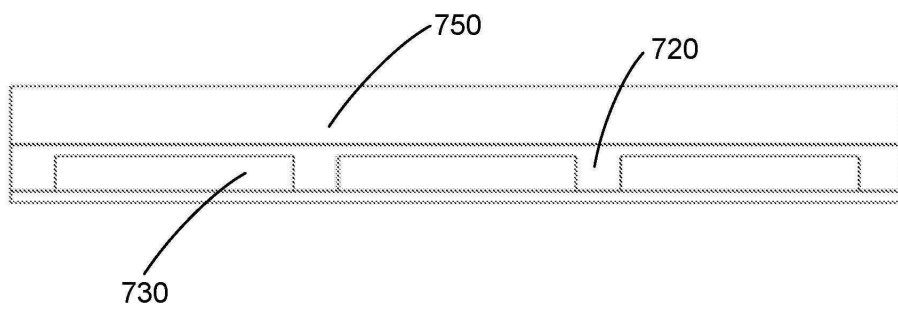
도면5d



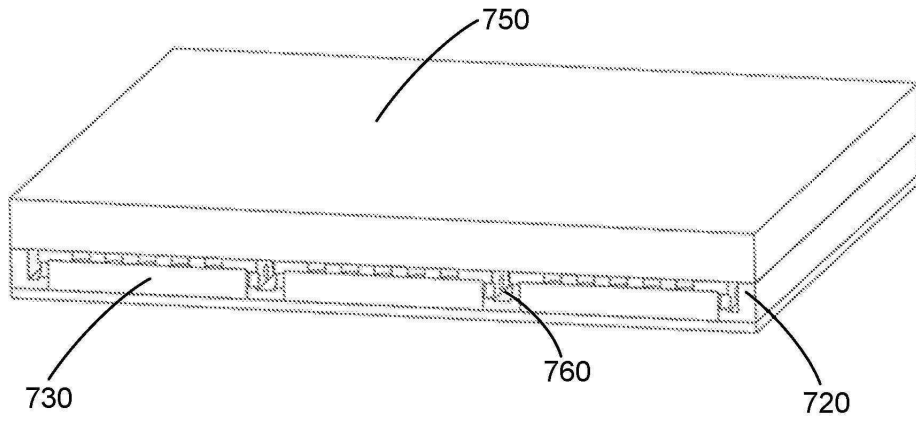
도면6



