

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2016년 11월 17일 (17.11.2016)



(10) 국제공개번호  
**WO 2016/182396 A1**

- (51) 국제특허분류:  
*G01K 5/56* (2006.01) *H01L 41/08* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/005107
- (22) 국제출원일: 2016년 5월 13일 (13.05.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2015-0066819 2015년 5월 13일 (13.05.2015) KR  
10-2015-0066822 2015년 5월 13일 (13.05.2015) KR
- (71) 출원인: 한양대학교 산학협력단 (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HAN-YANG UNIVERSITY) [KR/KR]; 04763 서울시 성동구 왕십리로 222, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 윤상원 (YOON, Sang Won); 04763 서울시 성동구 왕십리로 222, 산학기술관 208-1호 (사근동, 한양대학교), Seoul (KR). 김민기 (KIM, Min Ki); 02842 서울시 성북구 개운사길 51, 5층 (안암동 5가), Seoul (KR).
- (74) 대리인: 심경식 (SHIM, Kyoung-Shik) 등; 06719 서울시 서초구 반포대로 10, 신원빌딩 4층 (서초동), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

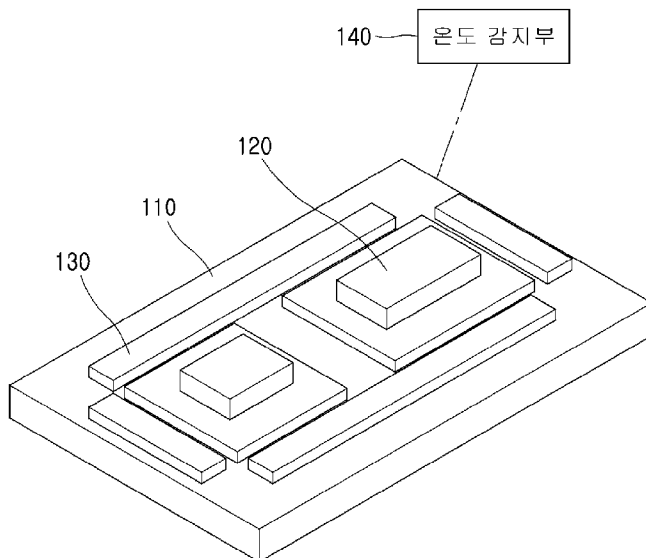
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: TEMPERATURE MEASUREMENT DEVICE OF POWER ELEMENT USING PIEZOELECTRIC ELEMENT, THERMAL STRESS REDUCTION DEVICE, AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 압전 소자를 이용한 전력 소자의 온도 계측 장치, 열응력 저감 장치 및 그 제조 방법

[도1]



140 ... Temperature sensing unit

(57) Abstract: A temperature measurement device of a power element using a piezoelectric element, according to one embodiment of the present invention, comprises: a substrate; at least one power element which is formed on one side of the substrate; and at least one piezoelectric element which is disposed on the substrate in a position spaced apart from the power element, and measures thermal stress produced on the substrate in order to detect the temperature according to heat generation of the power element.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 온도 계측 장치는 기판; 상기 기판의 일면에 형성되는 적어도 하나의 전력 소자; 및 상기 전력 소자로부터 이격된 위치의 상기 기판상에 배치되고, 상기 전력 소자의 발열에 따른 온도 감지를 위해 상기 기판에 발생되는 열응력을 측정하는 적어도 하나의 압전 소자를 포함한다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 압전 소자를 이용한 전력 소자의 온도 계측 장치, 열응력 저감 장치 및 그 제조 방법

#### 기술분야

- [1] 본 발명의 실시예들은 압전 소자를 이용한 전력 소자의 온도 계측 장치, 열응력 저감 장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

[2]

#### 배경기술

- [3] 일반적인 전력(전자)모듈은 전력을 제어하는 장치로서, 전력 전자 시스템에서 핵심이 되는 부품이다. 그런데, 최근 주목 받고 있는 친환경 자동차, 재생에너지 발전, 그리고 스마트 그리드와 같은 신개념 전력망에서 사용되는 전력 모듈은 고전력을 제어하기 때문에 높은 소모전력을 발생시킬 수 밖에 없다. 이 소모전력은 주로 열에너지로 전환되어 전력 모듈 내부에 고온을 발생시키게 된다.
- [4] 이러한 고온은 전력 모듈의 성능을 저하시키거나 성능의 불안정성을 야기시키며, 나아가 모듈의 파손이나 고장의 원인이 되기도 한다. 또한, 전력이 집중되는 곳에서만 고온이 발생하기 때문에 전력모듈 내의 열 분포는 불균형할 수 밖에 없다. 이처럼 발열 문제가 대두됨에 따라, 정확한 온도 계측 및 전력 모듈의 발열로 인해 발생하는 열응력의 계측이 중요한 이슈가 되고 있다. 열응력의 계측은 발열 자체의 온도분포 혹은 응력의 분포를 측정함으로써 구현할 수 있다.
- [5] 하지만, 전력 모듈 내의 온도와 열응력을 측정하기 위해 온도 센서를 반도체 내에 집적하는 경우, 반도체 동작에 영향을 줄 수 있거나, 세밀한 공정이 필요하기 때문에 센서 공정이 어려워지는 문제점이 존재한다. 온도 센서를 반도체 내에 집적하는 경우가 드물게 있지만 공정 비용이 많이 발생하고 반도체 성능에 영향을 미칠 수 있으며, 반도체 크기가 커질 수 밖에 없는 한계가 있다. 특히 반도체 성능에 미치는 영향 때문에 범용적으로 사용되기 어렵다.
- [6] 따라서, 반도체 내에서 전력 모듈의 온도 분포 혹은 열에 의해 발생하는 열응력을 계측할 수 있는 기술이 필요하다.
- [7] 한편, 최근, 전력 모듈 내부의 발열 문제는 점점 심각해지고 있으며, 전기자동차나 스마트 그리드 등 고전력 시스템의 등장으로 이 문제는 더욱 가속화되고 있다. 특히, 전력 모듈의 열에 의해 발생하는 현상 가운데 열응력(thermal stress)은 전력 모듈의 파괴를 유발하고 피로도를 발생하는 등 다양한 문제를 일으킨다. 하지만, 전력 모듈의 복잡한 3차원 구조 그리고 도체와 절연체가 반복되는 상이한 물질의 구성은 이러한 열응력의 문제점에 적합한 해결책을 제시하지 못하고 있다. 이처럼 발열 문제가 대두됨에 따라, 정확한

온도 계측 및 전력 모듈의 발열로 인해 발생하는 열응력의 감소가 중요한 이슈가 되고 있다.

- [8] 하지만, 전력 모듈 내의 온도와 열응력을 측정하기 위해 온도 센서를 반도체 내에 집적하는 경우, 반도체 동작에 영향을 줄 수 있거나, 세밀한 공정이 필요하기 때문에 센서 공정이 어려워지는 문제점이 존재한다. 온도 센서를 반도체 내에 집적하는 경우가 드물게 있지만 공정 비용이 많이 발생하고 반도체 성능에 영향을 미칠 수 있으며, 반도체 크기가 커질 수 밖에 없는 한계가 있다. 또한, 전력 모듈 내의 온도 및 열응력을 측정한 결과에 따라, 열 분포가 집중된 부분의 열응력을 저감시키기 위한 기술의 개발도 활발해지는 추세이다.
- [9] 따라서, 반도체 내에서 전력 모듈의 온도 분포 혹은 열에 의해 발생하는 열응력을 간접적으로 계측하고 저감할 수 있는 기술이 필요하다.

[10]

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [11] 본 발명의 일 실시예는 기판 상의 전력 소자로부터 발생하는 온도를 간접적으로 계측할 수 있는 압전 소자를 이용한 전력 소자의 온도 계측 장치를 제공한다.
- [12] 본 발명의 일 실시예는 전력 소자를 구비하는 기판 상에 압전 소자를 전력 소자로부터 이격된 위치에 배치하여 센서 및 액추에이터 중 적어도 하나로 동작하도록 함으로써, 전력 소자의 발열로 인해 기판에 발생하는 열응력을 간접적으로 측정할 수 있으며, 나아가 기판에 발생된 열응력을 저감시킬 수 있는 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치 및 그 제조 방법을 제공한다.
- [13]
- [14] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[15]

### 과제 해결 수단

- [16] 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 온도 계측 장치는 기판; 상기 기판의 일면에 형성되는 적어도 하나의 전력 소자; 및 상기 전력 소자로부터 이격된 위치의 상기 기판상에 배치되고, 상기 전력 소자의 발열에 따른 온도 감지를 위해 상기 기판에 발생하는 열응력을 측정하는 적어도 하나의 압전 소자를 포함한다.
- [17] 상기 적어도 하나의 압전 소자는 상기 적어도 하나의 전력 소자로부터 상하좌우 방향으로 이격된 위치에 배치될 수 있다.
- [18] 상기 적어도 하나의 압전 소자는 상기 전력 소자가 복수 개인 경우, 상기 전력 소자 사이에 적어도 하나씩 배치될 수 있다.

- [19] 상기 적어도 하나의 압전 소자는 상기 전력 소자가 복수 개인 경우, 상기 전력 소자 사이를 제외하고, 상기 상하좌우 방향으로 이격된 위치에 배치될 수 있다.
- [20] 상기 적어도 하나의 압전 소자 중 상기 전력 소자의 배치 방향과 교차하는 위치에 배치된 압전 소자는 상기 전력 소자 각각의 길이 및 상기 전력 소자 간 이격 거리에 기초하여 설정되는 길이를 가질 수 있다.
- [21] 상기 압전 소자는 상기 기관의 일면 및 타면에 형성되되, 상기 기관을 기준으로 서로 마주보는 형태로 배치될 수 있다.
- [22] 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 온도 측정 장치는 상기 열응력에 의해 상기 적어도 하나의 압전 소자로부터 발생하는 전압 신호의 전압 값에 기초하여, 상기 전력 소자의 온도를 감지하는 온도 감지부를 더 포함할 수 있다.
- [23] 상기 온도 감지부는 복수의 전압 값이 노이즈를 포함하는 경우, 상기 노이즈의 저감을 고려하여 상기 전력 소자의 온도 및 전력 모듈 내의 온도 분포를 산출할 수 있다.
- [24] 상기 온도 감지부는 상기 전압 신호가 서로 다른 극성을 가지는 경우, 상기 서로 다른 극성의 전압 신호에 대한 전압 값의 차이에 기초하여, 상기 전력 소자의 온도 및 전력 모듈 내의 온도 분포를 감지할 수 있다.
- [25] 상기 온도 감지부는 상기 압전 소자가 상기 전력 소자 사이를 제외하고 상기 전력 소자로부터 상하좌우 방향으로 이격된 위치에 하나씩 배치된 경우, 상하 방향 또는 좌우 방향 중 적어도 하나의 방향으로 이격된 위치에 배치된 압전 소자로부터 발생된 전압 신호에 대한 전압 값의 합산에 기초하여, 상기 전력 소자의 온도 및 전력 모듈 내의 온도 분포를 감지할 수 있다.
- [26] 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치는 기관; 상기 기관의 상면에 형성되는 적어도 하나의 전력 소자; 및 상기 전력 소자로부터 이격된 위치의 상기 기관상에 배치되고, 상기 전력 소자의 발열에 의한 열응력을 측정하거나 상기 기관에 발생하는 열응력을 저감시킬 수 있도록 외부로부터 전기 신호를 공급받는 전극을 구비하는 적어도 하나의 압전 소자를 포함한다.
- [27] 상기 압전 소자는 상기 전력 소자의 발열에 따른 온도 감지를 위해 상기 기관에 발생하는 열응력을 측정하는 센서, 또는 상기 열응력 저감을 위해 상기 전극을 통해 상기 전기 신호를 공급받는 액추에이터 중 적어도 하나로서 동작할 수 있다.
- [28] 상기 압전 소자는 상기 열응력의 발생에 따라 생성되는 전기 신호와 반대 극성을 가지는 전기 신호를 상기 전극을 통해 공급받아 상기 기관에 발생하는 열응력을 저감시킬 수 있다.
- [29] 상기 전극은 상기 압전 소자의 상면에 형성되는 상부 전극; 및 상기 압전 소자의 하면에 형성되는 하부 전극을 포함할 수 있다.
- [30] 상기 기관은 절연체의 상면 및 하면에 상부 금속층 및 하부 금속층을 각각

구비하는 전력 기관이고, 상기 하부 전극은 상기 전력 기관의 상부 금속층일 수 있다.

