

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2024-0107783  
(43) 공개일자 2024년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G08B 17/00 (2014.01) C08L 101/00 (2006.01)  
C08L 27/18 (2006.01) C08L 33/12 (2006.01)  
C08L 63/00 (2006.01) C08L 75/04 (2006.01)  
C08L 79/08 (2006.01) C08L 83/04 (2006.01)  
G08B 21/18 (2006.01) H02N 1/04 (2006.01)  
H10N 30/853 (2023.01)

(52) CPC특허분류

G08B 17/00 (2021.01)  
C08L 101/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0190754

(22) 출원일자 2022년12월30일

심사청구일자 2022년12월30일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

김대원

서울특별시 송파구 송파대로 345, 316동 1401호 (가락동, 헬리오시티)

윤종현

경기도 수원시 영통동 반달로 52-1, 302호

(74) 대리인

유미특허법인

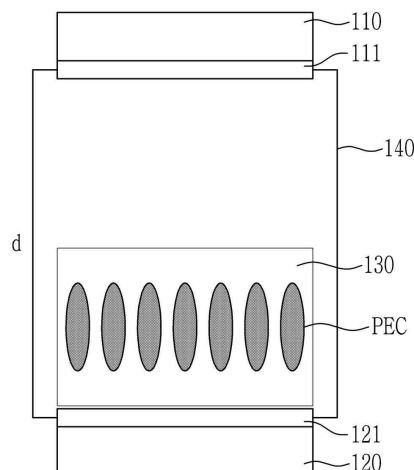
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 압전 세라믹스를 이용한 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서

## (57) 요약

본 발명은 상단 커버, 상기 상단 커버의 일면에 접촉하고 있고 내부에 압전 세라믹스를 포함하는 폴리머 매트릭스, 상기 폴리머 매트릭스로부터 상기 상단 커버와 반대방향으로 일정 간격 이격되어 있는 하단 커버, 및 상기 상단 커버 및 상기 하단 커버간 전류 흐름이 가능할 수 있도록 연결하는 전선부를 포함하는 마찰대전 소자를 포함하고, 상기 마찰대전 소자에 연결되고 상기 압전 세라믹스의 결정구조 변화에 따른 상기 마찰대전 소자의 출력 변화를 이용한 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서를 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C08L 27/18* (2013.01)  
*C08L 33/12* (2013.01)  
*C08L 63/00* (2013.01)  
*C08L 75/04* (2013.01)  
*C08L 79/08* (2013.01)  
*C08L 83/04* (2013.01)  
*G08B 21/182* (2013.01)  
*H02N 1/04* (2013.01)  
*H10N 30/853* (2023.02)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|                   |                                               |
|-------------------|-----------------------------------------------|
| 과제고유번호            | 1711161971                                    |
| 과제번호              | 2021R1C1C1014004                              |
| 부처명               | 과학기술정보통신부                                     |
| 과제관리(전문)기관명       | 한국연구재단                                        |
| 연구사업명             | 개인기초연구(과기정통부)                                 |
| 연구과제명             | 상용화 수준의 자가 구동 인공망막장치 개발을 위한 정전 기반의 전기 자극 장치 및 |
| 고효율 에너지 변환 시스템 연구 |                                               |
| 기 여 율             | 1/2                                           |
| 과제수행기관명           | 경희대학교(국제캠퍼스)                                  |
| 연구기간              | 2022.03.01~2023.02.28                         |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| 과제고유번호      | 1415181687                         |
| 과제번호        | 00154983                           |
| 부처명         | 산업통상자원부                            |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국산업기술평가관리원                        |
| 연구사업명       | 시장선도를 위한 한국 주도형 K-Sensor 기술개발(R&D) |
| 연구과제명       | 저전력 센서와 구동을 위한 자립형전원 센서 플랫폼 개발     |
| 기 여 율       | 1/2                                |
| 과제수행기관명     | 광운대학교산학협력단                         |
| 연구기간        | 2022.04.01~2022.12.31              |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