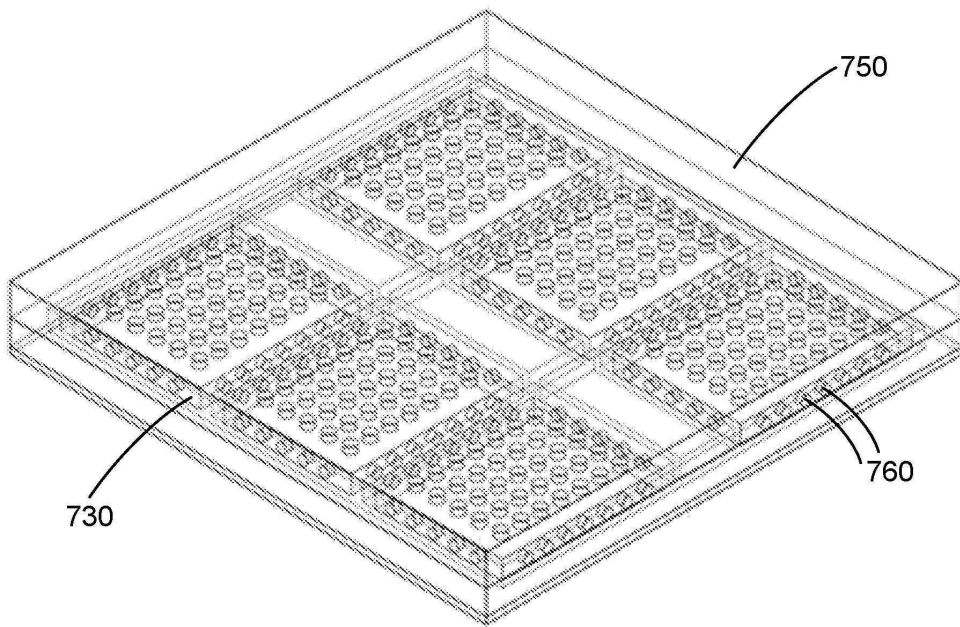
도면7a



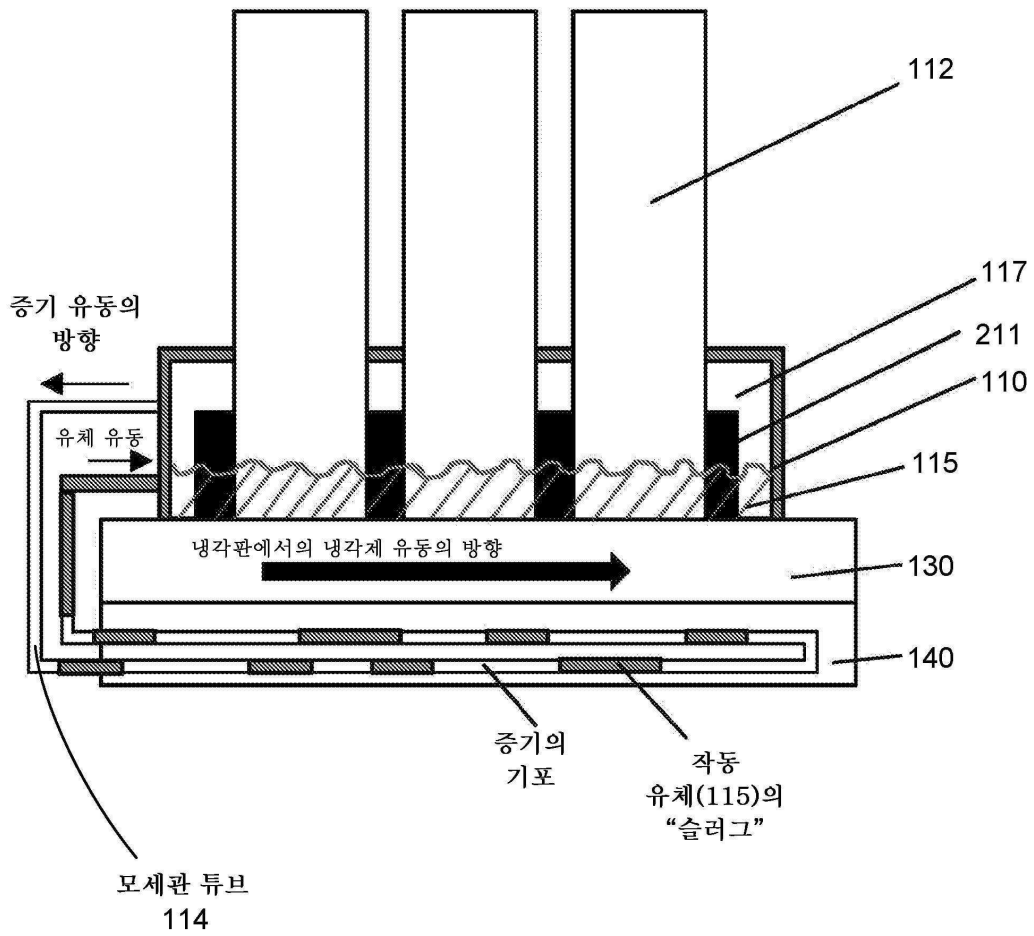