- [31] 상기 전극은 상기 압전 소자의 길이 방향으로 양끝단에 배치될 수 있다.
- [32] 상기 압전 소자가 상기 전력 소자로부터 사방으로 이격된 위치에 배치된 경우, 상기 전극은 상기 압전 소자 중 일 방향으로 대향 배치된 제1 압전 소자에는 상기 제1 압전 소자의 양 끝단에 배치되고, 상기 일 방향과 교차하는 타 방향으로 배치된 제2 압전 소자에는 상기 제2 압전 소자의 상면 및 하면에 상부 전극 및 하부 전극이 각각 배치될 수 있다.
- [33] 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치는 상기 전극에 상기 전기 신호를 공급하는 전원 공급부를 더 포함할 수 있고, 상기 전원 공급부는 상기 기관에 상기 열응력이 발생하는 경우, 상기 전극에 상기 열응력의 발생에 따라 생성되는 전기 신호와 반대 극성을 가지는 전기 신호를 공급할 수 있다.
- [34] 상기 압전 소자는 상기 전력 소자로부터 사방으로 이격된 위치에 배치될 수 있다.
- [35] 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치는 상기 열응력의 발생에 따라 상기 압전 소자로부터 발생하는 전기 신호에 기초하여, 상기 전력 소자의 온도를 감지하는 온도 감지부를 더 포함할 수 있다.
- [36] 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치의 제조 방법은 기관을 제공하는 단계; 상기 기관의 상면에 적어도 하나의 전력 소자를 형성하는 단계; 및 상기 전력 소자로부터 이격된 위치의 상기 기관상에, 상기 전력 소자의 발열에 따라 상기 기관에 발생하는 열응력을 저감시킬 수 있도록 외부로부터 전기 신호를 공급받는 전극을 구비하는 적어도 하나의 압전 소자를 형성하는 단계를 포함하고, 상기 압전 소자를 형성하는 단계는 풀링 공정을 이용하여 상기 압전 소자의 상면 및 하면에 각각 상부 전극 및 하부 전극을 형성하는 단계를 포함한다.
- [37] 상기 기관을 제공하는 단계는 절연체의 상면 및 하면에 상부 금속층 및 하부 금속층을 각각 구비하는 전력 기관을 제공하는 단계를 포함하고, 상기 하부 전극은 상기 전력 기관의 상부 금속층일 수 있다.

[38]

- [39] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

[40]

### **발명의 효과**

- [41] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기관 상의 전력 소자로부터 발생하는 열응력 및 온도를 간접적으로 계측할 수 있다.
- [42] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기존과 같이 전력 소자에 센서를 직접 부착하여

온도를 측정할 필요가 없이, 압전 소자를 전력 소자로부터 이격된 근처에 배치하여 전력 소자의 온도를 간접적으로 측정함으로써, 전력 소자로부터 압전 소자로의 열 전달을 최소화할 수 있으며, 이를 통해 전력 소자의 온도를 정확히 측정하면서도 전력 소자의 동작에의 영향을 최소화할 수 있다.

[43] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 압전 소자가 기판 위에 집적 공정됨에 따라, 기판과의 일체화가 가능하고, 더 나아가 공정상의 복잡성과 비용 상승을 예방할 수 있다.

[44] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전력 소자를 구비하는 기판 상에 압전 소자를 전력 소자로부터 이격된 위치에 배치하여 센서 및 액추에이터 중 적어도 하나로 동작하도록 함으로써, 전력 소자의 발열로 인해 기판에 발생하는 열응력을 간접적으로 측정할 수 있으며, 나아가 기판에 발생된 열응력을 저감시킬 수 있다.

[45] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 압전 소자의 액추에이터로서의 동작을 통해, 기판에서 열응력이 집중되는 부분의 응력을 감쇄시킴으로써, 기판의 열 변형을 저감시킬 수 있으며, 나아가 기판의 열 파손을 방지할 수 있다.

[46] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 센서 및 액추에이터로서의 동작이 모두 실행 가능한 압전 소자를 기판 위에 집적 공정함으로써, 최소한의 설계 변화만으로 전력 소자의 열응력 저감 장치를 구현할 수 있다.

[47]

### 도면의 간단한 설명

[48] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 온도 계측 장치를 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[49] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 온도 계측 장치의 변형예를 도시한 도면이다.

[50] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 온도 계측 장치를 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[51] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 노이즈의 저감을 고려한 전력 소자의 온도 산출을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[52] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치를 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[53] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치에 있어서, 압전 소자의 액추에이터로서의 기능을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[54] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치의 제조 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

[55] 도 8 내지 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치의 제조 공정도이다.

[56]

**발명의 실시를 위한 형태**

[57]

본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

[58]

[59]

이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[60]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 온도 측정 장치를 설명하기 위해 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 측정 장치의 변형예를 도시한 도면이다.

[61]

먼저 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 온도 측정 장치(100)는 기판(110), 전력 소자(120), 압전 소자(130), 및 온도 감지부(140)를 포함할 수 있다.

[62]

상기 기판(110)은 직육면체의 모양으로 형성될 수 있으며, 상기 기판(110)의 일면에는 상기 전력 소자(120) 및 상기 압전 소자(130)가 설치될 수 있다.

[63]

상기 기판(110)은 열전도율을 높이기 위해 적합한 소재, 예를 들면  $Al_2O_3$ , AlN, SiN 중 하나가 사용되는 세라믹 소재로 구현될 수 있다. 참고로, 본 실시예에서는 압전 특성을 지닌 AlN으로 상기 기판(110)을 구현하는 것이 바람직하다.

[64]

상기 기판(110)은 상기 세라믹 소재로 구현된 세라믹 기판 앞뒤로 2개의 금속판이 샌드위치 구조를 이루는 전력 기판으로 구현될 수 있다. 예컨대, 상기 기판(110)은 AlN 등의 절연체와 상하에 배치된 금속판으로 이루어진 전력 기판으로 구현될 수 있다. 참고로, 상기 압전 소자(130)는 상기 절연체에 직접 설치되거나 상기 금속판의 일면에 설치될 수 있다.

[65]

한편, 상기 기판(110)은 상기 전력 소자(120)에서 발생하는 열에 의해 구부러질 수 있다. 즉, 상기 기판(110)은 상기 전력 소자(120)가 동작함에 따라 열이 발생하게 되면, 상기 기판(110)과 상기 전력 소자(120) 사이의 큰 열팽창계수 차이 때문에 상기 열에 의해 휘어질 수 있다.

[66]

상기 전력 소자(120)는 상기 기판(110)의 일면에 적어도 하나가 형성된다. 이때, 상기 전력 소자(120)가 복수 개인 경우, 상기 복수 개의 전력 소자(120)는 상기 기판(110) 위에 서로 일정 간격 이격되어 배치될 수 있다.

[67]

또한, 상기 전력 소자(120)는 상기 기판(110)의 일면에 형성될 수 있다. 예컨대,

상기 기관(110)이 상기 전력 기관으로 구현되는 경우, 상기 전력 소자(120)는 상기 금속판 일면에 형성될 수 있다.

- [68] 이때, 상기 전력 소자(120)가 발열하는 경우, 상기 전력 소자(120) 및 상기 기관(110)의 금속판, 그리고 상기 기관(110)의 금속판과 절연체 사이에서 나타나는 큰 열팽창계수 차이로 인해, 상기 기관(110)이 휘어질 수 있다.
- [69] 상기 압전 소자(130)는 상기 전력 소자(120)로부터 이격된 위치의 기관(110)상에 적어도 하나가 배치된다. 이하에서는 상기 압전 소자(130)가 복수 개인 것으로 한정하여 설명한다.
- [70] 상기 압전 소자(130)는 상기 전력 소자(120)로부터 상하좌우 방향으로 이격된 위치에 배치될 수 있다.
- [71] 가령, 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 기관(110)의 일면에 두 개의 전력 소자(120)가 설치된다고 가정한다.
- [72] 이러한 경우, 상기 두 개의 전력 소자(120)로터 상하좌우 방향으로 이격된 위치에 총 일곱 개의 압전 소자(130)가 상기 기관(110)의 일면에 배치될 수 있다. 즉, 상기 일곱 개의 압전 소자(130)는 상기 두 개의 전력 소자(120) 각각의 둘레를 둘러싸는 형태로 배치될 수 있다.
- [73] 또한, 상기 압전 소자(130)는 상기 전력 소자(120) 사이에 적어도 하나씩 배치될 수 있다. 즉, 상기 압전 소자(130)는 상기 전력 소자(120) 사이에 하나씩 배치될 수 있으며, 또 달리 상기 전력 소자(120) 사이에 복수 개의 압전 소자(130)가 배치될 수도 있다.
- [74] 이하에서는 상기 압전 소자(130)의 변형예를 도 2를 참조하여 설명한다. 여기서도 상기 압전 소자(130)는 복수 개인 것으로 한정하여 설명한다.
- [75] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 압전 소자(130)는 상기 전력 소자(120)가 복수 개인 경우, 상기 전력 소자(120) 사이를 제외하고, 상기 상하좌우 방향으로 이격된 위치에 배치될 수 있다.
- [76] 즉, 상기 기관(110)의 일면에 두 개의 전력 소자(120)가 설치된 경우, 상기 두 개의 전력 소자(120) 사이를 제외하고, 상기 두 개의 전력 소자(120) 각각으로부터 상하좌우 방향으로 이격된 위치에 총 여섯 개의 압전 소자(130)가 상기 기관(110)의 일면에 배치될 수 있다.
- [77] 다시 말해, 상기 여섯 개의 압전 소자(130) 중 두 개는 상기 전력 소자(120)의 배치 방향으로 상기 전력 소자(120)를 사이에 두고 마주보며 배치될 수 있으며, 나머지 네 개는 상기 전력 소자(120)의 배치 방향과 교차하는 위치에 상기 전력 소자(120)를 사이에 두고 마주보며 배치될 수 있다.
- [78] 이때, 상기 나머지 네 개의 압전 소자(130)는 상기 전력 소자(120) 각각의 길이 및 상기 전력 소자(120) 간 이격 거리에 기초하여 설정되는 길이를 가질 수 있다.
- [79] 즉, 상기 나머지 네 개의 압전 소자(130)의 길이는 상기 전력 소자(120) 간 이격 거리를 제외하고, 상기 두 개의 전력 소자(120)의 하면에 배치된 상기 금속판 각각의 길이에 의해 설정될 수 있다.

