



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월08일
(11) 등록번호 10-2099296
(24) 등록일자 2020년04월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/12 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/08 (2006.01) G01N 30/02 (2006.01)
G01N 33/497 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01N 27/127 (2013.01)
A61B 5/082 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0044735
- (22) 출원일자 2019년04월17일
심사청구일자 2019년04월17일
- (56) 선행기술조사문헌
JP2017519978 A*
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
- 주식회사아이센랩
경기도 성남시 중원구 둔촌대로 545 (14층1403호(상대원동, 한라시그마밸리))
- (72) 발명자
이우영
서울특별시 마포구 월드컵북로30길 9-22, 102동 1404호(성산동, 성산월드타운대림아파트)
- 정희봉
서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학관 327-1호
- (74) 대리인
특허법인이름리온

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 김명갑

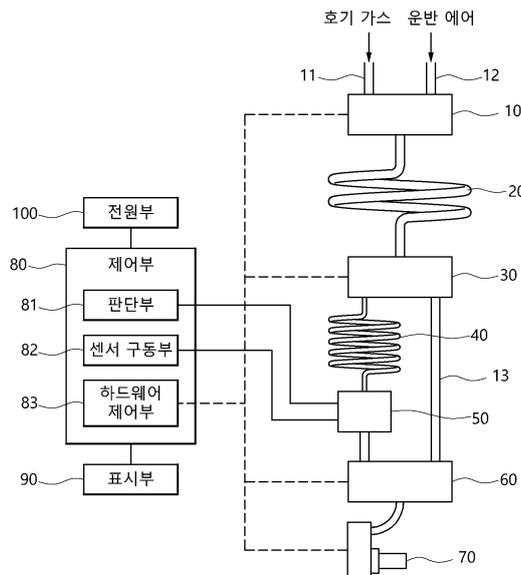
(54) 발명의 명칭 이소프렌 감지 센서 및 이를 포함하는 이소프렌 감지 장치

(57) 요약

본 발명은, 기관과, 기관 상에 형성되고 이격 배치되는 소스 및 드레인 전극과, 소스 및 드레인 전극 사이에 형성되며, 다수의 나노 입자를 포함하는 나노 입자층과 나노 입자층 상부에 형성되는 촉매를 포함하는 감지막을 포함하는 이소프렌 감지 센서를 제공한다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



또한, 본 발명은, 호기 가스에서 이소프렌을 분리하는 가스 크로마토그래피 컬럼과, 가스 크로마토그래피 컬럼에서 분리된 이소프렌을 감지하는 이소프렌 감지 센서와, 이소프렌 감지 센서에서 감지된 값으로부터 이소프렌의 농도를 측정하는 판단부를 포함하는 이소프렌 감지 장치를 제공한다.

이와 같은, 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서 및 이소프렌 감지 장치에 따르면, 호기 가스 중에서 이소프렌을 분리하여 분석함으로써 사용자의 콜레스테롤 합성량, 수면량 및 운동량과 관련된 인체 상태를 간편하면서도 정확하게 분석할 수 있는 이점이 있다.

(52) CPC특허분류

- A61B 5/4806* (2013.01)
- G01N 27/4075* (2013.01)
- G01N 30/02* (2013.01)
- G01N 33/497* (2019.01)
- G01N 2030/025* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

- KR1020090019717 A*
- KR1020120117802 A
- KR1020170135433 A
- 'Portable oral malodor analyzer using highly sensitive In2O3 gas sensor...', Mariko Hanada 외, *Analytica Chimica Acta*, 2003(475) (2002.09.26.)

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2017M3A9F1052297
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	바이오의료기술개발사업
연구과제명	개인 맞춤형 생애 전주기 비만 모니터링 모바일 호기 분석 시스템 개발
기여율	1/2
주관기관	연세대학교
연구기간	2018.01.01 ~ 2018.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018K000406
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	과학기술일자리진흥원
연구사업명	중대형복합기술사업화지원사업
연구과제명	변압기 절연유중 수소가스 실시간 감지 센서 개발
기여율	1/2
주관기관	연세대학교
연구기간	2018.07.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상에 형성되고 이격 배치되는 소스 및 드레인 전극;

상기 소스 및 드레인 전극 사이에 형성되며, 다수의 나노 입자를 포함하는 나노 입자층과, 상기 나노 입자층 상부 중 일부가 노출되도록 상기 나노 입자층 상부에 부분적으로 분포되는 촉매를 포함하는 감지막을 포함하고,

상기 나노 입자층과 상기 촉매는 서로 다른 층에 형성되고,

상기 감지막의 두께는 상기 소스 및 드레인 전극 보다 얇게 형성되는

이소프렌 감지 센서.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 다수의 나노 입자는

SiO₂, WO₃, SnO₂, TiO₂, ZnO, CuO, NiO, CoO, In₂O₃, MgO, CaO, La₂O₃, Nd₂O₃, Y₂O₃, CeO₂, PbO, ZrO₂, Fe₂O₃, Bi₂O₃, V₂O₅, VO₂, Nb₂O₅, Co₃O₄ 및 Al₂O₃으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하는

이소프렌 감지 센서.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 촉매는

팔라듐(Pd), 백금(Pt), 금(Au), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 망간(Mn), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg) 및 바나듐(V)으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 어느 하나의 금속을 포함하는

이소프렌 감지 센서.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 감지막은

이소프렌의 농도에 따라 달라지는 전도성의 차이를 이용하여 상기 이소프렌을 감지하는

이소프렌 감지 센서.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
 상기 촉매는
 상기 감지막에 이소프렌이 노출되면 상기 나노 입자층의 전도대를 낮추는
 이소프렌 감지 센서.

청구항 7

호기 가스에서 이소프렌을 분리하는 가스 크로마토그래피 컬럼;
 상기 가스 크로마토그래피 컬럼에서 분리된 이소프렌을 감지하는 이소프렌 감지 센서; 및
 상기 이소프렌 감지 센서에서 감지된 값으로부터 이소프렌의 농도를 측정하는 판단부를 포함하고,
 상기 이소프렌 감지 센서는
 기관과, 상기 기관 상에 형성되고 이격 배치되는 소스 및 드레인 전극과, 상기 소스 및 드레인 전극 사이에 형성되며 다수의 나노 입자를 포함하는 나노 입자층과, 상기 나노 입자층 상부 중 일부가 노출되도록 상기 나노 입자층 상부에 부분적으로 분포되는 촉매를 포함하는 감지막을 포함하고,
 상기 나노 입자층과 상기 촉매는 서로 다른 층에 형성되고,
 상기 감지막의 두께는 상기 소스 및 드레인 전극 보다 얇게 형성되는
 이소프렌 감지 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,
 상기 판단부는
 측정된 이소프렌의 농도를 이용하여 호기 가스를 배출한 사용자의 인체 상태를 판단하며,
 상기 인체 상태는 사용자의 콜레스테롤 합성량, 수면량 및 운동량 중 적어도 하나와 관련된 상태인 이소프렌 감지 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,
 상기 판단부는
 상기 가스 크로마토그래피 컬럼에서 분리된 이소프렌이 상기 이소프렌 감지 센서에 도달하는 시간에 감지된 상기 이소프렌 감지 센서의 값을 이용하여 이소프렌의 농도를 측정하는 이소프렌 감지 장치.