도면7b



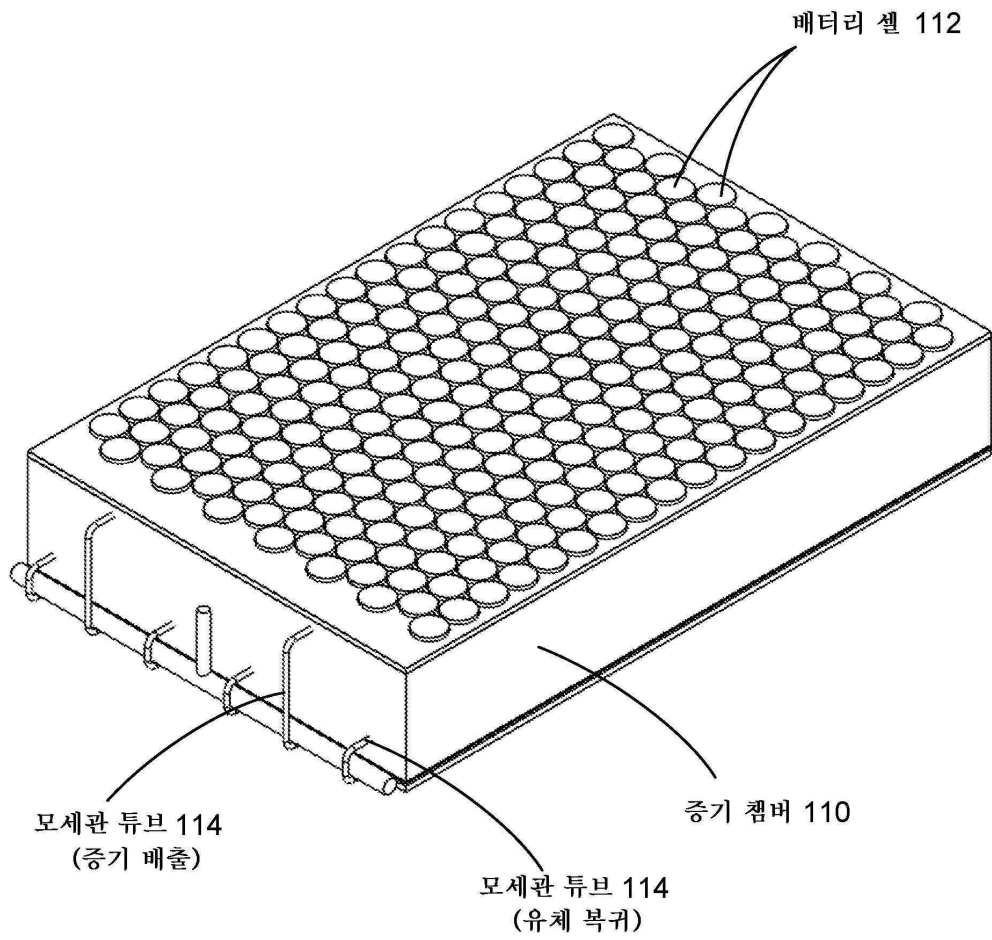
도면7c



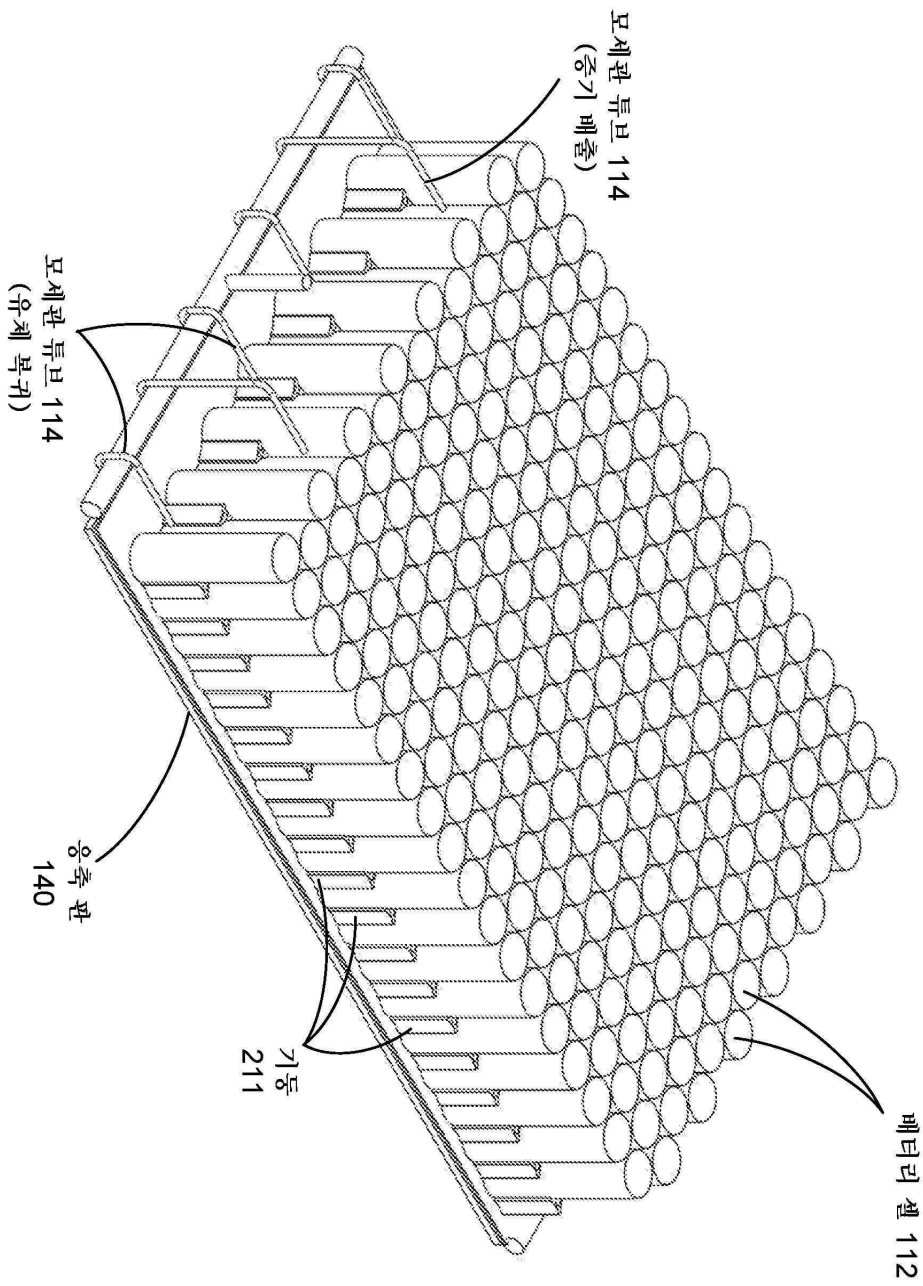
