



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0149402  
(43) 공개일자 2016년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 27/407 (2006.01) G01L 1/18 (2006.01)  
H02N 1/04 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01N 27/407 (2013.01)  
G01L 1/18 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0086296  
(22) 출원일자 2015년06월18일  
심사청구일자 2015년06월18일

(71) 출원인  
울산과학기술원  
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50  
(72) 발명자  
백정민  
울산광역시 울주군 범서읍 구영로 75-9, 301동  
1201호 (우미린1차아파트)  
김지현  
경기도 안산시 상록구 반석로 8, 13동 303호 (본  
오동, 한양아파트)  
천진성  
서울특별시 은평구 증산로15길 11, 삼성부동산 (증  
산동)  
(74) 대리인  
장한특허법인

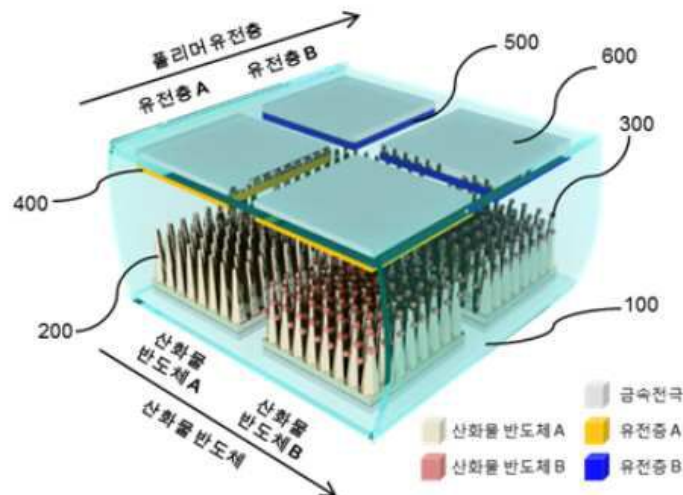
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 정전기를 이용한 자가전원 센서

(57) 요약

본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서는 하부전극인 기관; 기관에서 기립되어 형성된 제1 산화물 반도체; 제1 산화물 반도체의 말단 부분에 작은 구입자 모양으로 이중접합 형성된 제2 산화물 반도체; 및 제1 산화물 반도체 또는 제2 산화물 반도체에 맞닿도록, 제1폴리머 유전층과 제2폴리머 유전층이 하방으로 배열된 상부 전극;을 포함하여, 비교적 간단한 공정으로 다종의 특성을 갖는 센서 배열을 생산할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**G01N 27/4074** (2013.01)

**H02N 1/04** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711015899

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진연구자지원

연구과제명 일차원 나노선 기반 Batteryless 센서 플랫폼 개발

기 여 율 1/1

주관기관 국립대학법인 울산과학기술대학교 산학협력단

연구기간 2014.09.01 ~ 2015.08.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

하부전극인 기관(100);

상기 기관(100)에서 기립되어 형성된 제1 산화물 반도체(200);

상기 제1 산화물 반도체(200)의 말단 부분에 작은 구입자 모양으로 이중접합 형성된 제2 산화물 반도체(300); 및

상기 제1 산화물 반도체(200) 또는 상기 제2 산화물 반도체(300)에 맞닿도록, 제1폴리머 유전층(400)과 제2폴리머 유전층(500)이 하방으로 배열된 상부 전극(600);을 포함하는 것을 특징으로 하는 정전기를 이용한 자가전원 센서.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 산화물 반도체(200, 300)는

표면상에 외부 자극이나 하중이 가해지면 전류 또는 전압의 차이를 발생시키는 것을 특징으로 하는 정전기를 이용한 자가전원 센서.