청구항 10

제 7 항에 있어서,
 상기 판단부는
 상기 이소프렌 감지 센서에서 검출된 전류값을 기준 전류값과 비교하거나 이소프렌 감지 센서에서 검출된 전류값을 통해 계산된 저항값을 기준 저항값과 비교함으로써, 이소프렌의 농도를 측정하는 이소프렌 감지 장치.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 다수의 나노 입자는

SiO₂, WO₃, SnO₂, TiO₂, ZnO, CuO, NiO, CoO, In₂O₃, MgO, CaO, La₂O₃, Nd₂O₃, Y₂O₃, CeO₂, PbO, ZrO₂, Fe₂O₃, Bi₂O₃, V₂O₅, VO₂, Nb₂O₅, Co₃O₄ 및 Al₂O₃으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하는

이소프렌 감지 장치.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 촉매는

팔라듐(Pd), 백금(Pt), 금(Au), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 망간(Mn), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg) 및 바나듐(V)으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 어느 하나의 금속을 포함하는

이소프렌 감지 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이소프렌 감지 센서 및 이를 포함하는 이소프렌 감지 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 정확성 및 휴대성의 특성이 동시에 만족될 수 있는 이소프렌 감지 센서 및 이를 포함하는 이소프렌 감지 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 호기 가스(Exhaled gas)는 인체의 호흡 작용 중 날숨 시에 구강 또는 비강을 통해 배출되는 가스를 지칭한다. 이때, 호기 가스는 인체의 신진 대사 등에 관련된 각종 가스 성분들을 함유하고 있다.

[0004] 호기 가스 분석 장치는 호기 가스의 농도를 측정하며, 측정된 값을 이용하여 인체의 상태 등에 대한 개략적인 추정을 수행할 수 있다.

[0005] 하지만, 종래의 호기 가스 분석 장치는 서로 상반된 특성인 정확성과 휴대성을 동시에 만족하기 어려운 문제점이 있었다. 즉, 분석한 결과의 정확성을 높이려는 경우, 종래의 호기 가스 분석 장치는 고가의 구성이 더 많이 필요하여 그 무게 및 비용도 증가할 수 밖에 없어 휴대용 장치로의 구현이 어렵다. 또한, 휴대성을 높이려는 경우, 저가의 구성이 단순하게 구현되어야 하므로 그 분석 결과의 정확성이 상대적으로 떨어질 수 밖에 없었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하여 정확성 및 휴대성의 특성을 모두 만족시키기 위해서는 호기 가스를 선택적으로 검지할 수 있는 호기 가스 분리 시스템과 분리된 가스를 검지할 수 있는 고 감도 센서가 필요하다.

[0008] 즉, 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 호기 가스 중에서 이소프렌(Isoprene)을 분리하여 이를 검출하고 분석함으로써 정확성 및 휴대성의 특성이 동시에 만족될 수 있는 이소프렌 감지 센서 및 이를 포함하는 이소프렌 감지 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0009] 또한, 본 발명은 호기 가스 중에서 이소프렌을 분리하여 분석함으로써 사용자의 콜레스테롤 합성량, 수면량 및 운동량과 관련된 인체 상태를 분석하는 이소프렌 감지 장치를 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

[0010] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 과제를 해결하기 위해, 본 발명은, 기판과, 기판 상에 형성되고 이격 배치되는 소스 및 드레인 전극과, 소스 및 드레인 전극 사이에 형성되며, 다수의 나노 입자를 포함하는 나노 입자층과 나노 입자층 상부에 형성되는 촉매를 포함하는 감지막을 포함하는 이소프렌 감지 센서를 제공한다.

[0013] 여기서, 촉매는 나노 입자층 상부에 부분적으로 분포될 수 있다.

[0014] 또한, 다수의 나노 입자는 SiO₂, WO₃, SnO₂, TiO₂, ZnO, CuO, NiO, CoO, In₂O₃, MgO, CaO, La₂O₃, Nd₂O₃, Y₂O₃, CeO₂, PbO, ZrO₂, Fe₂O₃, Bi₂O₃, V₂O₅, VO₂, Nb₂O₅, Co₃O₄ 및 Al₂O₃으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 촉매는 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 금(Au), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 망간(Mn), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg) 및 바나듐(V)으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 어느 하나의 금속을 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 감지막은 이소프렌의 농도에 따라 달라지는 전도성의 차이를 이용하여 상기 이소프렌을 감지할 수 있다.

[0017] 또한, 촉매는 감지막에 이소프렌이 노출되면 나노 입자층의 전도대를 낮출 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명은, 호기 가스에서 이소프렌을 분리하는 가스 크로마토그래피 컬럼과, 가스 크로마토그래피 컬럼에서 분리된 이소프렌을 감지하는 이소프렌 감지 센서와, 이소프렌 감지 센서에서 감지된 값으로부터 이소프렌의 농도를 측정하는 판단부를 포함하고, 이소프렌 감지 센서는 기판과, 기판 상에 형성되고 이격 배치되는 소스 및 드레인 전극과, 소스 및 드레인 전극 사이에 형성되며 다수의 나노 입자를 포함하는 나노 입자층과 나노 입자층 상부에 형성되는 촉매를 포함하는 감지막을 포함하는 이소프렌 감지 장치를 제공한다.

[0019] 여기서, 판단부는 측정된 이소프렌의 농도를 이용하여 호기 가스를 배출한 사용자의 인체 상태를 판단하며, 인체 상태는 사용자의 콜레스테롤 합성량, 수면량 및 운동량 중 적어도 하나와 관련된 상태이다.

[0020] 또한, 판단부는 가스 크로마토그래피 컬럼에서 분리된 이소프렌이 이소프렌 감지 센서에 도달하는 시간에 감지된 이소프렌 감지 센서의 값을 이용하여 이소프렌의 농도를 측정한다.

[0021] 또한, 판단부는 이소프렌 감지 센서에서 검출된 전류값을 기준 전류값과 비교하거나 이소프렌 감지 센서에서 검출된 전류값을 통해 계산된 저항값을 기준 저항값과 비교함으로써, 이소프렌의 농도를 측정한다.

[0022] 또한, 다수의 나노 입자는 SiO₂, WO₃, SnO₂, TiO₂, ZnO, CuO, NiO, CoO, In₂O₃, MgO, CaO, La₂O₃, Nd₂O₃, Y₂O₃, CeO₂, PbO, ZrO₂, Fe₂O₃, Bi₂O₃, V₂O₅, VO₂, Nb₂O₅, Co₃O₄ 및 Al₂O₃으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 적어도 어느 하나를 포함한다.

[0023] 또한, 촉매는 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 금(Au), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 망간(Mn), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg) 및 바나듐(V)으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 어느 하나의 금속을 포함한다.

발명의 효과

[0025] 상기와 같이 구성되는 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서 및 이소프렌 감지 장치는 호기 가스의 전체에 대해 분석하기 보다는 호기 가스 중에서 이소프렌을 분리하여 이를 검출하고 분석함으로써 정확성 및 휴대성의 특성을 동시에 만족시킬 수 있는 이점이 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서 및 이소프렌 감지 장치는 호기 가스 중에서 이소프렌을 분리하여 분석함으로써 사용자의 콜레스테롤 합성량, 수면량 및 운동량과 관련된 인체 상태를 간편하면서도 정확하게 분석할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치에서 이소프렌이 분리되어 감지되는 모습을 도시한 도면

이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치의 이소프렌 감지 센서의 사시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서의 소스 및 드레인 전극 사이에 형성되는 감지막의 측면면도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서의 감지막의 절단면을 주사 전자 현미경으로 촬영한 사진이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서의 감지막을 형성하는 방법의 순서도이다.

도 7은 실험을 통해, 나노 입자층 상부에 증착된 촉매의 종류 별로 이소프렌 농도에 대한 이소프렌 감지 센서의 센서 신호 값을 도시한 그래프이다.

도 8은 실험을 통해 나노 입자층 상부에 증착된 촉매의 종류 별로 이소프렌 농도에 대한 이소프렌 감지 센서의 센서 신호 변화량을 도시한 그래프이다.