- [80] 상기 압전 소자(130)는 상기 전력 소자(120)의 발열에 따른 온도 감지를 위해 상기 기관(110)에 발생하는 열응력을 측정한다.
- [81] 이때, 상기 전력 소자(120)로부터 발생하는 열에 의해 상기 기관(110)이 휘게 되면, 상기 기관(110) 위에 형성된 상기 압전 소자(130) 또한 휘어질 수 있다.
- [82] 즉, 상기 압전 소자(130)는 상기 휘어진 정도에 따라 전압 신호를 발생하며, 상기 발생하는 전압 신호를 이용하여 응력을 측정할 수 있다.
- [83] 이를 위해, 상기 압전 소자(130)는 상기 전력 소자(120)로부터 이격된 위치, 즉, 상기 전력 소자(120)의 주변에 배치될 수 있다.
- [84] 다시 말해, 상기 압전 소자(130)는 상기 전력 소자(120)로부터 일정 거리만큼 떨어진 위치에 배치됨으로써, 상기 전력 소자(120)의 발열에 따라 상기 기관(110)에 발생하는 열응력을 간접적으로 측정할 수 있다.
- [85] 이로써, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 압전 소자(130)를 통해 상기 전력 소자(120)로부터 발생하는 열 자체가 아닌 상기 열로 인해 상기 기관(110)에 발생하는 응력을 측정할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기존과 같이 상기 전력 소자(120)에 센서를 직접 부착하여 온도를 측정할 필요가 없이, 상기 압전 소자(130)를 상기 전력 소자(120)의 근처에 배치함으로써, 상기 전력 소자(120)로부터 상기 압전 소자(130)로의 열 전달을 최소화할 수 있으며, 이를 통해 상기 전력 소자(120)의 온도를 보다 정확히 측정할 수 있다.
- [86] 상기 온도 감지부(140)는 상기 전력 소자(120)의 발열로 인해, 상기 기관(110)에 열응력이 발생하는 경우, 상기 열응력에 의해 상기 적어도 하나의 압전 소자(130)로부터 발생하는 전압 신호의 전압 값에 기초하여, 상기 전력 소자(120)의 온도를 감지할 수 있다.
- [87] 예를 들어, 상기 전력 소자(120)로부터 열이 발생되지 않는 경우에는 도 1 및 도 2와 같이 상기 기관(110)이 편평한 상태이지만, 상기 전력 소자(120)가 발열하는 경우에는, 상기 기관(110) 및 상기 압전 소자(130)가 도 3 및 도 4와 같이 휘어질 수 있고, 이에 따라, 상기 압전 소자(130)는 상기 전압 신호를 발생할 수 있다.
- [88] 여기서, 상기 압전 소자(130)가 지닌 특성은 이미 널리 알려진 특성에 해당하므로, 본 발명의 일 실시예에서는 이에 대한 설명을 생략하기로 한다.
- [89] 한편, 상기 온도 감지부(140)는 복수의 전압 값이 노이즈를 포함하는 경우, 상기 노이즈의 저감을 고려하여 상기 전력 소자(120)의 온도를 산출할 수 있다.
- [90] 상기 노이즈의 저감을 고려한 상기 전력 소자(120)의 온도 산출에 대해서는 도 3 및 도 4의 실시예를 설명하면서 함께 언급하기로 한다.
- [91]
- [92] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 측정 장치를 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [93] 도 3을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 측정 장치(300)는 기관(110), 전력 소자(120), 압전 소자(130), 및 온도 감지부(140)를 포함할 수 있다.

- [94] 본 실시예를 설명하기에 앞서, 상기 기관(110) 및 상기 전력 소자(120)는 도 1 및 도 2의 기관(110) 및 전력 소자(120)와 동일 또는 유사한 구조 및 특성을 지니므로, 본 실시예에서는 이에 대한 설명을 생략하고, 상기 압전 소자(130) 및 상기 온도 감지부(140)에 대해서만 상세히 설명하기로 한다.
- [95] 상기 압전 소자(130)는 상기 기관(110)의 일면 및 타면에 형성되되, 상기 기관(110)을 기준으로 서로 마주보는 형태로 배치될 수 있다. 즉, 상기 압전 소자(130)는 상기 기관(110)을 사이에 두고 서로 대응되는 위치에 배치될 수 있다.
- [96] 예컨대, 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 기관(110)의 일면에 두 개의 전력 소자(120)가 설치된 경우, 상기 기관(110)의 일면 및 타면에는 각각 여섯 개의 압전 소자(130)가 설치될 수 있다.
- [97] 이때, 상기 전력 소자(120)가 구동하면, 상기 전력 소자(120)의 발열로 인해 상기 기관(110)에는 열응력이 발생된다. 이에 따라, 상기 기관(110)의 일면에 형성된 여섯 개의 압전 소자(130)는 (+)극성을 지닌 전압 신호를 발생시키고, 상기 기관(110)의 타면에 형성된 여섯 개의 압전 소자(130)는 (-)극성을 지닌 전압 신호를 발생시킬 수 있다.
- [98] 즉, 상기 압전 소자(130)는 상기 기관(110)의 열응력 발생 시, 서로 다른 극성을 가지는 전압 신호를 발생할 수 있다.
- [99] 상기 온도 감지부(140)는 상기 서로 다른 극성의 전압 신호에 대한 전압 값의 차이에 기초하여, 상기 전력 소자(120)의 온도를 감지할 수 있다.
- [100] 이를 위해, 상기 온도 감지부(140)는 복수의 전압 값별로 각 온도가 매칭되어 저장되는 변환 테이블(미도시)을 포함하고, 상기 변환 테이블을 이용하여 상기 전력 소자(120)의 온도를 감지할 수 있다.
- [101] 즉, 상기 온도 감지부(140)는 상기 기관(110)을 사이에 두고 서로 대응되는 위치에 배치된 압전 소자(130)로부터 발생된 전압 신호의 전압 값 차이를 산출하고, 상기 산출된 전압 값 차이에 해당하는 값을 상기 변환 테이블에서 검색하여 그에 매칭되는 온도 값을 획득함으로써 상기 전력 소자(120)의 온도를 감지할 수 있다.
- [102] 한편, 상기 압전 소자(130)로부터 발생된 전압 신호에는 노이즈가 포함되어 있을 수 있다. 이러한 경우, 상기 온도 감지부(140)는 상기 전압 신호에 포함된 노이즈를 고려하여 상기 전력 소자(120)의 온도를 산출할 수 있다.
- [103] 구체적으로, 상기 기관(110)의 일면(위)에 형성된 압전 소자(130)에서  $S1+N1$ ( $S1$ :전압 신호,  $N1$ :노이즈)만큼의 전압 값이 발생되고, 상기 기관(110)의 타면(아래)에 형성된 압전 소자(130)에서  $-S1+N2$ ( $-S1$ :전압 신호,  $N2$ :노이즈)만큼의 전압 값이 발생된다고 가정한다.
- [104] 이러한 경우, 상기 온도 감지부(140)는 상기 전압 값  $S1+N1$ 에서 상기 전압 값  $-S1+N2$ 를 차감함으로써, 상기 노이즈가 저감(또는 제거)된 전압 값  $2S1+N1-N2$ 을 산출할 수 있으며, 상기 산출된 전압 값  $2S1+N1-N2$ 을 상기 변환

테이블에서 검색하여 그에 매칭되는 온도 값을 획득함으로써 상기 전력 소자(120)의 온도를 감지할 수 있다.

[105]

[106] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 노이즈의 저감을 고려한 전력 소자의 온도 산출을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 참고로, 도 4는 도 3의 전력 소자 온도 측정 장치의 기관이 전력 소자의 발열로 인해 휘어져 열응력이 발생한 상태를 도시하고 있다.

[107] 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 기관(110)의 일면에 두 개의 전력 소자(120)가 설치된 경우, 상기 두 개의 전력 소자(120) 사이를 제외하고, 상기 전력 소자(120) 각각으로부터 상하좌우 방향으로 이격된 위치에 총 여섯 개의 압전 소자(130)가 설치될 수 있는데, 이때 상기 여섯 개의 압전 소자(130)는 상기 전력 소자(120)의 발열로 인해 상기 기관에 발생하는 열응력에 따라, 각각 전압 신호를 발생시킬 수 있다.

[108] 상기 온도 감지부(140)는 상기 압전 소자(130)로부터 발생된 각각의 전압 신호에 대한 전압 값을 합산하고, 상기 합산된 전압 값에 기초하여, 상기 전력 소자(120)의 온도를 감지할 수 있다. 이를 위해, 상기 온도 감지부(140)는 도 3의 설명에서와 같이 변환 테이블을 활용할 수 있다.

[109] 이때, 상기 전압 신호에는 노이즈가 포함될 수 있다. 따라서, 상기 온도 감지부(140)는 상기 전압 신호에 포함된 노이즈를 고려하여 상기 전력 소자(120)의 온도를 감지할 수 있다.

[110] 예를 들면, 상기 노이즈가 포함된 전압 신호에 대한 전압 값으로  $S1+N1$ ( $S1$ : 전압 신호,  $N1$ : 노이즈),  $S1+N2$ ( $S1$ : 전압 신호,  $N2$ : 노이즈)이 발생된다고 가정한다.

[111] 이러한 경우, 상기 온도 감지부(140)는 상기 전압 값  $S1+N1$  및  $S1+N2$ 의 차감에 의한 값  $N1-N2$ 을 반감시킨 후, 기존에 측정된 전압 값  $S1+N1$ 에서 빼주면 상기 노이즈의 일부가 저감된 값  $(S1+N1)-(N1-N2)/2$ 을 산출할 수 있다. 상기의 과정은 전압 값  $S1+N2$ 의 경우에도 마찬가지로 적용될 수 있다.

[112] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 전력 소자(120)의 온도 감지 시, 상기 노이즈 값이 포함된 전압 값의 차이에 대한 노이즈를 반감시킨 후, 상기 노이즈 값이 포함된 전압 값에서 차감시킴으로써, 기존에 측정된 전압 값에서 상기 노이즈의 일부가 줄어 들 수 있다.

[113] 이를 통해, 상기 온도 감지부(140)는 상기 노이즈 값이 포함된 전압 값에서 반감된 노이즈의 차감을 통해, 기존에 측정된 전압 값에서 차감하는 상기 노이즈 값의 비중을 줄여 상기 전력 소자(120)의 온도를 보다 정확히 감지할 수 있다.