상단 커버;

상기 상단 커버의 일면에 접촉하고 있고 내부에 압전 세라믹스를 포함하는 폴리머 매트릭스;

상기 폴리머 매트릭스로부터 상기 상단 커버와 반대방향으로 일정 간격 이격되어 있는 하단 커버; 및

상기 상단 커버 및 상기 하단 커버간 전류 흐름이 가능할 수 있도록 연결하는 전선부;를 포함하는 마찰대전 소자를 포함하고,

상기 마찰대전 소자에 연결되고 상기 압전 세라믹스의 결정구조 변화에 따른 상기 마찰대전 소자의 출력 변화를 이용한 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 압전 세라믹스는 소정 온도에서 결정구조가 변함에 따라 압전 성질을 띄지 않게 되는 것인, 압전 세라믹스를 이용한 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 소정 온도는 100℃ 내지 200℃인, 압전 세라믹스를 이용한 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 상면 커버는 금속 산화물 코팅층을 포함하는 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 금속 산화물 코팅층은 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide)를 포함하는 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 하면 커버는 금속층을 포함하는 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 금속층은 알루미늄(Al), 구리(Cu), 은(Ag), 및 금(Au) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 상면 커버 및 상기 하면 커버는 폴리스틸렌(PS), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리우레탄(PU), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 중 적어도 어느 하나로 구성된 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 폴리머 매트릭스와 상기 하단 커버 사이에 이격된 공간 내에 탄성 부재를 포함하는 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 폴리머 매트릭스는 폴리우레탄(polyurethane), 에폭시(epoxy), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane; PDMS)과 같은 실리콘 수지, 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene terephthalate; PET), 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmetacrylate; PMMA), 폴리이미드 또는 이들의 혼합물 중 적어도 어느 하나로 구성되는 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 압전 세라믹스는 수정, 로셀염, 티탄산바륨( $\text{BaTiO}_3$ ), 티탄산 지르콘산 연(PZT), 지르콘산 납( $\text{PbZrO}_3$ ), 티탄산 납( $\text{PbTiO}_3$ ) 중 적어도 하나 이상을 포함하는 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 12

제1항에 있어서,

상기 상단 커버 또는 상기 하단 커버에 외력이 가해짐에 따라, 상기 하단 커버 및 상기 폴리머 매트릭스가 밀착하고,

상기 상단 커버 및 상기 하단 커버에 마찰대전 전류가 흐르는 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 상단 커버 또는 상기 하단 커버에 외력이 가해짐에 따라, 상기 폴리머 매트릭스 내의 상기 압전 세라믹스가 압축되어, 상기 압전 세라믹스 내의 결정의 구조가 변화하고,

상기 상단 커버 및 상기 하단 커버에 압축 전류가 흐르는 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 14

제1항에 있어서,

상기 마찰대전소자에서 발생하는 전기적 신호를 감지하는 신호 감지부를 포함하는 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

#### 청구항 15

제14항에 있어서,

상기 신호 감지부를 통해 감지한 상기 전기적 신호를 외부로 출력하는 출력부를 포함하는 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 압전 세라믹스를 이용한 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 압전 세라믹스의 온도에 따른 결정구조의 변화 특성과 마찰대전 원리를 이용하고 자가 구동이 가능한 화재 감지 센서에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 소방시설 중 자동화재감지기는 화재 초기에 얼마나 정확하고 신속하게 화재를 감지하고 통보하여 조기피난을 돕고, 연동된 소화설비를 작동시켜 초기소화를 유효하게 해주는 매우 중요한 설비이다. 화재초기에 화재감지기가 얼마나 정확하고 신속하게 화재를 감지하고 통보하여 주는가에 따라 그 화재의 피해규모가 크게 달라진다. 현재 상용화 되어있는 시스템의 경우, 화재발생시 주소기능이 없이 일반형감지기가 설치되어 건물구조가 복잡해지고 다양한 연소생성물질들에 의해 발생하는 화재에서 정확한 화재위치를 찾기 매우 어렵다. 즉, 정확한 위치를 쉽게 파악가능한 소형화재감지기의 필요성이 대두되고 있다.

