



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년10월06일  
(11) 등록번호 10-1447761  
(24) 등록일자 2014년09월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G06F 1/20* (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2009-7011635  
(22) 출원일자(국제) 2007년10월26일  
    심사청구일자 2012년09월03일  
(85) 번역문제출일자 2009년06월05일  
(65) 공개번호 10-2009-0086243  
(43) 공개일자 2009년08월11일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2007/082642  
(87) 국제공개번호 WO 2008/073592  
    국제공개일자 2008년06월19일  
(30) 우선권주장  
    11/608,378 2006년12월08일 미국(US)

## (56) 선행기술조사문헌

JP2006522479 A\*  
US20060196638 A1\*  
US6901430 B1  
EP1020911 A

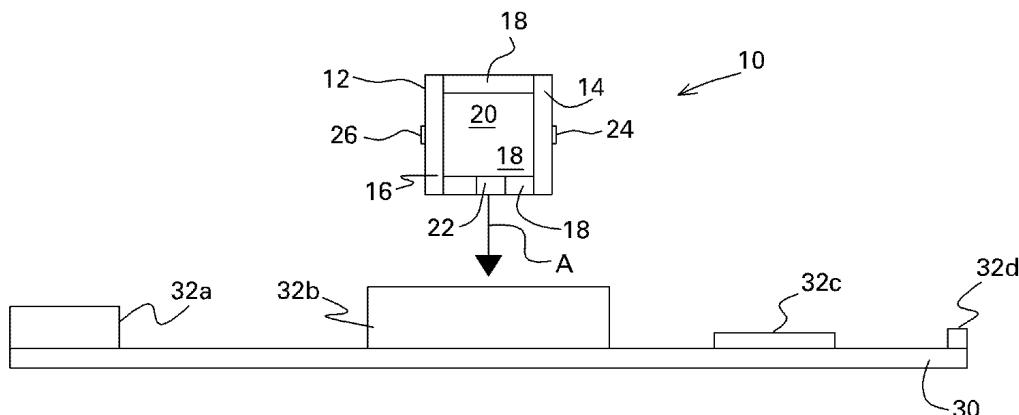
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 경연정

(54) 발명의 명칭 **임베디드 환경용 열관리 시스템 및 그것을 제조하는 방법****(57) 요약**

임베디드 환경용 열관리 시스템이 기술된다. 열관리 시스템은 챔버를 형성하는 적어도 하나의 벽과, 적어도 하나의 벽 상에 위치하는 적어도 하나의 압전 소자와, 적어도 하나의 벽 내에 위치하고 챔버를 둘러싸는 순응성재를 갖는 플루모-제트(pleumo-jet)를 포함한다. 순응성재는 상기 챔버와 임베디드 환경 사이의 유체 연통을 제공하는 적어도 하나의 개구를 갖는다. 냉각 시스템이 또한 기술된다. 플루모-제트를 제조하는 방법이 또한 기술된다.

**대 표 도**

(72) 발명자

우투르카르 요겐 비쉬와스

미국 뉴욕주 12110 라쌈 도어스톤 드라이브 6005에  
이

실리 찰스 애클린

미국 뉴욕주 12309 니스카유나 애쉬포드 레인 11

슬래튼 데이비드 쉐논

미국 엘라배마주 35803 헌츠빌 스너그 하버 드라이  
브 16505

루에첸바흐 윌리엄 헨리

미국 버지니아주 22901 샬롯테스빌 리버 인 레인  
1819

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

가열된 환경용의 열관리 시스템(10)에 있어서,

제 1 가요성 구조체(14);

제 2 가요성 구조체(16);

상기 제 1 및 제 2 가요성 구조체의 각각 상에 위치하며, 전기 자극으로부터 유래하는 응력을 생성할 수 있는 재료를 포함하는 적어도 하나의 활성 물질(24, 26); 및

상기 제 1 및 제 2 가요성 구조체 사이에 위치되고 챔버(20)를 형성하며, 상기 챔버와 주위 환경 사이의 유체 연통을 촉진하는 복수의 개구를 포함하는 순응성재(18)로서, 상기 개구는 주위 유체를 상이한 방향으로 지향시키도록 위치설정되는, 상기 순응성재(18)를 포함하며,