[114] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 압전 소자(130)는 상기 전력 소자(120)가 구동하는 경우, 상기 전력 소자(120)로부터 이격된 주변에서 상기 기관(110)에서 발생하는 열응력에 의해 동작하여 상기 전압을 발생시키고, 상기 전압에 기초하여 상기 전력 소자(120)의 온도를 측정하기 위한 센서로서의

역할을 수행할 수 있다.

- [115] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 기관(110) 상의 전력 소자(120)로부터 발생하는 열응력 및 온도를 상기 압전 소자(130)를 통해 간접적으로 측정할 수 있다.
- [116] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기존과 같이 전력 소자에 센서를 직접 부착하여 온도를 측정할 필요가 없이, 압전 소자를 전력 소자로부터 이격된 근처에 배치하여 전력 소자의 온도를 측정함으로써, 전력 소자로부터 압전 소자로의 열 전달을 최소화할 수 있으며, 이를 통해 전력 소자의 온도를 보다 정확히 측정할 수 있다.
- [117] 더욱이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 압전 소자가 기관 위에 집적 공정됨에 따라, 기관과의 일체화가 가능하고, 더 나아가 공정상의 복잡성과 비용 상승을 예방할 수 있다.
- [118]
- [119] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치를 설명하기 위해 도시한 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치에 있어서, 압전 소자의 액추에이터로서의 기능을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [120] 도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치(500)는 기관(510), 전력 소자(520), 압전 소자(530), 온도 감지부(540), 및 전원 공급부(550)를 포함할 수 있다.
- [121] 상기 기관(510)은 직육면체의 플레이트(plate) 모양으로 형성될 수 있으며, 상기 기관(510)의 일면에는 상기 전력 소자(520) 및 상기 압전 소자(530)가 설치될 수 있다.
- [122] 상기 기관(510)은 열전도율을 높이기 적합한 소재, 예를 들면  $Al_2O_3$ ,  $AlN$ ,  $SiN$  중 하나가 사용되는 세라믹 소재로 구현될 수 있다. 여기서, 상기  $Al_2O_3$ 의 경우, 가격면에서 월등히 저렴하고, 가장 일반적으로 사용되고 있다.
- [123] 참고로, 본 실시예에서는 가장 널리 사용되며 가격이 저렴한  $Al_2O_3$ 로 상기 기관(510)을 구현하는 것이 바람직하다.
- [124] 상기 기관(510)은 절연체인 세라믹으로 구현될 수 있고, 상기 절연체의 상면 및 하면에 상부 금속층 및 하부 금속층을 각각 구비하는 전력 기관으로 구현될 수 있다.
- [125] 즉, 상기 기관(510)은 상기 세라믹으로 구현된 세라믹 절연체 상하로 상기 상부 금속층 및 상기 하부 금속층이 샌드위치 구조를 이루는 기관으로 구현될 수 있다. 참고로, 상기 상부 금속층 및 상기 하부 금속층은 구리, 알루미늄과 같은 열전도성이 탁월한 소재로 형성될 수 있다.
- [126] 한편, 상기 기관(510)은 상기 전력 소자(520)에서 발생하는 열에 의해 구부러질 수 있다. 즉, 상기 기관(510)은 상기 전력 소자(520)가 동작함에 따라 열이 발생하게 되면, 상기 기관(510)의 상부 금속층과 상기 전력소자(520) 사이 혹은

상기 기관(510)의 상하부 금속층과 상기 절연체 사이 높은 열팽창계수 차이 때문에 휘어질 수 있다.

- [127] 상기 전력 소자(520)는 상기 기관(510)의 상면에 적어도 하나가 형성된다. 이때, 상기 전력 소자(520)가 복수 개인 경우, 상기 복수 개의 전력 소자(520)는 상기 기관(510) 위에 서로 일정 간격 이격되어 배치될 수 있다.
- [128] 상기 전력 소자(520)는 상기 기관(510)이 상기 전력 기관으로 구현되는 경우, 상기 절연체의 상부 금속층 위에 형성될 수 있다. 이로 인해, 상기 전력 소자(520)에서 발생하는 열은 상기 상부 금속층으로 전달될 수 있고, 다시 상기 기관(510)으로 전달될 수 있다.
- [129] 즉, 상기 전력 소자(520)는 그 구동에 따라 열을 발생하고, 상기 발생된 열은 상기 전력 소자(520) 및 상기 기관(510) 사이에서 상기 열을 전달하는 매개체로서의 역할을 하는 상기 상부 금속층을 통해 상기 기관(510)에 전달될 수 있다. 이때, 상기 전력소자(520)와 상기 기관(510)의 상부 금속층은 큰 열팽창계수 차이를 가지므로 열에 의해 늘어나는 정도가 다르고 따라서 큰 열응력이 발생할 수 있다.
- [130] 상기 압전 소자(530)는 상기 전력 소자(520)로부터 이격된 위치의 상기 기관(510)상에 적어도 하나가 배치된다.
- [131] 다시 말해, 상기 압전 소자(530)는 상기 전력 소자(520)로부터 사방으로 이격된 위치에 배치될 수 있다.
- [132] 상기 압전 소자(530)는 상기 전력 소자(520)의 발열에 따라 상기 기관(510)에 반대방향의 응력을 발생하여 열응력을 저감시키도록 외부로부터 전기 신호를 공급받는 전극(532)을 구비한다.
- [133] 즉, 상기 압전 소자(530)는 상기 열응력 저감을 위해 상기 전극(532)을 통해 상기 전기 신호를 공급받는 액추에이터로서 동작할 수 있다.
- [134] 또한, 상기 압전 소자(530)는 상기 전력 소자(520)의 발열에 따른 온도 감지를 위해 상기 기관(510)에 발생하는 열응력을 측정하는 센서로서 동작할 수 있다.
- [135] 즉, 상기 압전 소자(530)는 상기 기관(510)에 발생하는 열응력의 측정치에 대응하는 전압 값을 가지는 전기 신호를 발생할 수 있다.
- [136] 이와 같이, 상기 압전 소자(530)는 상기 센서 또는 액추에이터 중 적어도 하나로서 동작할 수 있다.
- [137] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 압전 소자(530)는 상기 센서 및 상기 액추에이터로 활용되도록 동일한 압전 물질로 공정됨으로써, 쌍방향 냉각 구조와 같이 상하 높이가 같아야 하는 복잡한 3차원 전력모듈 구조 등에도 적용될 수 있다.
- [138] 상기 압전 소자(530)가 상기 센서로서 동작하는 경우, 상기 온도 감지부(540)는 상기 열응력의 발생에 따라 상기 압전 소자(530)로부터 발생하는 전기 신호에 기초하여, 상기 전력 소자(520)의 온도를 감지할 수 있다.
- [139] 이를 위해, 상기 온도 감지부(540)는 복수의 전압 값 별로 각 온도가 매칭되어

저장되는 변환 테이블(미도시)을 포함하고, 상기 변환 테이블을 이용하여 상기 전력 소자(520)의 온도를 감지할 수 있다.

- [140] 즉, 상기 온도 감지부(540)는 상기 기관(510)을 사이에 두고 서로 대응되는 위치에 배치된 압전 소자(530)로부터 발생된 전압 신호의 전압 값 자체 혹은 전압 값의 차이를 산출하고, 상기 산출된 전압 값 차이에 해당하는 값을 상기 변환 테이블에서 검색하여 그에 매칭되는 온도 값을 획득함으로써 상기 전력 소자(520)의 온도를 감지할 수 있다.
- [141] 반면에, 상기 압전 소자(530)가 상기 액추에이터로서 동작하는 경우, 상기 압전 소자(530)는 상기 열응력의 발생에 따라 생성되는 전기 신호와 반대 극성을 가지는 전기 신호를 상기 전극(532)을 통해 공급받아 상기 기관(510)에 발생하는 열응력을 저감시킬 수 있다.
- [142] 이를 위해, 상기 전극(532)은 상기 압전 소자(530)의 상면 및 하면에 형성될 수 있다. 본 실시예에서는 상기 압전 소자(530)의 상면에 형성되는 전극(532)을 상부 전극(532)으로 지칭하고, 그 하면에 형성되는 전극(532)을 하부 전극(532)으로 지칭한다.
- [143] 여기서, 상기 하부 전극(532)은 별도의 전극으로 이루어질 수 있지만, 본 실시예에서는 상기 전력 기관(510)의 상부 금속층으로 이루어질 수 있다. 이에 따라, 상기 압전 소자(530)는 상기 상부 금속층이 상기 하부 전극(532)을 대신하여 외부로부터 상기 전기 신호를 공급받을 수 있다.
- [144] 한편, 상기 전극(532)은 상기 압전 소자(530)의 길이 방향으로 양끝단에 배치될 수 있다.
- [145] 예를 들어, 상기 압전 소자(530)가 상기 전력 소자(520)로부터 사방으로 이격된 위치에 배치된 경우, 상기 전극(532)은 상기 압전 소자(530) 중 일 방향으로 대향 배치된 제1 압전 소자에는 상기 제1 압전 소자의 양 끝단에 배치되고, 상기 일 방향과 교차하는 타 방향으로 배치된 제2 압전 소자에는 상기 제2 압전 소자의 상면 및 하면에 상부 전극(532) 및 하부 전극(532)이 각각 배치될 수 있다.
- [146] 참고로, 본 발명의 일 실시예에서는, 도면에 도시된 바와 같이, 상기 기관(510)의 상면에 상기 제1 압전 소자 및 상기 제2 압전 소자가 서로 교차 배치된 두 개의 세트가 형성되어 있다.
- [147] 한편, 상기 전원 공급부(550)는 상기 전극(532)에 상기 전기 신호를 공급할 수 있다.
- [148] 상기 전원 공급부(550)는 상기 기관(510)에 상기 열응력이 발생하는 경우, 상기 전극(532)에 상기 열응력의 발생에 따라 생성되는 전기 신호와 반대 극성을 가지는 전기 신호를 공급할 수 있다.
- [149] 이로 인해, 상기 기관(510)에는 상기 열응력의 발생으로 인해 휘어진 방향과 반대 방향으로 발생하는 응력이 가해진다. 이로써, 본 발명의 일 실시예에 따르면 상기 기관(510)의 휘어진 부분이 원래 상태로(또는 그에 가깝게) 복원되어 상기 기관(510)에 발생한 열응력을 저감시킬 수 있다.