도 9는 실험을 통해, 나노 입자층 상부에 증착된 촉매의 두께 별로 이소프렌 농도에 대한 이소프렌 감지 센서의 센서 신호 변화량을 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명의 상기 목적과 수단 및 그에 따른 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0030] 또한, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며, 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하다", "구비하다", "마련하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 언급된 구성요소 외의 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0031] 본 명세서에서, "또는", "적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 단어들 중 하나를 나타내거나, 또는 둘 이상의 조합을 나타낼 수 있다. 예를 들어, "또는 B" "및 B 중 적어도 하나" 는 A 또는 B 중 하나만을 포함할 수 있고, A와 B를 모두 포함할 수도 있다.

[0032] 본 명세서에서, "예를 들어" 와 같은 표현에 따라는 설명은 인용된 특성, 변수, 또는 값과 같이 제시한 정보들이 정확하게 일치하지 않을 수 있고, 허용 오차, 측정 오차, 측정 정확도의 한계와 통상적으로 알려진 기타 요인을 비롯한 변형과 같은 효과로 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 발명의 실시 형태를 한정하지 않아야 할 것이다.

[0033] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결되어' 있다거나 '접속되어' 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성 요소에 '직접 연결되어' 있다거나 '직접 접속되어' 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해될 수 있어야 할 것이다.

[0034] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일 실시예를 상세히 설명하도록 한다.

[0037] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치를 도시한 도면이다.

[0038] 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치는 호기 가스를 그 종류에 따라 분리하되 분리된 가스 중에서 이소프렌을 감지하여 그 농도를 측정하는 동작을 수행한다.

[0039] 이러한 이소프렌 검출 동작을 위해, 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치는, 도 1에 도시된 바와 같이, 가스 크로마토그래피 컬럼(40), 이소프렌 감지 센서(50) 및 제어부(80)를 포함한다. 또한, 이들 구성을 연결하

거나 이소프렌 검출 동작을 보조하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치는 솔레노이드 밸브(10, 30, 60), 샘플링 루프(20) 및 펌프(70)를 포함한다.

- [0040] 제1 솔레노이드 밸브(10)는 그 개폐 여부에 따라 제1 유입관(11) 및 제2 유입관(12)과 샘플링 루프(20)의 사이를 연결하는 구성이다. 즉, 제1 솔레노이드 밸브(10)가 열리는 경우, 제1 유입관(11)으로 유입된 호기 가스와 제2 유입관(12)으로 유입된 운반 에어(air)가 샘플링 루프(20)로 전달된다. 이하, 제1 솔레노이드 밸브(10)에서 전달된 호기 가스 및 운반 에어를 “1차 가스”라 지칭한다.
- [0041] 이때, 호기 가스는 날숨 시에 구강 또는 비강을 통해 배출되어 아무 가공 없이 유입된 가스일 수 있으며, 해당 가스가 별도의 필터(미도시)를 통해 필터링 처리된 가스일 수 있다. 또한, 운반 에어는 호기 가스 외의 공기로서, 외부 공기가 유입된 것이거나 해당 외부 공기가 별도의 필터(미도시)를 통해 필터링 처리된 공기일 수 있다. 이러한 운반 에어는 샘플링 루프(20), 가스 크로마토그래피 컬럼(40), 이소프렌 감지 센서(50) 등으로 호기 가스를 이송시키는 역할을 한다. 이때, 필터는 실리카겔, 활성탄, 염화칼슘 등과 같이 극성 분자와 비극성 분자를 흡착하는 재질로 충전된 필터일 수 있다.
- [0042] 샘플링 루프(20)는 가스 크로마토그래피 컬럼(40)으로 주입되기 위한 1차 가스를 포집하는 루프 형상의 구성으로서, 새로운 1차 가스가 유입되면 내부에 이미 포집된 1차 가스를 순차적으로 제2 솔레노이드 밸브(30)로 전달한다. 이때, 샘플링 루프(20)는 그 내측이 1차 가스가 흡착되기 어려운 재질로 구성되며, 직경 대비 길이를 충분히 길게 형성된 구조를 가진다. 예를 들어, 샘플링 루프(20)의 내측은 테프론 등으로 구성될 수 있다.
- [0043] 제2 솔레노이드 밸브(30)는 그 개폐 여부에 따라 샘플링 루프(20)와 가스 크로마토그래피 컬럼(40) 및 바이패스관(13)의 사이를 연결한다. 즉, 제2 솔레노이드 밸브(30)가 열리는 경우, 샘플링 루프(20)로부터 유입되는 1차 가스가 가스 크로마토그래피 컬럼(40) 또는 바이패스관(13)으로 선택적으로 전달된다.
- [0044] 즉, 본 발명에서는 펌프(70)의 흡입 속도를 감안하여 계산된 일정 부피의 1차 가스가 샘플링 루프(20)에 포집되고, 포집된 일정 부피의 1차 가스가 가스 크로마토그래피 컬럼(40)로 전달되도록 구현된다. 이를 위해, 본 발명에서는 정해진 시간에 맞춰 솔레노이드 밸브(10, 30, 60)의 개폐가 구동되도록 작동한다. 이때, 일정 부피를 초과하는 1차 가스는 바이패스관(13)을 통해 배출되며, 이에 따라, 일정 부피의 1차 가스가 가스 크로마토그래피 컬럼(40)으로 전달될 수 있다.
- [0045] 바이패스관(13)은 선택된 1차 가스가 바이패스(by-pass)하는 통로로서, 제2 솔레노이드 밸브(30)와 제3 솔레노이드 밸브(60)의 사이를 연결한다. 이때, '선택된 1차 가스'라는 것은 상술한 일정 부피를 초과하는 1차 가스이거나, 샘플링 루프(20)의 내부에 일정 시간을 초과하여 대기 상태에 있는 1차 가스일 수 있다. 이러한 대기 상태의 1차 가스는 샘플링 루프(20)의 내부를 오염시킬 수 있으므로, 제2 솔레노이드 밸브(30), 제3 솔레노이드 밸브(60) 및 펌프(70)의 작동에 따라 바이패스관(13)을 거쳐 외부로 배출될 수 있다.
- [0047] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치에서 이소프렌이 분리되어 감지되는 모습을 도시한 도면이다.
- [0048] 가스 크로마토그래피 컬럼(40)은 다양한 가스가 혼합 상태로 존재하는 1차 가스를 각각의 단일 화합물로 분리하는 구성으로서, 도 2에 도시된 바와 같이, 유입되는 1차 가스 중에서 분석 목적 대상이 되는 이소프렌을 분리해 낼 수 있다. 예를 들어, 가스 크로마토그래피 컬럼(40)의 내부에는 이소프렌을 분리하기에 적합한 단수의 충전재를 포함할 수 있다. 이때, 충전재와의 친화력은 각 가스마다 서로 다르다. 이에 따라, 1차 가스 내에 혼합된 다수의 가스는 가스 크로마토그래피 컬럼(40)을 통과하면서 그 이동 속도에 차이가 발생(이하, 이와 같이 그 이동 속도 차에 따라 분리된 가스들을 “2차 가스”라 지칭함)하게 되며, 가스 크로마토그래피 컬럼(40)은 이러한 이동 속도 차이를 통해 이소프렌을 분리해 낼 수 있다.
- [0049] 이소프렌 감지 센서(50)는 가스 크로마토그래피 컬럼(40)에서 분리된 2차 가스 중에서 이소프렌을 감지하는 센서로서, 이소프렌의 농도에 따라 그 감지되는 값(예를 들어, 전류값)이 달라질 수 있다. 이러한 이소프렌 감지를 위해, 이소프렌 감지 센서(50)는 이소프렌에 대한 감도가 높은 재질로 이루어진 센서인 것이 바람직하다. 특히, 본 발명은 이소프렌 감지 센서(50)를 통과하는 2차 가스 중 이소프렌이 갖는 고유의 이동 속도에 따라 계산된 해당 이소프렌의 이소프렌 감지 센서(50) 통과 시간 동안에 감지된 이소프렌 감지 센서(50)의 값을 이용함으로써 해당 이소프렌에 대한 농도를 보다 정확하게 감지(이하, “이소프렌 감지 동작”이라 지칭함)할 수 있다. 이러한 이소프렌 감지 동작은 후술할 제어부(80)의 판단부(81)에 의해 수행될 수 있다.
- [0050] 제3 솔레노이드 밸브(60)는 그 개폐 여부에 따라 이소프렌 감지 센서(50)와 펌프(70)의 사이를 연결한다. 즉, 제3 솔레노이드 밸브(60)가 열리는 경우, 이소프렌 감지 센서(50)를 통과한 2차 가스가 펌프(70)를 거쳐 외부로

배출된다.