#### 청구항 3

제 2항에 있어서,

유독가스 및 휘발성 유기 화합물이 투입된 경우, 상기 전류 또는 전압의 차에 변화가 발생하여 상기 유독가스 및 휘발성 유기 화합물을 감지하는 것을 특징으로 하는 정전기를 이용한 자가전원 센서.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

유독가스 및 휘발성 유기 화합물의 원활한 유입 및 출입을 위하여 상기 기관(100)과 상기 상부 전극(600) 사이에 빈 공간이 형성되는 것을 특징으로 하는 정전기를 이용한 자가전원 센서.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 제1 산화물 반도체(200)는 ZnO, WO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, ITO, SiO<sub>2</sub>, MgO 중, 하나 이상의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 정전기를 이용한 자가전원 센서.

#### 청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 제2 산화물 반도체(300)는 NiO, CuO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Co<sub>3</sub>O 중, 하나 이상의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 정

전기를 이용한 자가전원 센서.

## 청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 폴리머 유전층(400, 500)은

polyformaldehyde, polyamide, wool, silk polymethyl methacrylate, polyvinyl alcohol, polyester, polyisobutylene, polyvinyl butyral, rubber, polystyrene, polyimide (Kapton), polyvinyl chloride (PVC), polydimethylsiloxane (PDMS), polytetrafluoroethylene (Teflon) 중, 하나 이상의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 정전기를 이용한 자가전원 센서.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 정전기를 이용한 자가전원 센서에 관한 것으로, 보다 상세하게는 산화물 기반의 반도체물질과 폴리머 유전체 등의 부도체를 이용하여 정전기 기반의 소형발전기를 제작한 후 이를 센서로 이용하여 배터리 없이 상온에서 구동되는 정전기를 이용한 자가전원 센서에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 무선 센서 네트워크의 주요 과제의 하나는 지속적이고 무보수로 동작하는데 필요한 전력이다. 무선 장치는 배터리를 사용하지 않고 자가 전원을 갖추어 장치의 적응성과 이동성을 크게 향상시키는 것이 필요하다. 센서의 경우 작은 전력으로도 구동가능 하기 때문에, 자가 전원을 공급하기 위해서는 환경으로부터 에너지를 획득할 수 있다. 환경으로부터의 에너지 하베스팅 기술에는 태양광, 바람, 온도 변화 등을 에너지원으로 이용해서 전기를 생산하는 기술 등이 있다. 하지만 이 기술들은 대부분 에너지원이 불규칙하며 주변 환경에 영향을 많이 받는 문제점을 가지고 있다.

[0003] 그 예로, 태양광을 이용한 에너지 하베스팅 방식은 날씨에 영향을 많이 받아 장치가 반드시 빛에 노출되어 있어야 구동되며, 빛 노출로 인해 발생된 열에 의한 문제가 있다.

[0004] 온도변화를 이용해 에너지를 하베스팅하는 방식의 문제점은 에너지 하베스팅 장치의 안과 밖의 온도차이가 커야만 효과를 볼 수 있다는 것이다. 그러나 실제로 그 온도차이가 크지 않기 때문에 효율적으로 활용되지 못하고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1046985호(2011. 06. 30)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 화학센서를 구동시키는데 있어서 폴리머 유전체층 등의 부도체와 산화물 반도체의 접촉으로부터 발생하는 마찰 또는 접촉 때문에 일어나는 마찰전기(triboelectricity)를 이용하여 자가전원 시스템을 갖추고 우수한 전기적 및 화학적 감지 특성을 갖는 금속 산화물 나노선을 이용하여 다중의 접합 및 촉매층을 갖는 가스 센서 어레이 와 폴리머 유전체층 어레이를 구현하

여 높은 감도 및 선택성을 갖는 정전기를 이용한 자가전원 센서 소자를 제공하는 것에 목적이 있다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 상술한 목적을 달성하기 위한, 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서는 하부전극인 기관; 상기 기관에서 기립되어 형성된 제1 산화물 반도체; 상기 제1 산화물 반도체의 말단 부분에 작은 구입자 모양으로 이중접합 형성된 제2 산화물 반도체; 및 상기 제1 산화물 반도체 또는 상기 제2 산화물 반도체에 맞닿도록, 제1폴리머 유전층과 제2폴리머 유전층이 하방으로 배열된 상부 전극;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

[0008] 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서는 금속 산화물 나노선을 이용한 접합 센서 배열 및 폴리머 유전체층 배열을 제작하여, 비교적 간단한 공정으로 다종의 특성을 갖는 센서 배열을 생산할 수 있는 효과가 있다.