[0004] 산업화, 정보화로 인하여 에너지 수요량의 급증과 에너지원의 한정으로 인하여 재생 에너지의 중요성이 증가하고 있다. 에너지 재생 기술에는 다양한 기술들이 있고, 최근에는 에너지 하베스팅이 주목받고 있다. 특히, 현재 에너지 하베스팅 장치로서 압전 세라믹스를 활용한 Piezoelectric과 Triboelectric의 Hybrid 소자 및 이를 이용한 응용 제품의 개발이 활발하게 이루어지고 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은, 마찰대전발전기의 원리와 특정 온도 범위에서 결정구조가 변하는 압전 세라믹스를 활용하여, 압전 세라믹스의 결정구조 변화에 따른 마찰대전소자의 출력변화를 이용하여 온도를 감지할 수 있는 압전 세라믹스를 이용한 마찰대전소자 기반의 소형 화재 감지 센서를 제공하여, 여러 곳에 설치된 소자의 위치를 통하여 손쉽게 화재 위치를 파악할 수 있는 자가발전 시스템을 구축하고자 한다.

#### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서는 상단 커버, 상기 상단 커버의 일면에 접촉하고 있고 내부에 압전 세라믹스를 포함하는 폴리머 매트릭스, 상기 폴리머 매트릭스로부터 상기 상단 커버와 반대방향으로 일정 간격 이격되어 있는 하단 커버, 및 상기 상단 커버 및 상기 하단 커버간 전류 흐름이 가능할

수 있도록 연결하는 전선부를 포함하는 마찰대전 소자를 포함하고, 상기 마찰대전 소자에 연결되고 상기 압전 세라믹스의 결정구조 변화에 따른 상기 마찰대전 소자의 출력 변화를 이용할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 압전 세라믹스는 소정 온도에서 결정구조가 변함에 따라 압전 성질을 띄지 않게 되는 것일 수 있다.