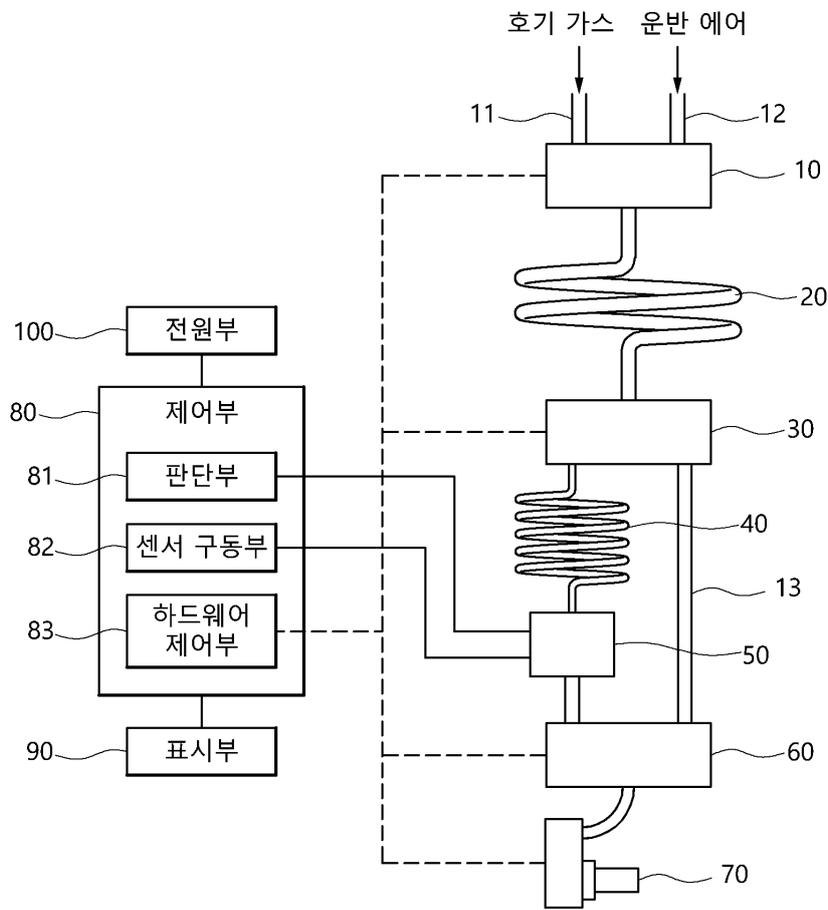
- [0051] 펌프(70)는 운반 에어, 1차 가스 및 2차 가스가 각 구성으로 유입 및 배출될 수 있도록 그 동력을 제공한다. 펌프(70)의 종류는 특별히 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 펌프(70)는 진공 펌프로 이루어질 수 있으며, 휴대성을 고려할 경우에 소형 터보 펌프, 소형 다이어프램 펌프 등으로 이루어질 수 있다.
- [0052] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치는 각 구성의 동작을 구동하고 수행된 동작의 결과를 외부에 알리기 위해, 제어부(80), 표시부(90) 및 전원부(100)를 포함한다.
- [0053] 제어부(80)는 상술한 각 구성을 제어하기 위한 구성으로서, 판단부(81), 센서 구동부(82) 및 하드웨어 제어부(83)를 포함할 수 있다.
- [0054] 판단부(81)는 이소프렌 감지 센서(50)에서 감지된 값으로부터 이소프렌의 농도를 측정하는 구성으로서, 상술한 이소프렌 감지 동작을 수행할 수 있다. 이 경우, 판단부(81)는 측정된 이소프렌의 농도를 이용하여 호기 가스를 배출한 사용자의 인체 상태를 판단할 수 있다. 여기서, 인체 상태는 사용자의 콜레스테롤 합성량, 수면량 및 운동량과 관련된 상태이다
- [0055] 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치는 이소프렌 감지 센서를 이용해 호기 중 이소프렌을 감지하여 사용자의 콜레스테롤 합성량, 수면량 및 운동량을 검지할 뿐만 아니라, 다양한 호기 바이오 마커의 관찰을 통한 질병의 진단 및 대기 모니터링 등으로도 활용이 가능하다.
- [0056] 이소프렌의 농도를 측정하기 위해, 판단부(81)는 구체적으로 이소프렌 감지 센서(50)에서 검출된 전류값을 기준 전류값과 비교하거나 이소프렌 감지 센서(50)에서 검출된 전류값을 통해 계산된 저항값을 기준 저항값과 비교할 수 있다. 즉, 이소프렌 감지 센서(50)에서 검출된 전류값은 해당 이소프렌에 대한 농도를 지시하는 값일 수 있다. 이 경우, 판단부(81)는 기 저장된 기준 전류값, 즉 전류값 대비 이소프렌 농도에 대한 정보를 이용하여, 현재 측정된 전류값에 따른 이소프렌의 농도를 측정할 수 있다. 또한, 판단부(81)는 현재 측정된 전류값에 따른 저항값을 도출한 후, 기 저장된 기준 저항값, 즉 검출된 전류값에 따라 변환된 저항값 대비 이소프렌 농도에 대한 정보를 이용하여, 도출된 저항값에 따른 이소프렌의 농도를 측정할 수 있다.
- [0057] 센서 구동부(82)는 전원부(100)에서 공급된 전원으로부터 이소프렌 감지 센서(50)에 전원을 공급하면서 이소프렌 감지 센서(50)의 동작을 구동시키는 구성이다. 또한, 하드웨어 제어부(83)는 공급된 전원으로부터 이소프렌 감지 센서(50) 외의 나머지 구성, 즉 솔레노이드 밸브(10, 30, 60) 및 펌프(70)에 전원을 공급하면서 이들 구성의 동작 순서를 제어하는 구성이다. 예를 들어, 하드웨어 제어부(83)는 솔레노이드 밸브(10, 30, 60)의 개폐 시간과 펌프(70)의 구동 시간을 각각 제어할 수 있다.
- [0058] 표시부(90)는 판단부(81)에서 측정된 결과를 표시하는 구성이다. 예를 들어, 표시부(90)는 판단부(81)에서 측정된 이소프렌 및 그 농도 등을 표시할 수 있으며, 상술한 인체 상태에 대해서도 표시할 수 있다. 표시부(90)는 비발광형 패널 또는 발광형 패널로 구성될 수 있다.
- [0059] 예를 들어, 발광형 패널은 발광 다이오드 디스플레이 패널(light emitting diode display panel), 유기전계발광 디스플레이 패널(organic electroluminescence display panel, 또는 OLED[organic light emitting diode] panel), 백라이트형 액정 디스플레이 패널(backlight liquid crystal display panel) 및 양자점 디스플레이 패널(quantum dot display panel) 중 어느 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 비발광형 패널은 액정 디스플레이 패널(liquid crystal display panel), 전기영동 디스플레이 패널(electrophoretic display panel), 콜레스테릭 액정 디스플레이 패널(cholesteric liquid crystal display panel), 마이크로전기기계 시스템 디스플레이 패널(micro-electromechanical system display panel), 일렉트로웨팅 디스플레이 패널(electrowetting display panel) 및 전자유체 디스플레이 패널 중 어느 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0060] 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치는 1차 가스를 일정 이상의 온도로 유지 및 관리하기 위한 히터(미도시)를 더 포함할 수 있다. 이는 이소프렌 감지 센서(50)에서의 이소프렌에 대한 반응성을 높이기 위한 수단에 해당한다. 즉, 이소프렌 감지 센서(50)의 감도는 상온 이상인 특정 온도에서 가장 높을 수 있으며, 히터는 1차 가스가 이러한 특정 온도를 유지할 수 있도록 열을 1차 가스에 제공할 수 있다. 이 경우, 하드웨어 제어부(83)는 전원부(100)에서 공급된 전원으로부터 히터에 전원을 공급하면서 히터의 구동을 제어할 수 있다. 예를 들어, 히터는 가스 크로마토그래피 컬럼(40)을 가열하거나, 각 구성 사이를 연결하는 연결관을 가열하도록 구성될 수 있다.