상기 시스템은 베이스(129) 위에 위치되며, 상기 베이스는, 상기 시스템을 둘러싸며 그리고 상기 베이스에 의해 지지되는 핀(fin)을 구비하는

열관리 시스템.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 순응성재는 탄성중합체 재료를 포함하는

열관리 시스템.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 활성 물질(24, 26)에 전류를 제공하는 전기 회로를 더 포함하는

열관리 시스템.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 전류는 낮은 조파(harmonics)를 나타내는 것인

열관리 시스템.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 전류는 사인파를 포함하는

열관리 시스템.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 열관리 시스템은, 단일 보드 컴퓨터, 프로그래밍 가능한 논리 제어기(programmable logic controllers, PLCs), 조작자 인터페이스 컴퓨터, 랙톱 컴퓨터, 휴대 전화, 개인 휴대 정보 단말기(personal digital assistants, PDAs) 및 개인용 포켓 컴퓨터 내의 상기 가열된 환경에서 사용될 수 있는

열관리 시스템.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,  
상기 가열된 환경은 적어도 하나의 가열된 물체를 포함하는  
열관리 시스템.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,  
상기 복수의 개구는 주위 유체를 상기 적어도 하나의 가열된 물체 바로 위로 지향시키도록 위치된  
열관리 시스템.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,  
상기 복수의 개구는 상기 적어도 하나의 가열된 물체의 상부 표면에 대해서 경사진 각도로 배치되는  
열관리 시스템.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

제 1 항에 있어서,  
상기 챔버는 원형 프로파일을 갖는  
열관리 시스템.

**청구항 12**

제 1 항에 있어서,  
상기 챔버는 직사각형 프로파일을 갖는  
열관리 시스템.

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

제 1 항에 있어서,  
적층 배열로 상기 베이스(129) 상에 위치된 복수의 상기 시스템을 포함하는  
열관리 시스템.

**청구항 15**

제 1 항에 있어서,  
상기 적어도 하나의 활성 물질은 압전 장치를 포함하는  
열관리 시스템.

**청구항 16**

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 열관리 시스템에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 임베디드 환경(embedded environment)에서 사용하기 위한 열관리 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

임베디드 전자 시스템을 갖는 환경(이하, 임베디드 환경 또는 가열된 환경이라 함)은 열관리에 난제를 제공한다. 그러한 시스템은 정상 작동의 일부로서 폐열을 생성하고, 이 폐열은 임베디드 전자기기의 적정 성능 및 신뢰성을 위해 제거되어야 한다. 임베디드 전자기기에 냉각을 제공하는 열관리 시스템의 설계는 공간 제한으로 인해 굉장히 난제이다. 임베디드 전자 시스템의 예는 단일 보드 컴퓨터, 프로그래밍 가능한 논리 제어기 (programmable logic controllers, PLCs), 조작자 인터페이스 컴퓨터, 랙톱 컴퓨터, 휴대 전화, PDAs(personal digital assistants), 개인용 포켓 컴퓨터, 및 열관리 시스템을 위해 이용 가능한 공간이 제한된 다른 소형 전자 장치를 포함한다. 전자 소자로부터 열의 제거를 돋기 위해 열관리 시스템으로서 수동 냉각 열 싱크(heat sink) 또는 강제 공기-냉각을 사용하는 것이 알려져 있다. 또한, 전자 소자에 의해 발생된 열을 전자 소자가 장착된 인쇄 회로 기판으로 전도시키고, 그것에 의해 더 작은 영역으로부터 더 큰 영역으로의 열의 이동을 제공하는 것이 알려져 있다.

### 발명의 상세한 설명

[0003]

본 발명은 플루모-제트(pleumo-jet)를 포함하는 가열된 환경용의 열관리 시스템에 관한 실시예를 포함한다. 플루모-제트는 챔버를 형성하는 적어도 하나의 벽과, 적어도 하나의 벽 상에 위치하는 적어도 하나의 활성 물질과, 적어도 하나의 벽 내에 위치하고 챔버를 둘러싸는 순응성 재를 포함한다. 순응성 재는 챔버와 가열된 환경 사이의 유체 연통을 촉진하는 적어도 하나의 개구를 갖는다.