[0009] 또한, 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서는 반도체 물질과 폴리머 유전체층의 표면에너지 제어를 통하여 다종의 접합을 구현함으로써 우수한 감도 및 선택성을 갖는 가스 센서 소자를 사용될 수 있도록 하는 효과가 있다.

[0010] 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서는 공기 중에 존재하는 유독가스뿐 만 아니라 휘발성 유기화합물과 같은 화학물질의 종류나 농도 등 화학량에 대하여 상온에서 감지 할 수 있으며, 에너지 수집에 따른 비용발생을 절감시킬 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서의 투시도,  
 도 2는 다종 금속 산화물 접합 및 폴리머 유전체층의 제어를 통하여 구현된 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서 배열의 개략도,  
 도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따른 ZnO 나노와이어 구조와 NiO 나노입자 구조의 주사 전자 현미경 사진,  
 도 4는 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서의 폴리머 유전체층으로 PTFE를 사용하여 휘발성유기화합물을 센싱한 결과도, 및  
 도 5 및 도 6은 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서의 폴리머 유전체층과 산화물 반도체를 사용하여 에탄올을 센싱한 결과도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정하여 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0013] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0014] 도 1은 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서의 투시도이다.

[0015] 도 2는 다종 금속 산화물 접합 및 폴리머 유전체층의 제어를 통하여 구현된 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서 배열의 개략도이다.

[0016] 도 1 또는 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서는 하부전극인 기관(100),

제1 산화물 반도체(200), 제2 산화물 반도체(300), 제1 폴리머 유전층(400), 제2 폴리머 유전층(500) 및 상부 전극(600);을 포함한다.

