



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0116775
(43) 공개일자 2015년10월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/28 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01R 31/2877 (2013.01)
G01R 31/2874 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-0042527
- (22) 출원일자 2015년03월26일
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장
61/976,649 2014년04월08일 미국(US)
14/592,387 2015년01월08일 미국(US)
- (71) 출원인
제네럴 일렉트릭 컴퍼니
미국, 뉴욕 12345, 웨넥태디, 원 리버 로드
- (72) 발명자
러쉬 브라이언 매건
미국 뉴욕주 12309-1027 니스카유나 리서치 서클 1
거스틀러 윌리엄 드와이트
미국 뉴욕주 12309 니스카유나 리서치 서클 1
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

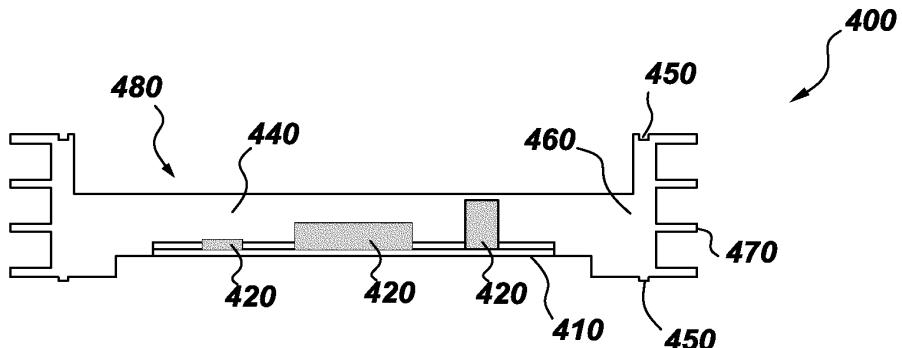
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 열 관리를 위해 부가적 가공을 사용하는 것에 대한 시스템 및 방법

(57) 요 약

일 실시예에 따르면, 전자 장치를 위한 열 관리 시스템은 열 프레임(heat frame), 컨포멀 슬롯 부(conformal slot portion), 새시 프레임(chassis frame) 및 열 핀(heat fin)들을 포함하고, 상기 열 프레임, 컨포멀 슬롯, 새시 프레임 및 열 핀들은 부가적 가공(additive manufacturing)에 의해 통합된 구조(unitary structure)로서
(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4



통합적으로 형성된다(integrally formed). 또 다른 예에서, 하나의 부품 면(component surface)과 위쪽 면(top surface), 그 사이에 형성된, 적어도 하나의 액체 저장소(liquid receptacle)를 구비한 증기 채널(vapor channel)을 갖고, 상기 부품 면 내부의 적어도 일부 상에 워 구조체를 갖는 모듈형 증기 어셈블리(modular vapor assembly)가 있다. 작동에 있어, 증기 챔버 부품 면에 연결된 전자 부품들 중 적어도 일부를 구비한 회로 카드가 있고 상기 워 구조체들은 상기 저장소로부터 상기 전자 부품들로 적어도 일부의 액체를 보내며, 상기 액체는 상기 저장소로 이동하는 증기로 바뀐다.

(72) 발명자

레이시니 스템파노 안젤로 마리오

미국 미시간주 49512-1934 그랜드 래피즈 엠/에스
3에이1 패터슨 애비뉴 사우스이스트 3290

웨츨 토드 가렛

미국 뉴욕주 12309 니스카유나 룸 이에스-213 빌딩
케이1 리서치 서클 1

명세서

청구범위

청구항 1

전자 장치(electronics)를 위한 열 관리 시스템에 있어서,
적어도 하나의 통합적으로 형성된 증기 챔버(integrally formed vapor chamber)로서,
적어도 하나의 열 프레임(heat frame);
복수 개의 열 핀(heat pin)들 및 적어도 하나의 열 교환기(heat exchanger) 중 적어도 하나; 및
장착부(mounting portion)를 포함하는 상기 증기 챔버;
상기 각각의 장착부에 의하여, 적어도 하나의 통합적으로 형성된 증기 챔버를 함께 결합하도록 구성된 새시 프레임(chassis frame); 및
상기 증기 챔버 내에 포함되고, 열 프레임으로부터 열을 방산시키는 데 사용되는 작동 유체(working fluid)
를 포함하는, 열 관리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 모듈형 증기 챔버에 전기적으로 결합된 입력 또는 출력 모듈을 더 포함하는, 열 관리 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,
시스템에 결합된, 통합 유체 열 교환기(integral fluid heat exchanger) 또는 냉각판 인터페이스(cold plate interface)를 더 포함하는, 열 관리 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 전자 장치는 사이즈와 모양이 여러가지인, 열을 발생시키는 부품들을 포함하고,
상기 증기 챔버는 상기 열을 발생시키는 부품들과 근접해 있는,
열 관리 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 장착부는 텅(tongue) 및 그루브(groove) 구조체로서 구성되는,
열 관리 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 열 프레임은 상기 전자 장치에 대해 커스터마이즈(customize)된, 열 관리 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 핀들은 할로우 증기 챔버 핀(hollow vapor chamber fin)들인, 열 관리 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 증기 챔버는 증기 챔버 내부의 적어도 일부에 3D 웍 구조체(wick structure)를 포함하고,

상기 3D 웍 구조체는 모세관 작용(capillary action)을 통해, 가열된 부분으로부터 적어도 하나의 저장소로 상기 작동 유체를 수송하도록 구성된,

열 관리 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 증기 챔버 내부에 하나 이상의 지지 구조체들을 더 포함하는,

열 관리 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 챔버는 상기 전자 장치를 컨포멀한(conformal), 리버스컨포멀한(reverse-conformal), 및 커스텀컨포멀한(custom-conformal) 표면 구조(surface geometry) 중 하나로 감싸는,

열 관리 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 챔버는 3D 프린팅 및 부가적 가공 과정(additive manufacturing process) 중 적어도 하나에 의해 형성되는,

열 관리 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

열 관리 시스템은 상기 새시 부를 형성하도록 수직으로(vertically) 조립된 둘 이상의 증기 챔버들을 포함하는 수직 어셈블리(vertical assembly)인,

열 관리 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서,

열 관리 시스템은 상기 새시 부를 형성하도록 평면으로(planarly) 조립된 둘 이상의 증기 챔버들을 포함하는 평면 어셈블리(planar assembly)인,

열 관리 시스템.

청구항 14

부가적 가공(additive manufacturing)에 의해 통합적으로 형성된(integrally formed) 단한 증기 챔버(closed vapor chamber)에 있어서,

부품 면(component side)과 반대쪽 면(opposing side), 그들 사이에 형성된 증기 채널(vapor channel)을 갖는 열 프레임(heatframe);

상기 증기 채널의 끝부분에 있는 적어도 하나의 액체 저장소(receptacle);
 부품 면의 적어도 일부 상에 내부적으로 배치된 복수 개의 웍 구조체(wick structure)들;
 3D 증기 챔버의 외부에 배치된 복수 개의 열 펀(heat fin)들 또는 열 교환기(heat exchanger)
 를 포함하는, 닫힌 증기 챔버.

청구항 15

제14항에 있어서,
 상기 증기 채널의 반대쪽 끝부분에 제2 액체 저장소를 더 포함하는,
 닫힌 증기 챔버.

청구항 16

제14항에 있어서,
 상기 증기 채널 내에 내부적으로 배치된 지지 구조체들을 더 포함하는,
 닫힌 증기 챔버.

청구항 17

제14항에 있어서,
 상기 부품 면에 결합된 제1 전자 회로 카드; 및/또는
 상기 반대쪽 면에 결합된 제2 전자 회로 카드
 를 더 포함하는, 닫힌 증기 챔버.

청구항 18

제14항에 있어서,
 상기 웍 구조체들은 불균일한(non-uniform), 닫힌 증기 챔버.

청구항 19

제14항에 있어서,
 상기 증기 챔버의 케이스(case) 및 상기 웍 구조체들 중 적어도 하나의 적어도 일부가 유연한(compliant),
 닫힌 증기 챔버.

청구항 20

모듈형 샐시(chassis)에 있어서,
 적어도 하나의 증기 챔버(vapor chamber);
 적어도 하나의 증기 챔버에 결합된 전자 회로 카드(electronic circuit card);
 상기 증기 챔버를 상기 제2 증기 챔버에 고정시키는 복수개의 잠금 장치(fastener)들; 및
 상기 증기 챔버에 결합된 입-출력 뒷판(input-output backplane)
 을 포함하고,
 상기 증기 챔버는,
 하나의 부품 면(component side)과 하나의 반대쪽 면(opposing side), 그 사이에 형성된 증기 채널(vapor channel);
 상기 증기 채널의 적어도 하나의 끝 부분 상의 저장소(receptacle);

상기 부품 면의 적어도 일부 상에 내부적으로 배치된 복수 개의 윽 구조체(wick structure)들; 및 상기 액체 저장소의 외부에 배치된 열 핀(heat fin)들 또는 열 교환기를 포함하는 것인,
모듈형 새시.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2014년 4월 8일자로 출원된 미국 특허 출원 제61/976,649호의 이익을 주장한다.

[0002] 전자 장치의 동작은 적절한 기능을 보장하기 위해서 충분한(satisfactory) 열 관리를 요구한다. 전자 장치가 뜨거워짐에 따라, 상기 장치는 장치 저하(device degradation), 기능상의 고장(functional failure) 및 낮은 수명(lower lifespan)을 겪는다.

[0003] 예를 들어, 항공 전자 장치(avionics electronics)의 성능은 시스템의 컴퓨팅 프로세싱 능력(computing processing ability)에 의해 결정된다. 일반적으로 항공 전자 시스템에는 크기 및 무게의 제한이 있다. 이 시스템은 열적으로 제한되어, 과열과 같은 열적 이슈가 발생하기 이전에 주어진 무게에 대해 오직 특정한 수의 코어들 또는 프로세서들만이 동작할 수 있다. 일반적으로, 프로세서들은 높은 주변 기온 환경에서 과열되는 것을 피하기 위해 (최대 80%까지) 디레이트(de-rate)되고, 급격히 성능을 감소시킨다. 만약 열이 시스템으로부터 효과적으로 제거될 수 있다면, 더 많은 프로세싱 파워, 및 궁극적으로 더 많은 프로세싱 능력이 같은 부피 및 무게에서 가능하다.

배경 기술

[0004] 현재 전자 회로망으로부터 열을 제거하고 전자장치의 가동 온도 범위를 유지하기 위해 사용되고 있는, 예컨대 팬(fan)이나 열싱크(heatsink)와 같은 종래의 다수의 냉각 방법들이 있다. 기술적인 개선들이 계속해서 장치 밀도를 증가시키고, 포장을 감소시켜왔으며, 반면에 열 관리 시스템이 중요한 운전 요소(operational element)가 되도록 컴퓨팅 파워 및 기능 또한 증가시켜 왔다. 추가로, 특정한 응용들은 크기 및 무게에 제약(restriction)을 가져서, 냉각 능력을 제한하고 따라서 상기 전자장치의 프로세싱 파워와 기능을 제한한다.

[0005] 일부 개선된 진보는 열 파이프 및 합성 제트 냉각(synthetic jet cooling)을 포함한다. 열 파이프는 열적 특성에 있어 일부 효율 개선들을 제공하는 반면, 합성 제트는 본질적으로 팬에 비해 개선된 안정성을 제공한다.

[0006] 시스템 디자이너들은 열 관리가 전자장치의 성공적인 배치에 있어 중요한 요소라는 것을 갈수록 더 인식해왔고, 현재 열적 성능을 최적화하도록 어셈블리들 및 시스템들을 디자인하고 있다.

[0007] 전자 부품으로부터 콜드 리저버(cold reservoir)로의 열 경로(thermal path)는 현재의 기술에 의하여 제한된다. 종래의 특정한 디자인들은 가공된 알루미늄 열 프레임(heat frame)의 사용, 새시에 대한 복합 재료의 사용 및 콜드 리저버에 더 가까운 장착(mounting) 전자 장치의 사용을 포함한다. 추가의 양태들은 평면의(planar) 증기 챔버들과 선형의 열 파이프들을 히트 스프레더(heat spreader) 구조체로 통합하는 것을 포함한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 프로세싱 파워 및 기능을 더 강화하기 위해 필요한 것은 열적 성능을 개선하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 한 예에 따르면 전자장치를 위한 열 관리 시스템은 3D 프린팅에 의해 증기 챔버로 통합적으로 형성된(integrally formed) 열 프레임, 열 핀(heat fin)들 및/또는 열 교환기, 새시 부(chassis portion) 및 컨포멀 슬롯 부(conformal slot portion)를 포함한다. 추가의 실시예들에서, 여기서 상세히 설명되는 부가적 가공 과정(additive manufacturing process)에 의해 형성된 임의의 3D 증기 챔버는 상기 시스템의 범위 내에 있다. 추가의 예시는 증기 챔버 또는 새시를 연결시키는(interface), 열 교환기 또는 냉각판을 포함한다. 특정한 실시예들에서, 상기 3D 증기 챔버는 내부 표면(internal surface) 상에 형성된 3D 윽 구조체(wick structure)를 갖는다. 또한 3D 증기 챔버로 통합된 3D 지지 구조체(support structure)가 있을 수 있으며, 한 예에서 상기 지

지 구조체들은 액체 및 기체의 전달을 가능하게 한다.