[0004]

본 발명은 제 1 가요성 구조체와, 제 2 가요성 구조체와, 제 1 및 제 2 가요성 구조체 중 적어도 하나 상에 위치하는 적어도 하나의 활성 물질과, 제 1 및 제 2 가요성 구조체 사이에 위치되며 챔버를 형성하는 순응성 재를 포함하는 플루모-제트에 관한 실시예를 포함한다. 순응성 재는 챔버와 주위 환경 사이의 유체 연통을 촉진하는 적어도 하나의 개구를 포함한다.

[0005]

본 발명은 가열된 환경용의 냉각 시스템에 관한 실시예를 포함한다. 냉각 시스템은 하나의 자유 단부 및 하나의 고정 단부를 갖는 기판과, 기판 상에 위치된 적어도 하나의 압전 소자와, 적어도 하나의 압전 소자에 전류를 제공하는 전기 회로를 포함한다.

[0006]

본 발명은 플루모-제트를 제조하는 방법에 관한 실시예를 포함한다. 본 방법은 그 중 적어도 하나가 부착된 활성 물질(active material)을 갖는 한 쌍의 가요성 구조체를 마련하는 단계와, 한 쌍의 가요성 구조체 사이에 순응성 재를 부착하는 단계로서, 탄성중합체 재료는 적어도 하나의 개구를 갖는 상기 부착 단계와, 한 쌍의 가요성 구조체에 전기 접점을 부가하는 단계를 포함한다.

[0007]

이들 및 다른 이점과 특징이 첨부 도면과 관련하여 제공된 본 발명의 바람직한 실시예의 이하의 상세한 설명으로부터 더 용이하게 이해될 것이다.

### 실시예

[0018]

도 1 및 도 2를 참조하면, 단면으로 도시되고 냉각될 복수의 전자 소자(32a 내지 32d)를 갖는 인쇄 회로 기판 조립체(printed circuit board assembly, PCA)(30)에 가까이 배치된 플루모-제트(12)를 포함하는 열관리 시스템(10)이 도시된다. PCA(30)가 본 발명의 실시예에 관하여 도시되어 있지만, 열관리 시스템(10)은 임의의 적합한 임베디드 환경에서 사용될 수 있고, PCA(30)에 관한 도시는 단순히 묘사의 편의를 위한 것임을 이해하여야 한다. PCA(30)는 예를 들어 몇 개만 예를 들자면 단일 보드 컴퓨터, 프로그래밍 가능한 논리 제어기 (programmable logic controllers, PLCs), 랙톱 컴퓨터, 휴대 전화, PDAs(personal digital assistants), 개인용 포켓 컴퓨터와 같은 꽤 많은 소형 전자 장치 내의 가열된 환경에서 사용될 수 있다. 플루모-제트(12)는 그 것의 사용을 위해 적정하게 크기가 정해지고, 일반적으로 중규모(meso-scale) 또는 소규모(micro-scale)이다.

[0019]

플루모-제트(12)는 주위 공기의 맥동 유체 스트림이 장치(12)로부터 발생되고 냉각될 전자 소자(32a 내지 32d)에 지향될 수 있도록 위치설정된다. 도시된 바와 같이, 도 1에서, 주위 공기의 유체 스트림 또는 다른 유체가 방향(A)을 따라 냉각될 전자 소자(32b)를 향해 지향된다. 변형적으로, 플루모-제트(12)는 주위 공기의 유체 스트림을 방향(B)을 따라 냉각될 전자 소자(32b)를 향해 지향시키도록 위치설정될 수도 있다(도 2).

[0020]

플루모-제트(12)는 제 1 구조체 또는 벽(14) 및 제 2 구조체 또는 벽(16)을 포함한다. 벽(14, 16)은 예를 들어

금속, 포일(foil), 플라스틱 또는 중합체 복합 재료와 같은 가요성 재료로 형성된다. 순응성재(18)가 한 쌍의 벽(14, 16) 사이에 위치되고, 벽(14, 16)과 순응성재(18)의 조합이 챔버(20)를 형성한다. 적어도 하나의 개구(22)가 챔버(20)와 장치(12) 외측의 환경 사이에 채널을 제공한다. 비록 한 쌍의 대향 벽(14, 16)이 도시되었지만, 2개의 벽 대신에, 순응성재(18)와 함께 단일 벽(실린더를 형성하도록 둘러쌈)이 플루모-제트(12)와 같은 플루모-제트를 형성할 수도 있다.

