



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년12월24일
(11) 등록번호 10-1004161
(24) 등록일자 2010년12월20일

(51) Int. Cl.
H01L 41/00 (2006.01) *H01L 41/08* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0073204
(22) 출원일자 2008년07월25일
심사청구일자 2008년07월25일
(65) 공개번호 10-2009-0012179
(43) 공개일자 2009년02월02일
(30) 우선권주장
11/828,759 2007년07월26일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP12334381 A*
JP2000334381 A*
JP2002305331 A
KR1019980017195 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인텔 코오퍼레이션
미합중국 캘리포니아 산타클라라 미션 칼리지 블러바드 2200
(72) 발명자
어터크, 하칸
미국 85281 아리조나주 템프 에이피티 넘버1068 이스트유니버시티 드라이브 1265
사우키우크, 이오안
미국 85045 아리조나주 피닉스 웨스트 썬더힐 드라이브 1431
(74) 대리인
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 20 항

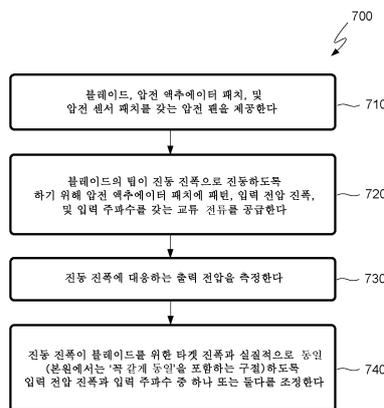
심사관 : 김주승

(54) 압전 팬, 이를 이용하여 마이크로 전자 장치를 냉각하는방법, 및 이를 포함하는 시스템

(57) 요약

압전 팬은 블레이드(110, 210, 310, 410, 510, 610), 블레이드에 인접한 압전 액추에이터 패치(120, 220, 320, 420, 520, 620, 811), 및 압전 액추에이터 패치와 블레이드 중 하나에 인접한 압전 센서 패치(130, 230, 330, 430, 530, 630, 812)를 포함한다. 압전 센서 패치는 압전 액추에이터 패치의 편향(deflection) 및 블레이드의 팁의 편향에 비례한 전압을 측정하고, 그 전압을 이용하여 액티브 피드백 컨트롤러(840)에 입력 신호를 생성하고, 액티브 피드백 컨트롤러는 블레이드의 진동 진폭이 특정 냉각 사양들을 만족한다는 것을 보증한다.

대표도 - 도7



특허청구의 범위

청구항 1

블레이드(blade);

상기 블레이드에 인접한 압전 액추에이터 패치(piezoelectric actuator patch); 및

상기 압전 액추에이터 패치 및 상기 블레이드 중 하나에 인접한 압전 센서 패치

를 포함하고,

상기 압전 센서 패치는 상기 압전 액추에이터 패치의 동작에 기인한 편향에 의해 야기되는 스트레인에 비례하는 전압을 측정하도록 구성되는 압전 팬.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 압전 센서 패치는 상기 압전 팬에 관한 정보를 포함하는 전기 신호를 생성할 수 있는 압전 팬.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 압전 센서 패치는 제1 전극과 제2 전극 사이에 배치된 제1 압전층을 포함하고,

상기 압전 액추에이터 패치는 제3 전극과 제4 전극 사이에 배치된 제2 압전층을 포함하는 압전 팬.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 압전 센서 패치는 상기 블레이드의 제1 측면 상에 배치되고,

상기 압전 액추에이터 패치는 상기 블레이드의 제2 측면 상에 배치되는 압전 팬.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 압전 센서 패치 및 상기 압전 액추에이터 패치는 둘다 상기 블레이드의 제1 측면 상에 배치되는 압전 팬.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 제2 압전층은 상기 압전 액추에이터 패치의 복수의 압전층 중 하나이고,

상기 복수의 압전층 중 각각의 압전층은 상기 압전 액추에이터 패치의 전극들의 쌍 사이에 배치되고,

상기 압전 센서 패치는 상기 블레이드의 제1 측면 상에 배치되고,

상기 압전 액추에이터 패치는 상기 블레이드의 제2 측면 상에 배치되는 압전 팬.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 제2 압전층은 상기 압전 액추에이터 패치의 복수의 압전층 중 하나이고,

상기 복수의 압전층 중 각각의 압전층은 상기 압전 액추에이터 패치의 전극들의 쌍 사이에 배치되고,

상기 압전 센서 패치 및 상기 압전 액추에이터 패치는 둘다 상기 블레이드의 제1 측면 상에 배치되는 압전 팬.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 압전 액추에이터 패치는 상기 블레이드의 제1 측면 상의 제1 섹션(section) 및 상기 블레이드의 제2 측면 상의 제2 섹션을 포함하며,

상기 압전 센서 패치는 상기 블레이드의 상기 제1 측면 상에 배치되는 압전 팬.

청구항 9

제3항에 있어서,

상기 압전 액추에이터 패치는 상기 블레이드의 제1 측면 상의 제1 섹션 및 상기 블레이드의 제2 측면 상의 제2 섹션을 포함하며,

상기 제2 압전층은 상기 압전 액추에이터 패치의 상기 제1 섹션의 제1 복수의 압전층 중 하나이고,

상기 압전 액추에이터 패치는 제5 전극과 제6 전극 사이에 배치된 제3 압전층을 더 포함하고,

상기 제3 압전층은 상기 압전 액추에이터 패치의 상기 제2 섹션의 제2 복수의 압전층 중 하나이고,

상기 제1 복수의 압전층 중 각각의 압전층 및 상기 제2 복수의 압전층 중 각각의 압전층은 상기 압전 액추에이터 패치의 전극들의 쌍 사이에 배치되고,

상기 압전 센서 패치는 상기 블레이드의 상기 제1 측면 상에 배치되는 압전 팬.

청구항 10

마이크로 전자 장치를 냉각하는 방법으로서,

블레이드, 압전 액추에이터 패치, 및 압전 센서 패치를 갖는 압전 팬을 제공하는 단계 - 상기 압전 센서 패치는 상기 압전 액추에이터 패치의 동작에 기인한 편향에 의해 야기되는 스트레인에 비례하는 전압을 측정하도록 구성됨 - ;

상기 블레이드의 팁(tip)이 진동 진폭을 갖고 진동하도록 하기 위해서 상기 압전 액추에이터 패치에 입력 전압 진폭 및 입력 주파수를 갖는 교류 전압 패턴을 공급하는 단계;

상기 진동 진폭에 대응하는 출력 전압을 측정하는 단계; 및

상기 진동 진폭이 상기 블레이드에 대한 타겟 진폭과 실질적으로 동일하도록 상기 입력 전압 진폭 및 상기 입력 주파수 중 하나 또는 둘다를 조정하는 단계

를 포함하는 마이크로 전자 장치 냉각 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 입력 전압 진폭 및 상기 입력 주파수 중 하나 또는 둘다를 조정하는 단계는,

상기 블레이드에 대한 공진 주파수와 실질적으로 동일하게 되도록 상기 입력 주파수를 조정하는 단계; 및

상기 입력 주파수를 조정된 후에, 상기 진동 진폭이 상기 블레이드에 대한 상기 타겟 진폭과 실질적으로 동일하게 되도록 상기 입력 전압 진폭을 조정하는 단계를 포함하는 마이크로 전자 장치 냉각 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 입력 전압 진폭 및 상기 입력 주파수 중 하나 또는 둘다를 조정하는 단계는, 액티브 피드백 컨트롤러(active feedback controller)를 이용하여 상기 입력 전압 진폭 및 상기 입력 주파수 중 하나 또는 둘다를 조정하는 단계를 더 포함하는 마이크로 전자 장치 냉각 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 액티브 피드백 컨트롤러는 상기 압전 센서 패치에 의해 생성된 입력 신호에 기초하여 상기 입력 전압 진폭 및 상기 입력 주파수 중 하나 또는 둘다를 조정하는 마이크로 전자 장치 냉각 방법.

