(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0093150
(43) 공개일자 2018년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/407 (2006.01) *G01N 27/04* (2006.01)
G01N 33/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 27/4075 (2013.01)
G01N 27/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0018022
(22) 출원일자 2017년02월09일
심사청구일자 2017년02월09일

(71) 출원인
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
김정현
대전광역시 서구 도안동로 177 수목토APT, 101동 404호
김남규
충청북도 청주시 서원구 원마루로8번길 7-2 (분평동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인오암, 이성렬, 이한욱, 이성준

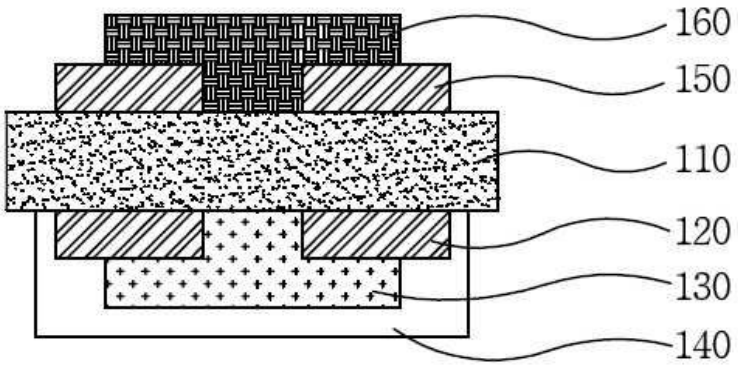
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서 및 그 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 기판의 일측면에 구비되어 리드선 역할을 하는 제 1 전극층과, 상기 제 1 전극층에 연결되도록 상기 기판의 일측면에 형성되어 상기 제 1 전극층으로부터 인가되는 전압에 따라 작동 온도로 가열되는 발열층과, 상기 제 1 전극층 및 발열층을 보호하기 위해 상기 기판의 일측면에 구비되는 보호층과, 상기 기판의 타측면에 구비되어 센싱신호를 도출하는 리드선 역할을 하는 제 2 전극층과, ABO_3 형태의 결정구조를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 상기 제 2 전극층과 연결되도록 상기 기판의 타측면에 형성되는 감지층를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
G01N 33/0044 (2013.01)
(72) 발명자
김채열
경기도 부천시 경인로9번가길 10-16 (송내동)
김우진
서울특별시 강서구 까치산로4길 98-25 201호 (화곡동)
선수인
충북 충주시 교현동 봉현로 313 1동 802호
박수연
대전광역시 유성구 죽동로 72 504동 1401호 (죽동,죽동LH천년나무5단지아파트)
홍승표
경상남도 통영시 도천상가안길 47 101동 902호 (도천동,월드비치타운)
권희석
대전광역시 동구 신기로 26 15동 411호 (가오동,주공아파트)
양정규
대전광역시 서구 둔산로 15 110동 1202호 (둔산동,향촌아파트)

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판의 일측면에 구비되어 리드선 역할을 하는 제 1 전극층과,

상기 제 1 전극층에 연결되도록 상기 기판의 일측면에 형성되어 상기 제 1 전극층으로부터 인가되는 전압에 따라 작동 온도로 가열되는 발열층과,

상기 제 1 전극층 및 발열층을 보호하기 위해 상기 기판의 일측면에 구비되는 보호층과,

상기 기판의 타측면에 구비되어 센싱신호를 도출하는 리드선 역할을 하는 제 2 전극층과,

ABO_3 형태의 결정구조를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 상기 제 2 전극층과 연결되도록 상기 기판의 타측면에 형성되는 감지층

을 포함하는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복합 페로브스카이트 산화물은, 상기 ABO_3 형태의 결정구조에서 A사이트로 프라세오디뮴(Pr) 및 스트론튬(Sr)을 포함하고, B사이트로 Co를 포함하는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 복합 페로브스카이트 산화물은, $Pr_{1-x}Sr_xCoO_{3-d}$ 형태의 결정구조를 가지며, x=0.3인 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 작동 온도는, 200-300℃의 온도 범위를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복합 페로브스카이트 산화물은, GNP 공정(Glycine nitrate process)을 이용하여 합성하는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 복합 페로브스카이트 산화물은, 질산염 물질 및 글리신을 포함하는 원료를 칭량하고, 혼합용기(Quartz)에

투입 후 교반하여 혼합한 후에 1차 하소하며, 분쇄 및 압축을 통해 성형하여 펠렛(pellet)을 제조한 후 열처리하여 분쇄하는 방식으로 제조되는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서.

청구항 7

ABO_3 형태의 결정구조를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 제조하는 단계와,

기판의 일측면에 리드선 역할을 하는 제 1 전극층을 형성하는 단계와,

상기 제 1 전극층에 연결되도록 상기 기판의 일측면에 상기 제 1 전극층으로부터 인가되는 전압에 따라 작동 온도로 가열되는 발열층을 형성하는 단계와,

상기 제 1 전극층 및 발열층을 보호하기 위해 상기 기판의 일측면에 보호층을 형성하는 단계와,

상기 기판의 타측면에 센싱신호를 도출하는 리드선 역할을 하는 제 2 전극층을 형성하는 단계와,

상기 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 상기 제 2 전극층과 연결되도록 상기 기판의 타측면에 감지층을 형성하는 단계

를 포함하는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 복합 페로브스카이트 산화물을 제조하는 단계는, GNP 공정(Glycine nitrate process)을 이용하여 합성하는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 복합 페로브스카이트 산화물을 제조하는 단계는, 질산염 물질 및 글리신을 포함하는 원료를 칭량하고, 혼합용기(Quartz)에 투입 후 교반하여 혼합한 후에 1차 하소하며, 분쇄 및 압축을 통해 성형하여 펠렛(pellet)을 제조한 후 열처리하여 분쇄하는 방식으로 제조되는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법.

청구항 10

제 7 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복합 페로브스카이트 산화물은, 상기 ABO_3 형태의 결정구조에서 A사이트로 프라세오디뮴(Pr) 및 스트론튬(Sr)을 포함하고, B사이트로 Co를 포함하는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 복합 페로브스카이트 산화물은, $Pr_{1-x}Sr_xCoO_{3-d}$ 형태의 결정구조를 가지며, x=0.3인 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법.

청구항 12

제 7 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 작동 온도는, 200-300℃의 온도 범위를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 황화수소(H_2S) 가스를 효과적으로 검출할 수 있는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 잘 알려진 바와 같이, 반도체 방식의 가스센서는 반도체 표면에 가스가 접촉할 경우 발생하는 전기전도도의 변화를 이용하는 센서를 의미하는데, 대부분 가열해서 사용하는 만큼 고온에서 안정한 금속산화물(세라믹스)이 사용되고 있다.

[0003] 도 1은 종래의 반도체 방식의 가스 센서를 설명하기 위한 도면이다.

[0004] 도 1을 참조하면, 현재 가장 많이 사용되는 세라믹 반도체는 산화주석(SnO_2)으로 알려져 있는데, 산화주석(SnO_2) 세라믹스는 산소 원자가 부족해 생기는 $V_O^{\cdot\cdot}$(Oxygen Vacancy) 결함을 갖고 있으며, 외부로부터 열에너지가 가해지면 $V_O^{\cdot\cdot}$의 전자가 전도대로 이동하여 캐리어로 작용하는 n타입 반도체로 알려져 있다.