[0021] 예를 들어 압전 재료와 같은 활성 물질이 벽(14, 16) 중 적어도 하나 상에 위치된다. 도시된 바와 같이, 활성 물질(24, 26)은 각각 벽(14, 16) 상에 위치된다. 적합한 활성 물질은 전기 자극으로부터 유래하는 응력을 생성할 수 있는 것이다. 적합한 활성 물질의 예는 압전 재료, 자기변형 재료(코일로부터의 자계가 서로를 끌어당기거나 대향함), 형상-기억 핵금 및 모터 임밸런스(motor imbalance)(질량 임밸런스를 갖는 모터가 진동 운동을 생성함)를 포함한다. 압전 재료의 부분 집합 내에, 적합한 활성 물질은 2개의 피에조 층이 위상차로 활성화되어 급힘이 생성하는 바이몰프 압전 구성(bimorph piezoelectric configuration), 하나의 피에조 층이 미리 응력이 가해진 스테인리스 스틸 심(shim) 상에 배치되는 선더 구성(thunder configuration), 하나의 피에조 층이 활동 심 상에 배치되는 부저 요소 구성, 및 가요성 회로 상의 피에조 섬유 복합재료가 심에 접착되는 MFC 구성을 포함한다.

[0022] 활성 물질(24, 26)은 세라믹 재료를 포함할 수 있다. 전기 회로(도 8에 개략적으로 도시됨)는 플루모-제트(12)에 부착되어 활성 물질(24, 26) 중 하나 또는 둘 모두에 전류를 제공한다. 전류는 사인파, 구형파(square wave), 삼각파 또는 임의의 다른 적합한 파형으로서 제공될 수 있으며, 전류가 임의의 특정 파형에 한정되어서는 안됨을 이해하여야 한다. 구체적으로, 예를 들어 사인파와 같이 더 낮은 조파(harmonics)를 갖는 전류가 더 조용한 플루모-제트(12)를 제공하기 위해 사용될 수 있음을 발견하였다.

[0023] 도 3 및 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 열관리 시스템(110)을 도시한다. 열관리 시스템(110)은 적층 배열로 복수의 플루모-제트를 갖는 플루모-제트 시스템(111)을 포함한다. 도시된 바와 같이, 플루모-제트 시스템(111)은 적층 배열로 플루모-제트(112a, 112b, 112c)를 포함한다. 플루모-제트(112c)는 베이스(129) 위에 위치되고, 하나 이상의 지지체(127)로 그 위치에서 지지된다. 플루모-제트(112a, 112b, 112c)는 개구를 선택적으로 제외하고는 플루모-제트(12)(도 1 및 도 2)와 유사한 구성을 갖는다. 구체적으로, 각각의 플루모-제트(112a, 112b, 112c)는 챔버(120)를 형성하는 가요성 벽 및 순응성재를 포함하고, 각각의 가요성 벽은 하나 이상의 활성 물질(도시되지 않음)을 갖는다. 플루모-제트(112a, 112b, 112c) 사이의 지지체는 활성 물질을 각 플루모-제트의 가요성 벽 중 하나 또는 둘 모두 상에 수용하기에 충분한 공간을 제공하기 위해 필요하다.

[0024] 각각의 플루모-제트(112a, 112b, 112c)는 순응성재를 통해 챔버(120)로부터 연장하는 단일 개구(122)를 포함할 수 있다. 플루모-제트 시스템(111)은 각각의 플루모-제트(112a, 112b, 112c)의 단일 개구(122) 각각이 동일 방향으로 위치되도록 배열될 수 있다(도 4). 변형적으로, 단일 개구(122) 각각은 나머지 단일 개구(122)와 상이한 방향으로 주위 공기를 지향시키도록 위치될 수도 있다(도 3). 임의의 2개의 인접 개구(122)의 경우, 개구(122) 사이의 분리는  $0^\circ$  초과 내지  $90^\circ$  미만의 범위일 수 있다. 일 실시예에서, 인접 개구(122)는 약  $5^\circ$  내지 약  $45^\circ$  범위만큼 분리될 수 있다.