도면8a



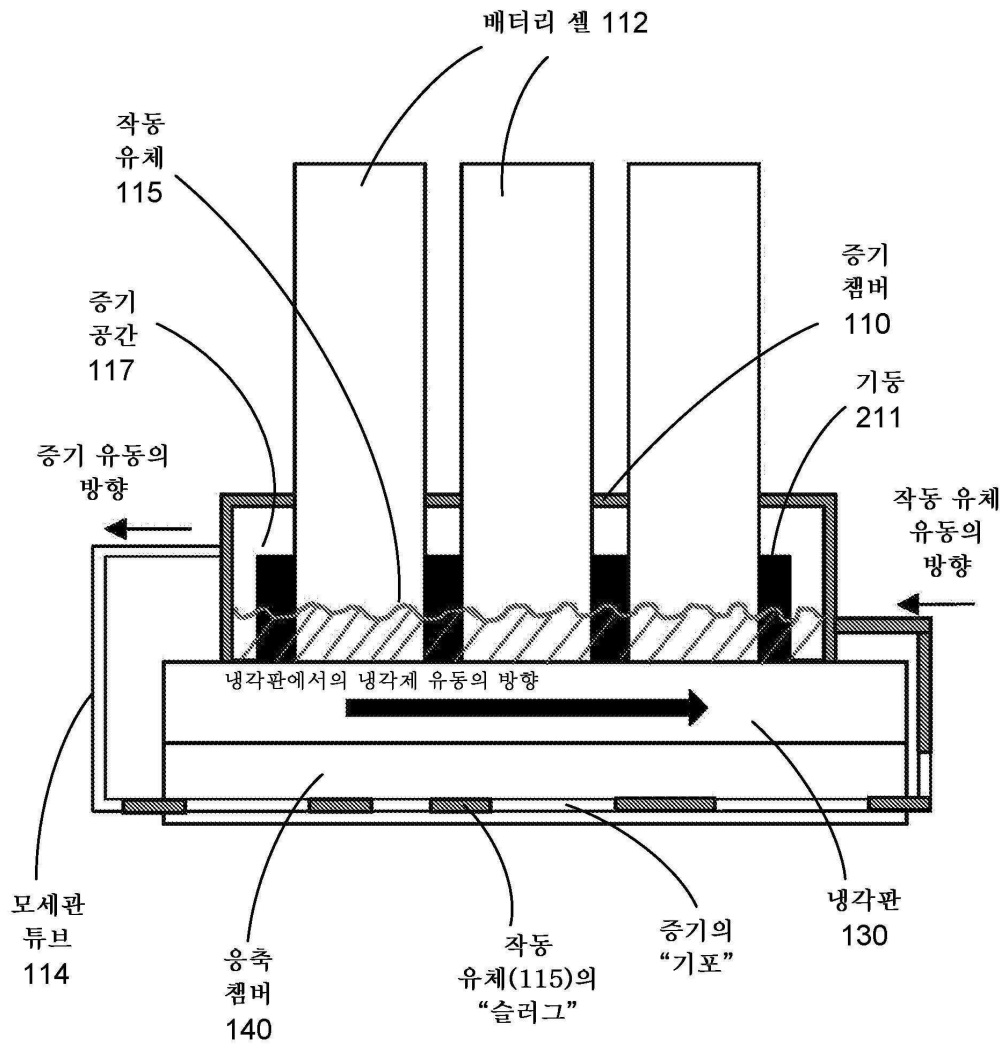
도면 8b



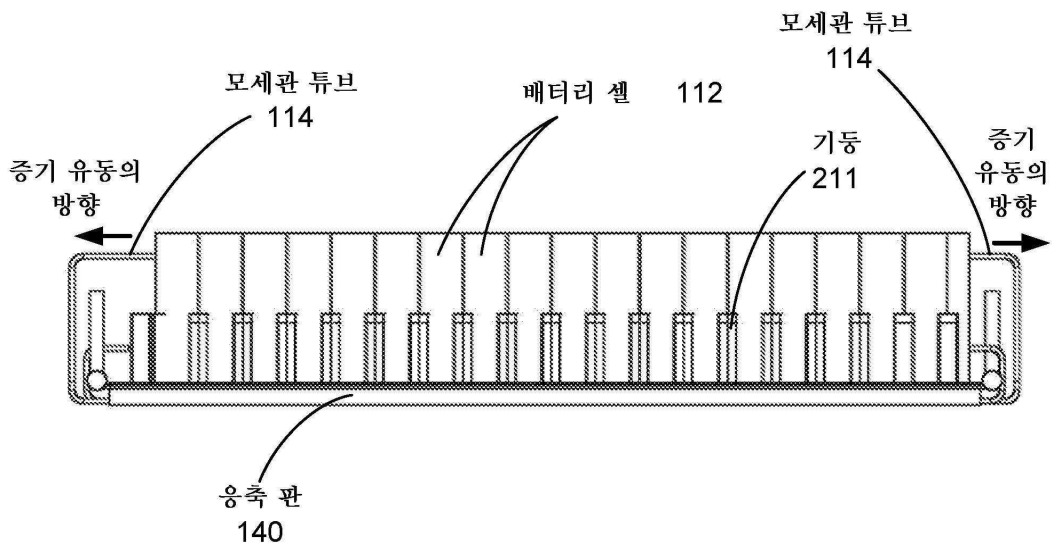