[0005] 여기에서, 산화주석(SnO_2) 입자 내에는 열에너지가 주어지면 자유로이 움직일 수 있는 전자가 많이 존재하는데, 대기 중 산소가 흡착하면 이들 자유 전자는 입자 표면의 산소 기체에 포획되고, 산화주석(SnO_2) 입자에 전위장벽이 형성되어 입자간 전기전도도는 낮아지게 된다.

[0006] 또한, 일산화탄소(CO)와 같은 환원성 기체나 LNG와 같은 가연성 가스는 산소(O_2)를 제거하는데, 이때 산소(O_2)에 포획됐던 전자들이 산화주석(SnO_2) 입자내로 돌아가 전위장벽이 낮아져 전기전도도는 커지게 됨으로써, 산소(O_2)의 흡, 탈착량과 속도는 센서의 감도와 반응속도를 좌우할 수 있다.

[0007] 한편, 페로브스카이트(Perovskite)는 강유전성 물질로써 잘 알려져 있는데, 이 물질은 부도체 특성, 반도체 특성 및 압전 특성은 물론 초전도 특성까지 보이는 특별한 구조의 물질로 알려져 있으며, 대표적으로 $BaTiO_3$ 등이 있고, 상온과 120℃ 간 결정구조의 변화로 인한 전기적인 물성의 변화를 갖는 것으로 알려져 있다.

[0008] 또한, 연료전지 분야 중 고체산화물연료전지(SOFC) 분야에서는 페로브스카이트 물질을 연료극 물질로서 주로 연구하고 있는데, 이는 페로브스카이트 물질의 전기적인 특성뿐만 아니라, 내부에 $V_O^{\cdot\cdot}$(Oxygen Vacancy)를 인위적으로 조절할 수 있기 때문이다.

[0009] 이러한 페로브스카이트 ABX_3(A,B=양이온, X=음이온)의 구조를 가지고 있는데, 이 중에서 음이온이 산소로 이루어진 ABO_3의 경우, A 또는 B 혹은 둘 모두의 양이온 자리에 하나 이상의 전자가가 같거나 다른 금속양이온을 혼합하여 페로브스카이트 물질을 제작하면, 결정격자 내부의 $V_O^{\cdot\cdot}$(Oxygen Vacancy)가 자연적인 엔트로피에 의하여 발생하는 경우보다 크게 발생하게 되고, 페로브스카이트 물질이 외기와 접촉 시 확산현상에 의해 외기에 있던 산소분자가 이온화 하여 결정 내부로 확산하게 되며, 이 과정에서 필요한 전자는 페로브스카이트 내부에 있는 자유전자를 소모하게 되는 것으로 알려져 있다.

[0010] 이는 금속산화물 가스센서의 주 물질인 산화주석(SnO_2)의 과잉 $V_O^{\cdot\cdot}$(Oxygen Vacancy) 생성 및 가스 감지 방식과 유사한 경향을 나타내기 때문에, 페로브스카이트 물질을 활용한 가스 검출 기법에 대한 다양한 연구가 진행되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 1. 한국등록특허 제10-1293948호(2013.08.01.등록)

(특허문헌 0002) 2. 한국공개특허 제10-2003-0061243호(2003.07.08.공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 황화수소(H_2S) 가스를 효과적으로 검출할 수 있는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서 및 그 제조 방법을 제공하고자 한다.

[0013] 또한, 본 발명은 기판의 일측면에 구비되는 제 1 전극층, 발열층 및 보호층과 기판의 타측면에 구비되는 제 2 전극층 및 감지층을 포함하되, 감지층은 ABO_3 형태의 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 형성됨으로써, 황화수소(H_2S) 가스를 효과적으로 검출할 수 있어 황화수소(H_2S) 가스로 인한 피해를 예방하고 관련 질병을 효과적으로 진달할 수 있는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서 및 그 제조 방법을 제공하고자 한다.

[0014] 본 발명의 실시예들의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 일 측면에 따르면, 기판의 일측면에 구비되어 리드선 역할을 하는 제 1 전극층과, 상기 제 1 전극층에 연결되도록 상기 기판의 일측면에 형성되어 상기 제 1 전극층으로부터 인가되는 전압에 따라 작동 온도로 가열되는 발열층과, 상기 제 1 전극층 및 발열층을 보호하기 위해 상기 기판의 일측면에 구비되는 보호층과, 상기 기판의 타측면에 구비되어 센싱신호를 도출하는 리드선 역할을 하는 제 2 전극층과, ABO_3 형태의 결정구조를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 상기 제 2 전극층과 연결되도록 상기 기판의 타측면에 형성되는 감지층을 포함하는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서가 제공될 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 복합 페로브스카이트 산화물은, 상기 ABO_3 형태의 결정구조에서 A사이트로 프라세오디뮴(Pr) 및 스트론튬(Sr)을 포함하고, B사이트로 Co를 포함하는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서가 제공될 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 복합 페로브스카이트 산화물은, $Pr_{1-x}Sr_xCoO_{3-d}$ 형태의 결정구조를 가지며, x=0.3인 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서가 제공될 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 작동 온도는, 200-300℃의 온도 범위를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서.

[0019] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 복합 페로브스카이트 산화물은, GNP 공정(Glycine nitrate process)을 이용하여 합성하는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서가 제공될 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 복합 페로브스카이트 산화물은, 질산염 물질 및 글리신을 포함하는 원료를 칭량하고, 혼합용기(Quartz)에 투입 후 교반하여 혼합한 후에 1차 하소하며, 분쇄 및 압축을 통해 성형하여 펠렛(pellet)을 제조한 후 열처리하여 분쇄하는 방식으로 제조되는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서가 제공될 수 있다.

[0021] 본 발명의 다른 측면에 따르면, ABO_3 형태의 결정구조를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 제조하는 단계와, 기판의 일측면에 리드선 역할을 하는 제 1 전극층을 형성하는 단계와, 상기 제 1 전극층에 연결되도록 상기 기판의 일측면에 상기 제 1 전극층으로부터 인가되는 전압에 따라 작동 온도로 가열되는 발열층을 형성하는 단계와, 상기 제 1 전극층 및 발열층을 보호하기 위해 상기 기판의 일측면에 보호층을 형성하는 단계와, 상기 기판의 타측면에 센싱신호를 도출하는 리드선 역할을 하는 제 2 전극층을 형성하는 단계와, 상기 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 상기 제 2 전극층과 연결되도록 상기 기판의 타측면에 감지층을 형성하는 단계를 포함하

는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 복합 페로브스카이트 산화물을 제조하는 단계는, GNP 공정(Glycine nitrate process)을 이용하여 합성하는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0023] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 복합 페로브스카이트 산화물을 제조하는 단계는, 질산염 물질 및 글리신을 포함하는 원료를 칭량하고, 혼합용기(Quartz)에 투입 후 교반하여 혼합한 후에 1차 하소하며, 분쇄 및 압축을 통해 성형하여 펠렛(pellet)을 제조한 후 열처리하여 분쇄하는 방식으로 제조되는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0024] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 복합 페로브스카이트 산화물은, 상기 ABO_3 형태의 결정구조에서 A사이트로 프라세오디뮴(Pr) 및 스트론튬(Sr)을 포함하고, B사이트로 Co를 포함하는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0025] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 복합 페로브스카이트 산화물은, $Pr_{1-x}Sr_xCoO_{3-d}$ 형태의 결정구조를 가지며, x=0.3인 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0026] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 작동 온도는, 200-300℃의 온도 범위를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명은 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 황화수소(H_2S) 가스를 효과적으로 검출할 수 있는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명은 기판의 일측면에 구비되는 제 1 전극층, 발열층 및 보호층과 기판의 타측면에 구비되는 제 2 전극층 및 감지층을 포함하되, 감지층은 ABO_3 형태의 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 형성됨으로써, 황화수소(H_2S) 가스를 효과적으로 검출할 수 있어 황화수소(H_2S) 가스로 인한 피해를 예방하고 관련 질병을 효과적으로 진달할 수 있다.