[0025] 플루모-제트(112a, 112b, 112c)는 베이스(129) 상에 지지된 핀(fin)(128)에 의해 둘러싸인다. 핀(128)은 전자 소자(32a 내지 32d)를 냉각시키기 위해 열전달을 위한 표면적을 증가시키는 것을 돋는다. 전술된 플루모-제트(12)에서와 같이, 플루모-제트(112a, 112b, 112c)는 주위 공기의 스트림을 형성하기 위해 예를 들어 압전 재료(도시되지 않음)와 같은 활성 물질을 이용한다. 요약하면, 전기 회로(도 8에 도시됨)로부터의 전류가 활성 물질에 의해 받아들여지고, 기계적 에너지로 변형된다. 전류는 사인파, 구형파, 삼각파, 또는 임의의 다른 적합한 파형의 형상을 취할 수 있다. 전류에 대한 전압 수준은 1볼트 내지 150볼트 사이일 수 있지만, 이에 한정되지 않는다. 전류의 주파수는 감소된 노이즈를 필요로 하는 실시예의 경우 2Hz 내지 300Hz일 수 있으며, 감소된 노이즈 수준을 필요로 하지 않는 실시예의 경우 300Hz 내지 15kHz일 수 있다.

[0026] 활성 물질은 가요성 벽 상에 응력을 생성하고, 이것은 가요성 벽이 한쪽으로 구부러지게 하며 - 이것은 챔버 체적 변화 및 챔버(120) 내로의 주위 공기의 유입으로 귀착됨 - 그 다음에 바깥쪽으로 구부러지게 하고, 이것에 의해 개구(122)를 통해 챔버(120)로부터 주위 공기를 분출시킨다.

[0027] 플루모-제트 시스템의 다른 변형 실시예가 도 5에 도시된다. 구체적으로, 플루모-제트 시스템(211)은 플루모-제트(212)를 지지하는 베이스(229)를 포함하는 것으로 도시된다. 플루모-제트(212)는 상이한 반경방향으로 바깥쪽으로 각각 연장하는 복수의 개구(222)를 갖는다. 활성 물질(224)은 플루모-제트(212)의 가요성 벽의 표면 상에 도시된다. 임의의 2개의 인접 개구(222)의 경우, 개구(222) 사이의 분리는  $0^\circ$  초과 내지  $90^\circ$  미만의

범위일 수 있다. 일 실시예에서, 인접 개구(222)는 약 5° 내지 약 45° 의 범위만큼 분리될 수 있다.

[0028] 도 6 및 도 7은 플루모-제트(312)를 도시한다. 플루모-제트(312)는 제 1 가요성 벽 또는 구조체(314), 제 2 가요성 벽 또는 구조체(316), 및 가요성 벽(314, 316) 사이에 위치된 순응성재(318)를 포함한다. 벽(314, 316)은 직사각형 형상이고, 순응성재(318)와 함께 챔버(도시되지 않음)를 형성한다. 개구(322)는 순응성재(318)를 통해 챔버로부터 주위 환경으로 연장한다. 활성 물질(324)이 벽(314) 상에 위치되고, 선택적으로 활성 물질(326)은 벽(316) 상에 위치될 수 있다. 활성 물질은 전기 회로(도시되지 않음)에 의해 제공된 전류에 의해 활성화되어 벽(들)[314(및 316)] 상에 응력을 생성함으로써 챔버 내로의 주위 공기의 흡입 및 챔버로부터 주위의 가열된 환경으로의 주위 공기의 방출을 허용할 수 있다.

[0029] 도 8 및 도 9는 열관리 시스템의 다른 실시예를 도시한다. 열관리 시스템(410)은 냉각될 전자 소자(32a 내지 32d)를 포함하는 PCA(30)와 작동 관계에 있는 피에조 팬 장치(piezo fan apparatus)(412)를 포함하는 것으로 도시된다. 피에조 팬 장치(412)는 하나의 자유 단부와 지지 부재(420)에 고정된 하나의 단부를 포함한다. 피에조 팬 장치는 기판(414)과 활성 물질(416)을 포함한다. 활성 물질(416)은 예를 들어 피에조세라믹(piezoceramic) 재료를 이용할 수 있다.