- [0007] 일 실시예에서, 상기 소정 온도는 100℃ 내지 200℃일 수 있다. 일 실시예에서, 상기 상면 커버는 금속 산화물 코팅층을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 금속 산화물 코팅층은 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide)를 포함할 수 있다.
- [0008] 일 실시예에서, 상기 하면 커버는 금속층을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 금속층은 알루미늄(Al), 구리(Cu), 은(Ag), 및 금(Au) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0009] 일 실시예에서, 상기 상면 커버 및 상기 하면 커버는 폴리스틸렌(PS), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리우레탄(PU), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 중 적어도 어느 하나로 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 폴리머 매트릭스와 상기 하단 커버 사이에 이격된 공간 내에 탄성 부재를 포함할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에서, 상기 폴리머 매트릭스는 폴리우레탄(polyurethane), 에폭시(epoxy), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane; PDMS)과 같은 실리콘 수지, 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene terephthalate; PET), 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmetacrylate; PMMA), 폴리이미드 또는 이들의 혼합물 중 적어도 어느 하나로 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 폴리머 매트릭스와 상기 하단 커버 사이에 이격된 공간 내에 탄성 부재를 포함할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에서, 상기 폴리머 매트릭스는 폴리우레탄(polyurethane), 에폭시(epoxy), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane; PDMS)과 같은 실리콘 수지, 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene terephthalate; PET), 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmetacrylate; PMMA), 폴리이미드 또는 이들의 혼합물 중 적어도 어느 하나로 구성될 수 있다.
- [0012] 일 실시예에서, 상기 압전 세라믹스는 수정, 로셀염, 티탄산바륨( $\text{BaTiO}_3$ ), 티탄산 지르콘산 연(PZT), 지르콘산 납( $\text{PbZrO}_3$ ), 티탄산 납( $\text{PbTiO}_3$ ) 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 상단 커버 또는 상기 하단 커버에 외력이 가해짐에 따라, 상기 하단 커버 및 상기 폴리머 매트릭스가 밀착하고, 상기 상단 커버 및 상기 하단 커버에 마찰대전 전류가 흐를 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 상단 커버 또는 상기 하단 커버에 외력이 가해짐에 따라, 상기 폴리머 매트릭스 내의 상기 압전 세라믹스가 압축되어, 상기 압전 세라믹스 내의 결정의 구조가 변화하고, 상기 상단 커버 및 상기 하단 커버에 압축 전류가 흐를 수 있다. 일 실시예에서, 상기 마찰대전소자에서 발생하는 전기적 신호를 감지하는 신호 감지부를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 신호 감지부를 통해 감지한 상기 전기적 신호를 외부로 출력하는 출력부를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 세라믹스를 이용한 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서는, 기존의 화재가 발생시 별도의 전력원을 바탕으로 동작하는 화재 감지 센서를 대체하여, 고온에서 자가 구동하여 화재를 감지할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 화재 감지 센서 내 마찰대전소자를 도시한 것이다.
- 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 화재 감지 센서 내 마찰대전소자의 전류 발생 메커니즘을 도시한 것이다.