[0029] 아울러, 첫째, 공업현장에서 정화조 등 유해가스 누출에 대한 안전사고를 예방할수 있고, 황화수소(H_2S) 센서를 활용한 자동 환기 시스템을 구현할 수 있으며, 수질오염, 양식장, 해양오염 등의 피해예방에 활용할 수 있고, 황화수소(H_2S) 가스 모니터링 목적으로 활용할 수 있으며, 농가 및 도축장, 농수산물시장의 악취 평가를 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 종래의 반도체 방식의 가스 센서를 설명하기 위한 도면이고,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서를 예시한 도면이며,

도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 검출 센서에 사용되는 복합 페로브스카이트 산화물을 설명하기 위한 도면이고,

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 검출 센서에 사용되는 복합 페로브스카이트 산화물을 제조하는 과정을 설명하기 위한 도면이며,

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 검출 센서에 사용되는 복합 페로브스카이트 산화물의 특성을 설명하기 위한 도면이고,

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따라 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서를 제조하는 과정을 나타낸 플로우차트이며,

도 7a 내지 도 7d는 본 발명의 다른 실시예에 따라 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서를 제조하는 것을 설명하기 위한 도면이고,

도 8a 내지 도 8d는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의

가스 검출 실험 결과를 설명하기 위한 도면이며,

도 9a 내지 9e는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 적용 분야 및 장점을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명의 실시예들에 대한 이점 및 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 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 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.

[0032] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0034] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서를 예시한 도면이며, 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 검출 센서에 사용되는 복합 페로브스카이트 산화물을 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 검출 센서에 사용되는 복합 페로브스카이트 산화물을 제조하는 과정을 설명하기 위한 도면이며, 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 검출 센서에 사용되는 복합 페로브스카이트 산화물의 특성을 설명하기 위한 도면이다.

[0035] 도 2, 도 3a 내지 도 3c, 도 4, 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서는 기판(110), 제 1 전극층(120), 발열층(130), 보호층(140), 제 2 전극층(150), 감지층(160) 등을 포함할 수 있다.

[0036] 기판(110)은 발열층(130)의에서 발생한 열이 감지층(160)을 신속하고 효율적으로 전달될 수 있도록 산화물 단결정 기판, 세라믹 기판, 실리콘 반도체 기판, 유리 기판 중에서 선택 제공될 수 있다.

[0037] 제 1 전극층(120)은 기판(110)의 일측면에 구비되어 발열층(130)에 전압을 인가하는 리드선 역할을 하는 것으로, 금(Au)을 이용하여 페이스트 형태로 스크린 프린팅 등의 방식으로 원하는 패턴으로 형성시킬 수 있다.

[0038] 발열층(130)은 제 1 전극층(120)에 연결되도록 기판(110)의 일측면에 형성되어 제 1 전극층(120)으로부터 인가되는 전압에 따라 작동 온도로 가열되는 것으로, RuO_2 등을 사용하여 페이스트 형태로 스크린 프린팅 등의 방식으로 원하는 패턴으로 형성시킬 수 있다.

[0039] 보호층(140)은 기판(110)의 일측면에 구비된 제 1 전극층(120)과 발열층(130)을 보호하기 위해 기판(110)의 일측면에 구비되는 것으로, Al_2O_3, SiO_2, Na_2O, Li_2O, B_2O_3, MgO, ZnO, CaO, BaO, Si_3N_4 중에서 선택된 어느 하나를 포함하는 고온에서 안정적인 세라믹 물질을 사용하며, 스크린 프린팅 등의 방식으로 제 1 전극층(120) 및 발열층(130)을 커버하도록 형성될 수 있다.

[0040] 제 2 전극층(150)은 기판(110)의 타측면에 구비되어 센싱신호(예를 들면, 전기전도도 변화 등)를 도출하는 리드선 역할을 하는 것으로, 금(Au)을 이용하여 페이스트 형태로 스크린 프린팅 등의 방식으로 원하는 패턴으로 형성시킬 수 있다.

[0041] 감지층(160)은 ABO_3 형태의 결정구조를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 페이스트 형태로 스크린 프린팅 등의 방식으로 제 2 전극층(150)과 연결되도록 기판(110)의 타측면에 형성되는 것으로, 이러한 복합 페로브스카이트 산화물의 ABO_3 형태의 결정구조에서 A사이트는 프라세오디뮴(Pr) 및 스트론튬(Sr)을 포함하고, B사이트는 Co를 포함할 수 있다. 예를 들면, ABO_3 형태 결정구조의 복합 페로브스카이트 산화물은 $Pr_{1-x}Sr_xCoO_{3-d}$ 형태의 결정구조(여기에서, 'x=0.3'임)를 가질 수 있다.

[0042] 이러한 감지층(160)에 사용되는 ABO_3 형태의 결정구조를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 선정하는 과정에 대

해 도 3a 내지 도 3c을 참조하여 설명하면, 반도체 산화물을 이용한 가스 검출 센서는 반도체의 성질을 가진 산화물을 이용하여 산화물의 표면에서 일어나는 각종 가스의 흡착 및 탈착에 의하여 생기는 산화물의 전기전도도 변화를 이용하며, 주로 금속산화물을 감지물질로 사용할 수 있다.

[0043] 이러한 점에 근거하여 황화수소(H_2S) 타겟 가스에 선택성을 띠는 감지 물질을 선정하기 위해 가스 센서 측정 장비를 통하여 $Ln_{1-x}Sr_xCoO_{3-d}$(Ln : La, Ce, Pr, Nd, Sm 및 Gd, x=0, 0.3, 0.5, 0.7 및 1)의 컴플렉스 페로브스카이트(Perovskite)의 화학조성을 보이는 25개의 조성을 갖는 물질을 실험하였다.

[0044] 도 3a는 실험에 사용한 페로브스카이트 산화물의 목록을 나타내는데, 실험을 통해 위의 25개의 감지물질 중에서 $Pr_{0.7}Sr_{0.3}CoO_{3-d}$과 $Nd_{0.7}Sr_{0.3}CoO_{3-d}$에서 황화수소($H_2S$) 타겟 가스에 대한 선택성을 갖는 것을 확인하였다.

[0045] 즉, 도 3b 및 도 3c를 통해 확인할 수 있듯이 각 시편에서 대략 0.2 order(△R=1kohm~200kohm) 정도의 저항차이를 확인하였으며, 적절한 작동 온도 범위는 200-300℃임을 확인하였다.

[0046] 이에 따라, 본 실험 결과에 근거하여 동일온도에서 저항이 더 낮고, 저항 변화폭이 큰 $Pr_{0.7}Sr_{0.3}CoO_{3-d}$을 감지물질로 선정하였고, 그 가스 검출 센서의 센서 작동 온도를 200-300℃로 설정하였다. 여기에서, 센서 작동 온도는 바람직하게는 250℃로 설정할 수 있다.

[0047] 상술한 바와 같은 ABO_3 형태의 결정구조를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 제조하는 과정에 대해 도 4를 참조하여 설명하면, $Pr_{0.7}Sr_{0.3}CoO_{3-d}$의 조성을 갖는 복합 페로브스카이트 산화물은 GNP 공정(Glycine nitrate process)을 이용하여 합성할 수 있는데, 첫째, 질산염(nitrate) 물질 및 글리신(Glycine)을 포함하는 원료를 칭량할 수 있다.