- [150] 예를 들면, 상기 열응력의 발생에 따라, 상기 기관(510)의 일부분이 늘어나는 변형이 일어난 경우, 상기 압전 소자(530)는 상기 변형이 일어난 부분에 대응하는 크기의 전압을 가지는 전기 신호를 발생할 수 있다. 이때, 상기 전원 공급부(550)는 상기 발생된 전기 신호와 동일한 전압의 반대 극성을 가지는 전기 신호를 상기 압전 소자(530)에 공급함으로써, 상기 변형이 일어난 부분의 인장 응력을 압축 응력으로 변환하여 상기 기관(510)에 발생된 열응력을 상쇄시킬 수 있다.
- [151] 이와 반대로, 상기 열응력의 발생에 따라, 상기 기관(510)의 일부분이 줄어드는 변형이 일어난 경우, 상기 압전 소자(530)는 상기 변형이 일어난 부분에 대응하는 크기의 전압을 가지는 전기 신호를 발생할 수 있다. 이때, 상기 전원 공급부(550)는 상기 발생된 전기 신호와 동일 전압의 반대 극성을 가지는 전기 신호를 상기 압전 소자(530)에 공급함으로써, 상기 변형이 일어난 부분의 압축 응력을 인장 응력으로 변환하여 상기 기관(510)에 발생된 영응력을 상쇄시킬 수 있다.
- [152] 이하에서는, 상기 압전 소자(530)의 액추에이터로서의 기능에 대해 도 6을 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.
- [153] 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 기관(510)은 상기 전력 소자(520)의 열 발생으로 인해 휘어진 상태이다.
- [154] 이에 따라, 상기 압전 소자(530) 또한 함께 휘어질 수 있고, 상기 휨 정도에 따라 전기 신호를 발생할 수 있다.
- [155] 한편, 상기 전극(532)은 상기 압전 소자(530)의 양 끝단에 배치될 수 있으며, 또 달리 상기 압전 소자(530)의 상면 및 하면에 각각 배치될 수 있다. 이때, 상기 전극(532)은 폴링 공정의 일환으로서 상기 압전 소자(530)에 형성될 수 있으며, 이에 따라 상기 압전 소자(530)는 변형이 가해질 시 (+), (-) 분극이 일어나, 상기 전극(532) 각각을 통해 극성을 가지는 전기 신호를 발생할 수 있다.
- [156] 이에 따라, 상기 전원 공급부(550)는 상기 압전 소자(530)에 의해 발생된 전기 신호와 반대 극성의 전기 신호를 공급하며, 상기 압전 소자(530)는 상기 공급된 전기 신호를 상기 전극(532)을 통해 공급받아 상기 기관(510)의 열응력을 저감(상쇄)시킬 수 있다.
- [157] 예를 들어, 도 6과 같이 상기 전력 소자(520)의 발열에 따라, 상기 기관(510)의 양 끝단이 아래쪽 방향으로 늘어나는 변형이 일어나는 경우, 상기 압전 소자(530)는 상기 기관(510)과 함께 휘어지면서 인장 응력을 발생시킬 수 있다.
- [158] 그러면, 상기 전원 공급부(550)는 상기 전극(532)에 상기 인장 응력이 발생할 때 생성된 전기 신호와 반대 극성의 전기 신호를 공급할 수 있다.
- [159] 이를 통해, 상기 압전 소자(530)는 압축 응력을 발생시킴으로써, 상기 인장 응력으로 인한 상기 기관(510)의 변형을 상쇄시킬 수 있다.
- [160] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 압전 소자(530)는 온도 센서뿐만 아니라 액추에이터의 동작을 통해, 상기 기관(510)에서 상기 열응력이

집중되는 부분의 응력을 감쇄시킴으로써, 상기 기관(510)의 열 변형을 저감시킬 수 있으며, 나아가 상기 기관(510)의 열 파손을 방지할 수 있다.

[161]

[162] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치의 제조 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이고, 도 8 내지 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치의 제조 공정도이다.

[163] 먼저 도 7 및 도 8을 참조하면, 단계(710)에서 기관(510)을 제공한다.

[164] 여기서, 상기 기관(510)은 그 상면 및 하면에 상부 금속층 및 하부 금속층을 구비함으로써, 상기 전력 소자(520)로부터 발생하는 열을 효과적으로 전도 받을 수 있다.

[165] 다음으로, 도 7 및 도 9를 참조하면, 단계(720)에서 상기 기관(510)의 상면에 적어도 하나의 전력 소자(520)를 형성한다.

[166] 본 실시예에서는 도 9와 같이 상기 전력 소자(520)가 상기 기관(510)의 상면에 복수 개 형성된 것으로 한정하여 설명한다.

[167] 다음으로, 도 7 및 도 10을 참조하면, 단계(730)에서 상기 전력 소자(520)로부터 이격된 위치의 기관(510) 상에, 외부로부터 전기 신호를 공급받는 전극(532)을 구비하는 적어도 하나의 압전 소자(530)를 형성한다.

[168] 여기서, 상기 압전 소자(530)는 상기 전극(532)을 통해 상기 전기 신호를 공급받음으로써 상기 전력 소자(520)의 발열에 따라 발생하는 열응력을 저감시킬 수 있다.

[169] 이때, 상기 압전 소자(530)는 상기 기관(510)에 발생하는 열응력을 측정하여 그에 상응하는 전기 신호를 발생하는 센서로서 동작할 수 있으며, 또 달리 상기 열응력 저감을 위해 상기 전극(532)을 통해 상기 전기 신호를 공급받는 액추에이터로서 동작할 수 있다.

[170] 상기 압전 소자(530)는 상기 전극(532)을 통해 상기 센서로서 동작 시 발생된 전기 신호와 반대 극성을 가지는 전기 신호를 상기 전극(532)을 통해 공급받는 경우에 상기 액추에이터로서 동작할 수 있다.

[171] 이를 위해, 상기 전극(532)은 도 11에 도시된 바와 같이 상기 압전 소자(530)의 양 끝단에 풀링 공정을 통해 형성될 수 있으며, 또 달리 도 12에 도시된 바와 같이 상기 압전 소자(530)의 상면 및 하면에 상기 풀링 공정을 통해 형성될 수 있다.

[172] 상기 풀링 공정을 통해 상기 전극(532)을 형성하게 되면, 상기 압전 소자(530)에는 분극 현상이 발생하게 되며, 이에 따라 상기 압전 소자(530)는 상기 센서로 동작 시 각 전극(532)을 통해 극성을 가지는 전기 신호를 발생할 수 있다. 이로써, 본 발명의 일 실시예에 따르면 상기 압전 소자(530)의 센서로 동작 시에 발생된 전기 신호를 이용하여 상기 전력 소자(520)의 온도를 측정할 수 있다.

[173] 아울러, 상기 압전 소자(530)는 상기 액추에이터로 동작 시, 상기 각

전극(532)을 통해 상기 센서로 동작 시에 발생된 전기 신호와 반대 극성을 가지는 전기 신호를 공급받아 상기 기관(510)의 열응력을 저감시킬 수 있다. 이로써, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 기관(510)의 열 변형을 저감시켜 상기 기관(510)의 열 파손을 방지할 수 있다.

[174] 한편, 상기 압전 소자(530)가 도 12와 같은 구조로 형성되는 경우, 그 하면에 형성된 하부 전극(532)은 상기 기관(510)의 상부 금속층으로 대체될 수 있다. 이로써, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 압전 소자(530)의 하부 전극(532)을 별도로 형성할 필요가 없어 공정 과정이 간편해지고 공정 비용 및 시간 또한 감소할 수 있다.

[175] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 기관(510) 위에 센서 및 액추에이터로서의 동작이 모두 실행 가능한 상기 압전 소자(530)를 집적 공정함으로써, 최소한의 설계변화만으로도 상기 전력 소자(520)의 온도를 계측할 수 있을 뿐만 아니라 상기 기관(510)에 발생하는 열응력을 저감시킬 수 있다.

[176]

[177] 지금까지 본 발명에 따른 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구의 범위뿐 아니라 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

[178] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

## 청구범위

- [청구항 1]     기관;  
 상기 기관의 일면에 형성되는 적어도 하나의 전력 소자; 및  
 상기 전력 소자로부터 이격된 위치의 상기 기관상에 배치되고, 상기 전력 소자의 발열에 따른 온도 감지를 위해 상기 기관에 발생하는 열응력을 측정하는 적어도 하나의 압전 소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 계측 장치.
- [청구항 2]     제1항에 있어서,  
 상기 적어도 하나의 압전 소자는  
 상기 적어도 하나의 전력 소자로부터 상하좌우 방향으로 이격된 위치에 배치되는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 계측 장치.
- [청구항 3]     제2항에 있어서,  
 상기 적어도 하나의 압전 소자는  
 상기 전력 소자가 복수 개인 경우, 상기 전력 소자 사이에 적어도 하나씩 배치되는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 계측 장치.
- [청구항 4]     제2항에 있어서,  
 상기 적어도 하나의 압전 소자는  
 상기 전력 소자가 복수 개인 경우, 상기 전력 소자 사이를 제외하고, 상기 상하좌우 방향으로 이격된 위치에 배치되는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 계측 장치.
- [청구항 5]     제4항에 있어서,  
 상기 적어도 하나의 압전 소자 중 상기 전력 소자의 배치 방향과 교차하는 위치에 배치된 압전 소자는  
 상기 전력 소자 각각의 길이 및 상기 전력 소자 간 이격 거리에 기초하여 설정되는 길이를 가지는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 계측 장치.
- [청구항 6]     제1항에 있어서,  
 상기 압전 소자는  
 상기 기관의 일면 및 타면에 형성되되, 상기 기관을 기준으로 서로 마주보는 형태로 배치되는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 계측 장치.
- [청구항 7]     제1항에 있어서,  
 상기 열응력에 의해 상기 적어도 하나의 압전 소자로부터 발생하는 전압 신호의 전압 값에 기초하여, 상기 전력 소자의 온도를 감지하는 온도

감지부

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 계측 장치.

[청구항 8]

제7항에 있어서,

상기 온도 감지부는

상기 전압 신호에 포함된 노이즈를 고려하여 상기 전력 소자의 온도를 감지하는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 계측 장치.

[청구항 9]

제7항에 있어서,

상기 온도 감지부는

상기 전압 신호가 서로 다른 극성을 가지는 경우, 상기 서로 다른 극성의 전압 신호에 대한 전압 값의 차이에 기초하여, 상기 전력 소자의 온도를 감지하는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 계측 장치.

[청구항 10]

제7항에 있어서,

상기 온도 감지부는

상기 압전 소자가 상기 전력 소자 사이를 제외하고 상기 전력 소자로부터 상하좌우 방향으로 이격된 위치에 하나씩 배치된 경우, 상하 방향 또는 좌우 방향 중 적어도 하나의 방향으로 이격된 위치에 배치된 압전 소자로부터 발생된 전압 신호에 대한 전압 값의 합산에 기초하여, 상기 전력 소자의 온도를 감지하는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자 온도 계측 장치.

[청구항 11]

기판;

상기 기판의 상면에 형성되는 적어도 하나의 전력 소자; 및

상기 전력 소자로부터 이격된 위치의 상기 기판상에 배치되고, 상기 전력 소자의 발열에 따라 상기 기판에 발생하는 열응력을 저감시킬 수 있도록 외부로부터 전기 신호를 공급받는 전극을 구비하는 적어도 하나의 압전 소자

를 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치.

[청구항 12]

제11항에 있어서,

상기 압전 소자는

상기 전력 소자의 발열에 따른 온도 감지를 위해 상기 기판에 발생하는 열응력을 측정하는 센서, 또는 상기 열응력 저감을 위해 상기 전극을 통해 상기 전기 신호를 공급받는 액추에이터 중 적어도 하나로서 동작하는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치.