- 도 3은 온도에 따른 티탄산바륨( $\text{BaTiO}_3$ )의 결정구조 및 유전상수 값을 나타낸 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 제1, 제2 및 제3 등의 용어들은 다양한 부분, 성분, 영역, 층 및/또는 섹션들을 설명하기 위해 사용되나 이들에 한정되지 않는다. 이들 용어들은 어느 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션을 다른 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션과 구별하기 위해서만 사용된다. 따라서, 이하에서 서술하는 제1 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션은 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 제2 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션으로 언급될 수 있다.
- [0019] 여기서 사용되는 전문 용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.
- [0020] 어느 부분이 다른 부분의 "위에" 또는 "상에" 있다고 언급하는 경우, 이는 바로 다른 부분의 위에 또는 상에 있을 수 있거나 그 사이에 다른 부분이 수반될 수 있다. 대조적으로 어느 부분이 다른 부분의 "바로 위에" 있다고 언급하는 경우, 그 사이에 다른 부분이 개재되지 않는다.
- [0021] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0022] 이하, 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0023] 이하, 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예에 따른 압전 세라믹스를 이용한 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서에 대해 상세히 설명한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서(10)를 도시한다.
- [0025] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른, 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서(10)(10)는 상단 커버(110)(110), 하단 커버(120)(120), 폴리머 매트릭스(130)(130), 및 전선부(140)를 포함하는 마찰대전 소자(100)(100)를 포함할 수 있다.
- [0026] 상단 커버(110) 및 하단 커버(120)는 마찰대전소자 기반의 화재 감지 소자를 보호하는 부재일 수 있다. 상단 커버(110) 및 하단 커버(120)는 합성 수지, 플라스틱, 세라믹, 금속 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 구체적으로 상단 커버(110) 및 하단 커버(120)는 와 같이, 외부로부터 가해지는 압력을 견딜 수 있는 재질일 수 있다. 예를 들어, 상기 상단 커버(110) 및 하단 커버(120)는 폴리스틸렌(PS), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리우레탄(PU), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 중 적어도 어느 하나로 구성될 수 있다.
- [0027] 상단 커버(110)는 예를 들어, 금속 산화물 코팅층(111)을 포함할 수 있다. 구체적으로, 금속 산화물 코팅층(111)은 비제한적인 예시로, 일반적으로 알려진 금속 산화물이 사용될 수 있다. 구체적으로, 금속 산화물 코팅층(111)은 예를 들어 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide)로 구성될 수 있다.
- [0028] 하단 커버(120)는 전도성이 높은 금속 물질이 도포된 금속층(121)을 포함할 수 있다. 구체적으로, 하단 커버(120)의 상면에 금속층(121)이 도포될 수 있다. 금속층(121)은 알루미늄(Al), 구리(Cu), 은(Ag), 및 금(Au) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 폴리머 매트릭스(130)는 압전 세라믹스를 포함하고, 상기 상단 커버(110)의 일면에 접촉할 수 있고, 상기 하단 커버(120)와 일정 간격 이격되어 배치될 수 있다. 상기 상단 커버(110) 및 상기 하단 커버(120)는 상기 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서(10)에 외력이 작용하지 않을 경우, 폴리머 매트릭스(130)와 하단 커버(120)는 일정 간격 이격되어 배치될 수 있고, 상기 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서(10)에 외력이 작용할 경우, 폴리머 매트릭스(130)와 하단 커버(120) 사이가 가압에 의해 압축되어 전류가 흐르게 되고, 이에 따라, 상기 센서가 작동할 수 있다.
- [0030] 일 실시예에서, 상기 폴리머 매트릭스(130)와 상기 하단 커버(120) 사이에 이격된 공간 내에 탄성 부재를 포함할 수 있다. 상기 탄성 부재는 상기 폴리머 매트릭스(130)와 상기 하단 커버(120) 사이에 탄성력을 부여하는 부재로, 예를 들어 스프링을 포함할 수 있다. 상기 탄성 부재를 포함함으로써, 상단 커버(110) 및/또는 하단 커버(120)에 외력이 가해진 후, 상기 외력이 소멸하였을 때, 폴리머 매트릭스(130)와 하단 커버(120) 사이에 상