청구항 14

블레이드, 압전 액추에이터 패치, 및 압전 센서 패치를 갖는 압전 팬 - 상기 압전 센서 패치는 상기 압전 액추에이터 패치의 동작에 기인한 편향에 의해 야기되는 스트레인에 비례하는 전압을 측정하도록 구성됨 - ;

상기 압전 액추에이터 패치에 입력 전압 진폭 및 입력 주파수를 공급할 수 있는 전원 공급장치;

상기 압전 팬의 적어도 일부분에 걸쳐서 공기 축류(axial air flow)를 생성할 수 있는 축류 팬(axial fan); 및
 상기 압전 팬에 전기적으로 연결되어 있으며, 상기 압전 센서 패치로부터 입력 신호를 수신하고 상기 입력 신호에 응답하여 상기 입력 전압 진폭 및 상기 입력 주파수 중 적어도 하나를 조정할 수 있는 액티브 피드백 컨트롤러

를 포함하는 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 압전 센서 패치는 제1 전극과 제2 전극 사이에 배치된 제1 압전층을 포함하고,

상기 압전 액추에이터 패치는 제3 전극과 제4 전극 사이에 배치된 제2 압전층을 포함하는 시스템.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 압전 센서 패치는 상기 블레이드의 제1 측면 상에 배치되고,

상기 압전 액추에이터 패치는 상기 블레이드의 제2 측면 상에 배치되는 시스템.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 압전 센서 패치 및 상기 압전 액추에이터 패치는 둘다 상기 블레이드의 제1 측면 상에 배치되는 시스템.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 압전 액추에이터 패치는 복수의 압전층을 포함하는 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 압전 액추에이터 패치는 상기 블레이드의 제1 측면 상의 제1 섹션 및 상기 블레이드의 제2 측면 상의 제2 섹션을 포함하고,

상기 복수의 압전층 중 제1 압전층은 상기 제1 섹션의 일부를 형성하고, 상기 복수의 압전층 중 제2 압전층은 상기 제2 섹션의 일부를 형성하는 시스템.

청구항 20

제13항에 있어서,

상기 액티브 피드백 컨트롤러는 전압 및 주파수 컨트롤러 카드를 이용하여 상기 입력 주파수 및 상기 입력 전압 진폭 중 하나 또는 둘다를 조정하는 마이크로 전자 장치 냉각 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 기재된 실시예들은 일반적으로 마이크로 전자 장치들의 열 관리에 관한 것이고, 더욱 구체적으로 압전 팬들(piezoelectric fans)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 압전 재료들은, 압전 효과로서 알려진 것에 따라 기계적 스트레인(mechanical strain)의 영향을 받을 때 전압을 생성할 수 있다. 압전 효과는 또한 역으로 작용하여, 압전 재료는, 외부적으로 인가된 전압의 영향을 받을 때 약간 형상 변화가 될 수 있다. 압전 재료들은 압전 냉각 팬들의 컴포넌트들로서 이용되어 왔으며, 여기서 압전 패치(patch)에 부착된 블레이드(blade)가 공기 흐름(airflow)을 생성하기 위해 진동하게 된다. 그러나, 압전 팬들의 성능은 고도(altitude), 임의의 백그라운드 공기 흐름(background airflow), 및 제조 변수들과 같은 동작 조건들에 의해 상당히 영향을 받는다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0003] 마이크로 전자 산업은, 상이한 시스템 경계 조건들 및 다양한 동작 조건들에서의 원하는 성능 및 편향(deflection)을 달성하기 위해, 압전 팬들을 위한 저비용의 소형 액티브 피드백 컨트롤러(active feedback controller)를 아직까지는 개발하지 않았다.

과제 해결수단

[0004] 본 발명의 일 실시예에서, 압전 팬은 블레이드, 블레이드에 인접한 압전 액추에이터 패치(piezoelectric actuator patch), 및 압전 액추에이터 패치와 블레이드 중 어느 하나에 인접한 압전 센서 패치를 포함한다. 압전 센서 패치는, 압전 액추에이터 패치의 동작으로 인해 시스템에서의 편향에 의해 야기되는 스트레인에 비례하는 전압을 측정하고, 그 전압을 이용하여 액티브 피드백 컨트롤러에 입력 신호를 생성하고, 액티브 피드백 컨트롤러는 원하는 냉각 사양들을 만족시키도록 블레이드의 진동 진폭을 조정한다. 축류 팬의 공기 흐름 내의 압전 팬의 동작 등은 블레이드 진동 진폭의 변화들을 일으킬 수 있다. 압전 센서 패치는 이러한 변화들을 측정하고, 액티브 피드백 컨트롤러와 연계하여, 원하는 냉각 사양들 내에서 그 시스템을 유지하는 압전 팬 시스템에 대한 조정들을 가능하게 한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0005] 기재된 실시예들은 첨부 도면들과 연관되어 취해진 다음의 상세한 설명을 읽음으로써 더욱 잘 이해될 것이다.

[0006] 도시의 간결성과 명료성을 위해, 도면들은 일반적인 구성 방식을 도시하고, 알려진 특징들 및 기술들에 대한 설명들 및 상세들은 본 발명의 기재된 실시예들에 대한 설명을 불필요하게 모호하게 하는 것을 피하기 위해 생략될 수 있다. 부가적으로, 도면들의 요소들은 반드시 축적으로 그려질 필요는 없다. 예를 들어, 도면들의 요소들 중 일부의 치수들은 본 발명의 실시예들에 대한 이해를 향상시키는 것을 돕기 위해 다른 요소들 대비 과장될 수 있다. 상이한 도면들에서의 동일한 참조 번호들은 동일한 요소들을 나타낸다.

[0007] 상세한 설명 및 특허청구범위에서의 용어 "제1", "제2", "제3", "제4" 등은 유사한 요소들 사이를 구별하는데 이용될 수 있고, 반드시 특별한 순차적 또는 연대적 순서로 기술할 필요는 없다. 그렇게 이용된 용어들은, 본원에 기재된 본 발명의 실시예들이 예들 들어 본원에 도시되거나 또는 그렇지 않으면 기술된 것들 이외의 시퀀스들로 동작할 수 있도록, 적절한 환경들 하에서 상호교환될 수 있다. 마찬가지로, 방법이 일련의 단계들을 포함하는 것으로서 본원에 기재된 경우, 본원에 제시된 그러한 단계들의 순서는 반드시 그러한 단계들이 수행될 수 있는 유일한 순서는 아니며, 소정의 언급된 단계들은 가능하게는 생략될 수 있거나 및/또는 본원에 기재되지 않은 소정의 다른 단계들이 가능하게는 방법에 추가될 수 있다. 또한, 용어들 "이루어진다(comprise)", "포함한다(include)", "갖는다(have)" 및 그의 임의의 변형들은, 요소들의 리스트를 포함하는 프로세스, 방법, 물품, 또는 장치가 반드시 그러한 요소들로 제한되지 않지만, 그러한 프로세스, 방법, 물품 또는 장치에 대해 고유하거나 또는 특별히 나열되지 않은 다른 요소들을 포함할 수 있도록 배타적이지 않은 포함(non-exclusive

inclusion)을 커버하는 것으로 의도된다.

