(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0020472
(43) 공개일자 2021년02월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/407 (2006.01) *G01N 27/27* (2006.01)
G01N 27/30 (2006.01) *G01N 27/406* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 27/4075 (2013.01)
G01N 27/27 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2019-0099838
(22) 출원일자 2019년08월14일
심사청구일자 2019년08월14일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
백정민
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김희준
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
리앤목특허법인

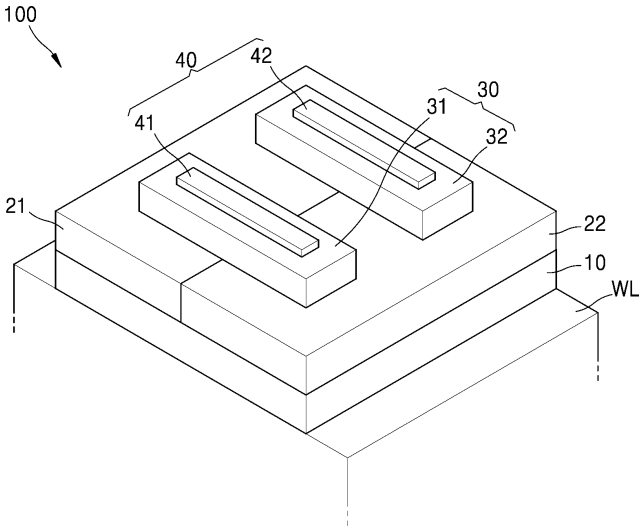
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **전기화학 센서 및 그 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은, 전기화학 센서에서 전하가 이동할 수 있는 상대전극; 상기 상대전극 상에, 동일한 층에 나란히 배치된, 제1 고체 전해질과 제2 고체 전해질; 상기 제1 고체 전해질의 상면과 상기 제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록 형성된 제1 작업전극; 및 상기 제1 고체 전해질의 상면과 상기 제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록 형성되고 상기 제1 작업전극과 구분되는 제2 작업전극;을 포함하는, 전기화학 센서를 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01N 27/30 (2013.01)
G01N 27/4065 (2013.01)
G01N 27/4074 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	CN19100
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국과학기술기획평가원
연구사업명	2019년 과학기술기반 지역수요맞춤형 R&D 지원사업
연구과제명	IoT 센서기반 유해물질 안전대응 플랫폼 구축
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2019.06.01 ~ 2020.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

전기화학 센서에서 전하가 이동할 수 있는 상대전극;

상기 상대전극 상에, 동일한 층에 나란히 배치된, 제1 고체 전해질과 제2 고체 전해질;

상기 제1 고체 전해질의 상면과 상기 제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록 형성된 제1 작업전극; 및

상기 제1 고체 전해질의 상면과 상기 제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록 형성되고 상기 제1 작업전극과 구분되는 제2 작업전극;을 포함하는, 전기화학 센서.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 작업전극 상에 형성된 제1 전하 집전체; 및

상기 제2 작업전극 상에 형성된 제2 전하 집전체;를 더 포함하는, 전기화학 센서.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제1 전하 집전체는 외부의 제1 회로를 통해 상기 상대전극과 전기적으로 연결되고,

상기 제2 전하 집전체는 상기 제1 회로와 다른, 외부의 제2 회로를 통해 상기 상대전극과 전기적으로 연결되는, 전기화학 센서.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1 작업전극과 상기 상대전극 사이에 가해지는 제1 전위차와, 상기 제2 작업전극과 상기 상대전극 사이에 가해지는 제2 전위차는 서로 다른, 전기화학 센서.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제1 작업전극 및 상기 제2 작업전극에서는 제1 기체 및 제2 기체를 포함하는 복수의 기체들의 산화 반응이 일어날 수 있고,

상기 제1 전위차는 상기 제1 기체의 산화 반응이 촉진되는 전위차이고,

상기 제2 전위차는, 상기 제2 기체의 산화 반응이 촉진되는 전위차인, 전기화학 센서.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 제1 전위차에 의해 상기 제1 작업전극과 상기 상대전극 사이에서 측정되는 제1 전류 값 및 상기 제2 전위차에 상기 제2 작업전극과 상기 상대전극 사이에서 측정되는 제2 전류 값에 기초하여, 복수의 종류의 기체들을 검출하는, 전기화학 센서.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 제1 기체의 산화 반응에 의한 상기 제1 전류 값과 상기 제1 기체의 산화 반응에 의한 상기 제2 전류 값은

다르고,

상기 제1 전류 값 및 상기 제2 전류 값을 이용하여 상기 제1 기체의 종류를 판별하는, 전기화학 센서.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제1 고체 전해질은 산화 이온 전도성을 가지고,

상기 제2 고체 전해질은 수소 이온 전도성을 가지는, 전기화학 센서.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 제1 고체 전해질은, 상기 상대전극에서의 물의 전기분해에 의해 생성된 산화 이온을 상기 작업전극으로 공급하여, 상기 작업전극에서의 기체의 산화 반응을 촉진시키는, 전기화학 센서.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 제2 고체 전해질은, 상기 작업전극에서의 기체의 산화 반응에 의해 생성된 수소 이온을 상기 상대전극으로 이동시켜, 상기 작업전극에서의 상기 산화 반응을 촉진시키는, 전기화학 센서.