도면8c



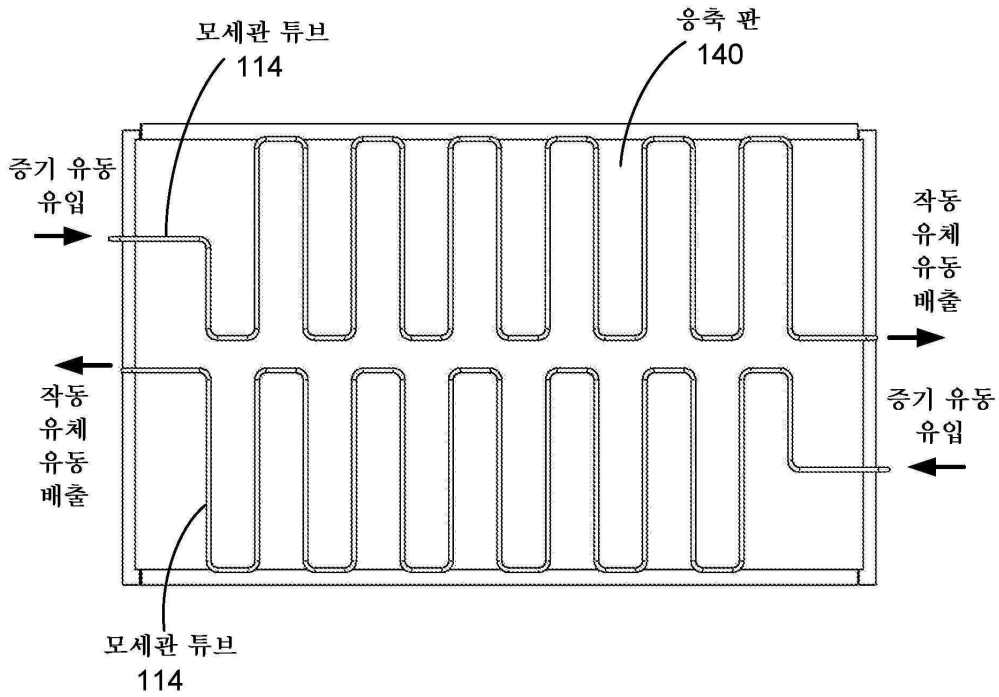
도면9a



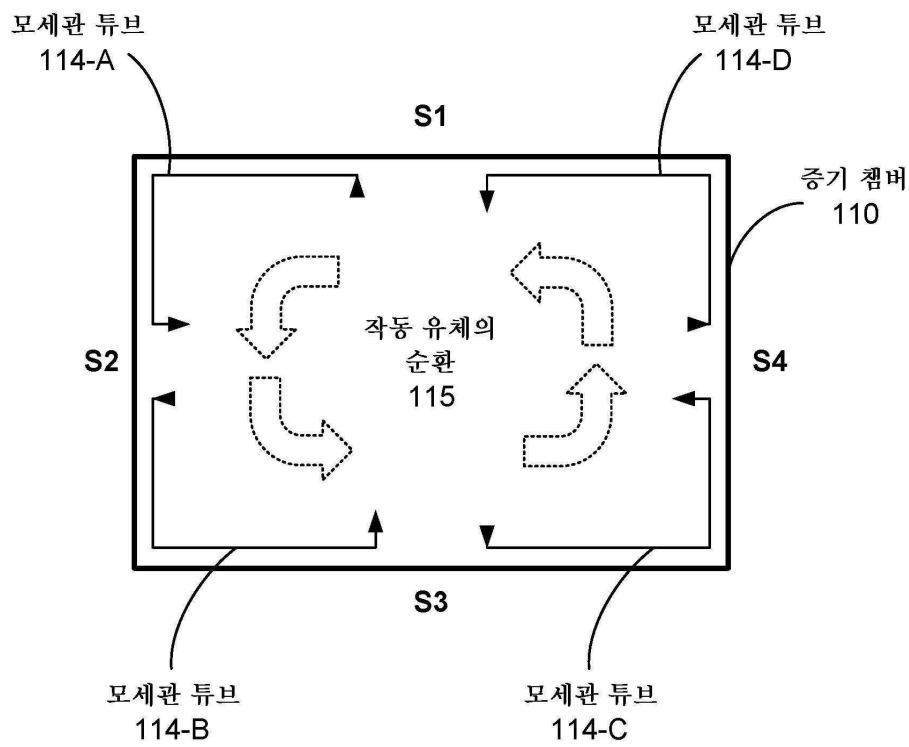