[0010] 한 예에서, 상기 증기 챔버는 모듈형(modular)으로, 복수의 챔버들이 새시를 형성하도록 함께 결합(couple)된다. 상기 새시는 회로 카드(circuit card) 상의 전자 장치들을 외부 환경에 전기적으로 연결하는 입/출력 인터페이스를 포함할 수 있다.

[0011] 추가의 실시예는 부품 면(component side)과 반대쪽 면(opposing side), 그 사이에 형성된 증기 채널(vapor channel)을 구비한 열 프레임을 갖는 닫힌(closed) 3D 증기 채널이다. 증기 채널의 제1 면(side) 끝부분에 적어도 하나의 액체 저장소(liquid receptacle)가 있고, 일반적으로 반대쪽 면 끝부분에 하나의 액체 저장소가 있다. 상기 부품 면과 반대쪽 면 중 적어도 일부 상에 복수의 워크 구조체들이 내부적으로 배치되고, 열 펀들 및/또는 열 교환기가 3D 증기 챔버의 외부 상에 배치된다.

[0012] 본 발명의 개시의 이러한 및 다른 양태들, 특징들, 및 이점들이 수반되는 도면과 함께 주어진 본 발명의 개시의 여러가지 양태들에 대한 다음의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0013] 여기에 서술된 실시예들은 다음의 상세한 설명을 이에 수반되는 도면 - 상기 도면에서, 유사한 문자는 유사한 부분을 나타냄 - 과 관련하여 읽으면 보다 잘 이해될 것이며, 도면에서,

도 1a 및 도 1b는 열 프레임에 접속된(mated) 회로 카드 상의 전자 부품들을 구비한 종래의 회로 카드 어셈블리를 나타낸다.

도 2는 전자 회로 카드, 열 스프레더(heat spreader), 웨지락(wedge lock), 새시(chassis) 및 펀(fin)들을 포함하고 있는 종래의 회로 카드 어셈블리를 나타낸다.

도 3은 회로 카드 어셈블리를 하우징(housing)하기 위한 종래의 새시를 나타낸다.

도 4는 전자 회로 카드에 대해 열 관리를 제공하는 통합된 어셈블리를 포함한 현재 시스템의 일 실시예를 도시한다.

도 5는 부착된 회로 카드 어셈블리를 구비한 종래의 새시 내에서의 열 흐름로(flow path)를 나타낸다.

도 6a 및 6b는 일 실시예에 따른 모듈형 증기 챔버를 나타낸다.

도 7은 두 개의 회로카드들을 구비한, 모듈형 증기 챔버의 또 다른 예를 나타낸다.

도 8은 모듈형 증기 챔버와 여러가지 불균일(non-uniform) 워크 구조체들의 또 다른 예를 나타낸다.

도 9a는 또 다른 실시예에 따른, 내부 지지물을 갖는 모듈형 증기 챔버의 또 다른 예를 나타낸다.

도 9b는 향상된 지원 및 유체 흐름을 위한 워크 구조체들을 구비한 모듈형 증기 챔버를 나타낸다.

도 9c는 액체의 공급 경로(feeder arteries)로도 쓰일 수 있는 내부 지지 구조체들을 구비한 모듈형 증기 챔버의 실시예를 나타낸다.

도 10a-10g는 3D 증기 챔버에 대한 내부 지지물들의 구조적인 특징들의 여러가지 실시예를 나타낸다.

도 11a-d는 불균일 워크 구조체들의 몇몇 예들을 나타낸다.

도 12a-12b는 통합 할로우 펀(integrated hollow pin)들을 구비한 모듈형 증기 챔버의 실시예들을 나타낸다.

도 13은 새시 부를 형성(form)하기 위해 수직으로 조립된 몇몇 증기 챔버 어셈블리들을 포함하는, 수직 어셈블리로서의 열 관리 시스템을 나타낸다.

도 14a-d는 입/출력 모듈을 구비한 항공 전자 시스템에 들어가는, 적층된(stacked) 모듈형 증기 챔버들 및 어셈블리를 나타낸다.

도 15는 아래쪽 트레이 내부에 및 입/출력 모듈의 위쪽에 위치한 합성 제트(synthetic jet)를 사용하여 향상된 대류를 갖는 실시예를 나타낸다.

도 16a-c는 또 다른 실시예에서 에어프레임 스킨(airframe skin)에 통합된 모듈형 증기 챔버를 나타낸다.

도 17a-c는 교차 적층 구성(alternate stacking configuration)의 모듈형 증기 챔버들을 나타낸다.

도 18은 새시 부를 형성하기 위해 평면으로 조립된 둘 이상의 증기 챔버 어셈블리들을 포함하여, 평면 어셈블리로서의 열 관리 시스템을 나타낸다.

도 19a-c는 컨포멀(conformal)한, 리버스컨포멀(reverse-conformal)한, 그리고 커스텀컨포멀(custom-conformal)한 구성을 포함하여, 회로 전자장치를 감싸는 3D 증기 챔버의 여러가지 표면 구조(surface geometry)를 나타낸다.

도 20은 같은 증기 챔버 내에서 나누어지고 서로 인접해 있는 여러 칸들을 포함하는, 구분된 증기 챔버를 구비한 열 관리 시스템을 나타낸다.

도 21a-f는 유연한(compliant) 벽과 윗 구조체들을 구비한 모듈형 증기 챔버의 또 다른 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 예시적인 실시예들은 수반되는 도면과 관련해 아래에서 상세히 서술되고, 도면에서 같은 참조 번호는 도면들을 통틀어 같은 부분을 나타낸다. 이러한 실시예들 중 일부는 위의, 그리고 다른 요구사항(need)들을 지칭할 수 있다.

[0015] 한 예에서 열 관리 시스템은 작동 유체(working fluid)가 들어있는 밀봉된 용기를 포함하는, 열 관리 장치를 나타낸다. 열 에너지의 전달을 향상시키기 위해 상기 밀봉된 용기 속의 특별히 제작된 내부 구조체가 작동 유체와 상호작용한다. 상기 용기는 특정한 응용에 의해 요구되는 바에 따라 컨포멀(conformal)한, 리버스컨포멀(reverse-conformal)한, 또는 커스텀컨포멀(custom-conformal)한 형태를 갖는다. 내부 구조체의 일부분은 요구되는 위치에서 작동 유체에 강한 모세관력(capillary force)을 가하도록 제작된 미세한(fine) 구조체들을 포함한다. 내부 구조체의 다른 부분들은 증기 상태의 작동 유체에의 간섭을 막으면서 최소한의 압력 감소와 함께 작동 유체를 수송하도록 제작된 미세한 구조체들을 포함한다. 추가적인 지지 구조체들은, 내부 구조체의 일부로서 상기 밀봉된 용기를 내부적으로 지지하고 강화하도록 작용하며, 그에 의해 유체 수송을 위한 부가적인 경로를 제공한다. 보통 전자장치와 같은, 기생 열손실(parasitic heat loss)을 발생시키는 작동하는 부품들은 열 관리 시스템에 열적으로 연결되어 있다. 사실상, 상기 열 관리 시스템은 전자 부품들과 콜드 리저버(cold reservoir) 사이에 특별히 제작된 열 경로를 만들고(establish) 그에 의해 상기 부품들로부터 상기 콜드 리저버로 열을 전달시킨다.

[0016] 도 1a 및 1b는 열 프레임에 접속된 회로 카드 상의 전자 부품들을 구비한 종래의 회로 카드 어셈블리(circuit card assembly)를 나타낸다. 도 1a 및 1b를 보면, 종래의 회로 카드(10)가 상당한 열을 발생시키는 프로세서와 같은 부품들을 포함할 수 있는 전자 부품들(20)과 함께 도 1a에서 도시되어 있다. 도 1b를 보면, 많은 응용에서 상기 회로 카드(10)가 회로 카드(10)를 뒤집어 열 스프레더(50)에 고정시킴으로써 열 스프레더(50)에 결합(couple)되어 있고, 따라서 상기 부품(20)들은 열 스프레더(50)에 근접해있다. 이러한 형태의 방열(heat dissipation)이 어느정도까지는 이루어지지만, 부품(20)들에 의해 발생되는 특정한 양의 열만을 방산시킬 수 있고 넓고 부피가 큰 열 스프레더(50)를 요구한다. 처리 능력이 증가함에 따라 각 부품들도 크기가 작아져 왔고 더 작은 공간 내에서 더 거대한 방열 능력을 요구한다.

[0017] 도 2는 (나타나지 않는) 어셈블리에 대한 일례에 따른 종래의 열 관리 시스템(200)을 나타낸다. 그러한 종래의 시스템에서, 예컨대 웨지락(wedgelock)(205)을 구비한 열 프레임 또는 열 스프레더(240)와 거기에 연결된 회로 카드(210)와 같은 부품들은 핀(fin, 270)들을 갖고 있는 새시 프레임(260)에 접속된다(mated). 상기 기술적 수준에서, 전자 부품(220)들은 인쇄 회로 카드/기판(PCB; printed circuit card/board) 같은 부품 기판(210)에 장착된다(mounted). 특히 부품(220)들은 상이한 모양/크기를 가질 수 있고 열 프레임(240)은 가장 높은 부품 높이를 감안하도록 구성되므로, 상기 부품(220)들은 일반적으로 열을 부품들(220)로부터 열 프레임(240)으로 보내기 위해 접촉 열전도재(TIM; thermal interface material)를 갖는다. 상기 열 프레임(240)은 열 전달을 가능하게 할 만큼 충분한 크기를 갖도록, 효과적인 열 전달을 제공하도록 일반적으로 알루미늄과 같은 재료로 구성된다.

[0018] 도 2에서 언급한 바와 같이, 부품(220)들은 TIM(230)을 통해 열 프레임(240)으로 전도되는 열을 발생시킨다. 상기 열 프레임(240)은 상기 열을 웨지락(250)으로, 새시 프레임(260)으로, 그리고 핀(270)들로 더 확산시킨다. 따라서, 상기 열은 결국 주변환경으로 방산되고 핀(270)들은 상기 전자 부품들로부터 예상되는 열을 방산하기에 충분하게 크도록 디자인된다.

[0019] 일부 케이스에서, 상기 열 프레임(240)은 회로 카드(210)와 비교해 꽤 클 수 있다. 상기 웨지락(250)은 [상기

카드(210)에 미리 조립된] 열 프레임(240)을 새시 프레임(260) - 상기 새시 프레임은, 웨지락(250)을 수용하기 위해 예컨대 새시 그루브(chassis groove)와 같은, 웨지락(250)에 대한 접속부(mating portion)를 갖음 - 에 고정(seat)시키는 데 사용된다. 상기 웨지락(250)은 특정 예에서, 열 프레임(240)을 상기 새시 프레임(260)에 고정(lock)시키는 역할을 하는 캠 동작 장치(cam operated device)이다. 새시 프레임(260)은 보통 넓은 표면 면적을 허용하여 냉각 기체 또는 액체를 포함한 외부 환경이 열을 제거하도록 하기 위해 핀(270)들을 갖는다.

[0020] 도 3은 회로 카드 어셈블리를 하우징하기 위한 종래의 새시를 나타낸다. 도 3을 보면, 새시 프레임(310)은 복수의 회로 카드(340)들을 열 스프레더들 및 전자장치들에 고정시키기 위한 복수의 새시 그루브(330)들을 갖는 것으로 도시되어 있다. 상기 새시 프레임(310)은 열 전달을 제공하기 위해 새시 프레임의 주변에 새시 핀(chassis fins)(320) 망을 갖고, 이는 일반적으로 세가지 방향, 예컨대 오른쪽, 왼쪽 및 위쪽에 있다. 새시 프레임 내에 복수의 카드들이 있을 때, 각각의 카드에 의해 발생되는 상당한 열이 있을 수 있어서, 열파이프(heatpipe) 및 증기 챔버(vapor chamber)와 같은 다른 열 전달 특징부(feature)들이 이용될 수 있다. 이러한 예에서, 상기 전자 회로 카드는 새시 프레임에 카드 어셈블리를 고정시키기 위해 웨지락을 사용하여, 그 경우 그루브를 통해 새시 프레임에 삽입되는 열 스프레더 카드에 결합된다.

[0021] 도 4는 전자 회로 카드에 대한 통합 열 관리 시스템(integrated thermal management system)을 포함하는 현 시스템의 일 실시예를 도시하고, 상기 통합 시스템은 부가적 가공(additive manufacturing)에 의해 제조된다. 여기서 사용되기도는, 부가적 가공은 예컨대 3D 프린팅, 빠른 포토타이핑(RP; rapid prototyping), 다이렉트 디지털 생산(DDM; direct digital manufacturing), 선택적 레이저 용해법(SLM; selective laser melting), 전자빔 용해법(EBM; electron beam melting) 및 다이렉트 금속 빔 용해법(DMLM; direct metal laser melting)과 같은 처리 기술들을 나타낸다.