[0048] 예를 들면, $Pr_{0.7}Sr_{0.3}CoO_{3-d}$의 조성을 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 제조하기 위해 $Pr(NO3)_3 \cdot 6H_2O$, $Sr(NO_3)_2$, $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$을 순서대로 0.7몰, 0.3몰, 1몰로 계산하며, 정확한 상 합성을 위해 전자저울을 사용하여 소수점 셋째 자리까지 맞춰 실시하면서 칭량할 수 있다.

[0049] 둘째, 글리신의 양을 총 합성할 질산염 양과 1:1 비율로 혼합용기(Quartz)에 투입 후 교반하여 혼합할 수 있다. 이러한 혼합용기 벽에 묻은 분말(powder) 잔여물을 DI water로 씻어가면서, 최대한 모든 양의 분말(powder)을 녹일 수 있도록 스웨잉 믹싱(swaying mixing)을 실시할 수 있다.

[0050] 상술한 바와 같은 첫째 및 둘째 과정을 통해 DI water와 질산염 물질들이 완벽하게 혼합될 수 있다.

[0051] 셋째, 교반 및 혼합된 후에 하소할 수 있다. 예를 들면, 완전히 교반된 혼합용기에 호일을 씌운 후, 질산염이 날라 갈 수 있도록 여러 개의 홀(hole)을 만든 상태에서 가열플레이트(hot plate)에 혼합용기를 올린 후 유리섬유를 감싸 300-400℃에서 100-140 분 동안 가열하여 그레이애쉬(gray ash)를 제조하는 방식으로 하소를 수행할 수 있다. 이러한 하소 이후 생성된 그레이애쉬(gray ash)를 유리막대로 바닥까지 잘 휘저어 주면서 잔여물들을 반응시킬 수 있다.

[0052] 상술한 바와 같은 셋째 과정을 통해 글리신이 연소되어 단일상의 합성이 시작될 수 있다.

[0053] 넷째, 분쇄 및 압축을 통해 성형할 수 있다. 예를 들면, 반응이 끝난 그레이애쉬를 마노유발에 옮겨 가볍게 분쇄한 후 금속 몰드(mold)에 넣어 압축할 수 있다. 이때 압력은 8-12 bar로 가하여 8-12초 동안 유지하여 성형함으로써, 펠렛(pellet)을 제조할 수 있다. 이러한 넷째 과정을 통해 입자를 밀착시킬 수 있다.

[0054] 다섯째, 제조된 펠렛을 열처리할 수 있다. 예를 들면, 제조된 펠렛을 분당 3-5℃의 승온 온도로 하여 온도를 상승시키며, 대략 950-1050℃에서 100-140분 동안 항온 유지 후 노냉을 실시할 수 있다. 이러한 다섯째 과정을 통해 단일상 합성이 이루어지도록 할 수 있다.

[0055] 여섯째, 열처리된 펠렛을 분쇄할 수 있다. 예를 들면, 열처리한 펠렛을 마노유발로 분쇄한 후, 100㎛크기로 시브(sieve)를 진행할 수 있다. 이러한 여섯째 과정을 통해 최종 단일상의 페로브스카이트를 합성할 수 있다.

[0056] 상술한 바와 같은 과정을 통해 제조된 $Pr_{0.7}Sr_{0.3}CoO_{3-d}$의 조성을 갖는 복합 페로브스카이트 산화물의 합성 결과는 도 5a에 도시되어 있는데, 도 5b의 기준 XRD 데이터(Solid State Ionics 179(2008))와 비교하여 메인 피크(main peak)가 발생하는 Θ(Theta)값이 매우 유사한 것을 알 수 있으며, 이에 따라 본 발명의 복합 페로브스카이트 산화물은 단일상으로 합성되었음을 알 수 있다.

[0057] 따라서, 본 발명은 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 황화수소(H_2S) 가스를 효과적으로 검출할 수 있는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서를 제공할 수 있다.

[0058] 또한, 본 발명은 기판의 일측면에 구비되는 제 1 전극층, 발열층 및 보호층과 기판의 타측면에 구비되는 제 2 전극층 및 감지층을 포함하되, 감지층은 ABO_3 형태의 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 형성됨으로써, 황화수소(H_2S) 가스를 효과적으로 검출할 수 있어 황화수소(H_2S) 가스로 인한 피해를 예방하고 관련 질병을 효과적으로 진달할 수 있다.

[0059] 다음에, 상술한 바와 같은 구성을 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서를 제조하는 과정에 대해 설명한다.

[0060] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따라 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서를 제조하는 과정을 나타낸 플로우차트이며, 도 7a 내지 도 7d는 본 발명의 다른 실시예에 따라 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서를 제조하는 것을 설명하기 위한 도면이다.

[0061] 도 6, 도 7a 내지 도 7d를 참조하면, ABO_3 형태의 결정구조를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물을 제조할 수 있다(단계602). 여기에서, 복합 페로브스카이트 산화물의 ABO_3 형태의 결정구조 중 A사이트는 프라세오디뮴(Pr) 및 스트론튬(Sr)을 포함하고, B사이트는 Co를 포함할 수 있다. 예를 들면, ABO_3 형태 결정구조의 복합 페로브스카이트 산화물은 $Pr_{1-x}Sr_xCoO_{3-d}$ 형태의 결정구조(여기에서, 'x=0.3'임)를 가질 수 있다.

[0062] 상술한 바와 같은 ABO_3 형태의 결정구조를 갖는 복합 페로브스카이트 산화물은 GNP 공정(Glycine nitrate process)을 이용하여 합성할 수 있는데, 질산염 물질 및 글리신을 포함하는 원료를 칭량하고, 혼합용기(Quartz)에 투입 후 교반하여 혼합한 후에 1차 하소하며, 분쇄 및 압축을 통해 성형하여 펠렛(pellet)을 제조한 후 열처리하여 분쇄하는 방식으로 제조될 수 있다.

[0063] 즉, 첫째, 질산염(nitrate) 물질 및 글리신(Glycine)을 포함하는 원료를 칭량하고, 둘째, 글리신의 양을 총 합성할 질산염 양과 1:1 비율로 혼합용기(Quartz)에 투입 후 교반하여 혼합하며, 셋째, 교반 및 혼합된 후에 하소하고, 넷째, 분쇄 및 압축을 통해 성형하며, 다섯째, 제조된 펠렛을 열처리한 후에, 여섯째, 열처리된 펠렛을 분쇄함으로써, 최종 단일상의 페로브스카이트를 합성할 수 있다.

[0064] 그리고, 기판(110)의 일측면에 리드선 역할을 하는 제 1 전극층(120)을 형성할 수 있다(단계604). 여기에서, 제 1 전극층(120)은 금(Au) 등을 이용하여 페이스트 형태로 스크린 프린팅 등의 방식으로 원하는 패턴으로 형성시킬 수 있다.

[0065] 또한, 제 1 전극층(120)에 연결되도록 기판(110)의 일측면에 제 1 전극층(120)으로부터 인가되는 전압에 따라 작동 온도로 가열되는 발열층(130)을 형성할 수 있다(단계606). 여기에서, 발열층(130)은 RuO_2 등을 사용하여 페이스트 형태로 스크린 프린팅 등의 방식으로 원하는 패턴으로 형성시킬 수 있다.