[0030] 전기 회로(418)는 피에조 팬 장치(412)에 접속된다. 피에조 팬 장치(412)를 통해 전류를 흘리는 것은 활성 물질(416)을 통해 전하를 보낸다. 활성 물질(416)은 기판(414) 상에 응력을 생성함으로써 전기 에너지를 기계적 에너지로 변환하고, 이것은 고정 단부를 중심으로 회전하게 한다. 이것은, 냉각될 전자 소자(32a 내지 32d)에 관한 피에조 팬 장치(412)의 위치설정에 따라, 방향(C)(도 8) 또는 방향(D)(도 9)으로 이동하는 주위 공기의 흐름을 생성한다.

[0031] 다음, 그리고 도 10을 구체적으로 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 플루모-제트를 형성하는 공정이 논의될 것이다. 단계(500)에서, 한 쌍의 가요성 구조체가 마련된다. 가요성 구조체는 금속성일 수 있거나, 플라스틱 또는 중합체 복합 재료와 같은 비금속성일 수 있다. 가요성 구조체의 예는 가요성 벽(14, 16)(도 1 및 도 2)과 가요성 벽(314, 316)(도 6 및 도 7)을 포함한다. 가요성 구조체 중 하나 또는 둘 모두는 그곳에 부가되는 전기 자극에 의해 활성화 가능한 활성 물질을 필요로 한다. 활성 물질의 적합한 예는 재료(24, 26)(도 1 및 도 2)와 재료(324, 326)(도 6 및 도 7)를 포함한다.

[0032] 단계(505)에서, 순응성재가 가요성 구조체 사이에 부착된다. 순응성재는 순응성재(18)(도 1 및 도 2) 또는 순응성재(318)(도 6 및 도 7)일 수 있다. 순응성재는 가요성 구조체 사이에 챔버를 형성하는 형태로 제공되어야 한다. 순응성재를 제공하는 하나의 공정은 액체 또는 반액체 형태의 순응성재를 가요성 구조체 중 하나 상으로 분배하고, 다른 전도성 구조체를 순응성재 상에 위치시키며, 순응성재를 건조되게 하는 것이다. 액체 실리콘계 재료가 그러한 공정에 적합할 것이다. 순응성재를 제공하는 다른 공정은 순응성재의 사전 제조된 시트로부터 순응성재를 절단하고, 절단된 순응성재의 사전 제조된 시트를 가요성 구조체에 접착하는 것이다. 재료의 사전 제조된 실리콘계 시트가 이 공정에 적합할 것이다.

[0033] 단계(510)에서, 전기 접점이 가요성 구조체에 제공된다. 전기 회로가 전기 접점에 부착될 것이다.

[0034] 본 발명이 제한된 개수만의 실시예와 관련하여 상세하게 기술되었지만, 본 발명은 그러한 개시된 실시예에 한정되지 않음을 이해하여야 한다. 오히려, 본 발명은 지금까지 기술되지 않았지만 본 발명의 사상 및 범위에 상응하는 다수의 변화, 변경, 대체 또는 동등한 구조를 포함하도록 수정될 수 있다. 추가로, 본 발명의 다양한 실시예가 기술되었지만, 본 발명의 실시형태는 몇몇의 바람직한 실시예만을 포함할 수 있음을 이해하여야 한다. 따라서, 본 발명은 전술한 기술에 의해 한정되지 않고, 첨부된 청구의 범위에 의해서만 한정된다.