기 이격된 공간을 가지며 복귀시킬 수 있다.

- [0031] 일 실시예에서, 상기 폴리머 매트릭스(130)는 폴리우레탄(polyurethane), 에폭시(epoxy), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane; PDMS)과 같은 실리콘 수지, 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene terephthalate; PET), 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmetacrylate; PMMA), 폴리아미드 또는 이들의 혼합물 등의 폴리머를 그 예로 들 수 있다. 구체적으로, 상기 폴리머 매트릭스(130)는 PDMS(Polydimethylsiloxane)로 구성될 수 있다. 상기 폴리머 매트릭스(130)는 내구성이 강한 것을 특징으로 한다.
- [0032] 일 실시예에서, 상기 폴리머 매트릭스(130)의 압전 세라믹스(Piezo Electric Ceramic)로 구성될 수 있다. 상기 압전 세라믹스는 고체에 힘을 가했을 때, 결정의 겹면에 전기적 분극이 일어나는 피에조 효과(Piezoelectric Effect)에 기반한 것으로, 결정에 압력이 가해짐에 따라 전압이 발생하고, 전계가 가해졌을 때 변형이 일어나는 소자를 의미한다.
- [0033] 일 실시예에서, 상기 압전 세라믹스는 수정, 로셀염, 티탄산바륨( $\text{BaTiO}_3$ ), 티탄산 지르콘산 연(PZT), 지르콘산 납( $\text{PbZrO}_3$ ), 티탄산 납( $\text{PbTiO}_3$ ) 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 압전 세라믹스는 티탄산 바륨( $\text{BaTiO}_3$ )일 수 있다.
- [0034] 일 실시예에서, 상기 폴리머 매트릭스(130)의 압전 세라믹스(Piezo Electric Ceramic, PEC)는 상전이온도를 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 폴리머 매트릭스(130)는 상기 상전이온도를 가짐으로써, 일정 온도에서 결정구조가 변할 수 있다. 상기 압전 세라믹스(PEC)의 결정구조가 변화하면서 압전 성질을 띄지 않게 되고, 유전상수가 크게 상승하며 상기 압전 세라믹스(PEC)에서 발생하는 전기의 전력량이 크게 감소하게 될 수 있다. 상기 압전 세라믹스(PEC)에서 발생하는 전기의 전력량이 감소함에 따라, 화재 감지 센서(10)에서 감지되는 출력도 줄어들게 된다. 따라서, 화재 감지 센서(10)의 신호감지부에 나타나는 이러한 출력 변화를 통해 압전 세라믹스(PEC)의 결정구조가 변화하는 일정 온도에 도달했음을 알 수 있다.
- [0035] 일 실시예에서, 상기 폴리머 매트릭스(130)의 압전 세라믹스(PEC)는 100 내지 200 °C의 온도 범위에서 결정구조가 변할 수 있다. 구체적으로, 상기 온도 범위는 100 내지 140 °C 일 수 있다. 더욱 구체적으로, 상기 온도 범위는 110 내지 130 °C, 더욱 구체적으로, 110 내지 120 °C 일 수 있다.
- [0036] 상기 압전 세라믹스(PEC)의 결정구조가 변화하는 온도가 너무 낮으면, 화재가 발생하지 않은 경우에도 화재 감지 센서(10)가 작동하여 화재가 발생한 것으로 오인할 수 있고, 상기 압전 세라믹스(PEC)의 결정구조가 변화하는 온도가 너무 높으면 화재 감지 센서(10)가 과도하게 늦게 작동하여 화재 발생을 빠르게 인지할 수 없고, 상기 화재 감지 센서(10)에 포함된 폴리머 매트릭스(130) 및 마찰 대전 소자가 변형되어 화재 감지 센서(10)가 오작동할 수 있다.
- [0037] 일 실시예에서, 상기 화재 감지 센서(10) 중 상단 커버(110) 및/또는 하단 커버(120)에 가해지는 외력은 자연적인 에너지 또는 인위적인 에너지일 수 있다. 예를 들어, 자연적인 에너지는 비제한적인 예시로, 풍력 에너지, 충격 에너지 등으로 구성될 수 있다. 인위적인 에너지는 비제한적인 예시로, 생물체에 의해 인위적으로 발생하는 운동에너지일 수 있다.
- [0038] 일 실시예에서, 하단 커버(120)는 상기 폴리머 매트릭스(130)로부터 상기 상단 커버(110)와 반대방향으로 일정 간격 이격되어 배치될 수 있다. 상기 하단 커버(120)와 상기 폴리머 매트릭스(130)가 일정 간격 이격되어 있어, 전술한 자연적 또는 인위적 에너지인, 외력에 따라 상기 폴리머 매트릭스(130) 내의 압전 세라믹스(PEC)가 압축 및 팽창이 가능하도록 설계될 수 있다.
- [0039] 일 실시예에서, 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서(10)는 전선부를 포함할 수 있다. 상기 전선부는 상단 커버(110) 및 하단 커버(120)를 연결하여 전류 흐름이 가능하게 할 수 있다. 구체적으로, 상기 전선부는 상단 커버(110)의 하측면에 배치된 금속 산화물 코팅층(111)과 하단 커버(120)의 상측면에 배치된 금속층(121)을 연결할 수 있다.
- [0040] 상기 전선부는 선상 부재 또는 면상 부재를 포함할 수 있다. 상기 선상 부재는 도선과 같은 전선을 의미할 수 있고, 상기 면상 부재는 면 형태의 전극층으로 구성된 부재를 의미할 수 있다. 상기 전선부는 비제한적인 예시로, 선상 또는 면상 형태로 구성될 수 있다. 상기 전선부는 상단 커버(110) 및/또는 하단 커버(120)에 외력이 가해져, 하단 커버(120)와 폴리머 매트릭스(130)가 밀착할 때, 마찰대전 전류가 흐를 수 있고, 상기 외력이 더 가해져, 폴리머 매트릭스(130) 내의 압전 세라믹스(PEC)가 압축됨에 따라 상기 압전 세라믹스(PEC)의 결정 구조가 바뀔 때 따라 발생하는 압전 전류가 흐르게 할 수 있다.