[0066] 다음에, 제 1 전극층(120) 및 발열층(130)을 보호하기 위해 기판(110)의 일측면에 보호층(140)을 형성할 수 있다(단계608). 여기에서, 보호층(140)은 Al_2O_3, SiO_2, Na_2O, Li_2O, B_2O_3, MgO, ZnO, CaO, BaO, Si_3N_4 중에서 선택된 어느 하나를 포함하는 고온에서 안정적인 세라믹 물질을 사용하며, 스크린 프린팅 등의 방식으로 제 1 전극층(120) 및 발열층(130)을 커버하도록 형성될 수 있다.

[0067] 한편, 기판(110)의 타측면에 센싱신호를 도출하는 리드선 역할을 하는 제 2 전극층(150)을 형성할 수 있다(단계610). 여기에서, 제 2 전극층(150)은 금(Au) 등을 이용하여 페이스트 형태로 스크린 프린팅 등의 방식으로 원하는 패턴으로 형성시킬 수 있다.

[0068] 이어서, 602단계에서 제조된 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 상기 제 2 전극층(150)과 연결되도록 상기 기판의 타측면에 감지층(160)을 형성할 수 있다(단계612). 이러한 복합 페로브스카이트 산화물은 페이스트 형태로 스크린 프린팅 등의 방식으로 감지층(160)을 형성할 수 있다.

[0069] 상술한 바와 같이 제조된 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서는 그 제어 방식으로 아두이노(arduino) 방식으로 도 7a 및 도 7b와 같이 설계 및 제작될 수 있다.

[0070] 또한, 도 7c 및 도 7d를 참조하여 구체적인 PCB 설계 및 제작 과정에 대해 설명하면, 최초 5V 전원공급선을 통

하여 센서와 히터에 전력을 공급하고, 히터에 가해지는 전력은 가변저항을 통하여 3.16V를 유지하여 감지물질의 온도를 250℃ 근방으로 유지하며, 센서의 250℃근방 일반 평균 저항이 약 1만 옴이므로 감지물질의 저항 변화를 민감하게 감지하기 위하여 R1을 1만 옴으로 설정하였다.

[0071] 그리고, 감지물질의 분위기에 따른 저항변화 경향은 A0로 수집하였고, 수집된 데이터를 상기한 프로그램을 통하여 경보를 작동하는 것을 목적으로 하는 회로도를 도 7c에 도시한 바와 같이 작성하였다.

[0072] 한편, 도 7d에서 PCB 기판 설계도는 PCB 아트웍 과정을 거쳐 최종 완성된 설계도인데, 각각 ?? 모듈, ?? 버저, ?? 가변저항, ?? LED를 나타내고 있다.(즉, ?? Heater 에 전원3.16V를 가해 250℃ 유지, ?? 황화수소(H2S) 가스 타겟시 버저 작동, ?? 5V의 전압을 3.16V로 바꿔주기 위한 가변저항 13.6Ω, ?? 황화수소(H2S) 가스 타겟시 LED 작동)

[0073] 그리고, 도 7d에 실제 PCB 기판 사진과 Arduino 기판을 도시하였고, 최종 완성품은 PCB 기판에 Arduino를 연결하여 FIBOX 외장에 결합한 것으로, 흰색 테플론 튜브는 타겟 가스가 들어오는 Gas in 튜브이며, 검은색 튜브는 주입된 가스를 외기로 직접 방출하는 Gas out 튜브이다.

[0074] 따라서, 본 발명은 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 황화수소(H_2S) 가스를 효과적으로 검출할 수 있는 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 제조 방법을 제공할 수 있다.

[0075] 또한, 본 발명은 기판의 일측면에 구비되는 제 1 전극층, 발열층 및 보호층과 기판의 타측면에 구비되는 제 2 전극층 및 감지층을 포함하되, 감지층은 ABO_3 형태의 복합 페로브스카이트 산화물을 이용하여 형성됨으로써, 황화수소(H_2S) 가스를 효과적으로 검출할 수 있어 황화수소(H_2S) 가스로 인한 피해를 예방하고 관련 질병을 효과적으로 진달할 수 있다.

[0076] 한편, 도 8a 내지 도 8d는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 가스 검출 실험 결과를 설명하기 위한 도면이다.

[0077] 도 8a 내지 도 8d를 참조하면, 도 8a은 황화수소(H_2S) 타겟 가스에 대한 $Pr_{1-x}Sr_xCoO_{3-d}$(x=0.3)의 감도 특성 그래프를 나타내는데, 감도 특성을 측정하기 위해 센서에 황화수소(H_2S) 가스를 100ppm 농도, 분당 300cc로 조정하여 주입하였고, 센싱시간(Sensing Time)은 10분으로 설정하였으며, 회복시간(Recovery Time)에는 고순도 에어를 60분 주입시키는 과정을 1 cycle으로 설정하여 총 12회 반복하였고, 동작온도는 250℃로 설정하였다.

[0078] 여기에서, 이론상 타겟 가스가 주입된 후 고순도 에어가 주입되는 회복시간(Recovery Time) 동안 출력 데이터값이 타겟 가스가 주입되기 전의 값으로 돌아와야 하지만 도 8b에 도시한 바와 같이 시간이 누적되며 출력 값이 점차 증가하는 것을 확인하였고, 출력 값의 변화폭(△A0)은 시간이 증가함에 따라 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

[0079] 이는 황화수소(H_2S) 가스 특성상 황 피독으로 인하여 특성이 저하된 것임을 알 수 있다. 따라서 황화수소(H_2S)의 흡착경향에 따른 개선이 이루어진다면 보다 긴 수명을 갖는, 신뢰성 높은 제품을 제작할 수 있을 것으로 예측할 수 있다.

[0080] 한편, 기존 반도체 방식의 가스 검출 센서에 사용된 금속 산화물계 감지물질이 아닌 페로브스카이트(Perovskite) 물질을 사용하여 가스 검출 센서를 제작하고, 실제 고농도(100ppm) 황화수소(H_2S) 분위기 및 Air 분위기 전환에 따른 센서의 저항변화를 기준으로 가스 검출여부를 확인 할 수 있음을 증명하였다.

[0081] 이러한 가스 검출 센서에서는 황화수소(H_2S)의 흡착 경향성을 확인할 수 있는데, 흡착 경향성이 제대로 나타났는지 확인하고자 다른 물질에서도 황화수소(H_2S)가 흡착 경향성을 띄는지 다른 논문들과 비교해 보았다.

[0082] 첫째, KOH(수산화칼륨) 첨착 활성탄에서 황화수소(H_2S)의 흡착 특성 연구 논문에 대해 살펴보면, KOH 첨착 활성탄에서 황화수소(H_2S)의 흡착 특성 연구에서 비표면적이 869 m/g이고, 평균 세공크기가 3.23 nm인 KOH 첨착 활성탄을 사용하여 황화수소(H_2S)의 흡착실험을 실시하였다.

[0083] 여기에서, 우리가 확인해야 할 것은 황화수소(H_2S) 농도에 따른 흡착특성 실험으로 실험에 사용되는 황화수소(H_2S) 가스는 500, 1000, 2000 ppmv와 같이 각각의 농도에 따라 실험하였고, 희석가스로 질소가스를

사용하였다.

[0084] 그 결과에 대해 도 8c에서는 황화수소(H_2S)의 농도를 500, 1000, 2000 ppmv로 조절한 가스에 대한 흡착특성을 나타내고 있는데, 황화수소(H_2S)의 농도가 증가함에 따라 파과 시간이 빠르게 나타나는 일반적인 흡착 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다.