## 도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라 구성된 플루모-제트(pleumo-jet)를 이용하는 열관리 시스템의 측단면도,

[0009] 도 2는 플루모-제트가 상이한 위치에 있는 도 1의 열관리 시스템을 도시하는 측단면도,

[0010] 도 3은 본 발명의 실시예에 따라 구성된 열관리 시스템의 평면도,

[0011] 도 4는 선 IV-IV를 따라 취한 도 3의 열관리 시스템의 측단면도,

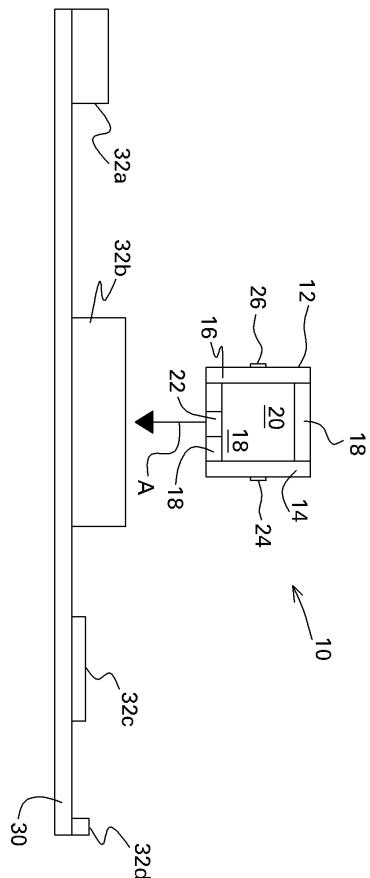
[0012] 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 구성된 플루모-제트의 평면도,

[0013] 도 6은 본 발명의 실시예에 따라 구성된 플루모-제트의 평면도,

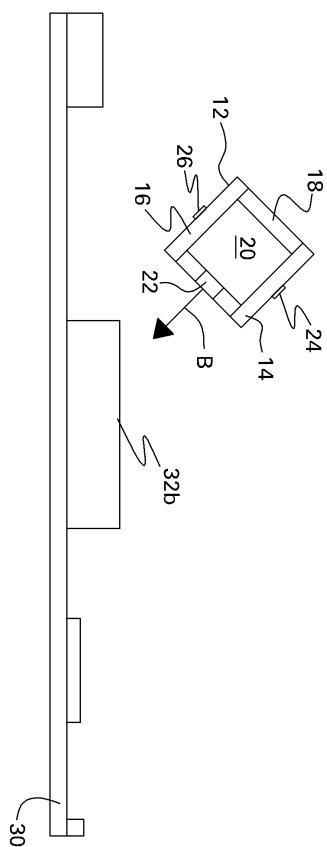
- [0014] 도 7은 도 6의 플루모-제트의 측면도,
- [0015] 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 구성된 압전 구동식 가요성 냉각 장치를 이용하는 열관리 시스템의 개략도,
- [0016] 도 9는 압전 구동식 가요성 냉각 장치가 상이한 위치에 있는 도 8의 열관리 시스템을 도시하는 개략도,
- [0017] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 플루모-제트를 형성하는 공정 단계를 도시하는 도면.