[청구항 13]

제11항에 있어서,

상기 압전 소자는

상기 열응력의 발생에 따라 생성되는 전기 신호와 반대 극성을 가지는 전기 신호를 상기 전극을 통해 공급받아 상기 기관에 발생하는 열응력을 저감시키는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치.

[청구항 14] 제11항에 있어서,  
상기 전극은  
상기 압전 소자의 상면에 형성되는 상부 전극; 및  
상기 압전 소자의 하면에 형성되는 하부 전극  
을 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치.

[청구항 15] 제14항에 있어서,  
상기 기관은  
절연체의 상면 및 하면에 상부 금속층 및 하부 금속층을 각각 구비하는  
전력 기관이고,  
상기 하부 전극은  
상기 전력 기관의 상부 금속층인 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한  
전력 소자의 열응력 저감 장치.

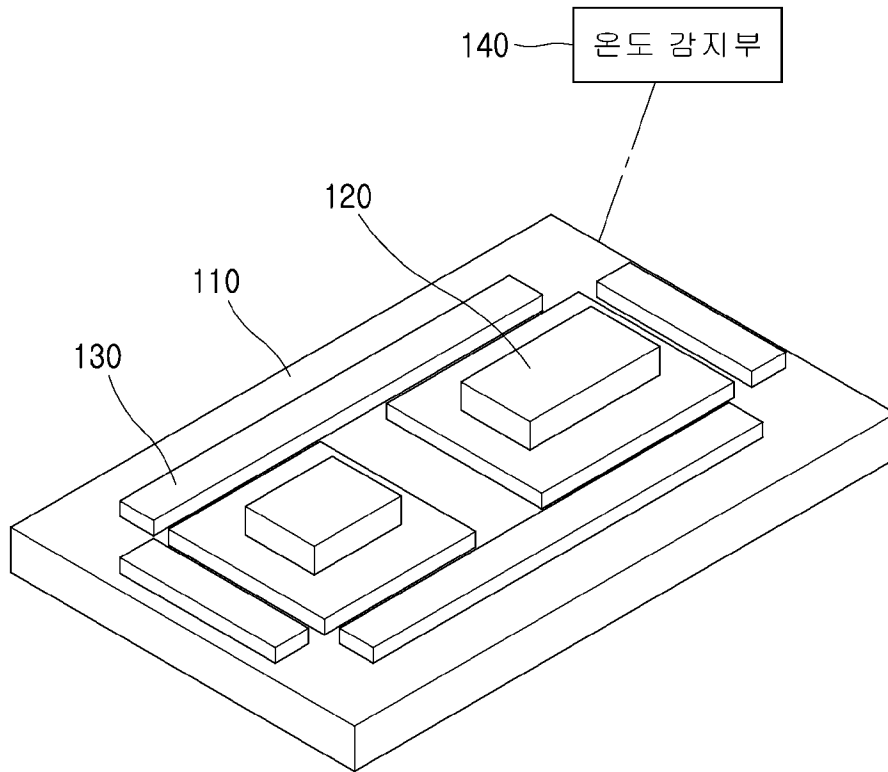
[청구항 16] 제11항에 있어서,  
상기 전극은  
상기 압전 소자의 길이 방향으로 양끝단에 배치되는 것을 특징으로 하는  
압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치.

[청구항 17] 제16항에 있어서,  
상기 압전 소자가 상기 전력 소자로부터 사방으로 이격된 위치에 배치된  
경우,  
상기 전극은  
상기 압전 소자 중 일 방향으로 대향 배치된 제1 압전 소자에는 상기 제1  
압전 소자의 양 끝단에 배치되고, 상기 일 방향과 교차하는 타 방향으로  
배치된 제2 압전 소자에는 상기 제2 압전 소자의 상면 및 하면에 상부  
전극 및 하부 전극이 각각 배치되는 것을 특징으로 하는 압전 소자를  
이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치.

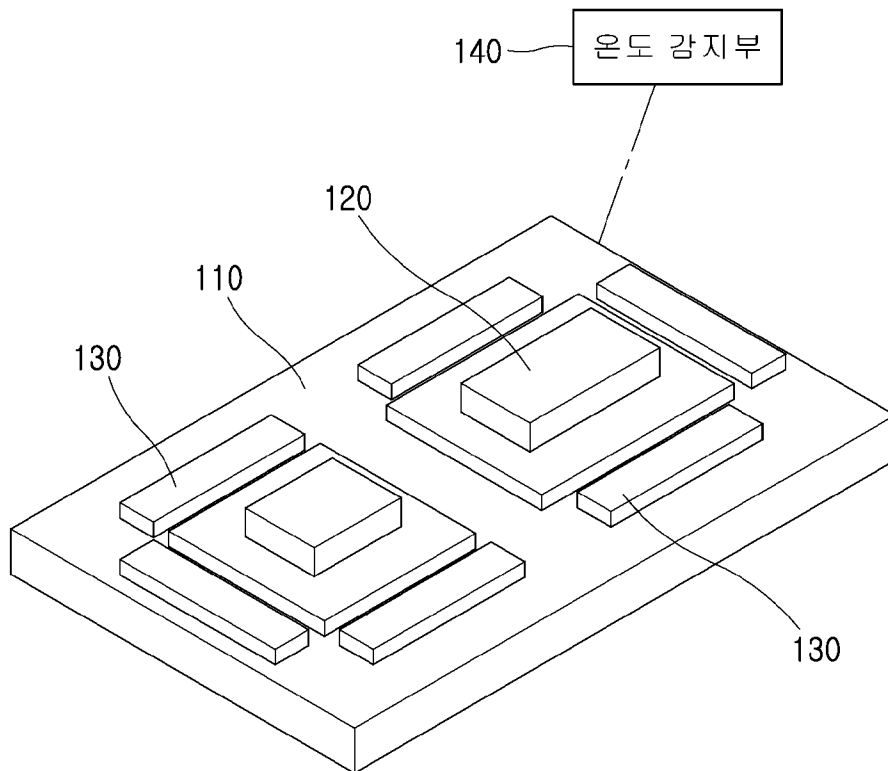
[청구항 18] 제11항에 있어서,  
상기 전극에 상기 전기 신호를 공급하는 전원 공급부  
를 더 포함하고,  
상기 전원 공급부는  
상기 기관에 상기 열응력이 발생하는 경우, 상기 전극에 상기 열응력의  
발생에 따라 생성되는 전기 신호와 반대 극성을 가지는 전기 신호를  
공급하는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력  
저감 장치.

- [청구항 19] 제11항에 있어서,  
상기 압전 소자는  
상기 전력 소자로부터 사방으로 이격된 위치에 배치되는 것을 특징으로  
하는 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력 저감 장치.
- [청구항 20] 제11항에 있어서,  
상기 열응력의 발생에 따라 상기 압전 소자로부터 발생하는 전기 신호에  
기초하여, 상기 전력 소자의 온도를 감지하는 온도 감지부  
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자의  
열응력 저감 장치.
- [청구항 21] 기판을 제공하는 단계;  
상기 기판의 상면에 적어도 하나의 전력 소자를 형성하는 단계; 및  
상기 전력 소자로부터 이격된 위치의 상기 기판상에, 상기 전력 소자의  
발열에 따라 상기 기판에 발생하는 열응력을 저감시킬 수 있도록  
외부로부터 전기 신호를 공급받는 전극을 구비하는 적어도 하나의 압전  
소자를 형성하는 단계  
를 포함하고,  
상기 압전 소자를 형성하는 단계는  
폴링 공정을 이용하여 상기 압전 소자의 상면 및 하면에 각각 상부 전극  
및 하부 전극을 형성하는 단계  
를 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한 전력 소자의 열응력  
저감 장치의 제조 방법.
- [청구항 22] 제21항에 있어서,  
상기 기판을 제공하는 단계는  
절연체의 상면 및 하면에 상부 금속층 및 하부 금속층을 각각 구비하는  
전력 기판을 제공하는 단계  
를 포함하고,  
상기 하부 전극은  
상기 전력 기판의 상부 금속층인 것을 특징으로 하는 압전 소자를 이용한  
전력 소자의 열응력 저감 장치의 제조 방법.

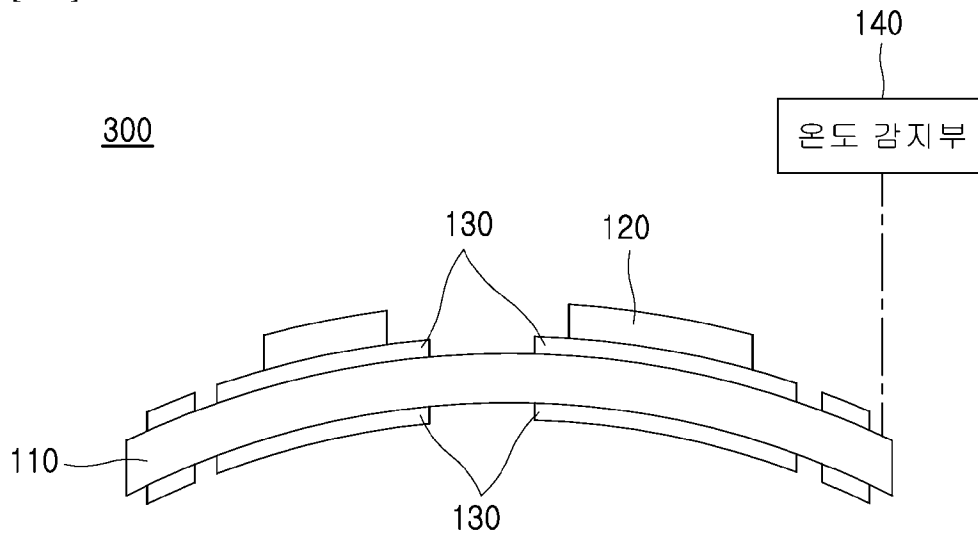
[도1]