[0085] 둘째, 황화수소(H_2S) 제거를 위한 Zeolite와 DETOX의 흡착 특성 비교 연구에 대해 살펴보면, 황화수소(H_2S)의 유입유량은 500 mL/min, 1,000 mL/min으로, 유입농도는 500 ppm, 100 ppm 및 50 ppm으로, 흡착온도는303K, 313K 및 323 K로 변화시켜 Zeolite 3A및 DETOX의 황화수소(H_2S)제거 흡착 특성을 비교하기 위한 흡착실험을 수행하였다. 여기에서. 유입가스의 유량 및 흡착온도는 1,000 mL/min, 303K으로 일정하게 유지하였고, 유입가스의 농도는 50 ppm, 100 ppm 및 500 ppm으로 변화시켰다.

[0086] 그 결과, 도 8d는 Zeolite3A 및 DETOX에 의한 황화수소(H_2S)의 파과곡선으로, 황화수소(H_2S)의 유입농도가 50 ppm, 100 ppm 및 500 ppm으로 증가함에 따라 Zeolite 3A의 포화시간은 960 min, 540min 및 60 min으로, DETOX의 포화시간은 3,420 min, 2,700 min 및 250 min으로 감소하였을 알 수 있다.

[0087] 따라서, 위 논문의 실험 결과를 보면 일정한 농도에서 시간이 흐름에 따라 황화수소(H_2S)가 활성탄에 흡착되는 것을 확인할 수 있었다. 본 실험의 경우에서도 마찬가지로 황화수소(H_2S)가 감지물질(PSC73)에 흡착되었고, 흡착 경향성을 띈 것을 확인했다. 이를 비교해보면 황화수소(H_2S)는 흡착경향성을 가지고 있음을 알 수 있다.

[0088] 한편, 도 9a 내지 9e는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서의 적용 분야 및 장점을 설명하기 위한 도면으로, 이들 도면에 도시된 바와 같이 복합 페로브스카이트 산화물을 이용한 가스 검출 센서는 아래와 같은 다양한 장점이 있다.

[0089] 첫째, 공업현장에서 정화조 등 유해가스 누출에 대한 안전사고를 예방할 수 있다.

[0090] 구체적으로 설명하면, 맨홀 내부 송수관로 도장 작업, 폐수종말처리시설 여과탱크 내 활성탄 교체작업 등의 작업을 하던 중 유해 가스에 질식하여 사망하는 사고가 발생하고 있는데, 이는 황화수소(H_2S)에 중독되어 질식한 것으로써, 독특한 악취가 있지만, 후각을 마비시키는 작용이 있기 때문에, 농도가 높아지면 반대로 냄새를 감지할 수 없게 된다.

[0091] 보통 유해 물질 취급 업체에서 유해물질의 유출사고 발생 시 인근 소방관서 등에서 조치를 취해 현장으로 출동하게 되는데, 이때 현장관계자나 소방 당국 관계자들이 현장에 수습을 하는 과정에서 적정 가스노출한계를 넘어설 경우 자칫하면 사망 또는 부상의 위험이 따르기 때문에, 사고현장에서 즉각적으로 가스누출을 확인 할 수 있어야 한다.

[0092] 따라서, 본 발명에 따라 제조된 가스측정기를 휴대하기 편한 백팩 또는 손잡이가 달린 가방형식으로 제작하여 황화수소(H_2S)누출 사고가 잦은 폐기물 재활용업체 또는 여러 황화수소(H_2S) 취급업체의 각 현장에 배치하거나 작업관리자가 휴대하여 황화수소누출이 염려되는 작업공간이나 황화수소(H_2S)를 다루는 현장에서 작업하기 전 황화수소가스측정기를 이용해 이상이 없는지를 사전에 확인할 수 있다.

[0093] 또한, 심한 악취가 발생하거나 가스 누출이 의심될 때 본 발명에 따른 황화수소(H_2S)가스측정기를 이용해 누출여부를 즉각적으로 확인하고, 조치를 취할 수 있기 때문에, 누출사고예방에 많은 도움을 줄 수 있다.

[0094] 둘째, 황화수소(H_2S) 센서를 활용한 자동 환기 시스템을 구현할 수 있다.

[0095] 구체적으로, 2010년 7월 16일과 8월 20일에 경기도 소재 아파트 정화조 폐쇄공사 현장에서 시설내부 철거작업 및 바닥의 하수(퇴적물)를 제거하는 작업 중에 하수에서 발생된 유해가스(황화수소(H_2S))에 의한 질식으로 2명이 사망하고, 이를 구하러 들어가 동료작업자 6명이 함께 질식되어 부상을 당하는 일이 발생하였는데, 황화수소(H_2S)는 부패과정에서 발생하며, 정화조 등에서 청소 · 펌핑작업을 할 경우 퇴적물(슬러지, 침전물)을 제거하는 경우나 휘젓는(교반시키는) 경우에 황화수소(H_2S)가 고농도로 발생하게 되며, 정화조와 같이 밀폐된 작업공간에서 내부공간을 환기해주는 것만으로도 사고 발생률을 상당히 감소시킬 수 있다.

[0096] 이와 같은 사고를 예방하기 위해 본 발명에 따라 제조된 황화수소(H_2S)가스 센서와 환기장치를 연동제작하여 인

공지능 자동 환기 시스템을 개발할 수 있으며, 황화수소(H_2S)가스의 농도에 따른 센서의 변화율을 마이크로프로세서에 입력하여 소량의 황화수소(H_2S)가스나 악취가 발생함에 따라 생기는 센서의 변화율을 정확히 감지하여 환기가 시작되는 오염농도의 설정 값을 센서에 맞게 조정해 놓으면 주위 황화수소(H_2S)가스 농도의 변화를 수시로 파악할 수가 있고, 그에 따라 자동으로 환기가 가능하게 만들어 작업현장의 근로자 환경개선 또는 사고예방 등에 많은 도움을 줄 수가 있다.

[0097] 셋째, 수질오염, 양식장, 해양오염 등의 피해예방에 활용할 수 있다.

[0098] 구체적으로, 국내 수질오염에 영향을 미치는 음식물 쓰레기, 분뇨, 축사와 같은 폐수의 황화수소(H_2S) 배출 평가 및 관리와 황화수소(H_2S)를 유발하는 유산환원균의 번식하기 좋은 조건인 어류를 밀집하여 양식하는 곳이나 물의 유동이 잘 안 되는 저수지, 해안의 기수호의 바닥, 하수구에서의 수질오염 및 어패류의 피해를 예방 할 수 있으며, 대량의 식물성 플랑크톤이 죽고 해양 바닥으로 가라앉아 박테리아에 의한 분해과정 중 황화수소(H_2S)가 발생하여 갑자기 어패류가 질식사하여 떼죽음 당하는 적조현상 같은 해양오염에도 분석, 연구하기 위해 사용할 수 있다.

[0099] 넷째, 황화수소(H_2S) 가스 모니터링 목적으로 활용할 수 있다.

[0100] 구체적으로, 기업체는 황화수소(H_2S) 가스의 발생이 잦은 곳을 선정하여 황화수소(H_2S) 감지센서를 설치하고 컴퓨터 프로그램과 연동하여 실시간으로 황화수소(H_2S) 가스농도를 측정 및 확인 가능하도록 하여, 해당 공간에 작업이 필요 할 경우 컴퓨터를 통해 사전에 확인하여 환기의 필요성을 자각하여 유해물질 환기 규제에 따른 작업 전 환기를 수행할 수 있으며, 혹은 추가적으로 모니터링을 통해 언제든지 황화수소(H_2S) 가스농도가 높아지는 현상에 대한 사전 조치를 하여 인명 피해를 감소시킬 수 있다.

[0101] 다섯째, 농가 및 도축장, 농수산물시장의 악취 평가를 수행할 수 있다.