- [0061] 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치는 호기 가스의 전체에 대해 분석하기 보다는 호기 가스 중에서 이소프렌을 분리하여 분석함으로써 정확성 및 휴대성의 특성을 동시에 만족시킬 수 있는 이점이 있다.
- [0062] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치는 호기 가스 중에서 이소프렌을 분리하여 분석함으로써 사용자의 콜레스테롤 합성량, 수면량 및 운동량과 관련된 인체 상태를 간편하면서도 정확하게 분석할 수 있는 이점이 있다.
- [0064] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서(50)의 구체적인 구성에 대해 보다 상세하게 설명하도록 한다.
- [0065] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 장치의 이소프렌 감지 센서의 사시도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서의 소스 및 드레인 전극 사이에 형성되는 감지막의 측면면도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서의 감지막을 주사 전자 현미경으로 촬영한 사진으로, (a)는 전체 도면, (b)는 (a)의 A를 확대한 도면, 그리고 (c)는 (a)의 B를 확대한 도면이다.
- [0066] 도 3 내지 도 5를 참조하면, 이소프렌 감지 센서(50)는 기판(51), 기판(51) 상에 형성되며 서로 이격 배치되는 소스 및 드레인 전극(52, 53), 소스 및 드레인 전극(52, 53) 사이에 형성되는 감지막(54)을 포함한다. 여기서, 감지막(54)은 다수의 나노 입자를 포함하는 나노 입자층(54a) 및 나노 입자층(54a) 상부에 증착되는 촉매(54b)로 이루어진다. 또한, 이소프렌 감지 센서(50)는 기판(51) 및 소스 및 드레인 전극(52, 53) 사이에 실리콘 산화물을 포함하는 절연층(미도시)이 추가로 형성될 수 있다.
- [0067] 기판(51)은 소스 및 드레인 전극(52, 53)과 감지막(54)을 형성하기 위한 것으로, 실리콘 또는 유리 등의 재질로 형성될 수 있다. 기판(51) 상에는 실리콘 산화물(SiO₂ 등)을 포함하는 절연층(미도시)이 추가로 형성될 수 있다.
- [0068] 소스 및 드레인 전극(52, 53)은 전극 물질의 증착 후, 포토리소그래피법(photolithography) 및 리프트오프법(lift-off)의 조합에 의해 패터닝되어 형성될 수 있다. 이때, 전극 물질은 금(Au) 또는 백금(Pt) 재질일 수 있고, 전극들의 이격 간격은 약 5 μ m 내지 10 μ m일 수 있고, 각 두께는 약 1 μ m 내지 10 μ m일 수 있다.
- [0069] 나노 입자층(54a)을 구성하는 다수의 나노 입자는 SiO₂, WO₃, SnO₂, TiO₂, ZnO, CuO, NiO, CoO, In₂O₃, MgO, CaO, La₂O₃, Nd₂O₃, Y₂O₃, CeO₂, PbO, ZrO₂, Fe₂O₃, Bi₂O₃, V₂O₅, VO₂, Nb₂O₅, Co₃O₄ 및 Al₂O₃으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0070] 나노 입자층(54a)의 상부 즉, 말단부에는 촉매(54b)가 형성된다. 여기서, 나노 입자층(54a)의 말단부란, 기판(51)에 맞닿아 있는 부분이 아닌, 기판(51)으로부터 멀리 떨어진 부분을 의미한다.
- [0071] 촉매(54b)는 일반적인 물리적 기상 증착(PVD, physical vapor deposition)법에 의해 증착되어 형성될 수 있다. 예를 들어, 촉매는 증발(Evaporation)법 또는 스퍼터링(Sputtering)법과 같은 물리적 기상 증착법에 의해 형성될 수 있다.
- [0072] 촉매(54b)는 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 금(Au), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 망간(Mn), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg) 및 바나듐(V)으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 어느 하나의 금속을 포함할 수 있고, 바람직하게는 팔라듐(Pd), 백금(Pt) 또는 금(Au)을 포함할 수 있으며, 보다 바람직하게는, 팔라듐(Pd)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 촉매(54b)는 팔라듐(Pd)으로 형성될 수 있다.
- [0073] 여기서, 나노 입자층(54a) 예컨대, 산화 인듐(In₂O₃)으로 구성된 나노 입자층(54a)의 두께는 40nm 정도이고, 촉매(54b) 예컨대, 금(Au)은 2.3nm의 두께로 나노 입자층(54a)의 상부에 부분적으로 분포될 수 있다. 즉, 나노 입자층(54a)은 촉매(54b)에 의해 외부로 노출되지 않는 부분과 그렇지 않은 부분으로 구분될 수 있다.
- [0075] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서의 감지막을 형성하는 방법의 순서도이다.
- [0076] 나노 입자층(54a)은 기판(51) 상에 이중 이온빔 스퍼터링 방법에 의해 다수의 나노 입자를 증착하여 형성될 수 있으나, 해당 방법에 국한되지는 않는다.
- [0077] 여기서, 이중 이온빔 스퍼터링 방법은 산화물 박막을 치밀하면서도 얇은 두께로 증착시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