[0022] 다시 도 4를 보면, 이 예시에서 통합 열 관리 카드 어셈블리(integrated thermal management card assembly, 400)는 통합 열 관리 구조체(unitary thermal management structure, 480)로서 통합적으로 형성되는 (integrally formed), 열 프레임(440), 핀(470)들, 카드 장착부(460) 및 새시 장착부(450)을 포함한다. 이 예시에서, 열 프레임(440)과 함께 통합적으로 형성된 상기 카드 장착부(460)는 도 2의 종래의 어셈블리의 웨지락 접속의 필요성을 없애준다. 상기 카드 장착부(460)는 예컨대 마찰 접합부 및/또는 텅(tongue) 및 그루브를 통해 인쇄 회로 카드(410)를 계속 유지(retain)한다. 상기 새시 장착부(450)는 슬롯(slot) 및 채널(channel)들에 삽입된 회로 카드들을 고정시키는 데에도 사용될 수 있는 새시 구조(chassis architecture)의 일부로서 이용될 수 있다. 이 구조를 튼튼하게 만드는 것(ruggedizing)의 일부로서, 상기 장착부(450)는 새시 내에서 마찰이 작용(fit)하여 상기 회로 카드들이 뒤판(backplane)으로부터 느슨하게 풀리지 않도록 보장한다. 장착부는 또한 카드 또는 열 프레임의 바닥과 새시 벽(chassis wall)간에 압력을 제공하여, 좋은 열 본드(thermal bond)를 생성한다. 상기 나타난 새시 구조 내에서 요소(element)들이 통합적으로 구성되고, 슬롯에 카드를 삽입하는 것이 아니라 잠금장치를 통해 입/출력 모듈에 유지되는 회로 카드들을 조각처럼 쌓기 때문에, 전통적인 웨지락은 불필요하고 그에 의하여 전통적인 웨지락을 제거하였다.

[0023] 한 예에서 상기 열 프레임(440)은 증기 챔버이고 수반되는 부품들(420)을 구비한 상기 인쇄 회로 카드(410)는 증기 챔버에 결합(couple)된다. 상기 인쇄 회로 카드(410)는 인쇄 회로 카드(410)를 수용하도록 구성된 열 프레임(440)을 고정시킨다(engage). 한 예에서, 열 프레임(440)은 회로 카드(410)의 면(side)들을 따르는 텅 또는 그루브 특징부(feature)을 포함한다. 상기 열 프레임(440)은 한 예에서, 상기 열 프레임(440)이 부품(420)들의 적어도 한쪽 면에 근접하게 디자인되도록 인쇄 회로 카드(410) 및 수반되는 열 발생 부품(420)에 대하여 디자인된다. 그러한 예에서, 상기 접촉 열전도재는 요구되지 않거나 최소화될 수 있다.

[0024] 일 실시예에 따르면, 증기 챔버 구현의 추가적인 특징은, 전자장치에 의해 발생되거나 외부 환경에 존재하는 EMI의 강력한 감쇠를 제공하는 동시에 여러 어셈블리들의 접속(mating)을 가능하게 하는, 어셈블리(480)의 전자 방해 잡음(EMI; Electromagnetic Interference)의 감소이다.

[0025] 추가로, 한 예에서 상기 열 프레임(440)은 전도 결합(conductive coupling)을 위하여, 부품(420)의 윗면(upper surface) 또는 가장 윗부분 뿐 아니라 일부 예에서는 부품(420)의 하나 이상의 면에 근접하도록 디자인된다. 부품(420)들의 더 큰 표면 영역에 열 전달을 유발할 수 있는 능력은 구조체(480)의 열 관리 능력을 크게 향상시킨다. 한 예에서 열 프레임(440)은 부품(420)의 가장 위쪽 표면 및 적어도 하나의 다른 쪽 면에 전도적으로 결합된다. 여기서 사용되기도는, 전도적으로 결합되었다는 것은 상기 부품에 직접적으로, 간접적으로 또는 가까이 인접하여 열 전달이 일어날 수 있음을 나타낸다. 간접적인 접촉(indirect contact)에 대하여 접촉 열전도체와 같은 물질이 이용될 수 있다.

- [0026] 3D 가공 증기 챔버를 구비한, 도 4 및 6-18에 도시된 전형적인(exemplary) 열 관리 시스템의 열 저항(thermal resistance)을 사용한 열 성능(thermal performance) 측정은 상기 시스템이 오늘날의 기술 시스템에 비해 우수하다는 것을 나타낸다.
- [0027] 도 5는 부착된 회로 카드 어셈블리를 구비한 종래의 새시 유닛 내부의 열 흐름(thermal flow path)을 나타낸다. 특히, 도 5는 단면 사시도(cut away side perspective)이고, 여러가지 크기 및 형태의 부품(530)들을 갖고 웨지락(560)을 통해 새시 프레임(565)에 고정된(secured) 회로 카드(520)에 대한 종래의 새시 유닛(510)을 나타낸다. 부착된 회로 카드 어셈블리와 함께, 접촉 열전도재(TIM; thermal interface material, 535), 열 프레임(550), 웨지락(560) 및 새시(565)를 포함하는 종래의 새시 유닛(510) 내의 열 흐름로. TIM(535)은 일반적으로 부품(530)들로부터 열 프레임(550)으로 열을 전도시키는 데 사용된다. 상기 열의 적어도 일부는 전도(580)에 의하여, 열 프레임(550)을 통해 새시 프레임(565)으로, 결국에는 열 핀(570)들로 전달되고 주변환경으로 방산(dissipate)된다. 상기 웨지락(560)은 일반적으로 열 프레임(550)을 새시 벽 내의 그루브의 적어도 한쪽 면과 가까운 접촉 상태(intimate contact)에 있도록 강제하고 새시 유닛(510) 내의 열 프레임(550)의 기계적 억류(retention) 및 접속 표면(mating surface)들간의 수용가능한 열적 접촉을 보장하는 기계적인 압력을 제공하는, 기계적인 캐밍 매커니즘(mechanical camming mechanism)을 제공한다. 상기 웨지락(560) 매커니즘은 새시 벽 내의 공간을 점유하고 그렇지 않았을 때보다 더 두껍게 만들어, 전체 새시(510)의 크기 및 무게를 증가시킨다.
- [0028] 도 6a 및 6b에서 모듈형 증기 시스템(600)으로서의 현 시스템의 실시예들이 도시된다. 도 6a에서의 묘사는 회로 카드(610)에 맞춤형으로 디자인(custom design)되고 전자 부품(620)들로부터 열을 방산시키기 위한 열 핀들(670)을 갖고 있는 모듈형 증기 챔버(600)를 나타낸다. 상기 전자 부품(620)들은 열 프레임(625)을 고정시키는(engage) 회로 카드(610)의 적어도 한 표면 상에 있다. 이 예에서 상기 열 프레임(625)은 부품(620)들로부터 열을 효과적으로 제거하기 위해, 상기 부품(620)들과 근접하도록 전자 제품들(620)에 합치하게 디자인된다. 상기 열 프레임(625)은 최적의 열 전달을 위하여, 열 프레임(625)의 내부 부품면(component side)이 부품들(625)에 맞게 크기 및 모양이 정해지도록 구성된다. 한 예에서 상기 회로 카드(610)는 부품(620)들을 양 면에, 열 프레임(625)을 양 면에 갖는다.
- [0029] 도 6b를 보면, 회로 카드(610)에 대한 3차원(3D) 증기 챔버(600)가 단면 사시도로 나타난다. 상기 모듈형 증기 챔버(600)는 이 예에서 열 발생 부품(620)들에 합치하고 상기 부품들과 근접함으로써 열 전달을 최적화하도록 맞춤형으로 디자인 된 부품면(680)을 갖는다. 한 예에서 상기 부품면(680)은 상기 부품(620)들의 적어도 한 표면, 특히 가장 많은 열을 발생시키는 부분으로부터 열을 전도시키도록 구성된다. 또 다른 예에서, 상기 부품면(680)은 부품의 위쪽 표면과 하나 이상의 옆 표면과 같이, 부품(620)들의 하나 이상의 표면으로부터 열을 전도시키도록 구성된다. 일 실시예에서, 부품면(680)에 결합된 것은 액체를 예컨대 옆면 주위에 위치한 저장소(receptacle, 690)로부터 가열된 부품(620)들로 향하게 하게 돋는 윗 구조체(650)이다. 상기 액체는 가열된 부품(620)들에 의해 증기로 변환되며, 상기 증기는 열을 흡수하고 증기는 액체로 되바뀌는 장소인 저장소(690)를 향해 밖으로 움직인다. 상기 저장소(690)는 추가의 열 전달을 제공하여 증기로부터 열이 제거되고 액체로 바뀌도록 한다.
- [0030] 한 예에서 모듈형 증기 어셈블리(600)는 윗 구조체(650), 부품면(680) 및 윗면, 그 사이에 형성되고 양 면에 저장소(690)들을 갖고 있는 증기 챔버로 통합적으로 형성된다. 열 프레임(625)의 부품면(680)과 반대쪽 윗면(675) 간의 거리는 일반적으로 적어도 0.5 mm이고, 액체가 저장소(690)로부터 윗 구조체를 따라 움직이고 증기가 저장소(690)로 돌아도록 허용하기 위해 요구되는 열 전달을 위해 더 최적화될 수 있다. 이 예에서 내부 지지물은 없다. 상기 통합 구조체는 회로 카드(610)와 접속할 장착 특징부(feature)을 포함한다.
- [0031] 도 7을 보면, 단면 사시도는 두 개의 회로 카드(710)들 사이에 배치된, 통합 3차원(3D) 증기 챔버 어셈블리(725)를 포함하는 현 시스템(700)의 일 실시예를 나타낸다. 상기 두 회로 카드(710) 각각은 여러 개의 부품(720)들을 포함하며, 상기 카드들은 동일한 부품들 또는 상이한 부품들 및 레이아웃(layout)을 갖는 동일한 카드들일 수 있다. 상기 증기 챔버 어셈블리(725)는 그들 사이에 증기 채널(vapor channel)을 형성하는, 윗 구조체(750)를 구비한 두 개의 부품면(component side surfaces, 780)을 포함한다. 한 예에서 상기 모듈형 증기 어셈블리(725)는 윗 구조체(750)와 함께 통합적으로 형성되고, 상기 두 회로 카드(710)들 사이에 형성된 증기 챔버(725)는 양 쪽에 저장소(790)를 갖는다. 이 예에서 내부 지지물은 없다. 나아가, 상기 통합 구조체는 상기 회로 카드(710)들과 접속할 장착 특징부(feature)을 포함한다.
- [0032] 도 8은 여러가지 불균일 윗 구조체들을 구비한 얇은(thin) 모듈형 증기 챔버(810)의 한 예이다. 도 8에서, 이 실시예의 증기 챔버 어셈블리는 증기 챔버의 부품면에 형성된 윗 구조체(830 및/또는 840)들을 구비한 얇은 증

기 챔버(810)를 도시한다. 한 예에서 웍(wick)은 두께 방면에서 불균일한 웍이다(830). 추가의 예에서, 웍은 두께 및 평면(planar) 방면에서 불균일한 웍이다(840). 여기서 사용되도록는, 상기 "두께"는 국소적인(local) 증기 챔버 케이싱(casing)에 대해 수직인(normal) 차원(dimension)을 나타내고, "평면"은 국소적인 증기 챔버 케이싱에 대해 평행한 차원을 나타낸다.

[0033] 도 9a는 내부 지지물들을 갖는 모듈형 증기 챔버의 또 다른 예를 나타낸다. 도 9b는 향상된 지지 및 유체 흐름을 위한, 판에서 떨어져 있는(off-plane) 웍 구조체를 구비한 모듈형 증기 챔버의 실시예를 나타낸다. 도 9a 및 9b를 보면, 상기 모듈형 증기 어셈블리(900)는 단단함(stiffness)을 향상시키고 액체 복귀(liquid return)를 증가시키는 데 사용될 수 있는 내부 지지물 또는 기둥(post, 990)들을 나타내는 것으로 묘사된다. 이 예에서, 상기 모듈형 증기 어셈블리(900)는 어셈블리에 더 큰 단단함을 더해주는 하나 이상의 기둥들(990)을 구비한 모듈형 증기 챔버(930)를 포함한다. 상기 지지물(990)들의 추가의 양태는 모세관 작용(capillary action)의 도움으로 액체 수송을 증가시키는 것이다. 회로 카드(910)는 증기 챔버(930)의 적어도 한 면과의 근접성으로 인해 증기 챔버(930)에 전달되는 열을 발생시키는 전자 부품(920)들을 포함한다. 상기 부품(920)으로부터의 열은 증기 챔버(930) 내의 액체를 증기 - 상기 증기는 그 다음에 저장소(980)로 전달되어 액체로 변환됨 - 로 변환한다. 상기 액체는 증기 챔버(930)의 부품면 상에 형성된 웍 구조체(985)에 의해 수송된다. 이 예에서 상기 기둥(990)들은 액체를 수송할 추가의 능력을 제공하는, 통합적으로 형성된 웍 구조체들이다.