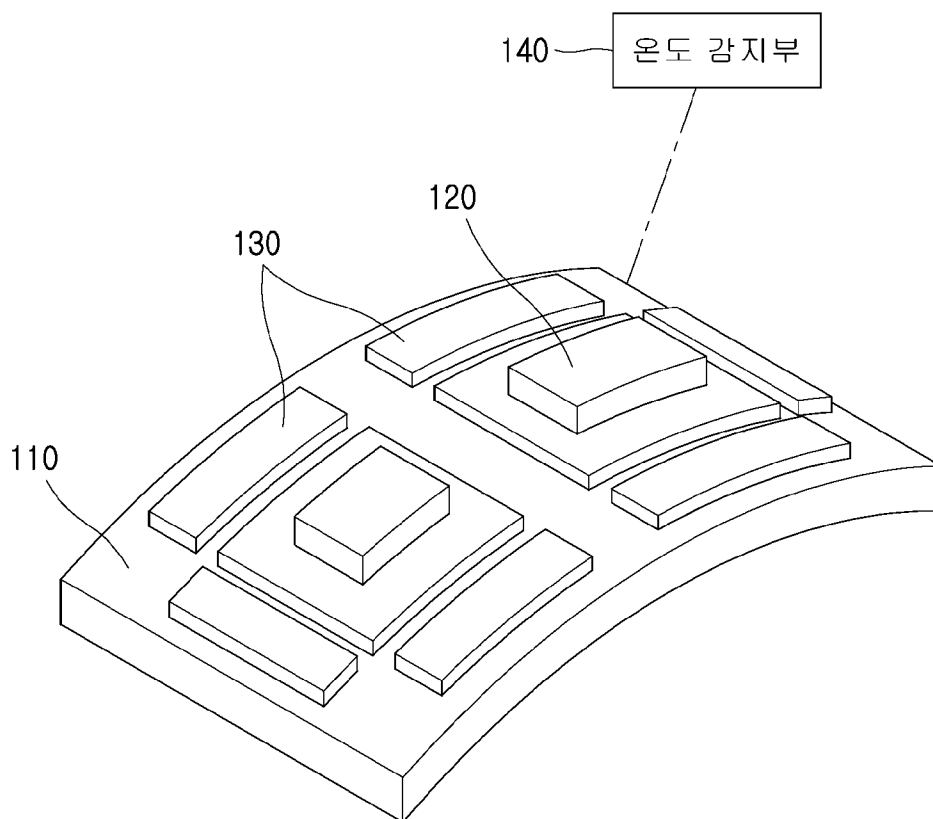
[도2]



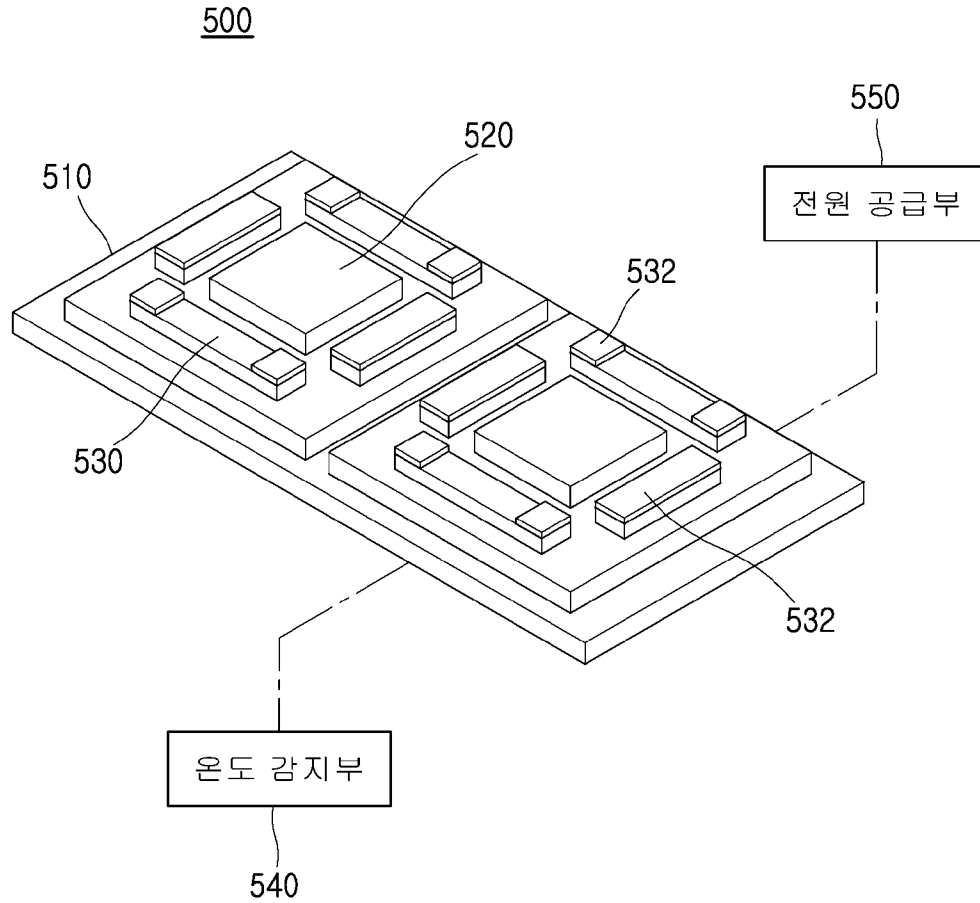
[도3]



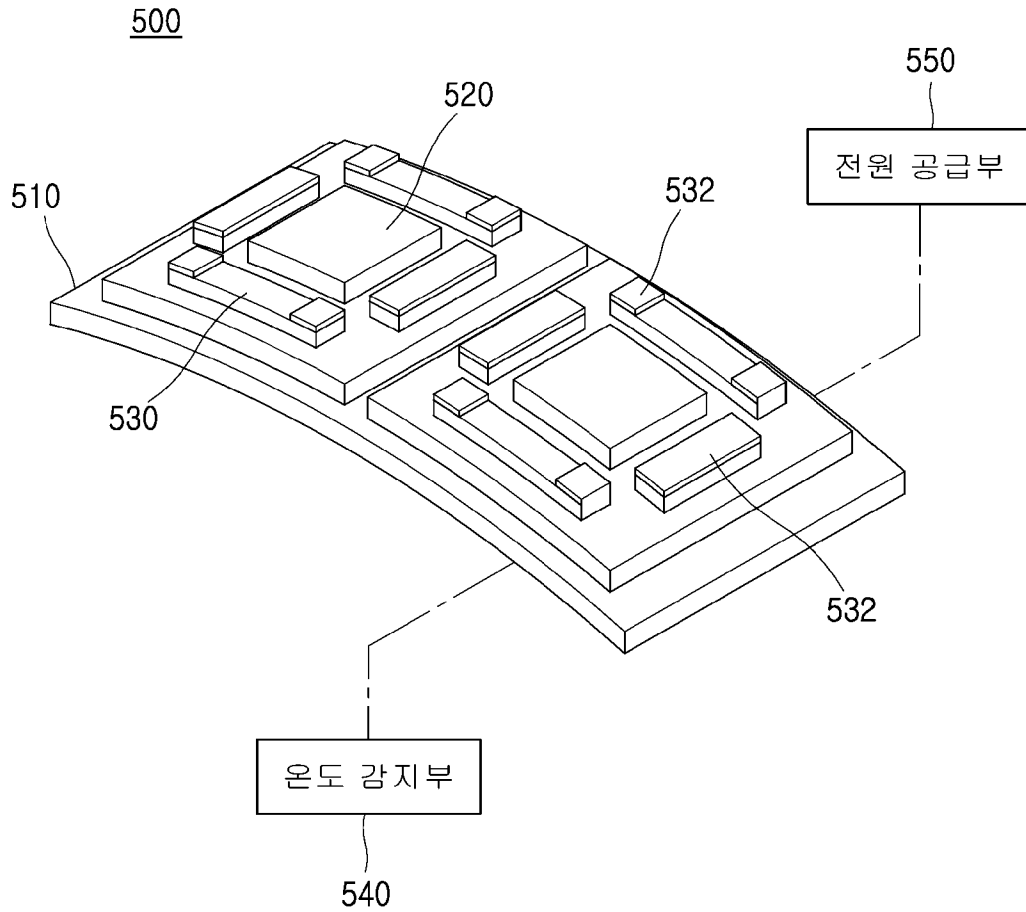
[도4]



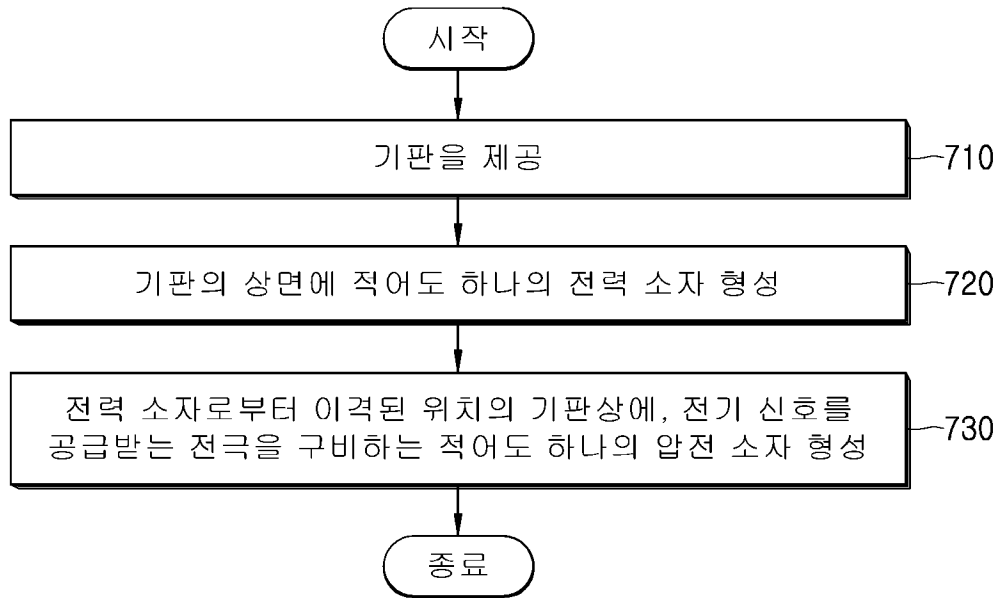
[도5]



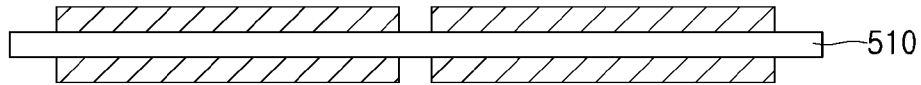
[도6]



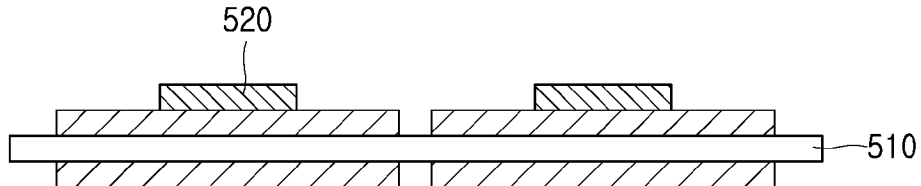
[도7]



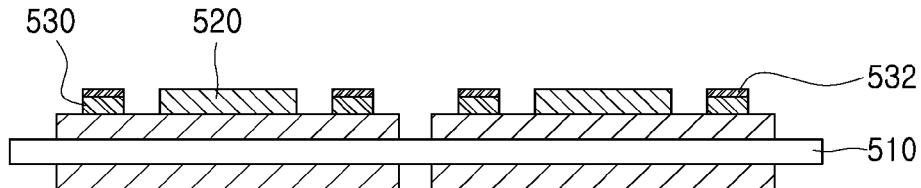
[도8]



[도9]



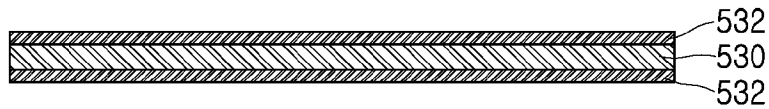
[도10]



[도11]