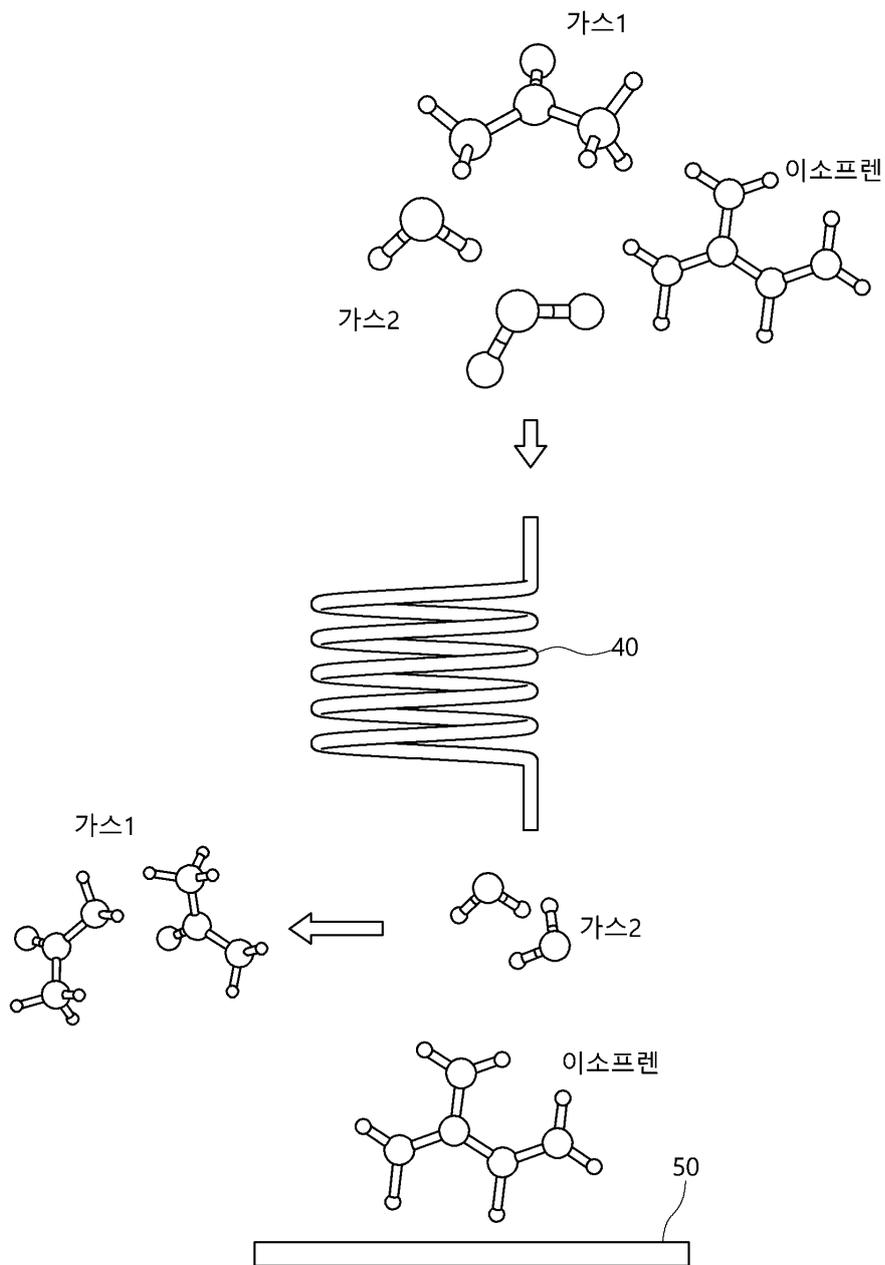
- [0078] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서(50)의 나노 입자층(54a)은, 먼저, 기판(51) 상에 이중 이온빔 스퍼터링 방법에 통해 다수의 나노 입자를 증착시키고, 다음, 기판(51) 상에 증착된 다수의 나노 입자를 고온(예컨대, 500℃)에서 대략 5시간 동안 열처리하여 다수의 나노 입자 간 간격을 치밀하게 함으로써 형성된다.
- [0079] 그리고, 전술한 과정을 거쳐 형성된 나노 입자층(54a) 상부에 촉매(54b)를 증착함으로써 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서(50)의 감지막(54)이 완성된다.
- [0080] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서(50)에서 이소프렌이 감지되는 원리를 설명하겠다.
- [0081] 설명의 편의를 위해 다수의 나노 입자층(54a)의 일 구성으로는 산화 인듐(In_2O_3)을 일 예로 설명하고, 촉매(54b)로는 팔라듐(Pd)을 일 예로 설명하겠다.
- [0082] 먼저, 감지막(54)에 산소(O_2)가 노출되면 산소(O_2)가 산화 인듐(In_2O_3) 상부에 형성된 팔라듐(Pd)에 의해 이온화되고 이온화된 산소 이온(O^-)이 산화 인듐(In_2O_3)의 표면에 화학적으로 흡착하게 된다. 그리고, 산소 이온(O^-)은 산화 인듐(In_2O_3)의 전도대(conduction band)에 있는 전자(e^-)를 포획하게 되고, 이로 인해 산화 인듐(In_2O_3)에 공핍층(Depletion layer)이 형성된다.
- [0083] 다음, 감지막(54)에 이소프렌이 노출되면 팔라듐(Pd)에 의해 이소프렌은 산화 인듐(In_2O_3)의 표면에 흡착된 산소 이온(O^-)과 화학적으로 반응하여 산화 인듐(In_2O_3)의 공핍층이 감소 하게 된다. 이로 인해 산화 인듐(In_2O_3)의 전도대가 낮아져 전도성이 향상되며 산화 인듐(In_2O_3)의 전기적 저항값을 변화시키게 된다. 이러한 전기적 저항값의 변화로 인해 나노 입자층(54a)을 따라 흐르는 전류의 차이를 발생시키게 된다.
- [0084] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서(50)는 이소프렌 농도에 따라 달라지는 전도성의 차이 즉 저항값의 차이를 이용하여 이소프렌을 감지하게 된다.
- [0086] 도 7은 실험을 통해, 나노 입자층에 증착된 촉매의 종류 별로 이소프렌 농도에 대한 이소프렌 감지 센서의 센서 신호 값을 도시한 그래프이다.
- [0087] 도 7(a)에 도시한 바와 같이, 이소프렌 감지 센서(50)의 나노 입자층(54a) 상부에 촉매(54b)가 증착되지 않은 경우 이소프렌 감지 센서(50)는 이소프렌의 농도에 따라 센서 신호 즉, 센서 저항값 변화가 거의 없는 것을 확인할 수 있다. 즉, 나노 입자층(54a) 상부에 촉매(54b)가 증착되지 않은 경우 이소프렌 감지 센서(50)가 이소프렌을 감지할 수 없음을 실험적으로 확인할 수 있다.
- [0088] 그리고, 도 7(b), 도 7(c) 및 도 7(d)에 도시한 바와 같이, 이소프렌 감지 센서의 나노 입자층(54a) 상부에 촉매(54b)가 증착된 경우 이소프렌 감지 센서(50)는 이소프렌의 농도에 따라 센서 신호 즉, 센서 저항값이 증가되는 것을 확인할 수 있다. 특히, 금(Au), 백금(Pt) 및 팔라듐(Pd) 순으로 이소프렌의 농도에 따라 센서 신호의 감도가 더 향상되는 것을 확인할 수 있다. 즉, 나노 입자층(54a) 상부에 촉매(54b)가 증착된 경우 이소프렌 감지 센서(50)가 이소프렌을 감지할 수 있음을 실험적으로 확인할 수 있다.
- [0089] 도 8은 실험을 통해 나노 입자층 상부에 증착된 촉매의 종류 별로 이소프렌 농도에 대한 이소프렌 감지 센서의 센서 신호 변화량을 도시한 그래프이다. 여기서, 도 8(b)는 도 8(a)의 확대 그래프이다.
- [0090] 도 8(a)에 도시한 바와 같이, 이소프렌 감지 센서(50)의 나노 입자층(54a) 상부에 촉매(54b)가 증착되지 않은 경우 이소프렌 감지 센서(50)는 이소프렌의 농도에 따라 센서 신호의 변화량이 거의 없는 것을 확인할 수 있다.
- [0091] 다음, 도 8(a) 및 도 8(b)에 도시한 바와 같이, 이소프렌 감지 센서(50)의 나노 입자층(54a) 상부에 촉매(54b)가 증착된 경우 이소프렌 감지 센서(50)는 이소프렌의 농도가 대략 2.5ppm까지 이소프렌의 농도에 따라 센서 신호의 변화량이 증가되는 것을 확인할 수 있다. 특히, 팔라듐(Pd), 백금(Pt) 및 금(Au) 순으로 이소프렌의 농도에 따라 센서 신호의 변화량이 더 크게 증가되는 것을 확인할 수 있다. 즉, 소량의 이소프렌에 대한 감지 정밀도는 팔라듐(Pd), 백금(Pt) 및 금(Au) 순임을 실험적으로 확인할 수 있다.
- [0092] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 이소프렌 감지 센서(50)는 나노 입자층(54a) 상부에 촉매(54b)가 증착되는 경우가 그렇지 않은 경우 보다 이소프렌을 효과적으로 감지할 수 있고, 특히, 나노 입자층(54a) 상부에 팔라듐(Pd)이 증착되는 경우 소량의 이소프렌을 가장 정밀하게 감지할 수 있다.