- [0008] 상세한 설명 및 특허청구범위에서의 용어들 "좌", "우", "앞", "뒤", "상부", "하부", "위에", "아래에" 등은, 임의의 경우, 설명의 목적을 위해 이용되지만, 영구적인 상대 위치들을 설명하는데 반드시 필요한 것은 아니다. 그렇게 이용된 용어들은, 본원에 기술된 본 발명의 실시예들이 예를 들어 본원에 도시되거나 또는 그렇지 않으면 기술된 것과 다른 방향(orientation)으로 동작할 수 있도록, 적절한 환경하에서 상호교환할 수 있다. 본원에 이용된 바와 같이, "연결된(coupled)"이라는 용어는 전기적이거나 또는 비-전기적인 방식으로 직접적으로 또는 간접적으로 접속된 것으로서 정의된다. 서로 "인접하여(adjacent to)" 있는 것으로서 본원에 기술된 물체들은, 구문이 이용되는 컨텍스트(context)에 적절한 바와 같이, 서로 물리적으로 접촉하여, 서로 아주 근접하여, 또는 서로 동일한 일반적인 영역 또는 구역에 있을 수 있다. 본원의 "일 실시예에서"라는 구문의 발현은 반드시 모두 동일한 실시예를 지칭하는 것은 아니다.
- [0009] 이제 도면들을 참조하면, 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 압전 팬(100)의 측면 입면도(side elevational view)이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 압전 팬(100)은 블레이드(110), 블레이드(110)에 인접한 압전 액추에이터 패치(120), 및 압전 액추에이터 패치(120)에 인접한 압전 센서 패치(130)를 포함한다. 압전 센서 패치(130)는 압전 센서 패치(130)가 블레이드(110)에 알맞게(reasonably) 아주 근접하여 있다는 의미에서, 블레이드(110)에 인접하는 것으로서도 고려될 수 있다. 그러나, 도 1에 도시된 실시예에서, 압전 센서 패치(130)는 블레이드(110)에 대해서보다 압전 액추에이터 패치(120)에 대해서 물리적으로 더 가까운 것을 알 수 있다. 아래 기술되는 후속 도면들에 도시된 적어도 일부인, 본 발명의 다른 실시예들에서는, 상황이 역전되어(reversed) 압전 센서 패치(130)가 압전 액추에이터 패치(120)에 대해서보다 블레이드(110)에 대해서 물리적으로 더 가깝다. 본원에 기술된 모든 실시예들에서, 기술되는 압전 팬의 압전 센서 패치는, 인접하는 요소들이 서로 알맞게 아주 근접하여 있다는 의미에서, 블레이드 및 압전 액추에이터 패치 중 적어도 하나에 인접해 있다. 압전 센서 패치가 블레이드에 또는 압전 액추에이터 패치에 물리적으로 더 가까운지는 각각의 그러한 실시예의 묘사로부터 명백해질 것이다.
- [0010] 적어도 하나의 실시예에서, 압전 센서 패치(130)는 압전 팬(100)의 동작에 대한 정보를 포함하는 전기 신호를 생성할 수 있다. 예로서, 아래 더 기술되는 바와 같이, 압전 액추에이터 패치(120)는 압전 센서 패치(130)에서의 대응하는 스트레인에 의해 생성된 전압을 생성하는 편향을 일으킬 수 있고, 그 후, 압전 팬(100)에 공급된 전압 패턴은 소정의 성능 기준(criteria)을 달성하기 위해, 이 생성된 전압에 따라 조정될 수 있다.
- [0011] 압전 액추에이터 패치(120)는 전극들(122 및 123) 사이에 배치된 압전층(121)을 포함한다. 접착층(124)은 전극(122)과 블레이드(110) 사이에 배치된다. 유사하게, 압전 센서 패치(130)는 전극(132)과 전극(133) 사이에 배치된 압전 세라믹층(131)을 포함한다. 도시된 실시예에서, 접착층(134)은 전극(132)과 전극(133) 사이에 배치된다. 예로서, 접착층(124), 및 존재하는 경우 접착층(134)은 서로에 압전 팬(100)의 컴포넌트들을 물리적으로 부착할 수 있고, 또한 서로 또는 일부 다른 물체로부터 압전 팬(100)의 컴포넌트들을 전기적으로 절연시킬 수 있는 에폭시층 등일 수 있다.
- [0012] 상이한 실시예에서, 마지막 전극층(즉, 블레이드로부터 가장 먼 전극층)이 압전 센서 패치(130)로부터 측정된 전압을 캡처하기 위해 개별적으로 배선되는(wired) 경우, 접착층(134)은 압전 팬(100)으로부터 생략된다. 이 후자의 실시예에서, 다양한 층들이 모두 함께 코파이어되어(cofired), 접착층(134)의 필요성을 제거하고, 가능하게는 성능의 증가를 이끌어낼 수 있다. 본원에 도시된 다양한 압전 팬 실시예들은 블레이드와 압전 센서 패치 사이에 배치된 압전 액추에이터 패치를 갖는다. 이러한 실시예들 각각은 압전 액추에이터 패치와 압전 액추에이터 패치 사이에 (접착층(134)에 대응하는) 접착층을 도시하고 있지만, 각각의 실시예는, 바로 설명된 바와 같이, 접착층(134)이 압전 팬(100)으로부터 생략될 수 있는 것처럼, 그러한 접착층이 생략되는 (도시되지 않은) 변형을 가질 수도 있다. 그러한 접착층이 결여된 이들 (도시되지 않은) 실시예들에서, 인접 압전 액추에이터 패치 및 압전 센서 패치의 최외각 전극들은 서로 물리적으로 접촉해 있을 수 있다.
- [0013] 예로서, 블레이드(110)는 마일라(mylar), 플라스틱, 강철 또는 다른 금속 등으로 이루어질 수 있다. 다른 예로서, 전극들(122, 123, 132 및 133)은 니켈, 실버 팔라듐 등과 같은 매우 전기적으로 도전성의 재료로 이루어질 수 있다. 일 실시예에서, 전극들(122, 123, 132 및 133)은 대략 3 마이크로미터와 대략 8 마이크로미터 사이의 두께를 갖는다. 또 다른 예로서, 압전층들(121 및 131)은 비스무트 티탄산염(bismuth titanate) 등과 같은 리드-프리(lead-free) 압전 재료 또는 리드 지르코늄 티탄산염(lead zirconium titanate)(PZT)으로 이루어질 수 있다. 대안적으로, 압전층(121 및 131)은 압전 세라믹 및 압전 폴리머들을 포함하는 다른 압전 재료로 이루어질 수 있다. 일 실시예에서, 압전층들(121 및 131) 각각은 대략 30 마이크로미터보다 크지 않은 두께를

갖는다. 일반적으로, 압전 센서 패치는 가능한 한 얇게 형성되어야 한다.