[0102] 구체적으로, 국내 악취방지법에 따르면 지정악취물질에 황화수소(H_2S)가 해당되며, 또한 축사(돈사)악취의 주요 성분인 지정악취물질들 중에 황화수소(H_2S)가 주로 높게 측정되는데, 기온이 높아지는 하절기에 그 농도는 더욱 높아지며, 매년 악취 민원이 서울에서만 2014년 3934건을 비롯해 2015년 4960건, 2016년 10월 기준 4120건이 발생해 한해 평균 4338건을 기록하고 있다.

[0103] 또한, 제주도내에서도 양돈장 인근에서 황화수소, 암모니아 등으로 인한 축산 악취 때문에, 도민들이 상당한 불편을 겪고 있어 특단의 대책마련이 요구된다는 지적을 받고 있다.

[0104] 따라서, 본 발명에 따라 제조된 황화수소(H_2S) 감지센서로 황화수소(H_2S) 농도를 디스플레이로 확인할 수 있도록 활용하여, 환경관리 관련 부는 간편한 황화수소(H_2S) 농도 측정 및 확인을 통해, 농촌지역의 축산, 양돈, 양계 농가 및 도축장, 농수산물시장에서 발생하는 황화수소(H_2S) 악취정도를 평가하고 배출허용기준을 감독하는 동시에 각 지역 농가 단지별로 자료를 비교분석하여, 이에 국가는 체계적인 정책 마련 및 개선, 사업자에 대해 제제를 할 수 있다.

[0105] 이상의 설명에서는 본 발명의 다양한 실시예들을 제시하여 설명하였으나 본 발명이 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함을 쉽게 알 수 있을 것이다.

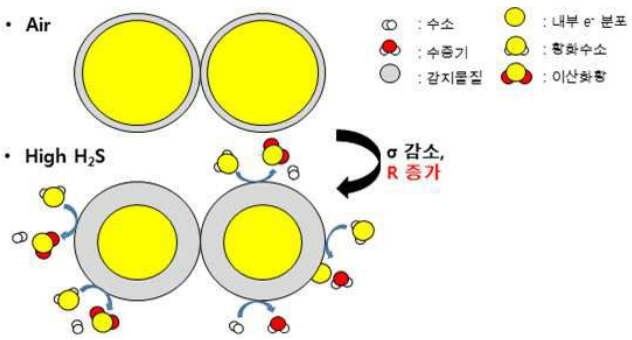
부호의 설명

[0106]

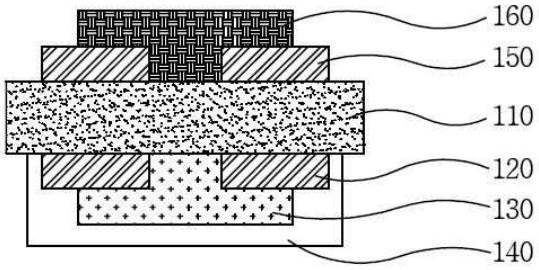
110 : 기판	120 : 제 1 전극층
130 : 발열층	140 : 보호층
150 : 제 2 전극층	160 : 감지층

도면

도면1



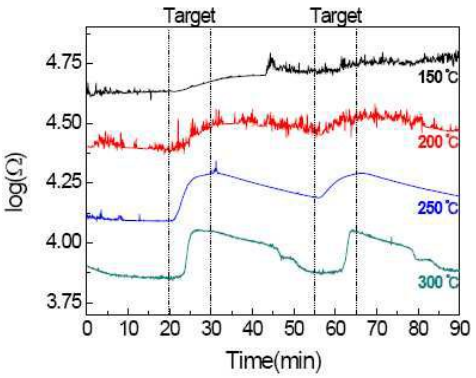
도면2



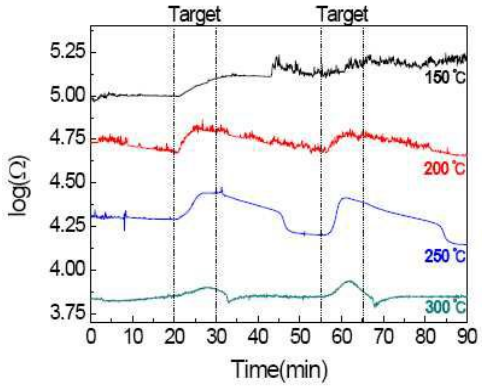
도면3a

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd
X=0	LaCoO3-d	CeCoO3-d	PrCoO3-d	NdCoO3-d	SmCoO3-d	GdCoO3-d
X=0.3	La0.7Sr0.3CoO3-d	Ce0.7Sr0.3CoO3-d	Pr0.7Sr0.3CoO3-d	Nd0.7Sr0.3CoO3-d	Sm0.7Sr0.3CoO3-d	Gd0.7Sr0.3CoO3-d
X=0.5	La0.5Sr0.5CoO3-d	Ce0.5Sr0.5CoO3-d	Pr0.5Sr0.5CoO3-d	Nd0.5Sr0.5CoO3-d	Sm0.5Sr0.5CoO3-d	Gd0.5Sr0.5CoO3-d
X=0.7	La0.3Sr0.7CoO3-d	Ce0.3Sr0.7CoO3-d	Pr0.3Sr0.7CoO3-d	Nd0.3Sr0.7CoO3-d	Sm0.3Sr0.7CoO3-d	Gd0.3Sr0.7CoO3-d
X=1	SrCoO3-d					