도면

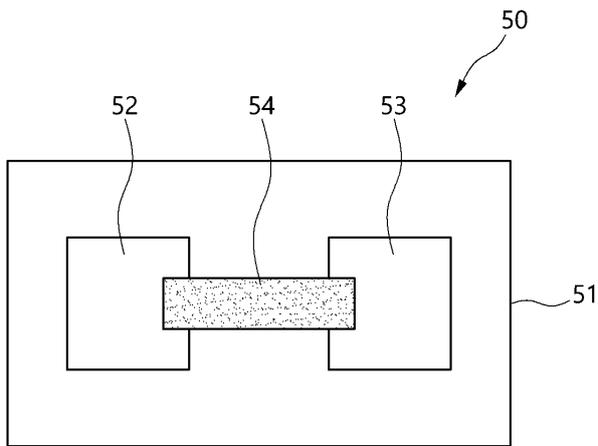
도면1



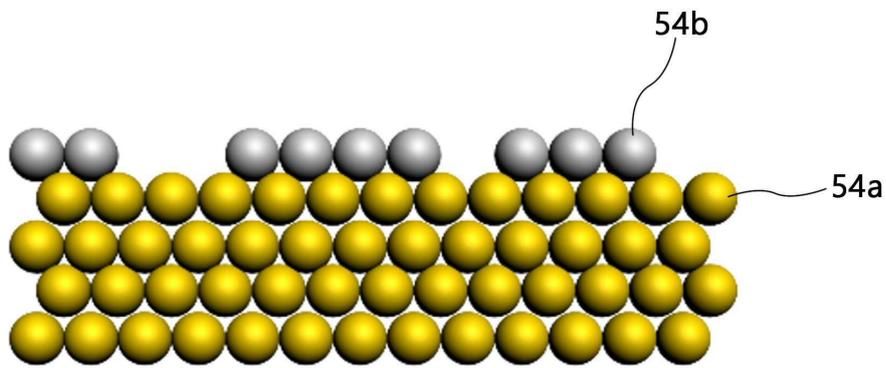
도면2



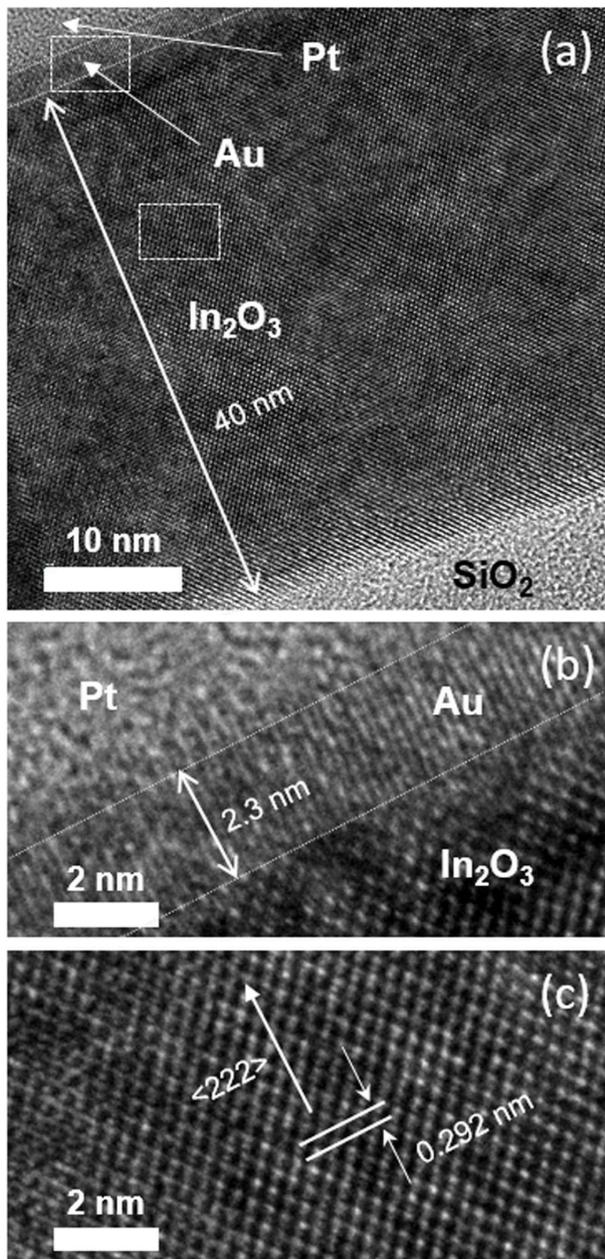
도면3



도면4