- [0017] 상기 기판(100)으로부터 기립되어 형성되는 상기 제1 산화물 반도체(200)는 N 타입 산화물 반도체로 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서의 나노선 배열을 형성하게 된다.
- [0018] 상기 제2 산화물 반도체(300)는 P 타입 산화물 반도체로 상기 제1 산화물 반도체(200)의 말단부분에 작은 구입자 모양으로 이중접합되어 형성된다.
- [0019] 한편, 상기 제1 산화물 반도체(200)는 ZnO, WO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, ITO, SiO<sub>2</sub>, MgO등과 같은 물질일 수도 있고 또한, 상기 제2 산화물 반도체(300)는 NiO, CuO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Co<sub>3</sub>O 등과 같은 물질일 수도 있으며, 이에 한정되지 않는다.
- [0020] 예를 들어, 형성되는 물질과 관련하여, 상기 제1 산화물 반도체(200)를 ZnO로 형성할 경우, 상기 제2 산화물 반도체(300)를 NiO로 형성할 수 있지만, 이에 한정되지 않고, 상기 제1 산화물 반도체(200)의 ZnO, WO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, ITO, SiO<sub>2</sub>, MgO 물질과 상기 제2 산화물 반도체(300)의 NiO, CuO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Co<sub>3</sub>O 물질을 가능한 조합으로 형성시킬 수 있다.
- [0021] 또한, N 타입의 상기 제1 산화물 반도체(200)와 P 타입의 상기 제2 산화물 반도체(300)는 형성되는 위치가 바뀔 수 있고, 그 구조 또한 나노입자, 나노막대, 나노선 등으로 다양하게 실시할 수 있다.
- [0022] 상기 제1 산화물 반도체(200)와 상기 제2 산화물 반도체(300)에 맞당도록 상기 상부 전극(600)에 하방으로 형성된, 상기 제1 폴리머 유전층(400) 및 상기 제2 폴리머 유전층(500)은 polyformaldehyde, polyamide, wool, silk polymethyl methacrylate, polyvinyl alcohol, polyester, polyisobutylene, polyvinyl butyral, rubber, polystyrene, polyimide (Kapton), polyvinyl chloride (PVC), polydimethylsiloxane (PDMS), polytetrafluoroethylene (Teflon) 등의 폴리머 유전층들로 이루어 진다.
- [0023] 상술한 상기 제1 폴리머 유전층(400) 및 상기 제2 폴리머 유전층(500)은 상기 제1 산화물 반도체(200)와 상기 제2 산화물 반도체(300) 상부에 형성되어, 외부 자극이나 하중에 의해 전류 및 전압을 발생시킨다.
- [0024] 이때, 상기 제1 폴리머 유전층(400) 및 상기 제2 폴리머 유전층(500)은 PTFE, Kapton, PDMS와 같은 고분자 폴리머 부도체를 필름으로 제작한 후 전도성 필름을 부착하여 형성된다.
- [0025] 상기 전도성 필름은 Al, Ni, Cr, Pt, Au, Ag, ITO 중, 적어도 하나를 포함하는 하나의 층 또는 복수의 층으로 이루어질 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 제1 폴리머 유전층(400) 및 상기 제2 폴리머 유전층(500)은 Kapton으로 이루어진 양면 접착용 테이프를 부착하여 형성될 수도 있다.
- [0027] 한편, 상기 제1 및 제2 산화물 반도체(200, 300)와 상기 제1 및 제2 폴리머 유전층(400, 500) 계면에 유기용매 및 가스의 원활한 유입 및 출입을 위하여 상기 하부전극이 기판(100)과 상기 상부 전극(600) 사이에 빈 공간이 형성되는 것이 바람직하다.
- [0028] 도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따른 ZnO 나노와이어 구조의 상기 제1 산화물 반도체(200)와 NiO 나노입자 구조의 상기 제2 산화물 반도체(300)의 주사 전자 현미경사진이다.
- [0029] RF 스퍼터를 이용하여 ZnO 박막을 상기 기판(100)증착한 후 ZnO 박막이 증착된 상기 기판(100)을 오토클레이브에 투입하고, ZnO 형성용 수용액을 사용하여, 수열합성법으로 ZnO 나노박막 표면에 ZnO 나노와이어가 합성되도록 하여 상기 제1 산화물 반도체(200)를 형성시킨다.
- [0030] 이때, ZnO의 합성온도는 60~200℃에서 수행될 수 있다. 또한 상기 산화아연 형성용 수용액은 아연염과 헥사메틸렌테트라아민을 포함할 수 있고, 상기 아연염과 헥사메틸렌테트라아민의 몰 비율은 바람직하게 2:1 ~ 1:2로 할 수 있으며, 상기 아연염과 헥사메틸렌테트라아민 수용액의 몰 농도는 바람직하게 0.0001M~1M로 유지할 수 있다.
- [0031] ZnO 나노와이어는, 탈 이온수 200mL에 질산아연 분말 1.4874g, 헥사메틸렌테트라아민 분말 0.7009g을 용해(몰 비율 1:1)하여, 발광다이오드가 설치된 오토클레이브에 넣은 후, 5시간 동안 90℃를 유지하여 열을 가함으로써 수열합성이 이루어지도록 한 후, 발광다이오드를 꺼낸 후 탈 이온수로 세정하는 방법으로 제조되었다.
- [0032] 이상과 같은 과정을 통해 ZnO 나노막대가 형성되면, e-beam 증착법을 이용하여 상기 기판(100) 표면 상에 증착될 수 있고, 열처리 공정을 통해 이중 접합형 나노 구조체를 형성한다.