- [0041] 일 실시예에서, 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서(10)는 신호 감지부(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 신호 감지부는 마찰대전소자에서 발생하는 전기적 신호를 감지할 수 있다. 상기 신호 감지부를 통해 상기 전기적 신호의 변화를 감지할 수 있고, 상기 신호 감지부를 통해 전기적 신호의 변화를 감지함으로써, 압전 세라믹스(PEC)의 결정구조의 변화로 인해 전기적 신호가 변화했음을 인지할 수 있다. 예를 들어, 상기 신호 감지부는 비제한적인 예시로, 상기 전기적 신호의 크기를 측정하거나, 상기 전기적 신호의 발생 횟수를 측정할 수 있다. 상기 신호 감지부를 통해, 상기 전기적 신호의 정량 값을 더욱 명확하게 파악할 수 있다.
- [0042] 일 실시예에서, 마찰대전소자 기반의 화재 감지 센서(10)는 출력부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 상기 출력부는 상기 신호 감지부를 통해 감지한 상기 전기적 신호를 외부로 출력하는 부재일 수 있다. 상기 출력부는 상기 전기적 신호에 대해, 예를 들어, 음향, 광, 또는 진동과 같은 다양한 형태로 출력할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 출력부는 음향, 광, 또는 진동 신호를 입력 받고 상기 신호를 지정된 엔코딩(Encoding) 규칙에 따라 엔코딩하여, 외부로 출력할 수 있다.
- [0043] 다른 실시예에서, 상기 신호의 출력을 위해, 상기 출력부는 스피커, 디스플레이, 또는 진동부와 같은 구성을 더 포함할 수 있으며, 이는 비제한적인 예시로, 상기 신호를 외부로 출력할 수 있는 다양한 구성을 포함할 수 있다. 상기 출력부를 포함함으로써, 감지한 상기 전기적 신호를 외부로 출력시켜, 예를 들어 화재 발생 여부를 보다 명확하게 외부로 표출할 수 있다.
- [0044] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른, 화재 감지 센서(10) 내의 마찰대전소자의 전류 발생 메커니즘을 도시한다.
- [0045] 도 1, 도 2a 내지 도 2b를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른, 화재 감지 센서(10) 내의 마찰대전소자는 도 1 내지 도 2b 순서대로 작동할 수 있다. 구체적으로, 도 1은 상단 커버(110) 및/또는 하단 커버(120)에 외력이 작용하기 전 상태를 도시하고 있다. 구체적으로, 상기 외력이 작용하기 전 상기 마찰대전 소자(100)는 폴리머 매트릭스(130) 및 하단 커버(120)가 일정 간격을 가지며 이격된 상태를 유지한다.
- [0046] 도 2a를 참조하면, 도 1 상태의 마찰대전소자에 있어서, 상단 커버(110) 및/또는 하단 커버(120)에 외력이 가해지면, 폴리머 매트릭스(130)와 하단 커버(120)가 밀착하게 되고, 이에 따라, 폴리머 매트릭스(130)와 하단 커버(120)의 상면에 배치된 금속층(121) 사이의 마찰대전 전류( $I_T$ )가 발생하여 전선부를 통해 전류가 흐르게 된다.
- [0047] 도 2b를 참조하면, 도 2a 상태의 마찰대전소자 중 상단 커버(110) 및/또는 하단 커버(120)에 외력이 추가로 가해지면, 폴리머 매트릭스(130) 내 압전 세라믹스(PEC)가 압축됨에 따라 압전 세라믹스(PEC)의 결정 구조가 변화함에 따라, 압전 전류( $I_p$ )가 발생하고, 상기 압전 전류( $I_p$ )는 전선부를 통해 흐르게 된다. 이에 반해, 상단 커버(110) 및/또는 하단 커버(120)에 외력이 가해지지 않을 경우, 폴리머 매트릭스(130)와 하단 커버(120)는 소정 간격 이격되며 마찰 전기가 발생하고 상기 마찰전기는 연결부를 통해 전류가 흐르게 되고, 도 2a와 같이 초기 상태로 복귀하게 된다. 구체적으로, 마찰대전소자에 외력이 가해질 경우, 도 1, 도 2a, 및 도 2b 순서로 작동하며, 마찰대전소자에 가해진 상기 외력을 제거할 경우, 도 2b, 도 2a, 및 도 1 순서로 복귀하게 된다.
- [0048] 도 3은 온도에 따른 티탄산바륨( $BaTiO_3$ )의 결정구조 및 유전상수 값을 나타낸 그래프이다.
- [0049] 도 3을 참조하면, 티탄산바륨( $BaTiO_3$ )은 상온에서 압전 성질을 나타내는 정방정계 결정구조(Tetragonal Crystal Structure)이나, 110 내지 120 °C의 온도 범위에서 압전 성질을 나타내지 않는 입방정계 결정구조(Cubic)로 변화하게 된다. 이에 따라, 화재 감지 센서(10)의 신호감지부에 나타나는 출력이 감소하게 됨에 따라, 상기 화재 감지 센서(10)가 현재 110 °C 이상의 높은 온도 환경에 노출된 것을 확인할 수 있어, 화재 발생 여부를 확인할 수 있다.
- [0050] 본 발명은 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