도면9b



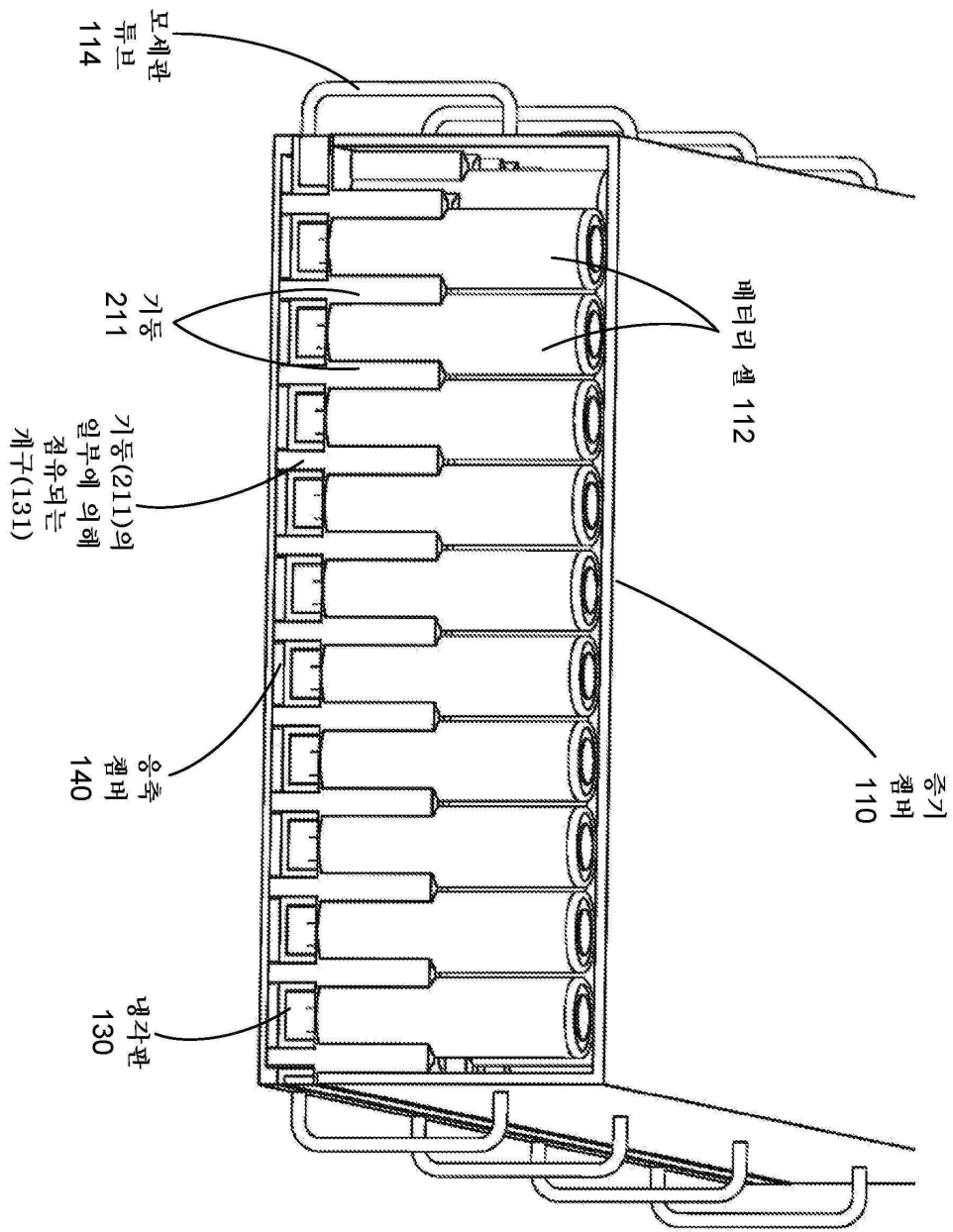
도면9c



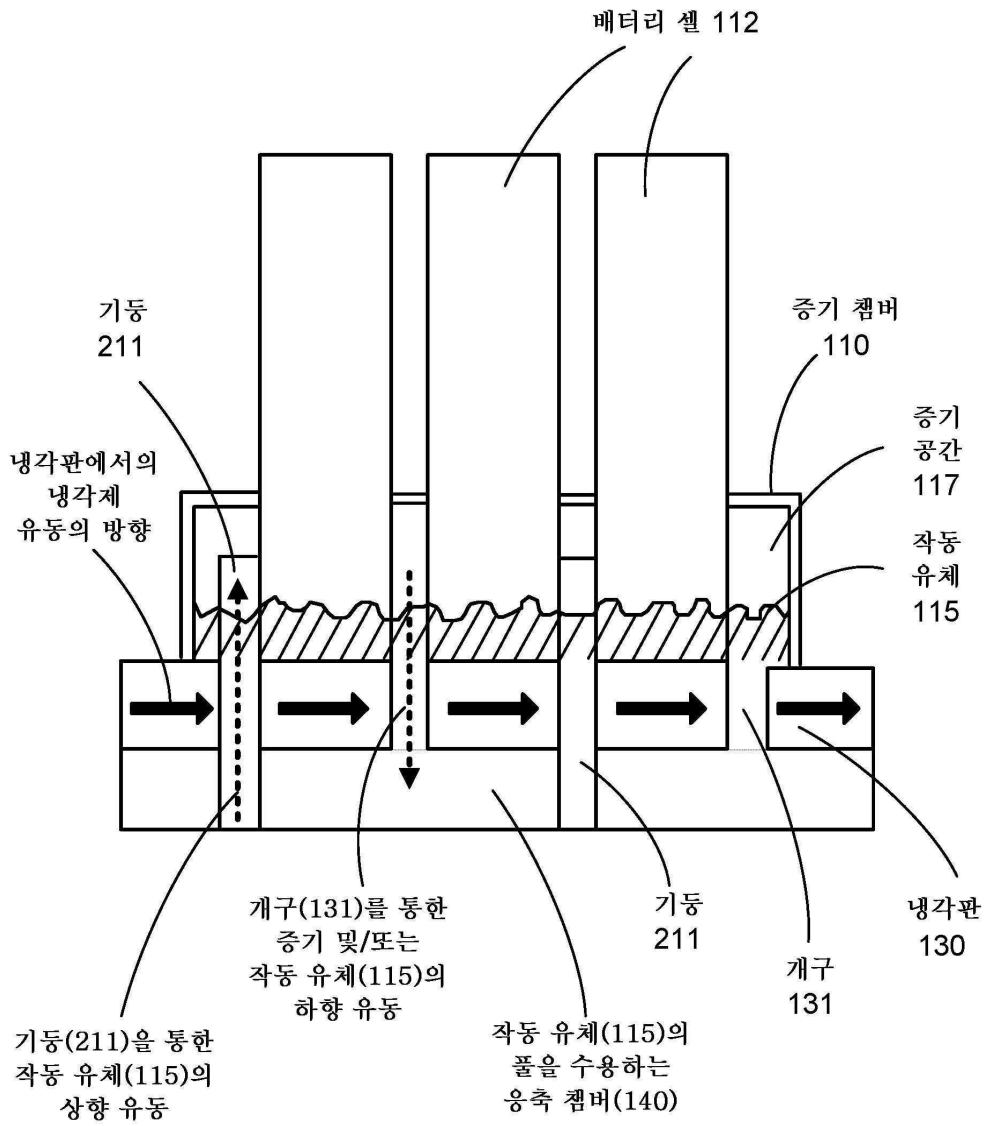