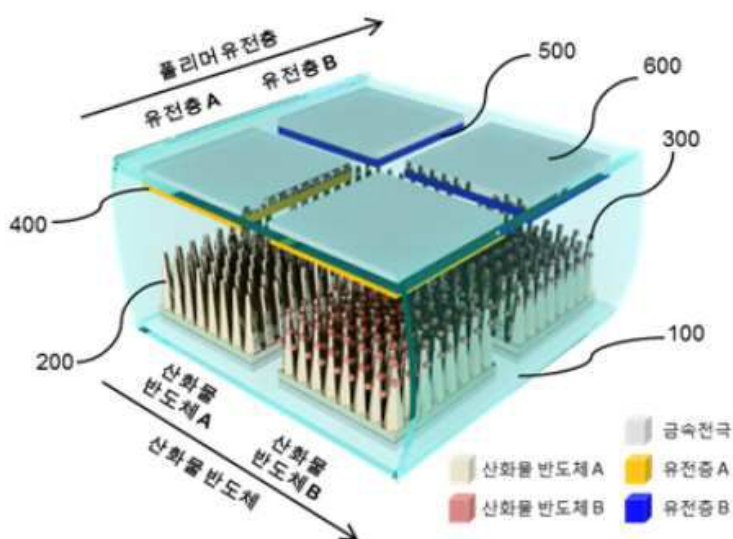
- [0033] 한편, 도 4는 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서의 폴리머 유전층으로 PTFE를 사용하여 휘발성유기화합물을 센싱한 결과도이다.
- [0034] 마찰 또는 접촉으로 일어나는 마찰전기(triboelectricity)를 이용하여 유기 용매의 유입에 따른 개방전압 (Open circuit voltage ,Voc)의 변화를 측정하였는데, 도 4에 도시된 바와 같이 유기용매가 없을 경우에 비해 대부분의 유기 용매가 있을 경우 Voc가 감소하는 경향을 보였다. 이는 휘발성유기화합물의 서로 다른 표면장력 특성과 산화물 반도체의 전도도 변화에 따라 다른 경향을 보임을 알 수 있다.
- [0035] 마지막으로, 도 5 및 도 6은 본 발명에 따른 정전기를 이용한 자가전원 센서의 폴리머 유전층과 산화물 반도체를 사용하여 에탄올을 센싱한 결과도 이다.
- [0036] 마찰 또는 접촉으로 일어나는 마찰전기를 이용하여 유기 용매의 유입에 따른 단락전류 혹은 개방전압의 변화를 측정하였는데, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 유기용매가 없을 경우에 비해 대부분의 유기 용매가 있을 경우 Isc 및 Voc가 감소하였으며, 감소하는 정도는 서로 다른 폴리머 유전층의 표면에너지와 산화물 반도체의 전도도 변화에 따라 다른 경향을 보임을 알 수 있다.
- [0037] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시 예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 하기에 기재될 청구범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

### 부호의 설명

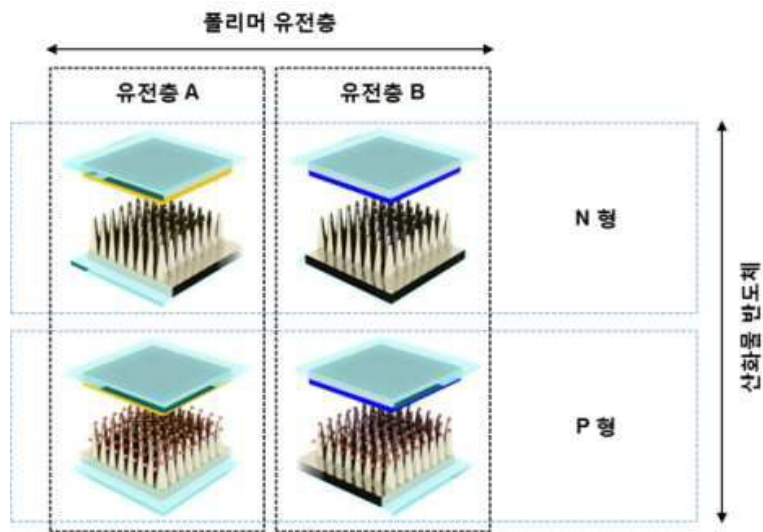
- [0038] 100 : 기판  
200 : 제1 산화물 반도체  
300 : 제2 산화물 반도체  
400 : 제1 폴리머 유전층  
500 : 제2 폴리머 유전층  
600 : 상부 전극