[0034] 도 9c는 작동 유체(working liquid)에 대해 공급 경로(feeder arteries)로서도 역할 할 수 있는 내부 지지 구조체(995)들을 구비한 모듈형 증기 챔버 실시예의 또 다른 실시예를 나타낸다. 상기 부품(920)들은 증기 챔버 - 상기 증기 챔버는 웍 구조체(985)들 내에서 상기 액체의 증발을 야기하고 액체를 웍 구조체(985)들 위에서 저장소로 이동(travel)할 증기로 변환함 - 에 전달될 열을 발생시킨다. 한 예에서 상기 내부 지지 구조체(995)들은 증기 챔버 케이스(case)에 있어서, 높은 힘과 낮은 무게라는 점에서 트리스교(bridge truss) 또는 생체모방형(bio-inspired) 구조체들과 유사하다. 일반적으로, 증기 챔버 케이스의 두께는 100-150 미크론이다. 그러나, (995)와 같은 지지 구조체들을 사용하면, 특히 부품들 및 강화된 핀(fin)들 부근에서 상기 증기 챔버 케이스 및 웍 특징부(feature)들은 열저항을 감소시키기 위해 더 얇아질 수 있다. 한 예에서 상기 웍 구조체 및 지지 구조체들은 3D 프린팅 또는 다른 부가적 가공 과정에 의해 통합적으로 형성된다.

[0035] 도 10a-10g는 여기에 서술된 3D 증기 챔버에 대한 내부 지지물들의 다양한 실시예들 및 구조적인 특성을 나타낸다. 내부 지지물들은 예컨대 증기 및 액체 수송을 위하여 증기 챔버의 형태와 규모(dimension)를 유지하는데 사용될 수 있다. 여기서 도시되어 있는 특정 실시예들은 증기 챔버의 한 쪽 면에만 웍 구조체를 갖는 증기 챔버를 나타내는 반면에, 도 10a는 두 개의 부품면(1010) 및, 반대쪽 면(opposing sides) 상에 존재하고 그 사이에 증기 스페이스(vapor space, 1030)가 있는 두 개의 투과성 웍 부(wick portion, 1020)들을 갖는 증기 챔버(1005)를 나타낸다. 그러한 실시예는 양 면에 결합되고 증기 챔버 부품 면(1010)들과 전도적으로 결합된 (나타나지 않은) 부품들을 구비하고, 그 사이에 배치된 증기 스페이스(1030)를 구비한 회로 카드들이 있을 때 사용될 수 있다.

[0036] 추가적인 실시예에서 상기 증기 챔버는 도 10b-10g에서 도시되어 있듯 3D 프린팅 과정을 통해 제작되는 많은 디자인, 숫자, 형태 및 크기의 내부 지지물들을 포함한다. 한 예에서, 상기 지지물들은 증기 챔버 케이스와 직각(perpendicular)하거나, 또는 치우친(angled) 수 있는 베팀대(brace, 1045)를 구비한 하나 이상의 고체의 내부 지지 구조체들을 포함할 수 있다. 또 다른 예는 굽은(curved), 또는 굽은 부분(curved portion)을 포함한 고체의 내부 지지 구조체(1055)들을 포함한다. 다른 실시예들에서, 내부 지지물(1065, 1075)들은 액체 수송을 가능하게 할 액체 공급 경로(feeder artery)를 포함한다. 예를 들어, 내부 지지체들은 일직선(straight, 1065)이나 굽을(1075) 수 있는 투과성 구조체들일 수 있다. 조작상(operationally), 상기 지지물들은 증기 챔버가 어떤 시점에서도 대기압을 견딜 수 있도록 디자인되어야 한다. 특히, 증기 챔버는 높은 대기압 하에서 고장나서도 안되고 낮은 대기압 하에서 붕괴되어서도 안된다. 더욱이, 상기 지지물들은 증기 챔버가 새시 어셈블리의 원하는 전체의 단단함 또는 강도에 영향을 끼치지 않도록 디자인되어야 한다.

[0037] 고체 내부 지지물들에 대한 여러가지 형태가 도 10b-10d에 도시되어 있다. 도 10b를 보면, 상기 내부 지지물과 베팀대(104)는 증기 챔버(1040)의 반대쪽 표면들 사이에 내부적으로 결합된 일직선의 구조체이다. 도 10c에서, 상기 고체 내부 지지 구조체들은 치우치거나 굽어 있다(1055). 도 10d는 지침대가 없는 내부 지지 구조체(1050)를 나타낸다. 한 예에서 상기 내부 지지물은 때때로 포켓(pocket)으로 불리는, 가열된 부품(들)에 인접하게 위치한다. 도 10e에 도시되어 있는 또 다른 예에서, 상기 고체의 내부 지지 구조체는 힘/로드(load) 및/또는 액체의 효과적인 분산(spreading)을 위해 관(vascular) 또는 뿌리(root) 시스템을 포함한다.

- [0038] 도 10f 및 10g는 내부 지지물 및 액체 공급 경로를 나타낸다. 이러한 예들에서 상기 지지 구조체들은 투과성이 고 액체 및/또는 공기가 증기 챔버 내부에서 상기 구조체를 통하여 지나가는 것을 허용한다. 도 10g는 치우치거나 굽은 내부 지지 구조체들을 도시하는 반면, 도 10f는 일직선의 투과성 내부 지지 구조체들을 나타낸다.
- [0039] 내부 지지물들의 숫자는 증기 챔버 케이스에 대해 요구되는 지지물 및 여러가지 지지물들의 열적 특성을 포함하는, 디자인 기준 및 요인들에 의존할 수 있다. 내부 지지물들의 크기 및 형태 또한 디자인 기준 및 열적/기계적 요구사항에 의존할 수 있다. 지지물들이 단지 증기 챔버에 구조적인 힘을 빌려주기 위해서 요구(desire)되는 때마다 고체 지지물들이 사용된다. 반면 지지물들이 추가적으로 전자 부품들의 향상된 냉각(cooling)을 위해 요구되는 때에는, 윗 구조체가 사용된다.
- [0040] 일 실시예에 따르면, 증기 챔버 어셈블리에 이용되는 여러가지 윗 구조체들이 있다. 한 예에서 윗 구조체들은 3D 프린팅과 같은 부가적 가공 과정으로부터 형성된다. 상기 윗 구조체들은 여러 방향에서 균일한 또는 불균일한 윗 구조체일 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 윗 구조체들은 증기 챔버의 내부 공간에 배치되어 내부 지지 구조체로서의 역할 또한 수행할 수 있다.
- [0041] 도 11a-d는 불균일한 윗 구조체의 몇몇 예들을 나타낸다. 특히, 도 11a는 두께 방향(z 방향)에서 불균일한 윗 구조체(1140)의 사시도를 나타낸다. 도 11b에서, 두께 방향에서 불균일한 윗 구조체(1150)는 공극들(pores, 1160, 1165) - 상기 공극은, 이 예에서 액체를 수송하기 위해 증기 챔버의 부품 면에 인접한 더 큰 크기의 공극을 갖음 - 을 나타낸다. 상기 증기면(vapor side) 상의 공극(1165)들은 더 적은 공극 크기를 갖고 증기 챔버 내에서 증기를 저장소로 수송한다. 이 예시들 내의 공극들은 둑글거나 굽은 공간들이고, 상기 굽은 윗 구조체는 비평면(non-planar) 증기 챔버를 감안하여 임의의 방향으로의 3D 프린팅을 허용한다.
- [0042] 도 11c를 보면, 불균일 윗 구조체(1170)가 두께 및 평면 방향(x-y 방향)에서 도시되어 있다. 도 11d에서 상기 불균일 윗 구조체(1180)는 액체 수송면(liquid transport side)상의 대형(larger) 공극(1190)과 증기 수송면(vapor transport side) 상의 소형(smaller) 공극(1195)에 관한 추가적인 예시들을 나타낸다.
- [0043] 도 11a-11d에 도시되어 있는 구조체들은, 거의 모든(almost any) 방향으로의 3D 프린팅과 큰 공극에서 작은 공극 및 그 역으로의 간단한(straightforward) 변환에 의한 일종의 기하학적 구조의 일례이다. 상기 도시되어 있는 일례는 세 축을 따라 있는 등근 실린더형의 "시추공(bore-holes)"에 대한 것이다. 명심할 것은, 단면(cut plane)을 제외하고, 이 공극 스케일의 기하학적 구조(pore-scale geometry) 내에는 곧은 면(straight surface)들이 없다. 이러한 특질(attribute)은 독립적인 불균일 윗 구조체들의 성형 방향(build-orientation)에 쓰인다. 상기 도면은 평면 표면(planar surface) 상에 지어진 불균일 윗 구조체들을 나타내지만, 추가의 실시예는 이러한 윗 구조체들을 일례에서는 큰 곡률반경(radius of curvature)을 갖는 굽은 3D 표면을 따르도록 변환하는 것을 제공한다. 이러한 3D 프린팅된 대표적인 윗 구조체들(1140, 1150, 1170, 1180)은 곡선 또는 아크(arc) 부분으로 지어지기 때문에, 기둥(post) 또는 베텁대(brace)와는 다르게 많은 방향으로 지어질 수 있다. 예를 들어, 큰 돌출부(overhang)들은 지지 구조체들 없이는 효과적으로 프린팅될 수 없고, 이러한 윗 구조체들은 내부 표면(inner surface), 다시 말해 증기 챔버의 증기 면 및 케이싱 면(casing side)과 통합될 수 있는 내부 빌드 지지물(internal build support)들을 허용한다.
- [0044] 도 12a-12b는 통합 할로우 핀(hollow fin)들을 구비한 모듈형 증기 챔버의 실시예들을 나타낸다. 도 12a 및 12b에 도시되어 있듯이, 상기 모듈형 증기 챔버(1210)는 잇달아 나오는 예에 따라 도시되어 있다. 이 예에서 증기 챔버 핀(1220)들은 할로우 증기 챔버 핀들로, 그로 인해 열 수송에 대하여 더 큰 표면 면적을 가능하게 한다. 상기 핀(1220)과 관련된 큰 콘덴서(condenser) 표면 면적이 열저항 체인(chain) 내에서 응축(condensation) 열 저항의 분담(온도 강하)을 극적으로 감소시킨다. 또 다른 실시예에서, 상기 할로우 핀들은 시스템에 연결된 통합 유체 열 교환기(integral fluid heat exchanger) 또는 냉각판 인터페이스와 같은 다른 열 교환 메커니즘으로 교체될 수 있다.
- [0045] 도 13은 적층된(stacked) 어셈블리로서의 전자장치(1300)에 대한 열 관리 시스템을 나타내며, 이는 회로 카드를 구비하거나 구비하지 않은, 그리고 새시(1300)를 형성하기 위하여 상부(upper) 및 하부(lower) 새시 마운트와 같은 새시 케이스부(chassis case portion)를 따라 조립된 몇몇 증기 챔버 어셈블리(1330, 1340, 및 1350)들을 포함한다. 다시 도 13을 보면, 모듈형의 적층된 어셈블리(1300)는 각각이 더 큰 유닛을 형성하기 위하여 함께 적층되도록 형성된 복수의 모듈형 증기 챔버 어셈블리(1310, 1330, 1340 및 1350)들을 포함한다. 한 예에서 회로 카드 어셈블리(1320)들은 그 후 새시(1300)로 결합되는 각각의 모듈형 증기 챔버 어셈블리들과 결합된다. 이전에 서술한 대로 회로 카드들은 예컨대 마찰력 작용이나 다른 고정(secur ing) 메커니즘에 의해 증기 챔버 어셈블리들에 결합될 수 있다. 임의의 대응하는 회로 카드(1320)들을 포함하고 있는 모듈형 증기 챔버 어셈블리 유

닛(1330, 1340, 및 1350)들은 볼트(bolt)와 같은 잠금(fastening) 메커니즘에 의해 서로에게 고정된다. 임의의 수의 함께 적층된 증기 챔버 어셈블리들 및 회로 카드들이 있어 통합 어셈블리(unitary assembly)로서 고정될 수 있다. 상기 모듈형의 적층된 어셈블리의 가장 바깥쪽(outermost) 부분은 회로 카드들에 결합되거나 또는 결합되지 않을 수 있고 어셈블리 및 회로 카드들을 포장(package)하고 고정하는 데 사용될 수 있다.

[0046] 도 14a-d는 대응하는 입출력 모듈(1410)들을 구비한 항공 전자 시스템(avionics system)으로 조립될, 적층된 모듈형 증기 챔버들 및 그에 대응하는 회로 카드들을 형성하는 한 예를 나타낸다. 도 14a를 보면, 적층된 모듈형 증기 챔버들의 추가적인 묘사가 증기 챔버(1430)의 양면에 결합되어 증기 챔버 샌드위치(1450)를 형성하는 회로 카드(1440)들과 함께 도시된다. 샌드위치(1450)는 전자 회로 카드(1440)들 사이에 배치된 증기 챔버(1430)를 나타낸다. 도 14b에 도시되어 있듯이, 모듈형 증기 챔버 샌드위치(1450)는 다른 모듈형 증기 챔버 샌드위치 유닛들과 함께 적층되어 모듈형 전자 장치 어셈블리(1420)를 형성하도록 서로에게 고정될 수 있다. 도 14c에서, 모듈형 전자 장치 어셈블리(1420)는 뒤판(backplane) 또는 입/출력 모듈(1410)에 전기적으로 결합되어, 도 14d에서 나타나듯 최종 어셈블리를 형성할 수 있다.