- [0014] 일 실시예에서, (본 발명의 다른 실시예들에 따른 압전 팬들과 같은) 압전 팬(100)은 블레이드(110)를 포함하는 복수의 블레이드들을 포함할 수 있으며, 이들 복수의 블레이드 모두는 압전 팬의 열 관리 능력들을 더 향상시키기 위해 진동하도록 이루어질 수 있다. 동일하거나 또는 다른 실시예에서, 압전 팬들은 복수의 시스템과 호환 가능하도록 이루어질 수 있어, 비용을 감소시키고 효율을 증가시킨다.
- [0015] 언급된 바와 같이, 도 1은 본 발명의 특정 실시예에 따른 압전 팬을 도시한다. 도 1에서, 압전 센서 패치(130) 및 압전 액추에이터 패치(120)는 둘다 블레이드(110)의 제1 측면 상에 배치된다는 것을 주목해야 한다. 그러나, 상기 제시된 바와 같이, 압전 팬의 컴포넌트들은 본 발명의 다양한 다른 실시예들에 따라 다양한 다른 물리적 구성들로 배열될 수도 있다. 이제 이러한 다른 실시예들 중 몇몇이 첨부 도면을 참조하여 설명될 것이다. 이러한 도면들에서, 전원 공급장치들 또는 다른 컴포넌트들로의 전기적 접속들은, 본 기술분야의 통상의 기술자의 이해범주 내에 있을 것이므로 도시되지 않는다.
- [0016] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 압전 팬(200)의 측면 입면도(side elevational view)이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 압전 팬(200)은 블레이드(210), 블레이드(210)에 인접한 압전 액추에이터 패치(220), 및 블레이드(210)에 인접한 압전 센서 패치(230)를 포함한다. 압전 액추에이터 패치(220)는 전극(222)과 전극(223) 사이에 배치된 압전층(221)을 포함한다. 접착층(224)은 전극(222)과 블레이드(210) 사이에 배치된다. 유사하게, 압전 센서 패치(230)는 전극(232)과 전극(233) 사이에 배치된 압전층(231)을 포함한다. 접착층(234)은 전극(233)과 블레이드(210) 사이에 배치된다. 도시된 바와 같이, 압전 센서 패치(230)는 블레이드(210)의 제1 측면 상에 배치되고, 압전 액추에이터 패치(220)는 블레이드(210)의 제1 측면의 반대쪽인 제2 측면 상에 배치된다. 도시되지 않은 실시예에서, 압전 센서 패치(230)는, 도시된 실시예에서 압전 액추에이터 패치(220)에 의해 점유된 블레이드(210)의 측면 상에 배치될 수 있고, 그 반대일 수 있음을 이해해야 한다.
- [0017] 예로서, 블레이드(210), 압전 액추에이터 패치(220), 압전층(221), 전극(222), 전극(223), 접착층(224), 압전 센서 패치(230), 압전층(231), 전극(232), 전극(233) 및 접착층(234)은, 도 1에 모두 도시되어 있는 블레이드(110), 압전 액추에이터 패치(120), 압전층(121), 전극(122), 전극(123), 접착층(124), 압전 센서 패치(130), 압전층(131), 전극(132), 전극(133) 및 접착층(134)과 각각 유사할 수 있다.
- [0018] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 압전 팬(300)의 측면 입면도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 압전 팬(300)은 블레이드(310), 블레이드(310)에 인접한 압전 액추에이터 패치(320), 및 압전 액추에이터 패치(320)에 인접한 압전 센서 패치(330)를 포함한다. 압전 액추에이터 패치(320)는 전극(322)과 전극(323) 사이에 배치된 압전층(321)을 포함한다. 접착층(324)은 전극(322)과 블레이드(310) 사이에 배치된다. 압전층(321)은 압전 액추에이터 패치(320)의 일부를 형성하는 복수의 압전층(340) 중 하나이다. (따라서, 압전 액추에이터 패치(320)는 "다층 액추에이터"로서 고려될 수 있다.) 압전 액추에이터 패치(320)는 복수의 전극(350)(전극들(322 및 323)을 포함하는 복수)을 더 포함하고, 도 3에 도시된 바와 같이, 압전 액추에이터 패치(320)의 복수의 압전층(340) 중 각각의 압전층은 복수의 전극(350) 중의 전극들의 쌍 사이에 배치된다. 예로서, 복수의 압전층(340) 중 각각의 압전층은 압전층(321)과 유사할 수 있고, 복수의 전극(350) 중 각각의 전극은 전극들(322 및 323)과 유사할 수 있다.
- [0019] 압전 센서 패치(330)는 전극(332)과 전극(333) 사이에 배치된 압전층(331)을 포함한다. 접착층(334)은 압전 액추에이터 패치(320)의 복수의 전극(350) 중 하나와 압전 센서 패치(330)의 전극(332) 사이에 배치된다. 도시된 바와 같이, 압전 센서 패치(330) 및 압전 액추에이터 패치(320)는 둘다 블레이드(310)의 제1 측면 상에 배치된다. 압전 센서 패치(330) 및 압전 액추에이터 패치(320)는 도시되지 않은 실시예에서 대신 블레이드(310)의 상이한 측면 상에 배치된다는 것이 이해되어야 한다.
- [0020] 예로서, 블레이드(310), 압전 액추에이터 패치(320), 압전층(321), 전극(322), 전극(323), 접착층(324), 압전 센서 패치(330), 압전층(331), 전극(332), 전극(333) 및 접착층(334)은, 도 1에 모두 도시되어 있는 블레이드(110), 압전 액추에이터 패치(120), 압전층(121), 전극(122), 전극(123), 접착층(124), 압전 센서 패치(130), 압전층(131), 전극(132), 전극(133) 및 접착층(134)과 각각 유사할 수 있다.
- [0021] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 압전 팬(400)의 측면 입면도이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 압전 팬(400)은 블레이드(410), 블레이드(410)에 인접한 압전 액추에이터 패치(420), 및 블레이드(410)에 인접한 압전 센서 패치(430)를 포함한다. 압전 액추에이터 패치(420)는 전극(422)과 전극(423) 사이에 배치된 압전층(421)을 포함한다. 접착층(424)은 전극(422)과 블레이드(410) 사이에 배치된다. 압전층(421)은 압전 액추에이터 패치(42

0)의 일부를 형성하는 복수의 압전층(440) 중 하나이다. 압전 액추에이터 패치(420)는 복수의 전극(450)(전극들(422 및 423)을 포함하는 복수)을 더 포함하고, 도 4에 도시된 바와 같이, 압전 액추에이터 패치(420)의 복수의 압전층(440) 중 각각의 압전층은 복수의 전극(450) 중의 전극들의 쌍 사이에 배치된다. 예로서, 복수의 압전층(440) 중 각각의 압전층은 압전층(421)과 유사할 수 있고, 복수의 전극(450) 중 각각의 전극은 전극들(422 및 423)과 유사할 수 있다.

[0022] 압전 센서 패치(430)는 전극(432)과 전극(433) 사이에 배치된 압전층(431)을 포함한다. 접촉층(434)은 전극(432)과 블레이드(410) 사이에 배치된다. 도시된 바와 같이, 압전 센서 패치(430)는 블레이드(410)의 제1 측면 상에 배치되고, 압전 액추에이터 패치(420)는 블레이드(410)의 제1 측면의 반대쪽인 제2 측면 상에 배치된다. 도시되지 않은 실시예에서, 압전 센서 패치(430)는, 도시된 실시예에서 압전 액추에이터 패치(420)에 의해 점유된 블레이드(410)의 측면 상에 배치될 수 있고, 그 반대일 수 있음을 이해해야 한다.

[0023] 예로서, 블레이드(410), 압전 액추에이터 패치(420), 압전층(421), 전극(422), 전극(423), 접촉층(424), 압전 센서 패치(430), 압전층(431), 전극(432), 전극(433) 및 접촉층(434)은, 도 1에 모두 도시되어 있는 블레이드(110), 압전 액추에이터 패치(120), 압전층(121), 전극(122), 전극(123), 접촉층(124), 압전 센서 패치(130), 압전층(131), 전극(132), 전극(133) 및 접촉층(134)과 각각 유사할 수 있다.

[0024] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 압전 팬(500)의 측면 입면도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 압전 팬(500)은 블레이드(510), 압전 액추에이터 패치(520), 및 압전 센서 패치(530)를 포함한다. 압전 액추에이터 패치(520)는 블레이드(510)의 제1 측면 상의 섹션(525) 및 블레이드(510)의 제2 측면 상의 섹션(526)을 포함한다. 관련 블레이드의 두 측면들 상의 섹션들을 갖는 압전 액추에이터 패치(520)와 같은 압전 액추에이터 패치는 이중형(bi-morph) 압전 액추에이터 패치로서 지칭될 수 있다. (관련 블레이드의 단일 측면에 전부 배치된 전술한 것과 같은 압전 액추에이터 패치들은 단일형(mono-morph) 압전 액추에이터 패치들을 지칭할 수 있다.)

[0025] 압전 액추에이터 패치(520)의 섹션(525)은 전극(522)과 전극(523) 사이에 배치된 압전층(521)을 포함한다. 전극(523)과 블레이드(510) 사이에 접촉층(524)이 배치된다. 압전 액추에이터 패치(520)의 섹션(526)은 전극(528)과 전극(529) 사이에 배치된 압전층(527)을 포함한다. 전극(528)과 블레이드(510) 사이에 접촉층(544)이 배치된다. 마찬가지로, 압전 센서 패치(530)는 전극(532)과 전극(533) 사이에 배치된 압전층(531)을 포함한다. 전극(532)과 전극(529) 사이에 접촉층(534)이 배치된다. 예로서, 압전층(527)은 압전층(521)과 유사할 수 있고, 전극들(528 및 529)은 전극들(522 및 523)과 유사할 수 있다. 다른 예로서, 접촉층(544)은 접촉층(524)과 유사할 수 있다.