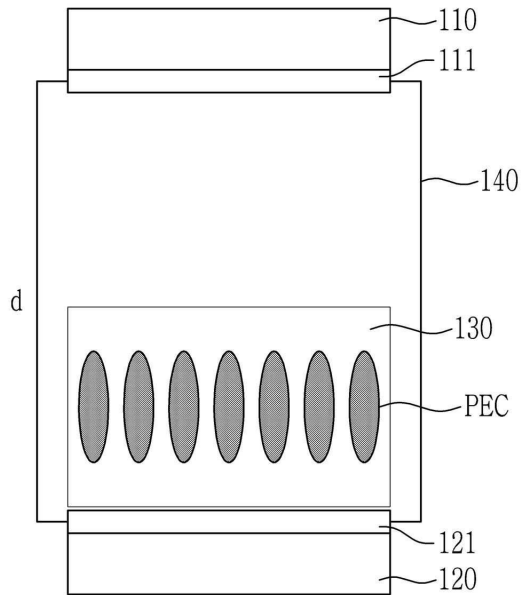
## 부호의 설명

- [0052] 10: 화재 감지 센서    100: 마찰대전소자

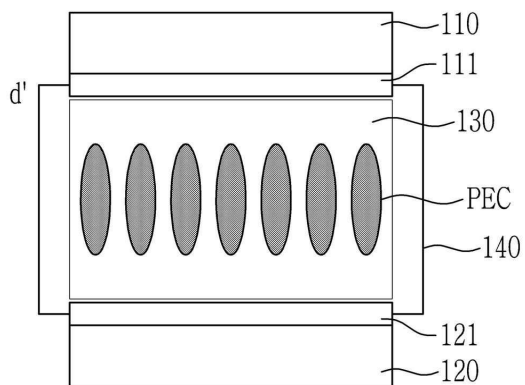
110: 상단 커버    111: 금속 산화물 코팅층  
 120: 하단 커버    121: 금속층  
 130: 폴리머 매트릭스    PEC: 압전 세라믹스  
 140: 전선부

## 도면

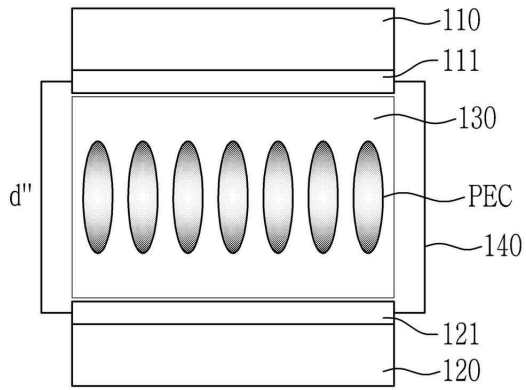
### 도면1



### 도면2a



도면2b



도면3