도면9d



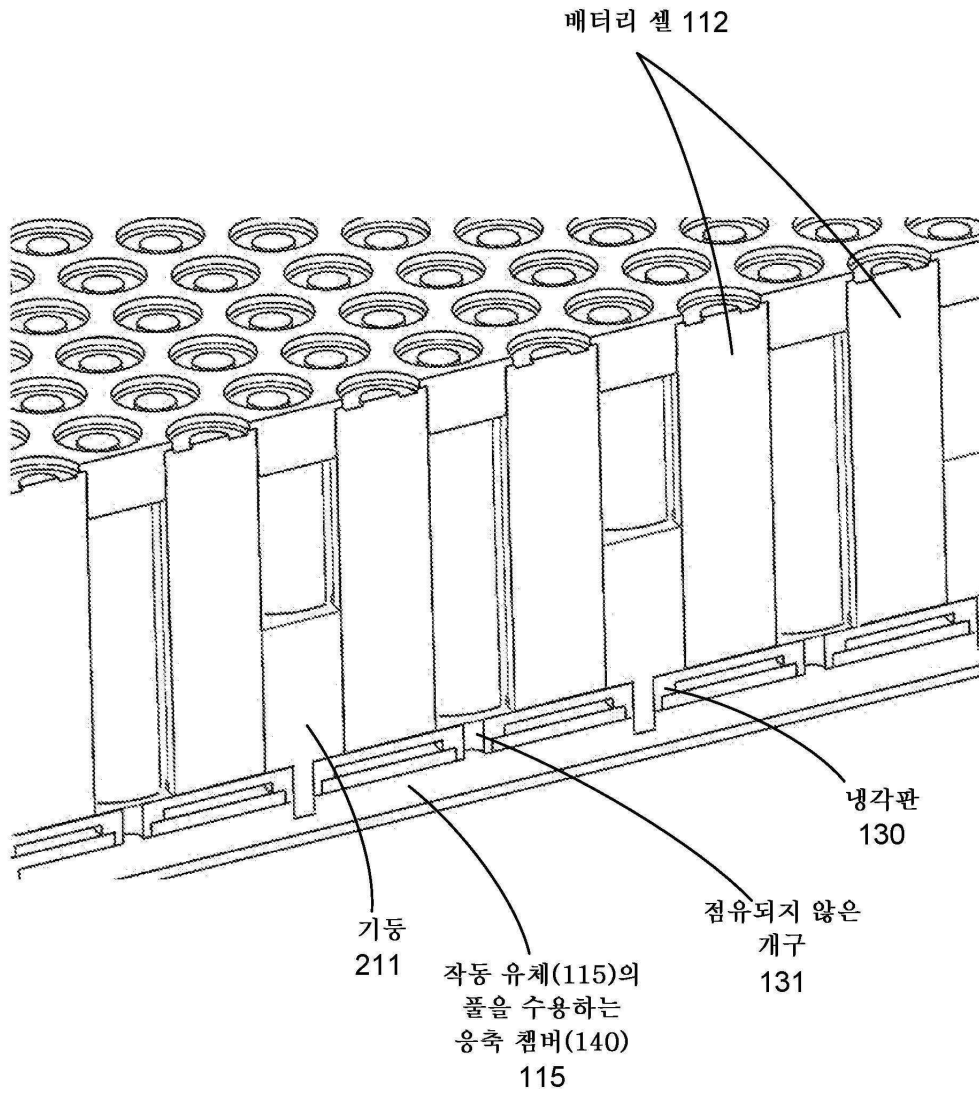
도면10b



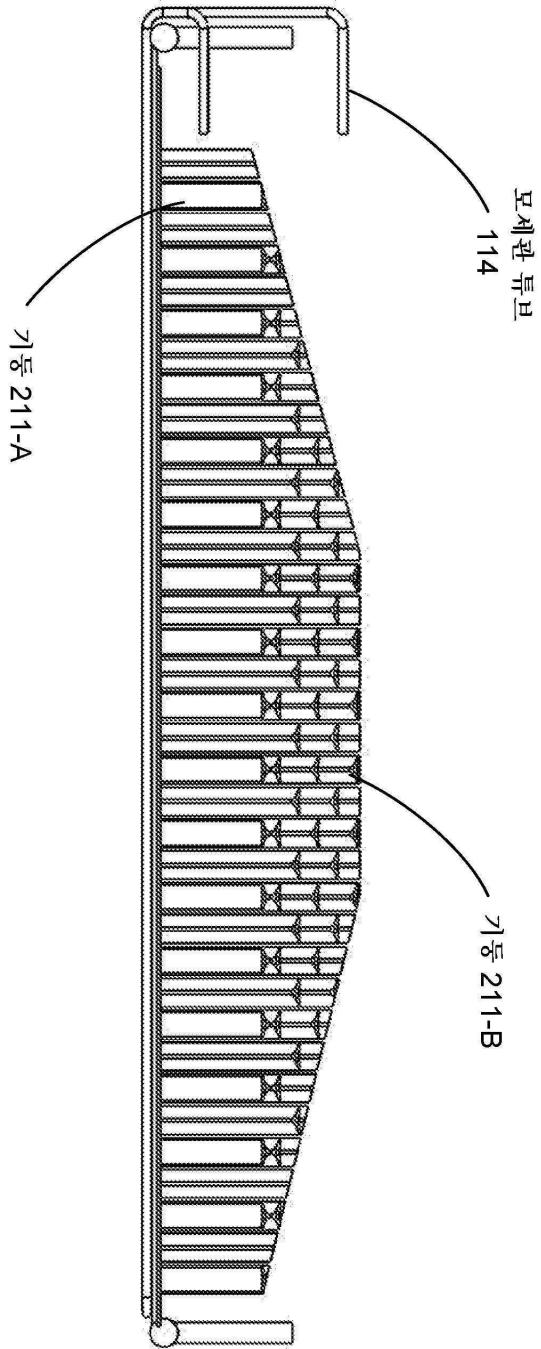