[0026] 도시된 바와 같이, 압전 센서 패치(530)는 블레이드(510)의 제1 측면 상에 압전 액추에이터 패치(520)의 섹션(526)을 갖고 배치되며, 블레이드(510)의 제1 측면의 반대쪽인 제2 측면 상에 압전 액추에이터 패치(520)의 섹션(525)이 배치된다. 도시되지 않은 실시예에서, 압전 센서 패치(530)는 도시된 실시예에서 압전 액추에이터 패치(520)의 섹션(525)에 의해 점유되는 블레이드(510)의 측면 상에 배치될 수 있고, 그 반대일 수 있음을 이해해야 한다. 마찬가지로, 도시되지 않은 실시예에서, 압전 액추에이터 패치(520)의 섹션(525)은 도시된 실시예에서 압전 액추에이터 패치(520)의 섹션(526)에 의해 점유되는 블레이드(510)의 측면 상에 배치될 수 있고, 그 반대일 수 있다.

[0027] 예로서, 블레이드(510), 압전 액추에이터 패치(520), 압전층(521), 전극(522), 전극(523), 접촉층(524), 압전 센서 패치(530), 압전층(531), 전극(532), 전극(533), 및 접촉층(534)은, 도 1에 모두 도시되어 있는 블레이드(110), 압전 액추에이터 패치(120), 압전층(121), 전극(122), 전극(123), 접촉층(124), 압전 센서 패치(130), 압전층(131), 전극(132), 전극(133), 및 접촉층(134)과 각각 유사할 수 있다.

[0028] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 팬(600)의 측면 입면도이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 압전 팬(600)은 블레이드(610), 블레이드(610)에 인접한 압전 액추에이터 패치(620), 및 압전 센서 패치(630)를 포함한다. 압전 액추에이터 패치(620)는 블레이드(610)의 제1 측면 상의 섹션(625) 및 블레이드(610)의 제2 측면 상의 섹션(626)을 포함한다.

[0029] 압전 액추에이터 패치(620)의 섹션(625)은 전극(622)과 전극(623) 사이에 배치된 압전층(621)을 포함한다. 전극(622)과 블레이드(610) 사이에는 접촉층(624)이 배치된다. 압전층(621)은 압전 액추에이터 패치(620)의 섹션(625)의 일부를 형성하는 복수의 압전층(640) 중 하나이다. 압전 액추에이터 패치(620)는 복수의 전극(650)(전극들(622 및 623)을 포함하는 복수)을 더 포함하며, 도 6에 도시된 바와 같이, 압전 액추에이터 패치(620) 내의 복수의 압전층(640) 중 각각의 압전층은 복수의 전극(650) 중의 전극들의 쌍 사이에 배치된다. 예로서, 복수의

압전층(640) 중 각각의 압전층은 압전층(621)과 유사할 수 있고, 복수의 전극(650) 중 각각의 전극은 전극들(622 및 623)과 유사할 수 있다.

[0030] 압전 액추에이터 패치(620)의 섹션(626)은 전극(628)과 전극(629) 사이에 배치된 압전층(627)을 포함한다. 전극(628)과 블레이드(610) 사이에는 접착층(644)이 배치된다. 예로서, 압전층(627)은 압전층(621)과 유사할 수 있고, 전극들(628 및 629)은 전극들(622 및 623)과 유사할 수 있다. 다른 예로서, 접착층(644)은 접착층(624)과 유사할 수 있다. 압전층(627)은 압전 액추에이터 패치(620)의 섹션(626)의 일부를 형성하는 복수의 압전층(660) 중 하나이다. 압전 액추에이터 패치(620)는 복수의 전극(670)(전극들(628 및 629)을 포함하는 복수)을 더 포함하며, 도 6에 도시된 바와 같이, 압전 액추에이터 패치(620) 내의 복수의 압전층(660) 중 각각의 압전층은 복수의 전극(670) 중의 전극들의 쌍 사이에 배치된다. 예로서, 복수(660)의 압전층 중 각각의 압전층은 압전층(627)과 유사할 수 있고, 복수(670)의 전극 중 각각의 전극은 전극들(628) 및 629)과 유사할 수 있다.

[0031] 압전 센서 패치(630)는 전극(632)과 전극(633) 사이에 배치된 압전층(631)을 포함한다. 전극(632)과 섹션(626)의 복수의 전극(670) 중 하나 사이에 접착층(634)이 배치된다. 도시된 바와 같이, 압전 센서 패치(630)는 블레이드(610)의 제1 측면 상에 압전 액추에이터 패치(620)의 섹션(626)을 갖고 배치되며, 블레이드(610)의 제1 측면의 반대쪽인 제2 측면 상에 압전 액추에이터 패치(620)의 섹션(625)이 배치된다. 도시되지 않은 실시예에서, 압전 센서 패치(630)는 도시된 실시예에서 압전 액추에이터 패치(620)의 섹션(625)에 의해 점유되는 블레이드(610)의 측면 상에 배치될 수 있고, 그 반대일 수 있음을 이해해야 한다. 마찬가지로, 도시되지 않은 실시예에서, 압전 액추에이터 패치(620)의 섹션(625)은 도시된 실시예에서 압전 액추에이터 패치(620)의 섹션(626)에 의해 점유되는 블레이드(610)의 측면 상에 배치될 수 있고, 그 반대일 수 있다.

[0032] 예로서, 블레이드(610), 압전 액추에이터 패치(620), 압전층(621), 전극(622), 전극(623), 접착층(624), 압전 센서 패치(630), 압전층(631), 전극(632), 전극(633), 및 접착층(634)은 도 1에 모두 도시되어 있는 블레이드(110), 압전 액추에이터 패치(120), 압전층(121), 전극(122), 전극(123), 접착층(124), 압전 센서 패치(130), 압전층(131), 전극(132), 전극(133), 및 접착층(134)과 각각 유사할 수 있다.

[0033] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 마이크로 전자 장치를 냉각하는 방법(700)을 도시하는 플로우차트이다. 방법(700)의 단계(710)는 블레이드, 압전 액추에이터 패치 및 압전 센서 패치를 갖는 압전 팬을 제공하는 것이다. 예로서, 압전 팬은 도 1, 2, 3, 4, 5, 6에 각각 도시된 압전 팬들(100, 200, 300, 400, 500, 600) 중 하나 또는 다른 하나(one or another)와 유사할 수 있다.

[0034] 방법(700)의 단계(720)는 블레이드의 틱이 진동 진폭을 갖고 진동하도록 하기 위해 패턴, 입력 전압 진폭, 및 입력 주파수를 갖는 교류 전류를 압전 액추에이터 패치에 공급하는 것이다.

[0035] 방법(700)의 단계(730)는 진동 진폭에 대응하는 출력 전압을 측정하는 것이다. 측정된 출력 전압은 압전 액추에이터 패치의 변형(deformation)으로부터 발생하는 압전 센서 패치의 스트레인(strain)에 의한 것이지만, 그러한 전압은 본 기술분야에 공지된 방법들에 따라 블레이드 틱의 진동 진폭에 상관될 수 있다.

[0036] 방법(700)의 단계(740)는 입력 전압 진폭 및 입력 주파수 중 하나 또는 모두를 조정하여 진동 진폭이 블레이드에 대한 타겟 진폭과 실질적으로 동일(본원에서는 '꼭같이 동일(identically equal)')을 포함하는 구절)하도록 하는 것이다. 일 실시예에서, 단계(740)는 블레이드에 대한 공진 주파수와 실질적으로 동일하게 되도록 입력 주파수를 조정하는 단계, 및 입력 주파수 조정 후에, 진동 진폭이 블레이드에 대한 타겟 진폭과 실질적으로 동일하게 되도록 입력 전압 진폭을 조정하는 단계를 포함한다. 본 기술 분야에 공지되어 있는 바와 같이, 입력 주파수가 블레이드의 공진 주파수와 동일하게 설정되면, 진동 진폭은 주어진 전압 진폭에서 가장 크게 된다. 예로서, 타겟 진폭은 타겟 냉각 성능을 실현하는 특정 진폭이 될 수 있다. 이러한 타겟 진폭은 주어진 전압 진폭에 대해 최대 진폭일 수 있지만 반드시 그럴 필요는 없다.