[0047] 여기에 상세히 설명해듯이, 현 시스템의 유일무이한 특질 중 하나는 불균일한 웅 구조체를 갖는 3D 증기 챔버이다. 추가의 양태는 모듈형 새시를 형성하는 개개의 증기 챔버들의 모음이고, 개개의 증기 챔버들을 고립시킴으로써 EMI를 감소시키기 위해 상기 회로카드들은 정렬(align)되고 상기 증기 챔버들은 적층된다.

[0048] 모듈형 새시 스택(modular chassis stack)의 다른 특징들은 기계적인 구조(architecture)와 관련이 있다. 예를 들어, 응용에 따라 가변적인 수의 '슬롯'을 구비한 새시를 구성하는 능력, [예컨대 합성 제트 또는 팬(fan)과 같은] 통합(integral) 바닥판/에어 무버(air mover)의 사용 등이 있다. 추가의 양태는 응용 및 환경 요구사항에 커스터마이즈된(customized) 분리 가능한 I/O 모듈을 이용한다.

[0049] 예를 들어, 도 15는 전자 장치 어셈블리(1500)의 하부 트레이(lower tray, 1540) 및 상부 트레이(upper tray, 1530) 중 적어도 하나에 위치한 합성 제트(1550)를 사용하여 강화된 대류(convective heat transfer)를 갖는 전자 장치 어셈블리(1500)에 대한 열 관리 시스템의 일 실시예를 나타낸다. 이 예에서 상기 하부 트레이는 증가된 공기 흐름을 위해 펀(fin)들과 외부 환경에의 상당한 접근(access)을 갖는다. 공기흐름(airflow)을 증가시키고 자연 대류(free convection)를 강화하기 위하여 상기 합성 제트(1550)가 더해진다. 이 예에서 I/O 커넥터(1510, 1520)는 예컨대 터빈(turbine)이나 팬(fan)과 같은 외부 공기흐름에 대한 배기판(cut-out)들을 포함한다.

[0050] 도 16a-c는 에어프레임(airframe, 1640)으로 통합되는, 또 다른 실시예에서의 모듈형 증기 챔버(1600)를 나타낸다. 도 16a를 보면, 의도된 응용을 위해 형태를 갖추고 구조적인 지원을 구비한 개개의 증기 챔버(1610, 1620 및 1630)들이 외부 열 펀(heat fin)들을 따라 도시되어 있다. 도 16b는 원형의 통합 열 관리 어셈블리(circular unitary thermal management assembly, 1600)로 조립된 모듈형 증기 챔버들을 도시한다. 도 16c는 무인 항공기(unmanned aerial vehicle, 1640) 내의 배치와 같이 여러가지 응용을 가능하게 하도록 구성된 열 관리 어셈블리(1600)를 나타낸다.

[0051] 도 17a-c는 모듈형 증기 챔버들의 다른 적층(stacking) 구성을 구비한 열 관리 어셈블리들을 나타낸다. 도 17a를 보면, 도 17b의 열 관리 어셈블리(1750)를 형성하기 위한 형태 및 사이즈를 갖는, 챔버에 결합된 회로 카드들을 구비한 몇몇 모듈형 증기 챔버(1710, 1720, 1730 및 1740)들이 있다. 상기 모듈형 증기 챔버(1720, 1730)에 대한 회로 카드들은 열을 방산하기 위해 어셈블리(1750)를 둘러싼 외부 펀(fin)들을 구비한 열 관리 어셈블리(1750)를 따라 적층된다. 도 17c는 외부 표면 전체에서의 열 방산(heat dissipation)을 감안하여 원형 형태에서 방사상으로(radially) 배치된 회로 카드들을 갖는 모듈형 증기 챔버들을 구비한 열 관리 어셈블리(1700)를 나타낸다.

[0052] 도 18은 시스템(1800)의 새시를 형성하기 위해 평면적으로 조립되는 둘 이상의 분할된(partitioned) 증기 챔버(1810, 1820, 1830 및 1840)들을 포함하는 예컨대 원형의, 정사각형의 또는 직사각형의, 평면 어셈블리로서의 열 관리 시스템(1800)을 나타낸다. 다시 도 18을 보면, 상기 조립된 열 관리 시스템(1800)은 평면의 관점에서 분할된 다수의 모듈/증기 챔버(1810, 1820, 1830 및 1840)들을 포함하는 열 프레임을 갖는다. 한 예에서, 일반적인(typical) 열 프레임 유닛은 증기 챔버들을 각각의 회로 카드들과 연결시키면서 평면적으로(in a planar manner) 정렬되고 열 관리 시스템(1800)에 열적 및 구조적인 지원을 제공하도록 조립된 몇몇 증기 챔버(1810, 1820, 1830 및 1840)들로 교체될 수 있다. 이 구성에서, 십자어 만약 증기 챔버(1810, 1820, 1830 및 1840)들 중 하나가 없어지더라도(punctured), 다른 증기 챔버들이 계속해서 전자 장치들을 지원하고 생각시킨다. 그러한 시스템 구조는 반복 및 중요한 과제의 시작(critical mission initiative)을 지원한다.

[0053] 도 19a-c는 컨포멀(conformal)한, 리버스컨포멀(reverse-conformal)한 및 커스텀컨포멀(custom-conformal)한 구성을 포함하여, 회로 전자 장치들을 감싸기 위한 3D 증기 챔버들의 여러가지 표면의 기하학적 구조(surface geometries)를 나타낸다. 한 예에서, 전자 부품과 증기 챔버의 부품면 간의 거리 또는 갭은 5-12 미크론이다. 도 19a에서, 열 관리 구조체(1910)는 효율적인 열 전달을 위해 증기 챔버를 부품(1925)들과 근접하도록 유지하면서 3D 증기 챔버(1915)의 부품 면의 기하학적 구조(component surface geometry)가 회로 카드(1920) 및 부품(1925)들에 거의 커스텀화도록 커스터마이즈(customize)된다. 한 예에서 증기 챔버의 부품 면은 부품들의 가장 위쪽 표면과 상기 부품들의 하나 이상의 면(side)간의 전도 결합(conductive coupling)을 제공한다.

[0054] 도 19b에서, 상기 열 관리 구조체(1940)는 새시와 다른 카드들의 통합에 대한 디자인 기준을 따라가면서(keep with) 3D 증기 챔버(1945)의 표면쪽(surface side)이 회로 카드(1950) 및 부품(1955)들에 대해 리버스컨포멀하도록 커스터마이즈된다. 그러한 구성에서, 상기 증기 챔버 케이스는 내려가(lift down) 전자 부품(1955)들에 접근한다. 특정한 응용에서의 이러한 배열(arrangement)은 워 구조체를 통한 액체의 모세관식 운송(capillary transport)을 돋는다.

[0055] 도 19c에 도시되어 있는 추가적인 일례에서, 열 관리 구조체(1960)는 열 전달을 증가시키고 증기 챔버(1965)에 의하여 부품들, 특히 가장 많은 열을 발생시키는 부품(1975)들의 횡단면 범위(cross section coverage)를 최적화하도록, 3D 증기 챔버(1965)의 표면쪽이 회로 카드(1970) 및 부품(1975)들에 커스텀-핏(custom-fit)하도록 커스터마이즈된다.

[0056] 열 관리 시스템(1910, 1940 및 1960)들에 대한 이러한 예시들 각각에서, 3D 증기 챔버(1915, 1945 및 1965)들 표면의 기하학적 구조를 회로 카드 부품들에 커스터마이즈하는 능력을 열 관리를 최적화하고 더 높은 밀도의 부품들 및 더 높은 온도를 갖는 부품들을 허용한다. 한 예에서의 상기 회로 카드(1920, 1950 및 1970)들과 부품(1925, 1955 및 1975)들은 복수의 보드(board)가 단일 열 프레임 설계에 의해 수용되도록 표준 레이아웃을 가진다. 추가로, 대응하는 장착 특징부(feature)들(보이지 않음)의 그들 각각의 열 프레임(보이지 않음)에 통합한 디자인이 보드(1920, 1950 및 1970)들과의 개선된 접속(mating)을 허용하여, 그에 의해 종래의 웨지락을 없앤다. 더욱이, 핀들(보이지 않음) 및 새시(보이지 않음)를 열 프레임(보이지 않음)에 통합하여 디자인하는 능력은 특정한 회로 카드들 및 부품들을 위해 의도된 열 방산에 대한 커스터마이제이션(customization)을 허용한다. 상기 열 관리 구조체(1910, 1940 및 1960)의 결과는 열적 특성이 높지 않을 때 더 적은 열 프레임들을 허용하고 더 많은 열을 발생시키는 부품들에 대하여 더 많은 열 프레임들 및 핀들을 허용하는 것이다. 한 예에 따르면, 상기 통합된 열 관리 구조체(1910, 1940 및 1960) 내의 3D 증기 챔버(1915, 1945 및 1965)들은 3D 프린팅과 같은 부가적 가공 기술을 사용하여 만들어진다.

[0057] 도 20은 수평면에서의 증기 챔버 구분의 대안적인 구성을 나타낸다. 도 20을 보면, 그러한 열 관리 시스템(2000)은 더 크고 구분된 증기 챔버(2010)를 포함한다. 더 큰 증기 챔버(2000)는 몇몇 칸(2020, 2030, 2040, 2050)들로, 또 분할(2060, 2070)들을 등을 사용하여 구분된다. 상기 칸(2020, 2030, 2040, 2050)들은 디자인 목적에 따라 사이즈가 같거나 같지 않을 수 있다. 게다가, 칸(2020, 2030, 2040, 2050)들 각각은 각각의 증기 챔버에 결합된 특유의 전자장치들을 다루고(serve)/냉각하도록 디자인될 수 있다. 상기 증기 챔버의 구분은 만약 하나 이상의 칸들이 손상되(compromise)더라도 적어도 일부의 증기 챔버가 기능하도록 허용한다. 동시에, 상기 칸(2020, 2030, 2040, 2050)들은 공통의 경계벽들을 공유하고 더 큰 증기 챔버(2010)의 구조적 통합 및 경직(rigidity)에 의해 통합될(unify) 수 있다.

[0058] 도 21a-f는 유연한(compliant) 벽 및 워 구조체를 구비한 모듈형 증기 챔버의 다른 예시들이다. 도 21a를 보면, 모듈형 증기 챔버(2100)는 벽(증기 챔버 케이스, 2110) 및 워 구조체(2130 및 2140)들을 포함한다. 상기 벽(2110)에 대해 말하자면, 벽은 치우친(angled) 직사각형(2120)으로 나타나는 전자 부품들의 위쪽에 합치한다. 상기 직사각형(2120)은 전자 부품들이 제작 공차(manufacturing tolerance)로 인해 PCB에 대해 "기울어져(tipped)" 있기 때문에 일반적으로 치우쳐 있거나/비스듬하고, 따라서 수평이 아닌(non-horizontal) 상반면부(top-profile)를 가질 수 있다. 조작상, 증기 챔버 케이스(2110)는 치우친 상반면부에 맞출 필요가 있고 적어도 증기 챔버 케이스 벽의 영역은 유연하게 만들어진다. 증기 챔버 케이스(2110) 내의 봉우리(ridge, 2115)들의 과장된 표현이 소성 변형(plastic deformation) 없는 원하는 유연성(compliance)를 가능케 한다. 다른 예들에서, 벽(2110)에 더하여, 벽(2110)의 유연한 부분과 관련된 워 구조체(2140)들 또한 유연하게 만들어질 수 있다. 도 21a를 한번 더 보면, (2130)은 다수의 단단한/유연하지 않은 워 구조체들을 나타내고 (2140)은 다수의 유연한 워 구조체들을 나타낸다. 그로 인해(by construction), 일반적으로 영역(2130) 내의 워 구조체들은 내부적으로 서로 연결되는 반면 영역(2140) 내의 워 구조체들은 연결되지 않는다. 후술되는 바와 같이 이러한 증기 챔버 케

이스(2110) 및 웍 구조체(2140)들의 유연한 부분이 변경(permute)되고 결합될 수 있는 여러가지 방법이 있다.

[0059] 도 21b는 전체를 통틀어 균일한 공극(pore) 크기와 서로에 대하여 상대적으로 균일한 거리에 위치한 구조체 기둥(post)들을 갖는 웍 구조체(2140)를 구비한 모듈형 증기 챔버의 한 예를 나타낸다. 도 21c는 위쪽 부근에서는 작은 공극을, 증기 챔버 케이스 주변에서는 큰 공극을 갖는 웍 구조체(2140)를 구비한 모듈형 증기 챔버의 한 예를 나타낸다. 그러한 구성에서, 구조체 기둥(2155)들은 구조를 통틀어 위쪽에서는 상대적으로 작은(smaller) 캡이, 아래쪽에서는 큰(larger) 캡이 있도록 위치한다. 도 21d는 위쪽 부분에서는 큰 공극을, 증기 챔버 케이스 주변에서는 작은 공극을 갖는 웍 구조체(2140)를 구비한 모듈형 증기 챔버의 한 예를 나타낸다. 그러한 구성에서, 구조체 기둥(2165)들은 구조체를 통틀어 위쪽에는 상대적으로 큰 캡이, 아래쪽에서는 작은 캡이 있도록 위치한다. 게다가, 도 21e를 보면, 증기 챔버 케이스(2170) 내에서 유연하고 연결되지 않은 웍 구조체들(2175)은 오직 부품 영역에 국한된다. 더욱이, 도 21f를 보면, 연결되지 않은 웍 구조체들이 전체 연결되지 않은 웍 구조체(2185)들을 포함하는 증기 챔버 케이스(2180)를 따라 늘어서 증기 챔버 케이스(2180)를 유연하게 만든다.