도면11a



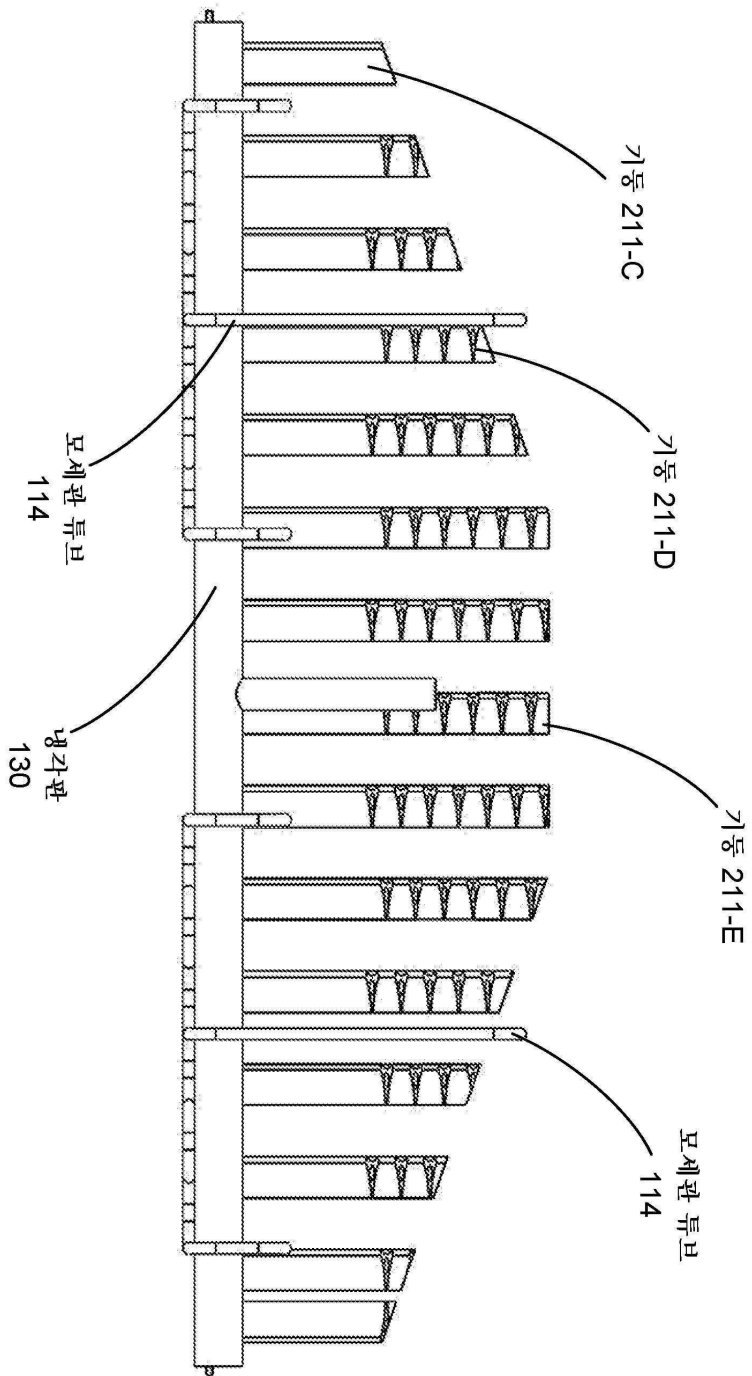
도면11b



도면12a



도면12b



도면12c