[0037] 일 실시예에서, 단계(740)는 액티브 피드백 컨트롤러를 이용하여 입력 전압 진폭과 입력 주파수 중 하나 또는 모두를 조정하는 단계를 더 포함한다. 예로서, 액티브 피드백 컨트롤러는 압전 센서 패치에 의해 발생된 입력 신호에 기초하여 입력 주파수와 입력 전압 진폭 중 하나 또는 모두를 조정할 수 있다. 다른 예로서, 액티브 피드백 컨트롤러는 전압 및 주파수 컨트롤러 카드를 이용하여 입력 주파수와 입력 전압 진폭 중 하나 또는 모두를 조정할 수도 있다.

[0038] 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 압전 팬을 포함하는 시스템(800)의 동작을 도시하는 차트이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 시스템(800)은 블레이드(도 8에 그림으로 나타내지 않음), 압전 액추에이터 패치(811), 및 압전 센서 패치(812)를 갖는 압전 팬(810), 전원 공급장치(820) 및 액티브 피드백 컨트롤러(840)를 포함한다. 도 8에

서, V_i 는 입력 전압 진폭을 나타내고, f 는 교류 전압의 입력 주파수를 나타내고, V_s 는 감지된 전압의 진폭을 나타내고, 앞서 설명된 바와 같이 압전 센서 패치에 의해 감지되어 액티브 피드백 컨트롤러에 입력 신호로서 송신되는 전압의 진폭을 의미한다.

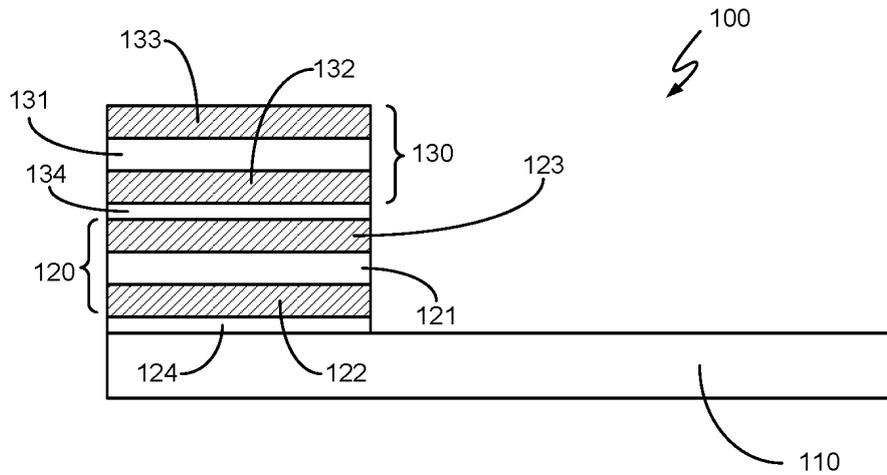
- [0039] 예로서, 압전 팬(810)은 도 1, 2, 3, 4, 5, 6에 각각 도시된 압전 팬들(100, 200, 300, 400, 500, 600) 중 하나와 유사할 수 있다. 또 다른 예로서, 압전 액추에이터 패치(811) 및 압전 센서 패치(812)는 도 1에 모두 도시되어 있는 압전 액추에이터 패치(120) 및 압전 센서 패치(130)와 각각 유사할 수 있다.
- [0040] 전원 공급장치(820)는 패턴, 입력 전압 진폭, 및 입력 주파수를 갖는 교류 전압을 압전 액추에이터 패치(811)에 공급할 수 있다. 액티브 피드백 컨트롤러(840)는 압전 팬(810)에 전기적으로 연결되고, 압전 센서 패치(812)로부터 입력 신호를 수신하고 그 입력 신호에 응답하여 입력 전압 진폭과 입력 주파수 중 적어도 하나를 조정할 수 있다.
- [0041] 압전 팬의 진폭은 그것에 인가되는 전자파(즉, 전압 패턴)의 주파수에 매우 의존적이고, 그 진폭은 인가된 전압 패턴의 주파수가 압전 팬의 블레이드에 대한 공진 주파수와 동일한 경우에 최대가 된다. 최대 성능을 실현하기 위해, 압전 팬은 항상 공진 주파수에서 동작해야 한다. 그러나, 공진 주파수 및 블레이드 팁 진폭은 앞서 언급된 바와 같이 팬이 동작하는 조건에 크게 의존한다.
- [0042] 압전 팬의 실시예들이 이득이 되도록 이용될 수 있는 하나의 환경은, 압전 팬이 축류 팬들에 의해 공급되는 강제 대류(forced convection)를 강화하는 데 이용되는 환경이다. 이를 위해, 예를 들어, 레이크 압전 시스템(rake piezoelectric system)을 병렬 핀 방열판(parallel fin heat sink)(및 축류 팬들)과 함께 이용하여 더욱 효율적인 냉각을 제공할 수 있다. 그러나, 언급된 바와 같이, 축류 팬들에 의해 제공되는 플로우 레이트(flow rate)가 변함에 따라 압전 팬의 자연(natural) 주파수 및 진폭이 변한다. 그러므로, 최적의 성능을 실현하기 위해, 압전 팬에 공급되는 주파수는 변하는 플로우 레이트와 함께(및 이에 응답하여) 변경되어야 한다. 이것은, 전압 패턴의 주파수가 공진 주파수와 매칭되도록 압전 센서 패치로부터의 입력 신호에 응답하여 전압 패턴을 조정하기 위해 액티브 피드백 컨트롤러를 이용하여 행해진다. 전압 패턴의 진폭은 또한 필요한 경우 원하는 성능 파라미터들을 실현하기 위해 조정될 수 있다.
- [0043] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 축류 팬을 포함하는 시스템(900)의 개략도이다. 도 9는 시스템(900)의 일부분인 압전 팬을 포함하는 블록(910)을 도시한다. 예시된 실시예에서, 압전 팬은 압전 팬(100)이지만, 압전 팬(100)은 시스템(900)에서 본 발명의 실시예에 따른 임의의 다른 압전 팬에 의해 대체될 수 있다. 도시된 바와 같이, 시스템(900)은 압전 팬(100)의 적어도 일부분에 걸쳐서 공기 축류(axial air flow)를 생성할 수 있는 축류 팬(930) 및 전원 공급장치(820)를 더 포함한다. 축류 팬(930)은 시스템(900)의 냉각 능력을 강화시킬 수 있지만, 전술한 바와 같이, 축류 팬(930)의 공기흐름 내의 압전 팬(100)의 동작은 블레이드 진동 진폭의 변화를 일으킬 수 있다. 논의한 바와 같이, 이것들은 본 발명의 실시예들에 따른 압전 팬들에 의해 보상될 수 있거나 또는 달리 취급될 수 있다.
- [0044] 본 발명은 특정 실시예들을 참조하여 설명되었지만, 이 기술분야의 통상의 기술자이면 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않고 다양한 변경이 이루어질 수 있다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 실시예들의 개시는 본 발명의 범위에 대한 예로서 의도되며 한정으로서 의도되지 않는다. 본 발명의 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 요구되는 범위로만 한정되어야 한다. 예를 들어, 이 기술분야의 통상의 기술자에게는, 본원에 논의된 압전 팬들 및 연관된 방법 및 시스템이 다양한 실시예로 구현될 수 있으며, 이들 특정 실시예들에 대한 전술한 논의가 반드시 모든 가능한 실시예에 대한 완전한 설명을 나타내지는 않는다는 것이 쉽게 명백할 것이다.
- [0045] 또한, 이득들, 다른 이점들, 및 문제에 대한 해결책들이 특정 실시예들을 참조하여 설명되었다. 그러나, 이득들, 이점들, 문제에 대한 해결책들, 및 임의의 이득, 이점, 또는 해결책이 발생하거나 더 표명되게 할 수 있는 임의의 요소 또는 요소들이 특허청구범위의 임의의 것 또는 전부의 중대한, 요구되는, 또는 필수적인 특징들 또는 요소들로서 해석되어서는 안 된다.
- [0046] 또한, 본원에 개시된 실시예들 및 한정들은, 실시예들 및/또는 한정들이 (1) 특허청구범위에 명백하게 청구되어 있지 않고, (2) 균등론하에서 특허청구범위의 명시된 요소들 및/또는 한정들의 등가물들이거나 잠재적인 등가물들인 경우, 제공의 교시(doctrine of dedication)하에서 공중에 제공되지 않는다는 것이다.