[0060] 작동에 있어, 일 실시예에 따르면, 상기 열 관리 시스템은 하나의 부품면과 하나의 마주보는 증기면을 구비한 증기 챔버 케이스를 갖는 증기 챔버, 적어도 부품 면에 배치된 내부 웍 구조체들, 내부 작동 유체, 및 추가적인 내부 지지 구조체들을 포함한다. 한 예에서 상기 시스템은 단일한 통합 구조체로 만들어지며, 상기 케이스, 웍 구조체들, 및 내부 지지 구조체들은 3D 프린팅 또는 다른 부가적 가공 과정에 의해 형성되는 동안 통합적으로 형성된다. 상기 작동 유체는 일반적으로 상기 웍(wick)이 포화될(saturated) 때 까지 내부 구조체에 더해지며, 그 후 바깥쪽 케이스가 밀봉된다. 이 필링(filling) 과정은 상기 작동 유체를 상기 케이스 내로 들여온다. 특정한 예시들에서, 상기 유체의 일부는 액체 상태에 있을 것이고, 반면 일부는 증기 상태에 있을 것이다. 열 관리 시스템의 일 부분이 콜드 리저버(cold reservoir)에 열적으로 연결되고 다른 부분이 전자 부품과 같은 열 소스(heat source)에 연결될 때, 열은 열 소스로부터, 인접한 용기를 감싸는 벽(vessel envelope wall)을 통해, 액체로 포화된 인접한 웍 구조체로 전도된다. 이러한 열의 부가는 용기 내에서 액체 상태의 작동 유체를 증기 상태로 끓인다. 상기 과정은 열 파이프를 작동시키는 것과 유사하다.

[0061] 한 실시예에서, 웍 구조체는 매우 미세한(fine) 특징부들이 열 소스 주위에서 나타나 모세관력의 세기를 증가시키도록 제조(engineer)된다. 그러나, 상기 미세한 구조체는 높은 유체 저항을 갖는다. 따라서, 상기 콜드 리저버와 열 소스 사이의 웍 구조체는 유체 저항을 최소화하는 부드러운(smooth) 특징부들을 구비한 굵은(coarse) 구조체로 제작된다. 상기 미세하고 굵은 구조체들은 유체 수송율을 최대화하여 최적의 열량이 전달될 수 있도록 제작된다.

[0062] 또 다른 실시예에서, 상기 콜드 리저버 및 열 소스 사이의 웍 구조체는 증기 갭(gap) 가까이에 미세한(finer) 구조체들을, 용기 벽 가까이에 굵은 구조체들을 포함한다. 상기 미세한 구조체들은 웍을 통과하는 액체 상태의 작동 유체가 증기 공간(vapor space)을 반대 방향으로 통과하는 증기 상태의 작동 유체와 상호작용하는 것을 막는다. 상기 용기 벽 주위의 굵은 구조체들은 액체가 최소한의 압력 감소와 함께 웍을 통과하도록 한다. 한 예에서, 전자 부품으로부터 콜드 리저버에 이르는 열 경로(thermal path)는, 열 프레임으로부터 열을 방산시키기 위해, 웍 구조체 및 내부 지지 구조체들의 임의의 조합을 통한 모세관 작용의 도움으로 증기 챔버 내에 포함된(액체 및 증기의 임의의 혼합인) 작동 유체를 수송함으로써 강화된다.

[0063] 한 예의 어셈블리는 열적 능력(thermal capability)를 향상시키고 전체 구조체는 부품들에 컨포멀한 복잡한 기하학적 구조를 허용하기 위해 부가적 가공 기술을 사용하여 제작(fabricate)된다. 상기 도면들은 뜨거운 부품에 대하여 "포켓(pocket)들"을 가리키지만, 한 전형적인(exemplary) 실시예에서 증기 챔버 케이스는 필요에 따라 "포켓들", "평면(plane)들", 또는 "기둥(post)들"을 통해 뜨거운 부품에 "합치할(conform)" 수 있다. 한 예에 따르면 상기 웍 구조체는 두께 방향으로 불균일 웍 지향적(non-uniform wick oriented)이다. 또 다른 예에서 웍 구조체는 두께 및 평면 방향을 갖는 불균일 웍이다.

[0064] 새시 내의 회로 카드에 대한 열 관리 시스템에서, 부품들은 장치에 열적으로 결합된 기생 열손실(parasitic heat loss)들을 갖는다. 전자장치들을 위한 적절한 동작 환경을 유지하기 위하여 이러한 손실들이 제거된다. 한 예에서 현 시스템은 열을 부품으로부터 예컨대 콜드 싱크 리저버(cold sink reservoir)로 이동시키고, 따라서 부품을 저온으로 유지한다.

[0065] 현 시스템은 시스템의 무게를 유지하거나 감소시키면서 이러한 열 경로(thermal path)의 열 저항을 감소시킨다. 현 시스템의 특정한 기술적 이점들은 낮은 무게, 낮은 열 저항, 비한정적인 모양 및 폼 팩터(form factor), 통합된 단일 부분 건설(unitary single piece construction)을 포함한다. 상업적인 이점은 커스텀 디자인, 낮은 비용, 및 더 많은 능력과 같은 부피 내의 더 큰 열적 원소들을 포함한다.

[0066]

위의 설명들은 예시적이지, 한정적이지 않도록 의도된 것으로 이해될 것이다. 예를 들어, 위에 서술된 실시예들(및/또는 그 양태들)은 서로와 조합하여 사용될 수 있다. 추가로, 여러가지 실시예들의 범위로부터 출발하지 않으면서 여러 실시예들의 가르침에 맞추도록 특정한 상황 또는 자료(material)에 대해 여러 수정이 가능할 수 있다. 여기에 서술된 자료들의 규모(dimension) 및 유형들이 여러가지 실시예들의 파라미터(parameter)들을 정의하도록 의도하지만, 그들은 결코 한정하는 것이 아니고 단지 본보기일(exemplary) 뿐이다. 다른 많은 실시예들은 당업자들에게 있어 위의 설명을 검토하자마자 명백할 것이다. 여러가지 실시예들의 범위는 따라서 첨부된 특허청구범위를 참조하여, 그러한 특허청구범위가 주어지는(entitled) 균등범위를 따라 결정되어야만 한다. 첨부된 특허청구범위에서, 용어 "including" 및 "in which"는 각각 용어 "comprising" 및 "wherein"의 쉬운 영어(plain-English)로서 사용된다. 게다가, 다음의 특허청구범위에서, 용어 "제1(first)", "제2(second)" 및 "제3(third)" 같은 단지 표지(label)로서 사용된 것이고, 그들의 대상(object)에 대해 수적인(numerical) 요구사항을 부과하도록 의도된 것이 아니다.

[0067]

나아가, 다음의 특허청구범위의 한정은 기능식(mean-plus-function) 포맷으로 기재되지 않았고, 그러한 청구범위의 제한(claim limitation)이 추가적인 구조가 전혀 없는 기능에 관한 절(statement of function)이 뒷따르는 구(pharse) "~를 위한 수단(means for)"를 명시적으로 사용하지 않는 한, 그리고 사용하기 전까지는 미국특허법(35 U.S.C.) 112조, 6번째 절에 근거하여 해석되도록 의도되지 않는다. 위에서 서술된 그러한 모든 대상 또는 이점들이 반드시 어떤 특정 실시예에 따라 달성되어야 하는 것이 아님이 이해될 것이다. 따라서, 예컨대, 당업자들은 여기서 서술된 상기 시스템들 및 기술들이, 반드시 다른 대상 또는 장점들을 여기에서 가르친 또는 제시한 대로 달성해야하는 것이 아니라, 여기서 가르친 하나의 이점 또는 여러 이점(group of advantages)을 달성 또는 최적화하는 방식으로 구현되거나 수행될 수 있다는 것을 인식할 것이다.

[0068]

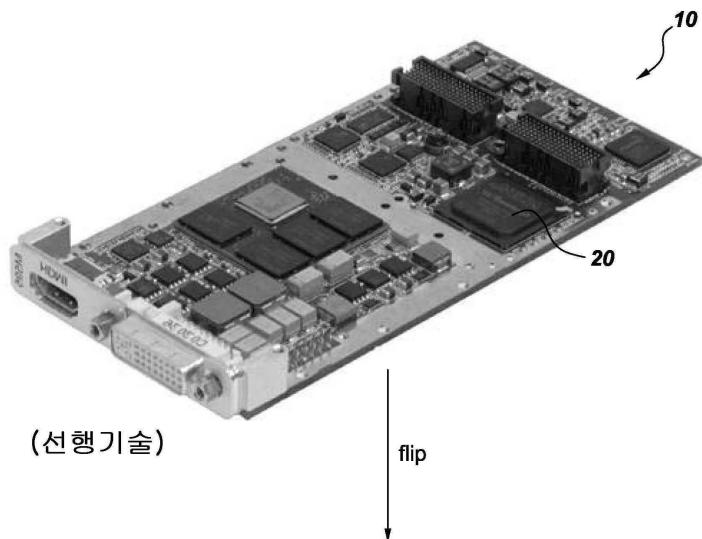
상기 발명이 단지 한정적인 수의 실시예들과 연관지어 상세히 서술되었지만, 발명이 그러한 개시된 실시예들에 한정되지 않음이 손쉽게 이해되어야 한다. 오히려, 상기 발명은 임의의 수의 변형(variation)들, 변화(alteration)들, 치환(substitution)들 또는 지금까지는 서술되지 않았지만 발명의 정신(spirit) 및 범위에 어울리는 균등한 방식(arrangement)들을 포함하도록 수정될 수 있다. 추가적으로, 발명의 여러가지 실시예들이 서술되었지만, 본 발명의 개시의 양태들이 상기 서술한 실시예들중 오직 일부만을 포함할 수 있음이 이해될 것이다. 따라서, 상기 발명은 지금까지의 서술에 한정되는 것처럼 보이지 않을 것이고, 단지 첨부된 특허청구범위의 범위에 의해서만 한정된다.

[0069]

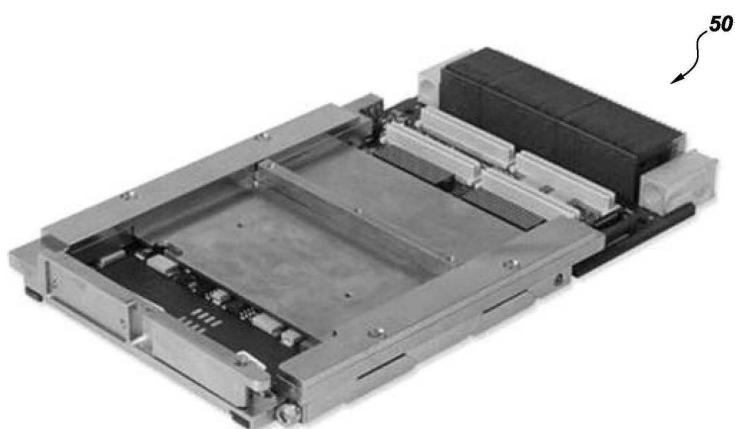
이 기재된 설명은 최적의 방식(best mode)를 포함해 본 발명을 개시하는 예시들을 사용하고, 또한 임의의 장치 또는 시스템을 만들고 사용하고 임의의 포함된 방법들을 수행하는 것을 포함하여, 임의의 당업자들로 하여금 발명을 수행할 수 있도록 할 것이다. 상기 발명의 특허를 받을 수 있는 범위는 특허청구범위에 의해 정의되고, 당업자들에게 일어날 수 있는 다른 예시들을 포함할 수 있다. 그러한 다른 예시들은 만약 예시들이 특허청구범위의 문자 그대로의 언어(literal language)와 다르지 않은 구조적인 요소들을 갖거나, 또는 만약 예시들이 특허청구범위의 문자 그대로의 언어와 크지 않은(insubstantial) 차이를 갖는 균등한 구조적 요소를 갖는다면 본 특허청구범위의 범위 내에 있는 것으로 의도된다.