### 도면

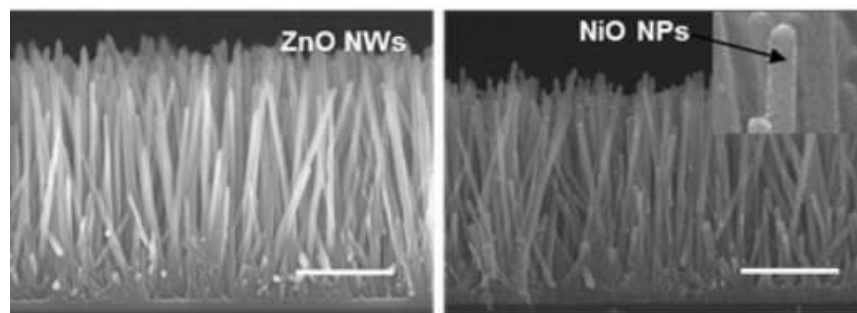
#### 도면1



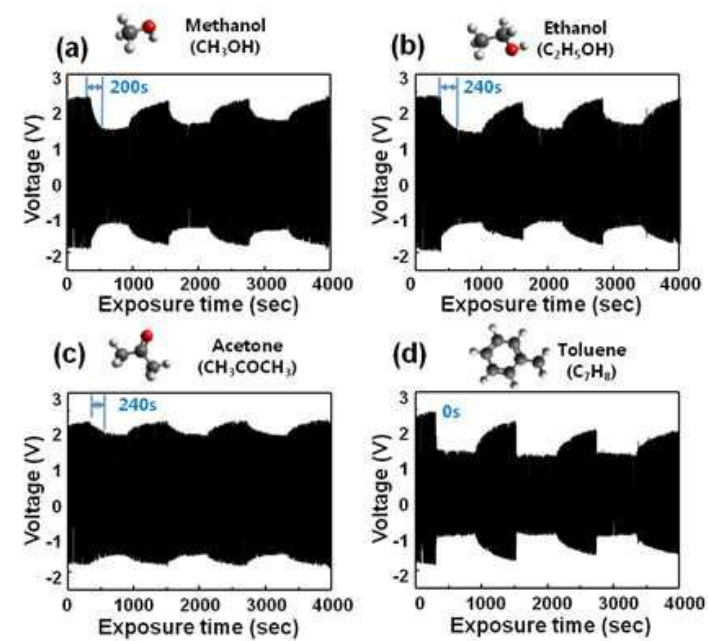
도면2



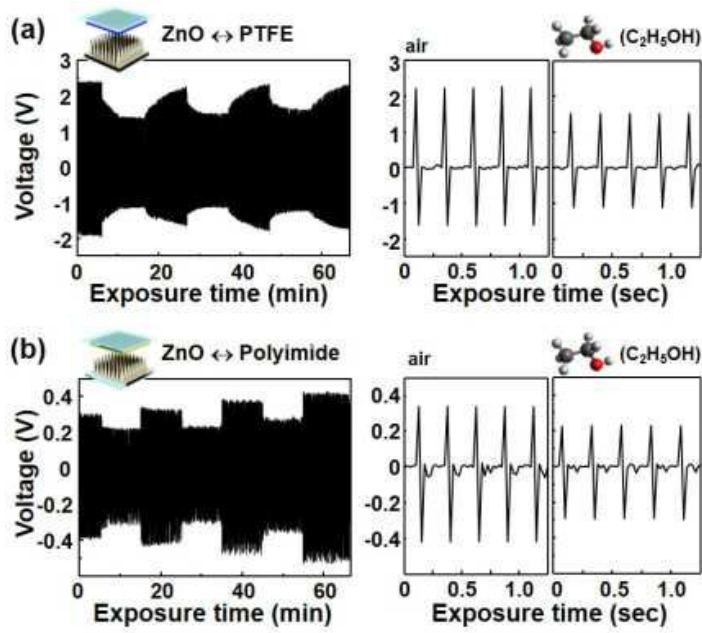
도면3



도면4



도면5



도면6