도면의 간단한 설명

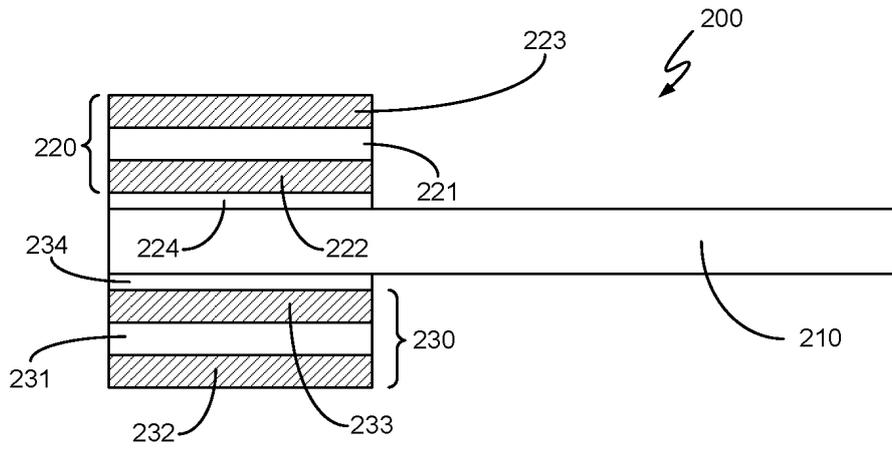
- [0047] 도 1 내지 도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 다양한 압전 팬들의 측면 입면도들(side elevational views).
- [0048] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 마이크로 전자 장치를 냉각하는 방법을 도시하는 플로우차트.
- [0049] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 액티브 피드백 컨트롤러의 동작을 도시하는 차트.
- [0050] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 축류 팬(axial fan)을 포함하는 시스템의 개략도.
- [0051] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- [0052] 81, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 810: 압전 팬
- [0053] 110, 210, 310, 410, 510, 610: 블레이드
- [0054] 120, 220, 320, 420, 520, 620, 811: 압전 액추에이터 패치
- [0055] 130, 230, 330, 430, 530, 630, 812: 압전 센서 패치
- [0056] 820: 전원 공급장치
- [0057] 840: 액티브 피드백 컨트롤러
- [0058] 900: 시스템
- [0059] 930: 축류 팬