도면3b



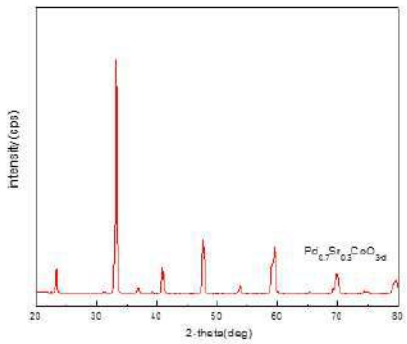
도면3c



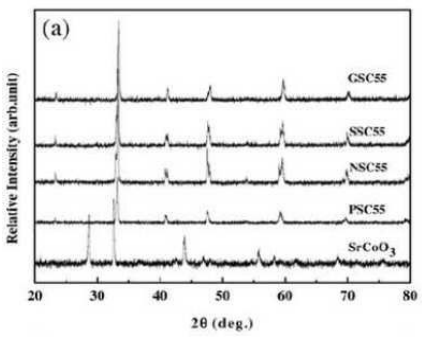
도면4



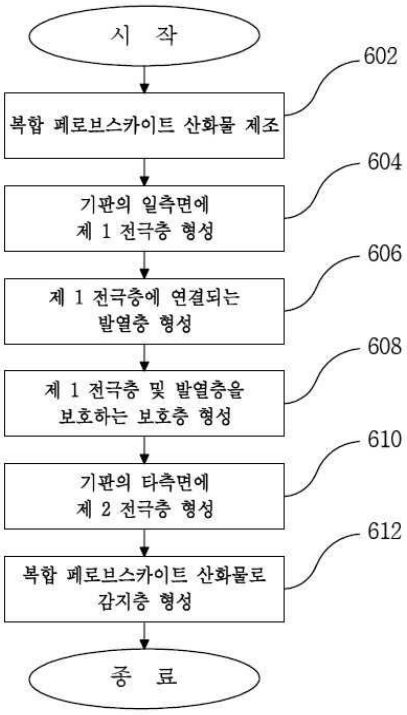
도면5a



도면5b



도면6



도면7a

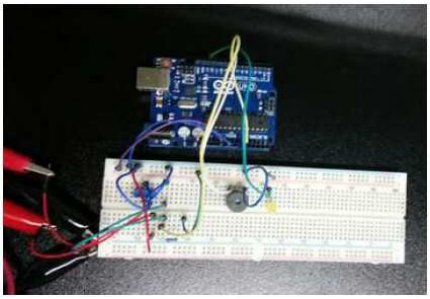
```
float source_volt = 5.0;                    //기준 전압
int resistorPin = 0;                        //전압 값을 읽는 아날로그 핀번호
int buzzerPin = 8;                          //부저 핀 번호
int ledPin = 13;                            //LED핀 번호

void setup() {
    Serial.begin(9600);                     //시리얼 통신 시작
    pinMode(buzzerPin, OUTPUT);             //부저 핀을 output 모드로 설정
    pinMode(ledPin,OUTPUT);                 //LED 핀을 output 모드로 설정
}

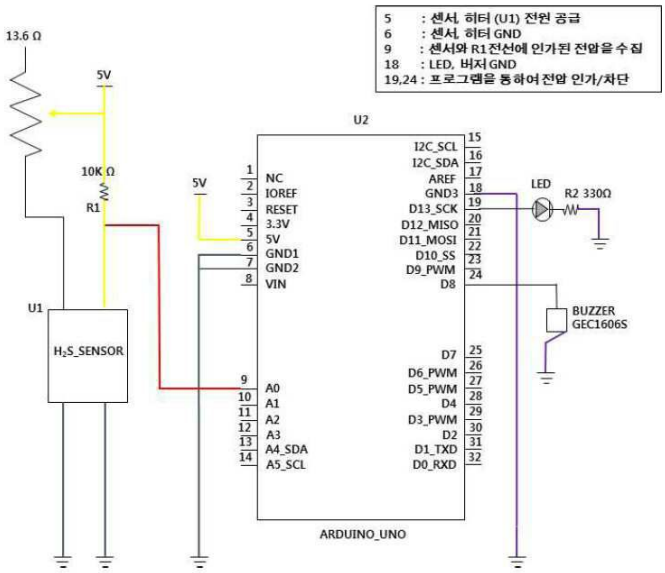
void loop() {

    if(analogRead(resistorPin) > 기준){     //현재 저항이 기준 아날로그 보다
                                            높으면 경보 작동, 작동 시 변경
        tone(buzzerPin, 500);
        digitalWrite(ledPin, HIGH);
    }else{                                  // 아닐 경우 경보 미 작동
        noTone(buzzerPin);
        digitalWrite(ledPin, LOW);
    }
}
```

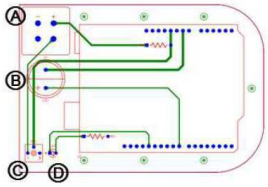
도면7b



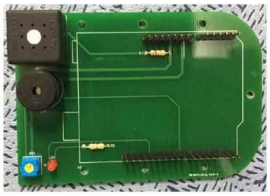
도면7c



도면7d



PCB 기판 설계도



PCB 기판 사진

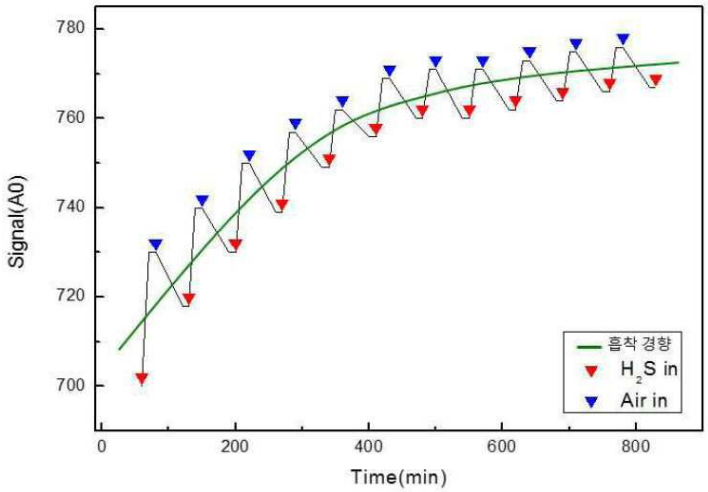


Arduino 기판



완성품

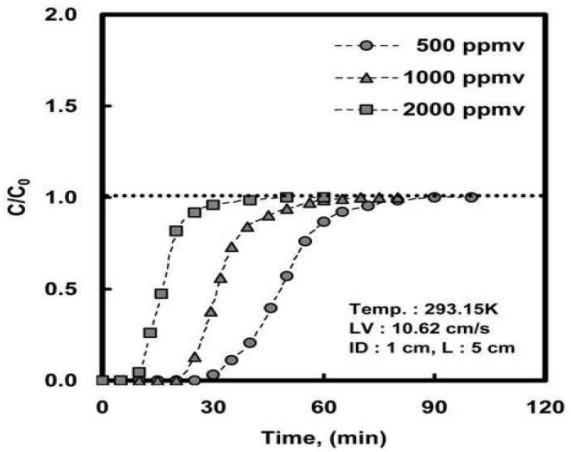
도면8a



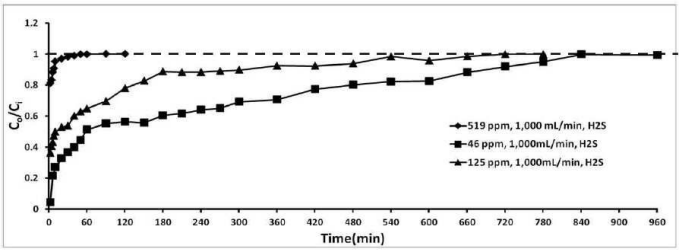
도면8b

분위기	data값	변화량	시간(분)	누적시간(분)
Air	700		60	60
H2S	730	+30	10	70
Air	718	-12	60	130
H2S	740	+22	10	140
Air	730	-10	60	200
H2S	750	+20	10	210
Air	739	-11	60	270
H2S	757	+18	10	280
Air	749	-8	60	340
H2S	762	+13	10	350
Air	756	-6	60	410
H2S	769	+13	10	420
Air	760	-9	60	480
H2S	771	+11	10	490
Air	760	-11	60	550
H2S	771	+11	10	560
Air	762	-9	60	620
H2S	773	+11	10	630
Air	764	-9	60	690
H2S	775	+11	10	700
Air	766	-9	60	760
H2S	776	+10	10	770
Air	767	-9	60	830

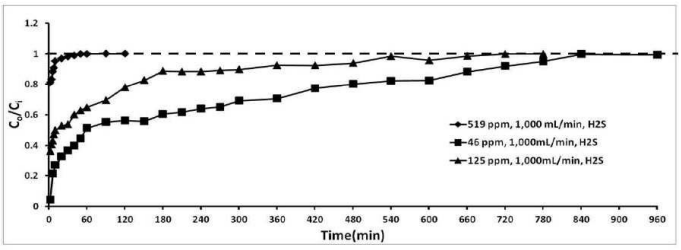
도면8c



도면8d



Zeolite 3A

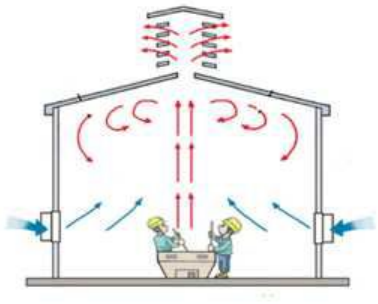


DETOX

도면9a



도면9b



도면9c



도면9d



도면9e