[도12]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2016/005107****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01K 5/56(2006.01)i, H01L 41/08(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01K 5/56; G09F 9/00; B42D 15/10; G01K 1/14; G06K 19/07; G01R 33/02; G06F 1/32; G06F 3/041; H01L 41/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; Keywords: piezoelectric element, power element, substrate, thermal stress reducing device, electronic signal and electrode

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2009-180645 A (THK CO., LTD.) 13 August 2009<br>See abstract, paragraphs [0015], [0021]-[0025] and figures 1-4.                        | 1-10                  |
| A         |                                                                                                                                           | 11-22                 |
| Y         | KR 10-2015-0008894 A (ALLEGRO MICROSYSTEMS, LLC.) 23 January 2015<br>See abstract, paragraphs [0038]-[0050], claims 1, 5 and figures 1-7. | 1-10                  |
| A         | JP 2011-527059 A (SENSITIVE OBJECT) 20 October 2011<br>See abstract, claims 1-4 and figures 1-2b.                                         | 1-22                  |
| A         | JP 2013-503388 A (GLOBAL OLED TECHNOLOGY LLC.) 31 January 2013<br>See abstract, paragraphs [0016], [0022] and figures 1-4.                | 1-22                  |
| A         | JP 2010-520522 A (CARDLAB APS) 10 June 2010<br>See abstract, paragraphs [0090], [0098] and figure 1.                                      | 1-22                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**17 AUGUST 2016 (17.08.2016)**

Date of mailing of the international search report

**17 AUGUST 2016 (17.08.2016)**

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,  
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2016/005107**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| JP 2009-180645 A                          | 13/08/2009          | NONE                    |                     |
| KR 10-2015-0008894 A                      | 23/01/2015          | CN 101960319 A          | 26/01/2011          |
|                                           |                     | CN 101960319 B          | 04/06/2014          |
|                                           |                     | JP 2011-513706 A        | 28/04/2011          |
|                                           |                     | JP 2013-224958 A        | 31/10/2013          |
|                                           |                     | JP 2015-096871 A        | 21/05/2015          |
|                                           |                     | JP 5539576 B2           | 02/07/2014          |
|                                           |                     | JP 5769423 B2           | 26/08/2015          |
|                                           |                     | KR 10-1518241 B1        | 08/05/2015          |
|                                           |                     | US 2009-0212765 A1      | 27/08/2009          |
|                                           |                     | US 2011-0074405 A1      | 31/03/2011          |
|                                           |                     | US 7923996 B2           | 12/04/2011          |
|                                           |                     | US 8030918 B2           | 04/10/2011          |
|                                           |                     | WO 2009-108422 A2       | 03/09/2009          |
|                                           |                     | WO 2009-108422 A3       | 10/12/2009          |
| JP 2011-527059 A                          | 20/10/2011          | CN 102089732 A          | 08/06/2011          |
|                                           |                     | CN 102089732 B          | 30/04/2014          |
|                                           |                     | EP 2144138 A1           | 13/01/2010          |
|                                           |                     | EP 2144138 B1           | 07/09/2011          |
|                                           |                     | EP 2313818 A1           | 27/04/2011          |
|                                           |                     | EP 2313818 B1           | 01/04/2015          |
|                                           |                     | US 2011-0115335 A1      | 19/05/2011          |
|                                           |                     | US 8946973 B2           | 03/02/2015          |
|                                           |                     | WO 2010-003622 A1       | 14/01/2010          |
| JP 2013-503388 A                          | 31/01/2013          | CN 102483657 A          | 30/05/2012          |
|                                           |                     | EP 2470980 A1           | 04/07/2012          |
|                                           |                     | EP 2470980 B1           | 24/09/2014          |
|                                           |                     | JP 5150788 B2           | 27/02/2013          |
|                                           |                     | KR 10-1239255 B1        | 06/03/2013          |
|                                           |                     | KR 10-2012-0058540 A    | 07/06/2012          |
|                                           |                     | TW 201142666 A          | 01/12/2011          |
|                                           |                     | TW 1380200 B            | 21/12/2012          |
|                                           |                     | US 2011-0050586 A1      | 03/03/2011          |
|                                           |                     | US 8072437 B2           | 06/12/2011          |
|                                           |                     | WO 2011-028361 A1       | 10/03/2011          |
| JP 2010-520522 A                          | 10/06/2010          | AU 2008-220772 A1       | 04/09/2008          |
|                                           |                     | AU 2008-220772 B2       | 27/06/2013          |
|                                           |                     | BR P10808147 A2         | 01/07/2014          |
|                                           |                     | CA 2678793 A1           | 04/09/2008          |
|                                           |                     | CA 2923790 A1           | 04/09/2008          |
|                                           |                     | CN 101647032 A          | 10/02/2010          |
|                                           |                     | CN 101647032 B          | 23/01/2013          |
|                                           |                     | EP 2115666 A1           | 11/11/2009          |
|                                           |                     | EP 2115666 B1           | 09/11/2011          |
|                                           |                     | EP 2423858 A1           | 29/02/2012          |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2016/005107**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
|                                           |                     | HK 1138663 A1           | 27/07/2012          |
|                                           |                     | JP 2013-242885 A        | 05/12/2013          |
|                                           |                     | JP 2015-149087 A        | 20/08/2015          |
|                                           |                     | JP 5770974 B2           | 26/08/2015          |
|                                           |                     | KR 10-1554942 B1        | 22/09/2015          |
|                                           |                     | KR 10-1593105 B1        | 11/02/2016          |
|                                           |                     | KR 10-2010-0014653 A    | 10/02/2010          |
|                                           |                     | KR 10-2014-0131552 A    | 13/11/2014          |
|                                           |                     | MY 151768 A             | 14/07/2014          |
|                                           |                     | NZ 579102 A             | 28/10/2011          |
|                                           |                     | US 2010-0320274 A1      | 23/12/2010          |
|                                           |                     | US 8061622 B2           | 22/11/2011          |
|                                           |                     | WO 2008-104567 A1       | 04/09/2008          |

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))****G01K 5/56(2006.01)I, H01L 41/08(2006.01)I****B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01K 5/56; G09F 9/00; B42D 15/10; G01K 1/14; G06K 19/07; G01R 33/02; G06F 1/32; G06F 3/041; H01L 41/08

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) &amp; 키워드: 압전 소자, 전력 소자, 기관, 열응력 저감 장치, 전기 신호 및 전극

**C. 관련 문헌**

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                          | 관련 청구항 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Y     | JP 2009-180645 A (THK CO., LTD.) 2009.08.13<br>요약, 단락 [0015], [0021]-[0025] 및 도면 1-4 참조.            | 1-10   |
| A     |                                                                                                     | 11-22  |
| Y     | KR 10-2015-0008894 A (알레그로 마이크로시스템즈, 엘엘씨) 2015.01.23<br>요약, 단락 [0038]-[0050], 청구항 1, 5 및 도면 1-7 참조. | 1-10   |
| A     | JP 2011-527059 A (SENSITIVE OBJECT) 2011.10.20<br>요약, 청구항 1-4 및 도면 1-2b 참조.                         | 1-22   |
| A     | JP 2013-503388 A (GLOBAL OLED TECHNOLOGY LLC) 2013.01.31<br>요약, 단락 [0016], [0022] 및 도면 1-4 참조.      | 1-22   |
| A     | JP 2010-520522 A (CARDLAB APS) 2010.06.10<br>요약, 단락 [0090], [0098] 및 도면 1 참조.                       | 1-22   |

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

\* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&amp;” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 08월 17일 (17.08.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 08월 17일 (17.08.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청  
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,  
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이현길

전화번호 +82-42-481-8525



| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌                                                                                                                                                                                                                                                                     | 공개일                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| JP 2009-180645 A      | 2009/08/13 | 없음                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                  |
| KR 10-2015-0008894 A  | 2015/01/23 | CN 101960319 A<br>CN 101960319 B<br>JP 2011-513706 A<br>JP 2013-224958 A<br>JP 2015-096871 A<br>JP 5539576 B2<br>JP 5769423 B2<br>KR 10-1518241 B1<br>US 2009-0212765 A1<br>US 2011-0074405 A1<br>US 7923996 B2<br>US 8030918 B2<br>WO 2009-108422 A2<br>WO 2009-108422 A3 | 2011/01/26<br>2014/06/04<br>2011/04/28<br>2013/10/31<br>2015/05/21<br>2014/07/02<br>2015/08/26<br>2015/05/08<br>2009/08/27<br>2011/03/31<br>2011/04/12<br>2011/10/04<br>2009/09/03<br>2009/12/10 |
| JP 2011-527059 A      | 2011/10/20 | CN 102089732 A<br>CN 102089732 B<br>EP 2144138 A1<br>EP 2144138 B1<br>EP 2313818 A1<br>EP 2313818 B1<br>US 2011-0115335 A1<br>US 8946973 B2<br>WO 2010-003622 A1                                                                                                           | 2011/06/08<br>2014/04/30<br>2010/01/13<br>2011/09/07<br>2011/04/27<br>2015/04/01<br>2011/05/19<br>2015/02/03<br>2010/01/14                                                                       |
| JP 2013-503388 A      | 2013/01/31 | CN 102483657 A<br>EP 2470980 A1<br>EP 2470980 B1<br>JP 5150788 B2<br>KR 10-1239255 B1<br>KR 10-2012-0058540 A<br>TW 201142666 A<br>TW I380200 B<br>US 2011-0050586 A1<br>US 8072437 B2<br>WO 2011-028361 A1                                                                | 2012/05/30<br>2012/07/04<br>2014/09/24<br>2013/02/27<br>2013/03/06<br>2012/06/07<br>2011/12/01<br>2012/12/21<br>2011/03/03<br>2011/12/06<br>2011/03/10                                           |
| JP 2010-520522 A      | 2010/06/10 | AU 2008-220772 A1<br>AU 2008-220772 B2<br>BR PI0808147 A2<br>CA 2678793 A1<br>CA 2923790 A1<br>CN 101647032 A<br>CN 101647032 B<br>EP 2115666 A1<br>EP 2115666 B1<br>EP 2423858 A1                                                                                         | 2008/09/04<br>2013/06/27<br>2014/07/01<br>2008/09/04<br>2008/09/04<br>2010/02/10<br>2013/01/23<br>2009/11/11<br>2011/11/09<br>2012/02/29                                                         |

국제조사보고서에서  
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

|                      |            |
|----------------------|------------|
| HK 1138663 A1        | 2012/07/27 |
| JP 2013-242885 A     | 2013/12/05 |
| JP 2015-149087 A     | 2015/08/20 |
| JP 5770974 B2        | 2015/08/26 |
| KR 10-1554942 B1     | 2015/09/22 |
| KR 10-1593105 B1     | 2016/02/11 |
| KR 10-2010-0014653 A | 2010/02/10 |
| KR 10-2014-0131552 A | 2014/11/13 |
| MY 151768 A          | 2014/07/14 |
| NZ 579102 A          | 2011/10/28 |
| US 2010-0320274 A1   | 2010/12/23 |
| US 8061622 B2        | 2011/11/22 |
| WO 2008-104567 A1    | 2008/09/04 |