도면

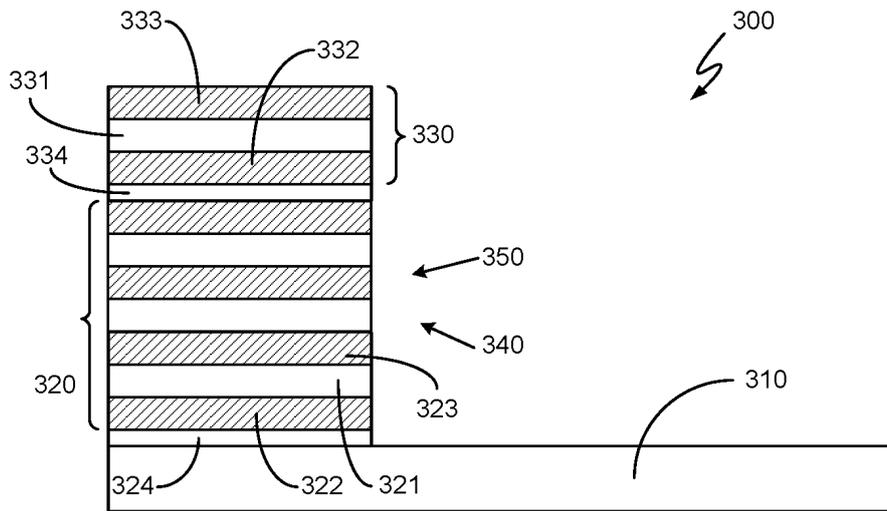
도면1



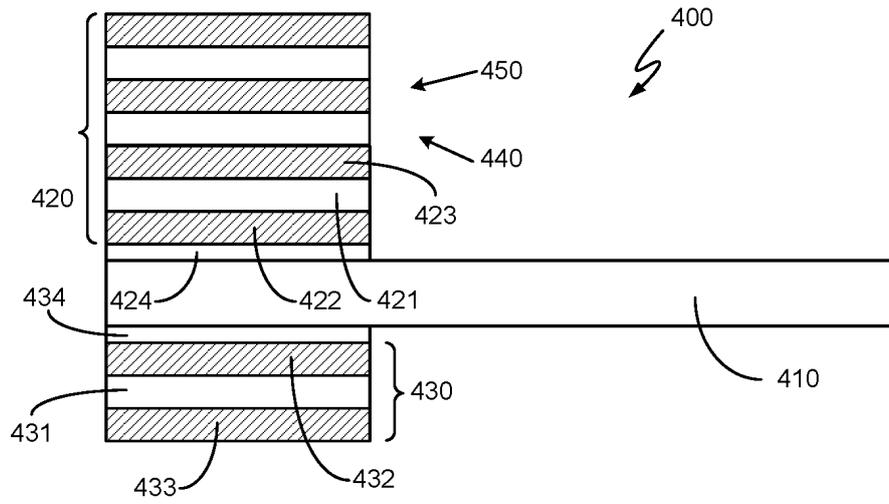
도면2



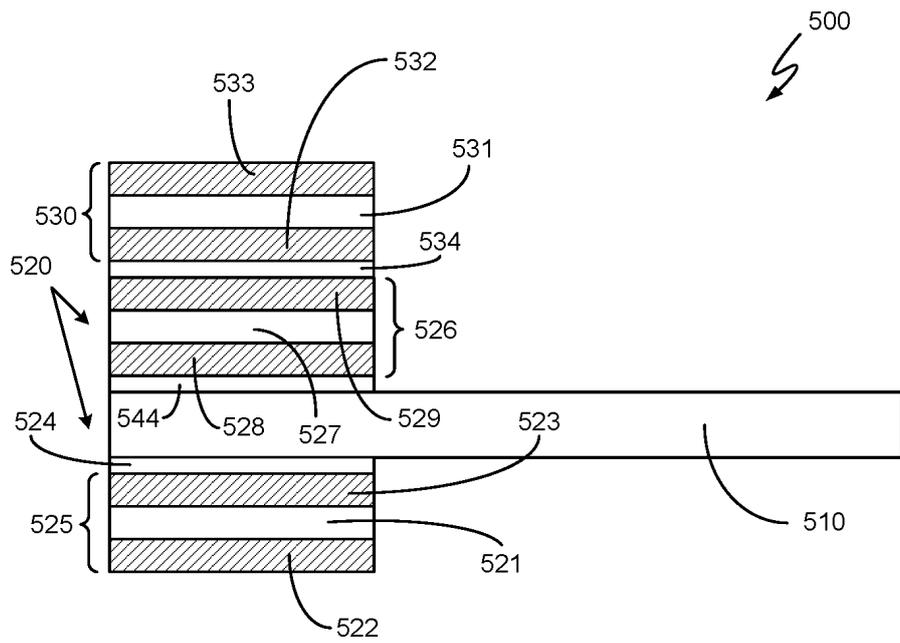
도면3



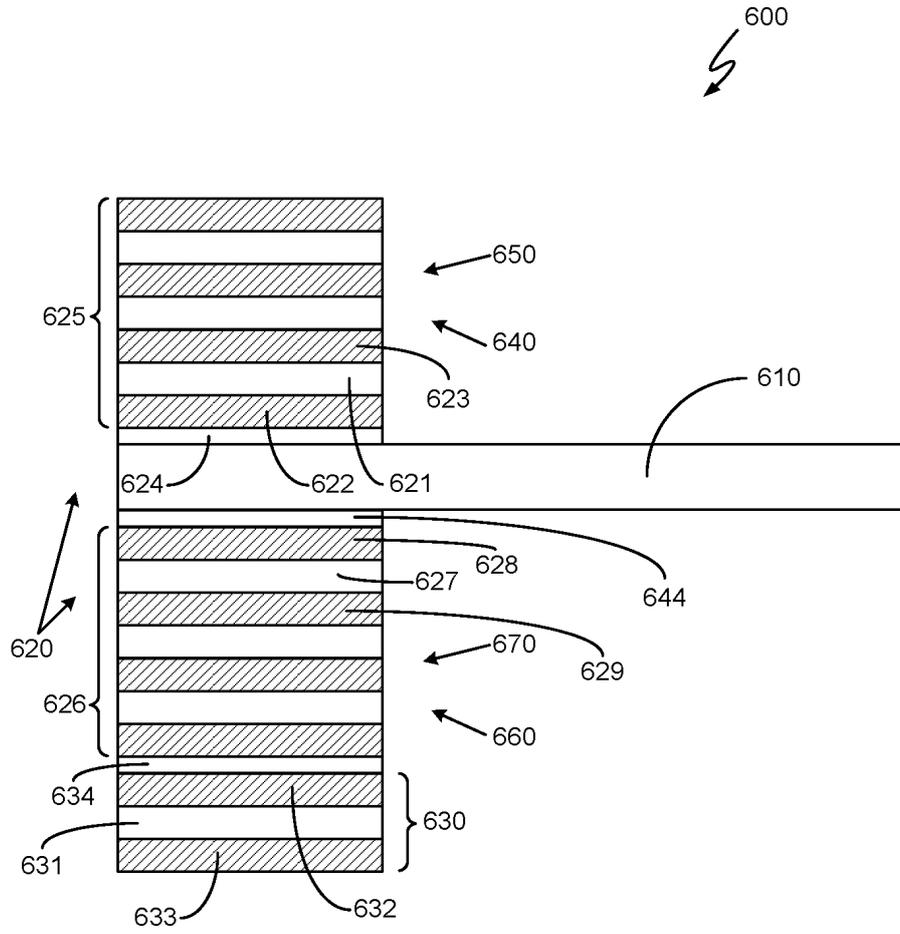
도면4



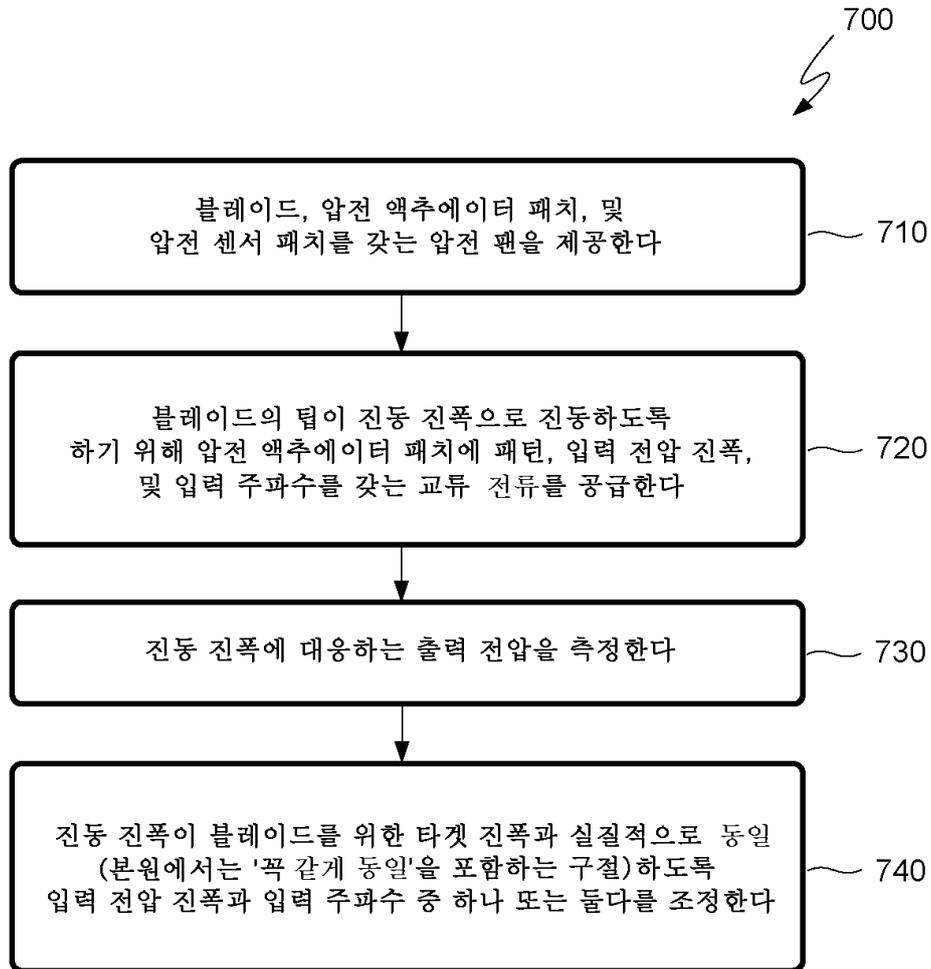
도면5



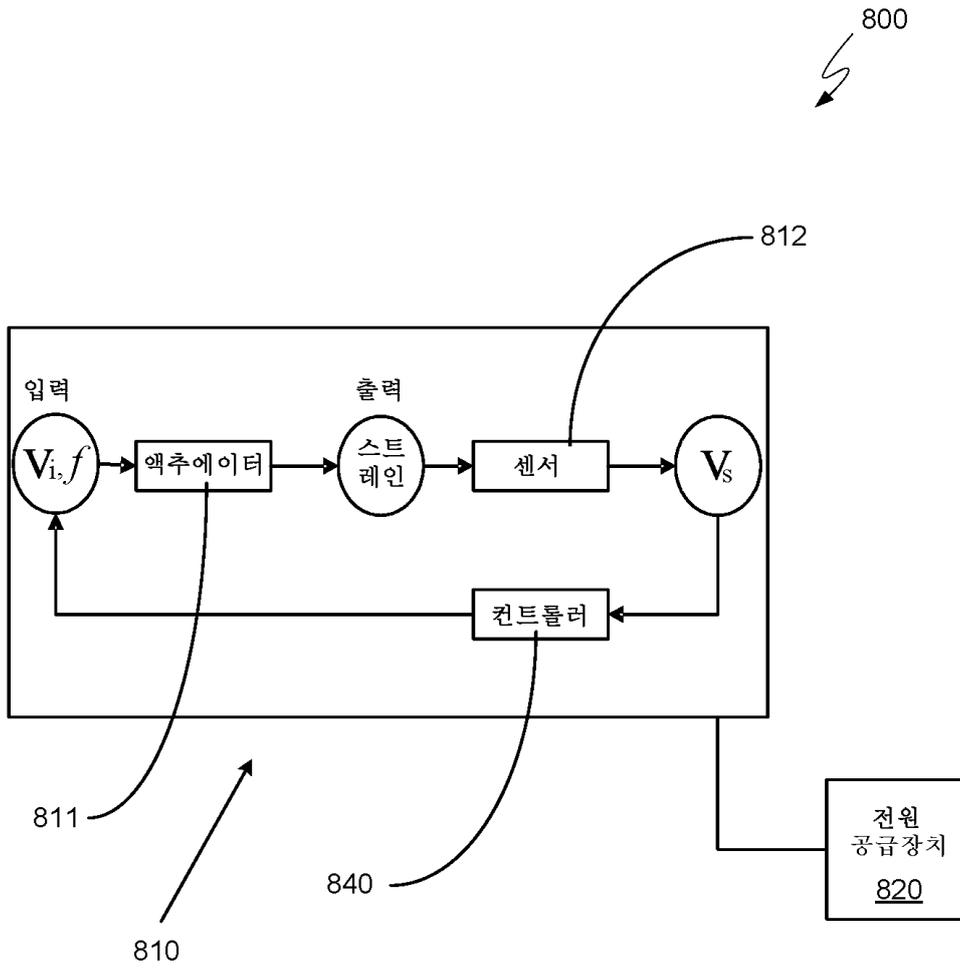
도면6



도면7



도면8



도면9