도면

도면1a

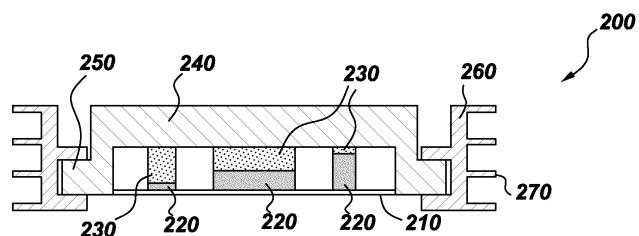


도면1b



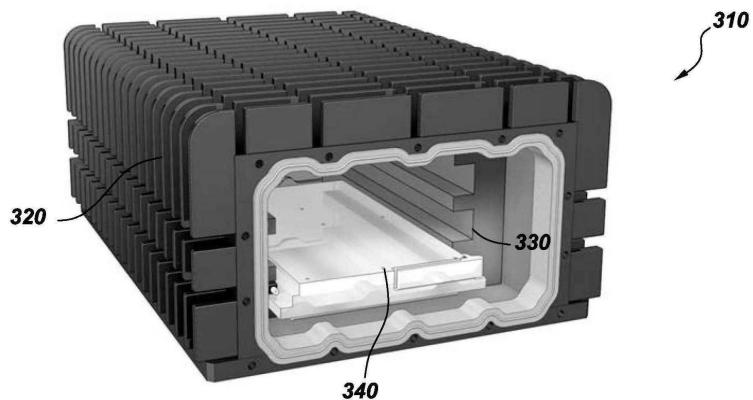
(선행기술)

도면2



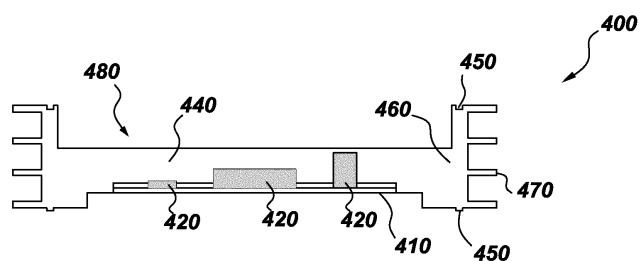
(선행기술)

도면3

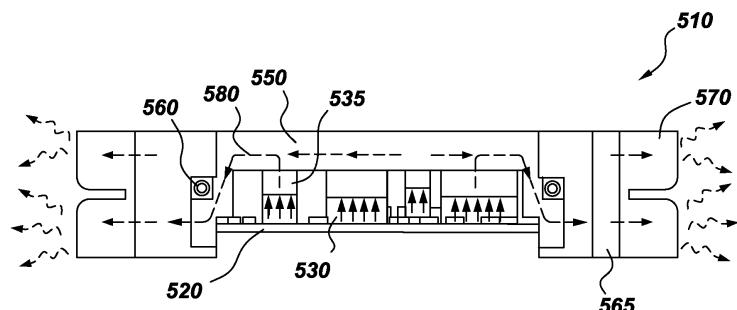


(선행기술)

도면4

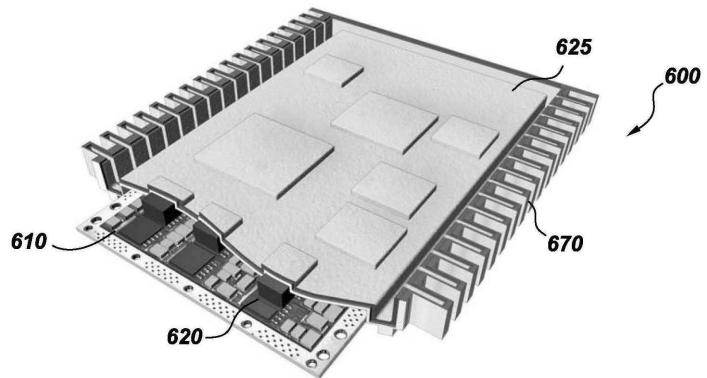


도면5

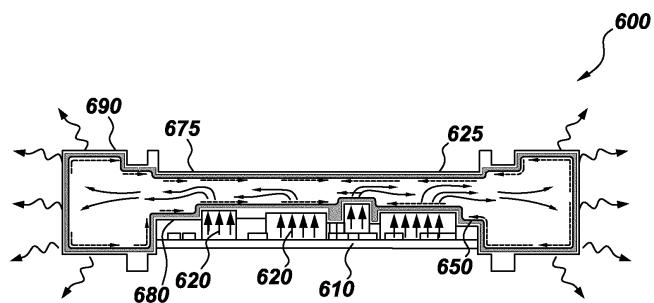


(선행기술)