### 도면

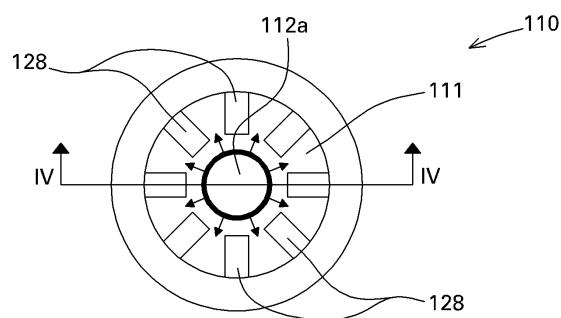
#### 도면1



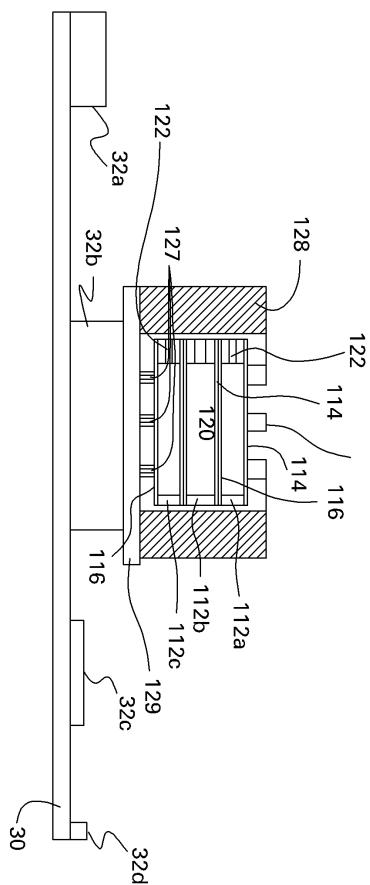
도면2



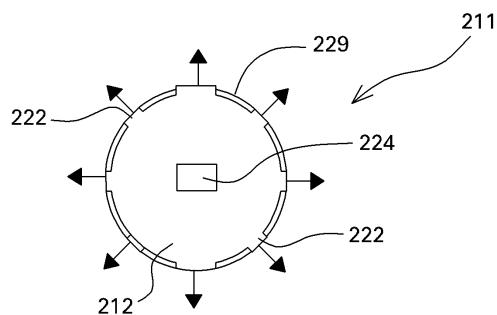
도면3



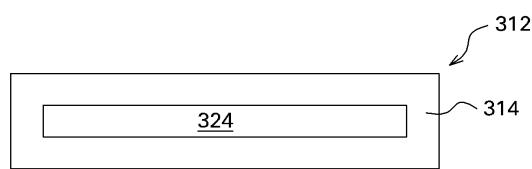
도면4



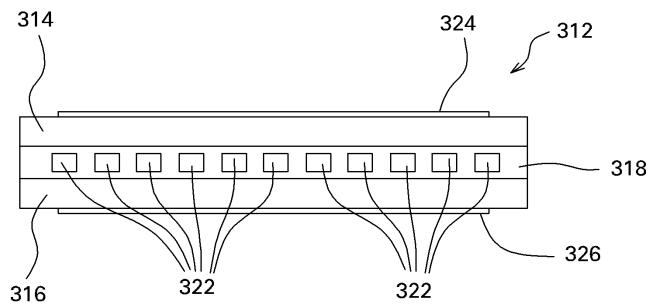
도면5



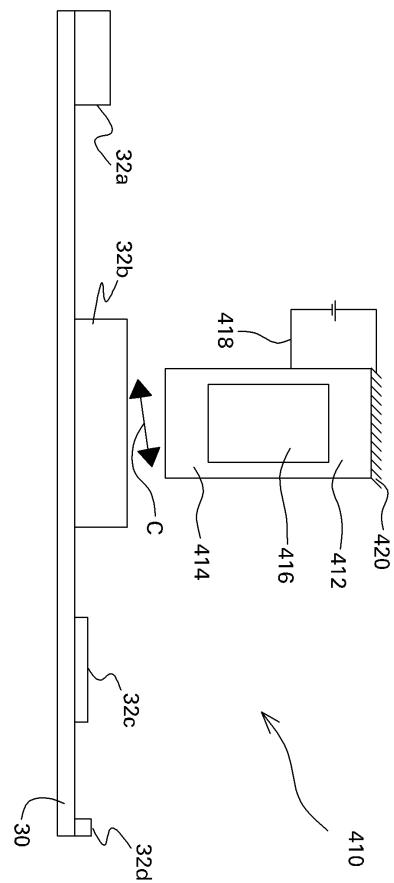
도면6



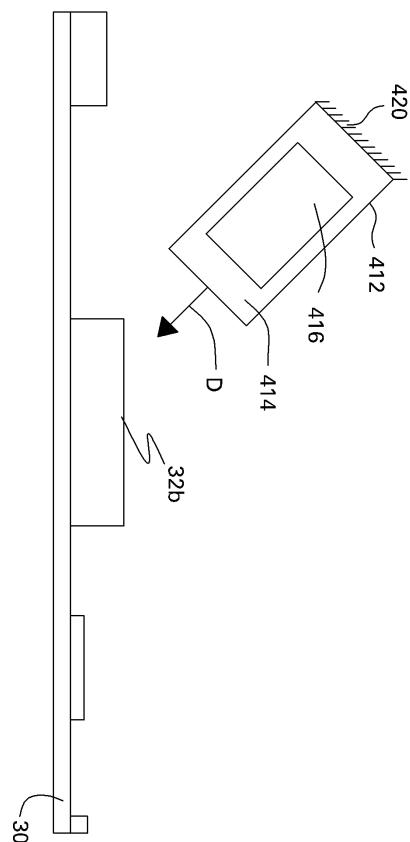
도면7



도면8



도면9



도면10