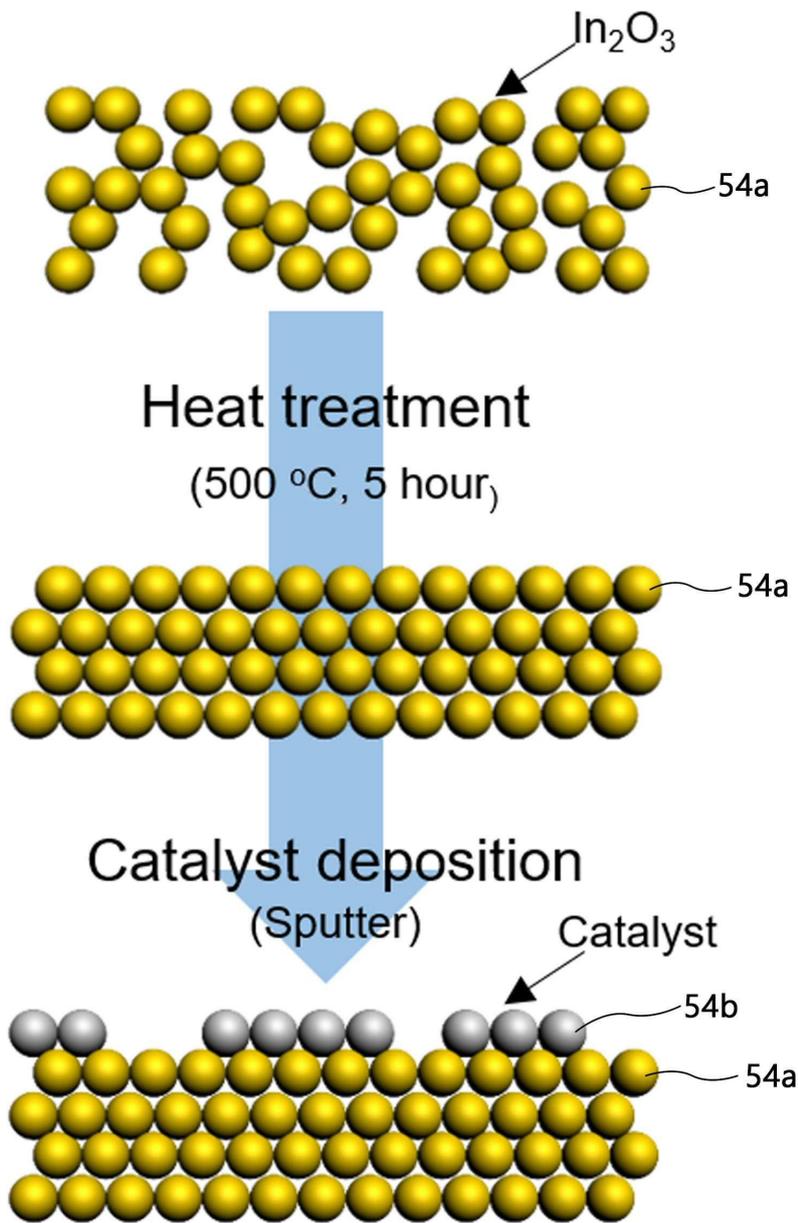


도면5

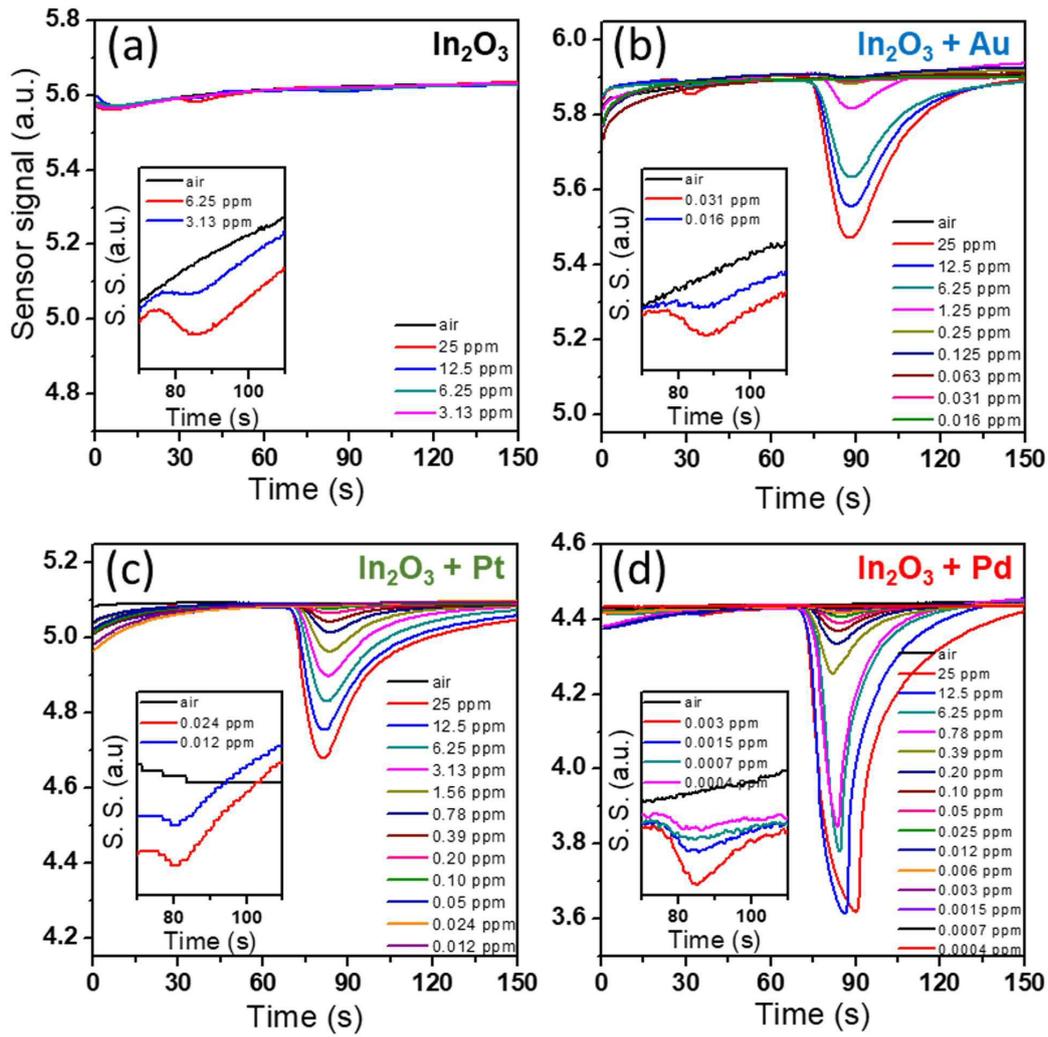


54

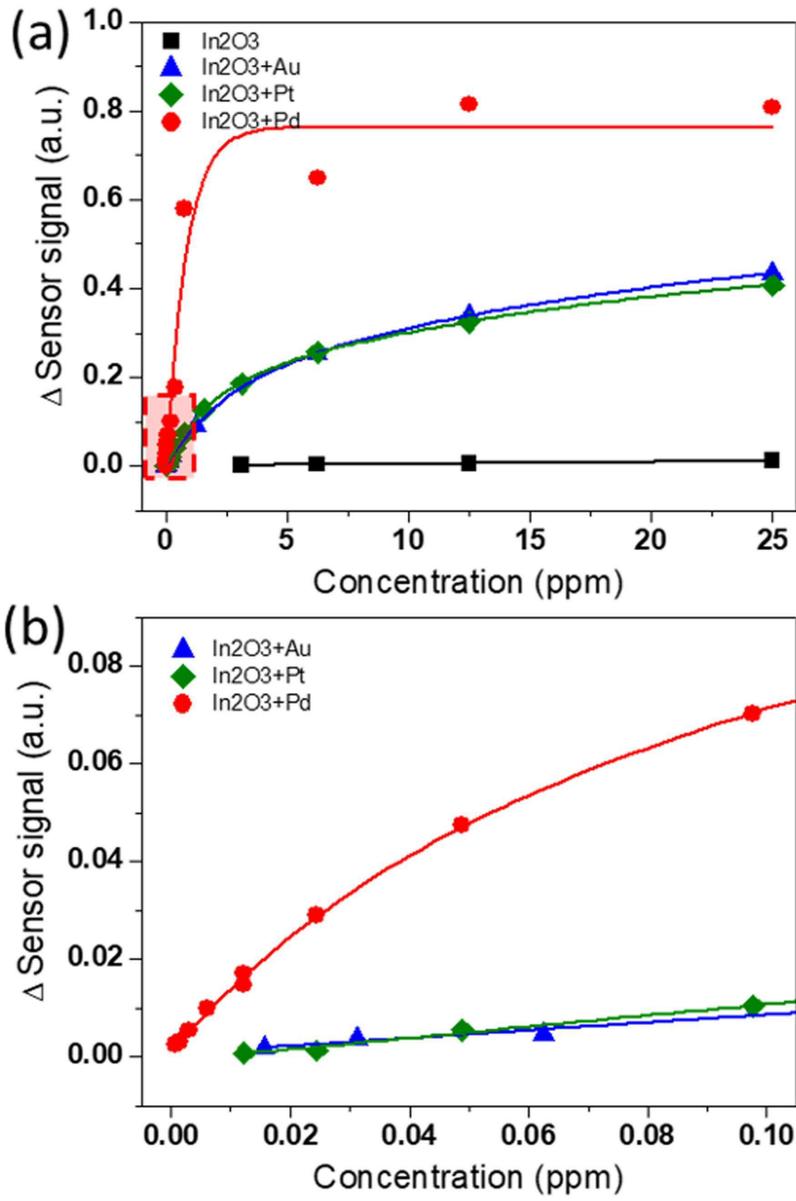
도면6



도면7



도면8



도면9