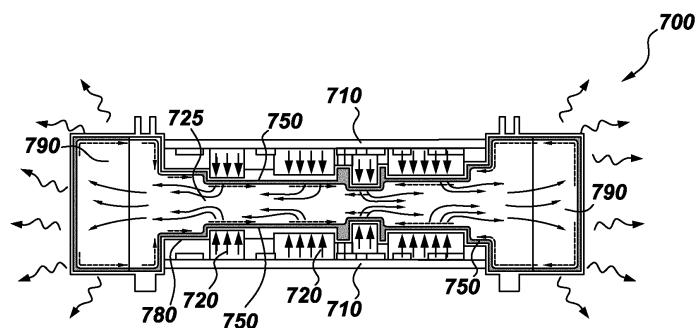
도면6a



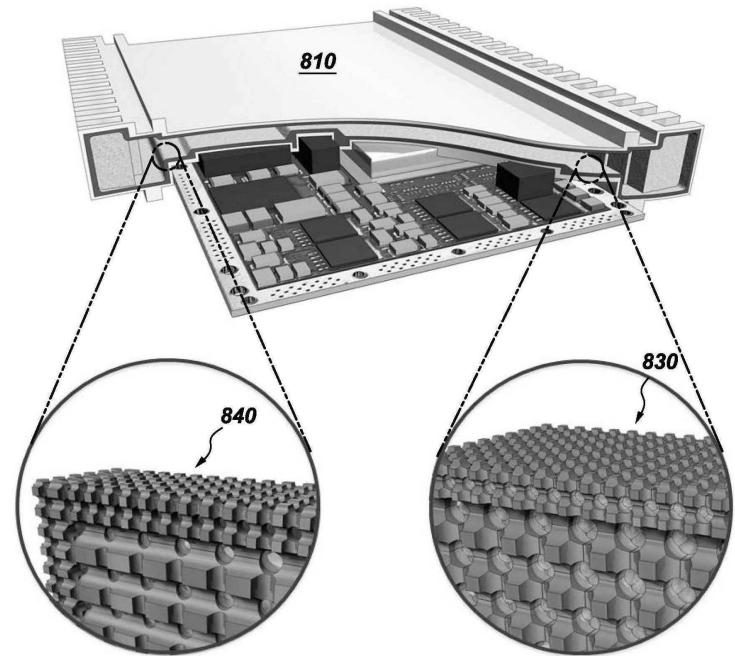
도면6b



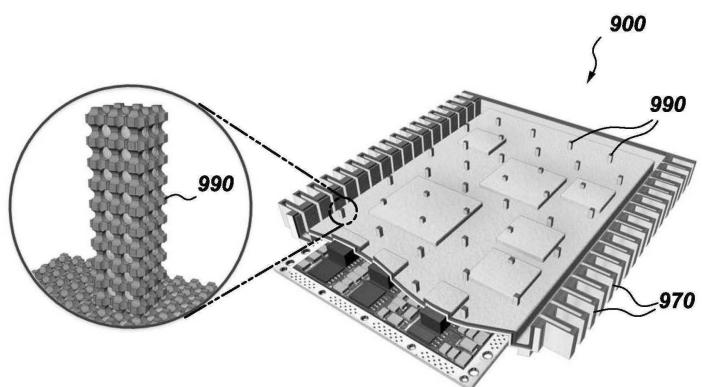
도면7



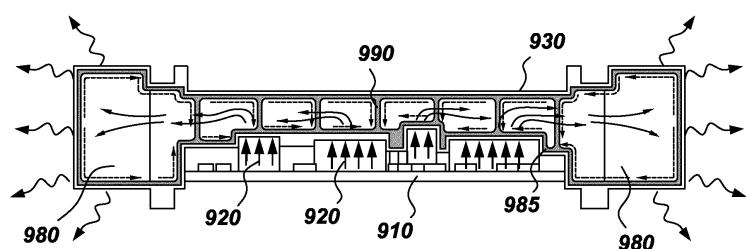
도면8



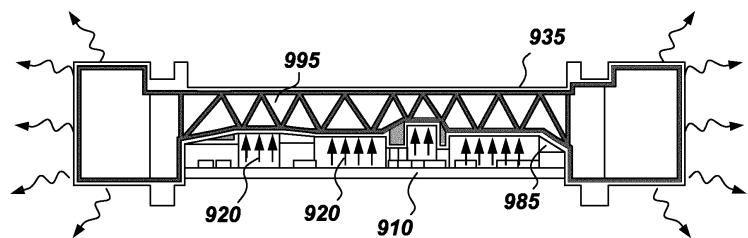
도면9a



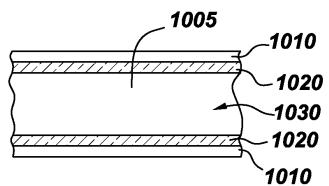
도면9b



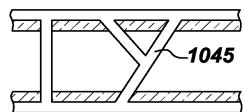
도면9c



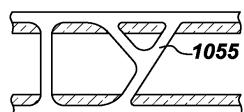
도면10a



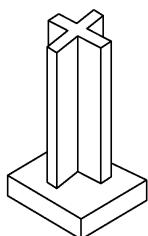
도면10b



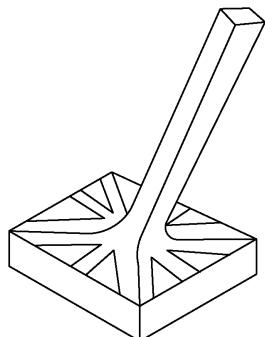
도면10c



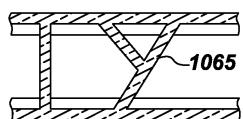
도면10d



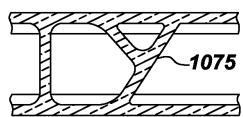
도면10e



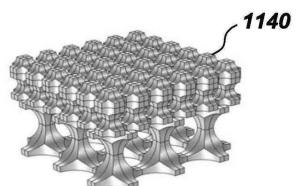
도면10f



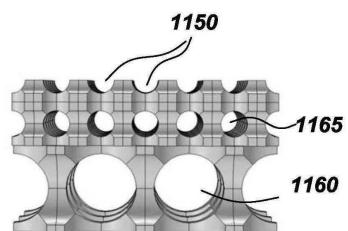
도면10g



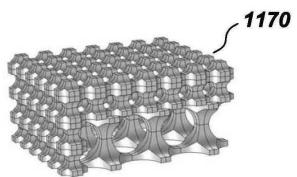
도면11a



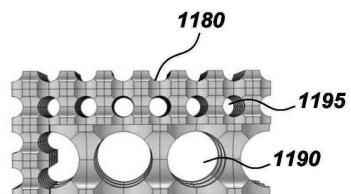
도면11b



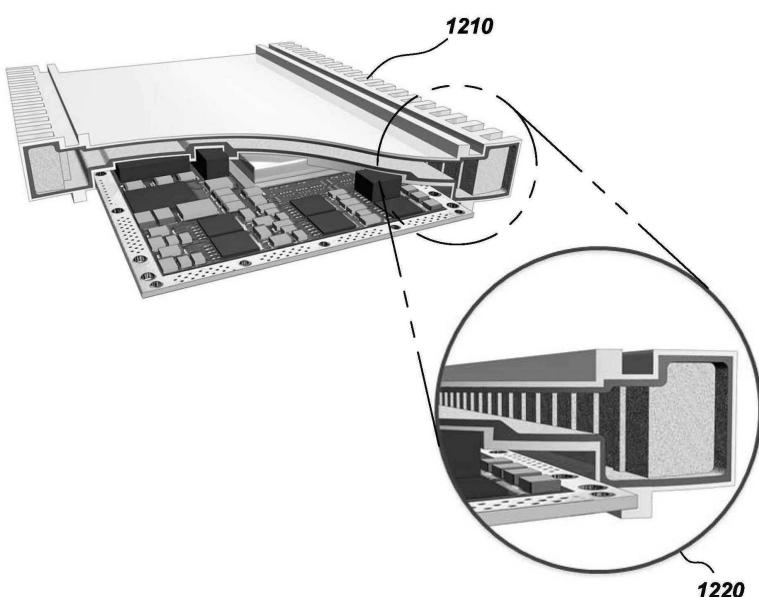
도면11c



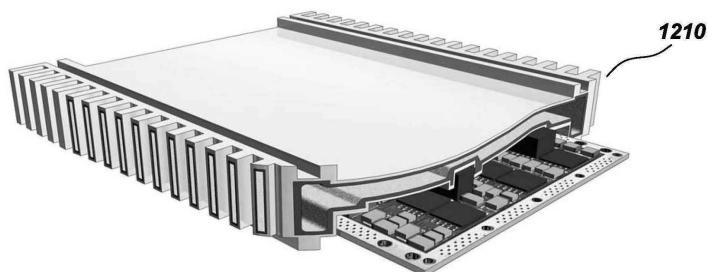
도면11d



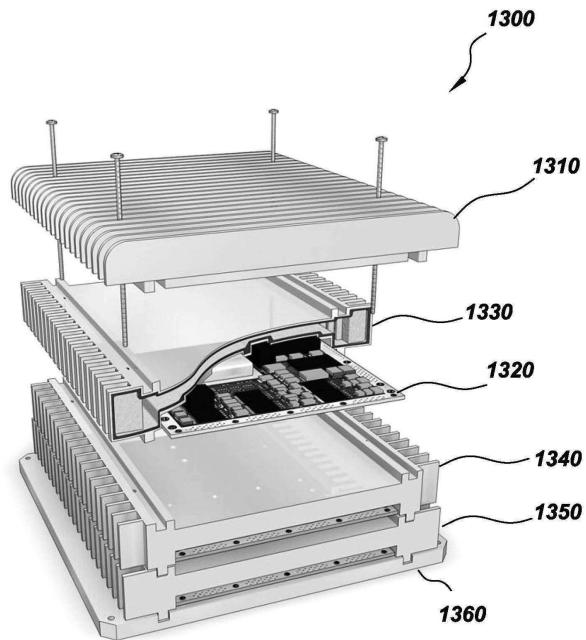
도면12a



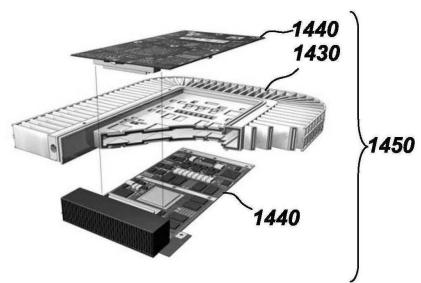
도면12b



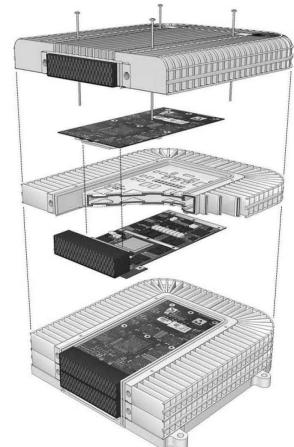
도면13



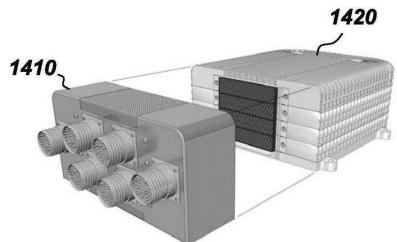
도면14a



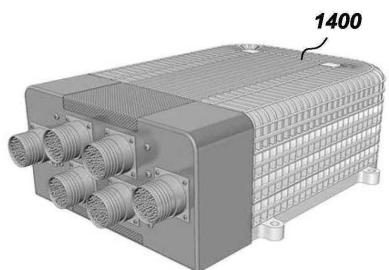
도면14b



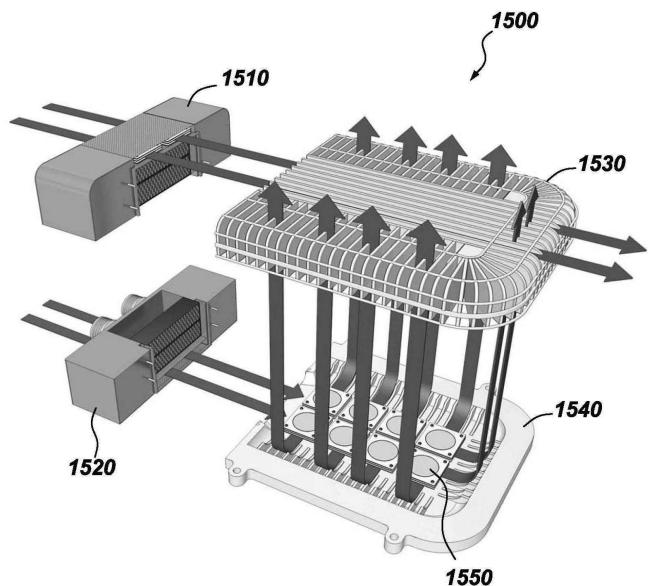
도면14c



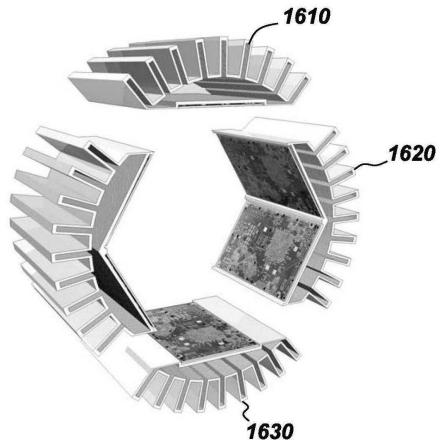
도면14d



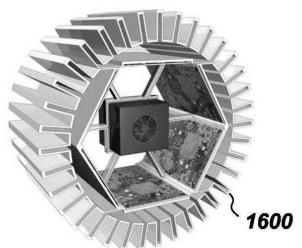
도면15



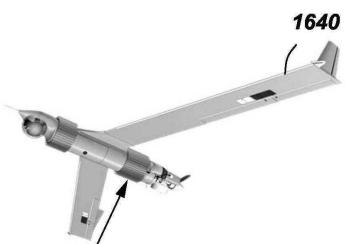
도면16a



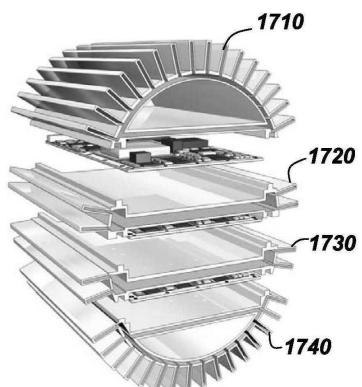
도면16b



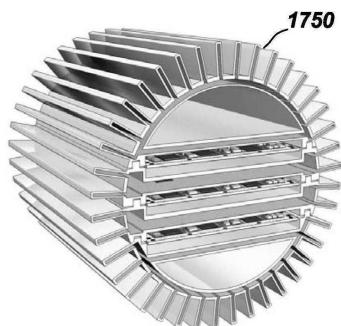
도면16c



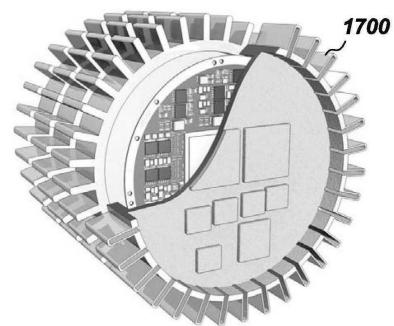
도면17a



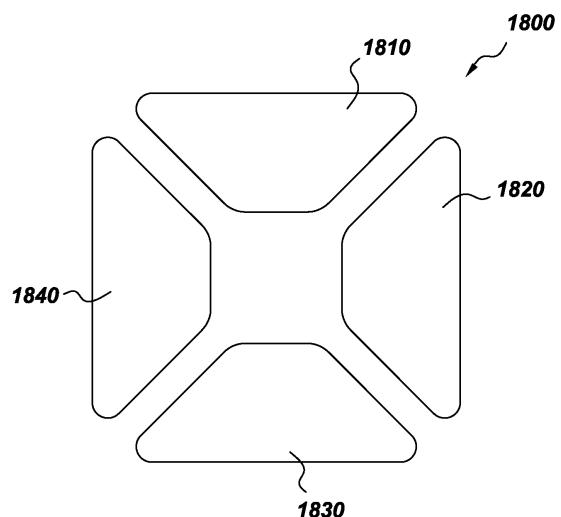
도면17b



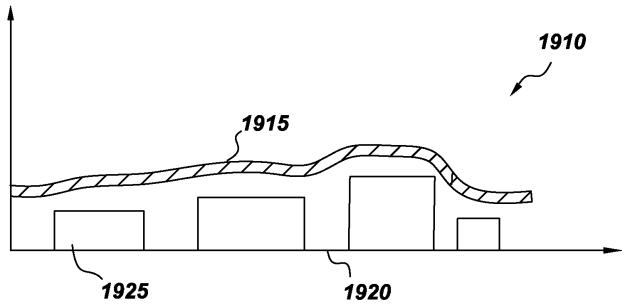
도면17c



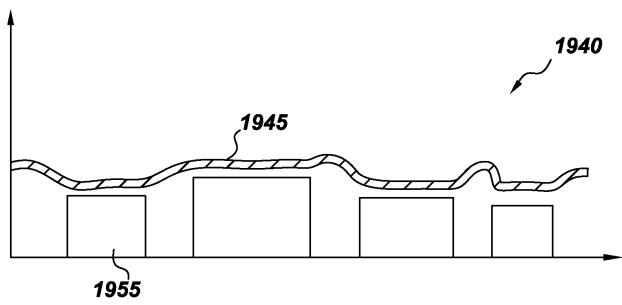
도면18



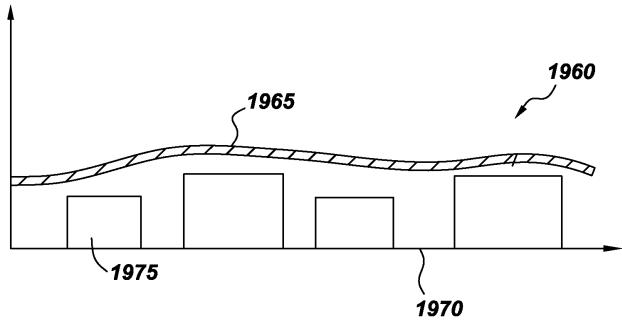
도면19a



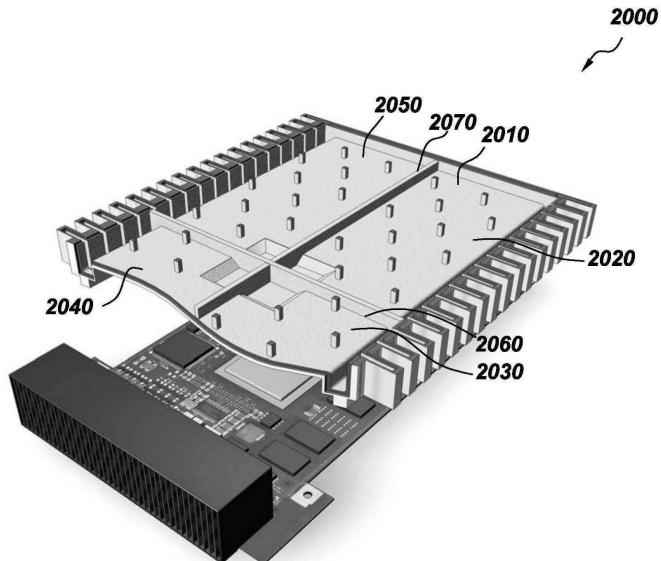
도면19b



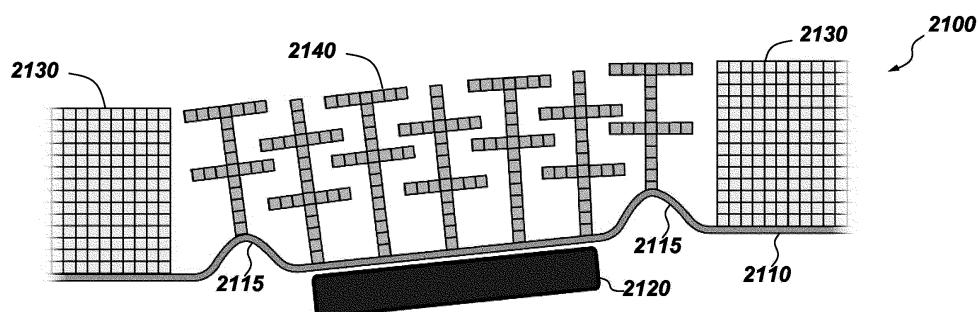
도면19c



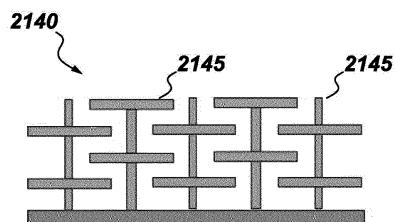
도면20



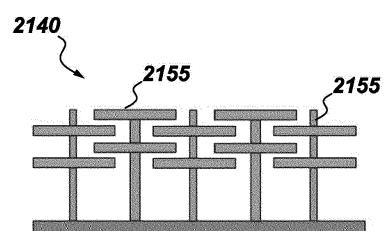
도면21a



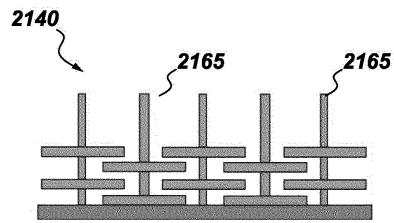
도면21b



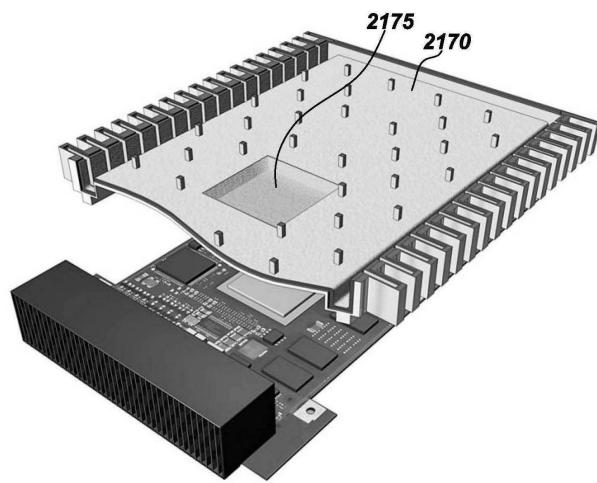
도면21c



도면21d



도면21e



도면21f