청구항 11

상대전극을 금속 망 형태로 형성하는 단계;

상기 상대전극 상에, 제1 고체 전해질과 제2 고체 전해질을 동일한 층에 나란히 형성하는 단계;

상기 제1 고체 전해질의 상면과 상기 제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록 제1 작업전극을 형성하는 단계; 및

상기 제1 고체 전해질의 상면과 상기 제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록, 상기 제1 작업전극과 구분되는 제2 작업전극을 형성하는 단계;를 포함하는, 전기화학 센서의 제조 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 제1 작업전극 상에 제1 전하 집전체를 형성하는 단계; 및

상기 제2 작업전극 상에 제2 전하 집전체를 형성하는 단계;를 더 포함하는, 전기화학 센서의 제조 방법.

청구항 13

청구항 11에 있어서,

상기 제1 고체 전해질은 산화 이온 전도성을 가지는 물질을 포함하고, 상기 제2 고체 전해질은 수소 이온 전도성을 가지는 물질을 포함하는, 전기화학 센서의 제조 방법.

청구항 14

청구항 11에 있어서,

상기 제2 고체 전해질은, 바륨으로 도핑된 물질을 사용하는, 전기화학 센서의 제조 방법.

청구항 15

청구항 11에 있어서,

상기 제2 고체 전해질은, 이트륨(Y) 및 이터븀(Yb) 이온으로 동시 도핑된 바륨 지르코네이트-세레이트(Barium zirconate-cerate)를 포함하는, 전기화학 센서의 제조 방법.

청구항 16

상대전극, 상기 상대전극의 상면에 나란히 배치된 제1 고체 전해질과 제2 고체 전해질, 상기 제1 고체 전해질의 상면과 상기 제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록 형성된 제1 작업전극과 제2 작업전극을 포함하는 전기화학 센서를 이용하여,

상기 제1 작업전극과 상기 상대전극 사이의 제1 전류 값을 측정하는 단계;

상기 제2 작업전극과 상기 상대전극 사이의 제2 전류 값을 측정하는 단계; 및

상기 제1 전류 값과 상기 제2 전류 값을 이용하여, 상기 제1 작업전극과 상기 제2 작업전극에서 산화 반응이 일어나는 기체의 종류를 판별하는 단계;를 포함하는, 전기화학 센서의 기체 검출 방법.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 제1 작업전극과 상기 상대전극 사이에 제1 전위차를 가하고, 상기 제2 작업전극과 상기 상대전극 사이에 상기 제1 전위차와 다른 제2 전위차를 가하는 단계;를 더 포함하는, 전기화학 센서의 기체 검출 방법.

청구항 18

청구항 17에 있어서,

상기 제1 작업전극 및 상기 제2 작업전극은, 제1 기체 및 제2 기체를 포함하는 복수의 기체들의 산화반응을 촉진시키고,

상기 제1 전위차는 상기 제1 기체의 산화 반응이 촉진되는 전위차이고,

상기 제2 전위차는, 상기 제2 기체의 산화 반응이 촉진되는 전위차인, 전기화학 센서의 기체 검출 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은, 전기화학 센서 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 특히, 복수의 고체 전해질(solid electrolyte)을 사용하여 다양한 종류의 기체를 선택적으로 검출할 수 있는 전기화학 센서에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기체 센서는 특정 종류의 기체의 농도 또는 존재를 검출하는 장치로, 기체 중에 함유된 특정 화학 물질을 검지하여, 그 농도를 전기적 신호로 변환하여 출력할 수 있다. 예를 들면 기체 센서는, 생활안전의 보호를 위하여, CO_2, NO, NO_x, SO_2 등과 같은 유해 가스를 감지하기 위하여 이용된다.

[0003] 기체 센서는 예를 들면, 전기화학 반응을 이용하는 전기화학 센서를 포함할 수 있다. 전기화학 센서는 크기가 작고 구동을 위해 요구되는 전력이 작으며, 우수한 선형성과 반복성을 가질 수 있다. 또한, 반도체식이나 유전체식 등 다른 방식의 기체 센서보다 선택성(selectivity)이 우수하고, 작동 원리가 간단하며, 측정시간이 짧은 장점이 있다.

[0004] 전기화학 센서는 예를 들면, 전극의 작용에 의해 검출 대상 가스가 산화 또는 환원 반응을 일으킬 때 발생하는 전자의 양(즉, 전류)를 측정함으로써, 가스의 농도를 검지할 수 있다. 전기화학 센서에는, 예를 들면, 전극들 사이에서 이온 전도성(ion conductivity)을 가지는 고체 전해질(solid electrolyte)이 사용될 수 있다.

[0005] 이러한 전기화학 기체 센서는, 전해질의 종류나 전극의 전위차에 따라, 검출 대상 가스의 선택성에 있어서 제한적일 수밖에 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은, 상기와 같은 문제점을 개선하기 위해 안출된 것으로, 복수의 고체 전해질 및 복수의 작업전극을 사

용하여, 검출 가스의 선택성을 극대화한 전기화학 센서를 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 전기화학 센서는, 전기화학 센서에서 전하가 이동할 수 있는 상대전극; 상기 상대전극 상에, 동일한 층에 나란히 배치된, 제1 고체 전해질과 제2 고체 전해질; 상기 제1 고체 전해질의 상면과 상기 제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록 형성된 제1 작업전극; 및 상기 제1 고체 전해질의 상면과 상기 제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록 형성되고 상기 제1 작업전극과 구분되는 제2 작업전극;을 포함할 수 있다.

[0008] 일 실시예에 따르면, 상기 전기화학 센서는, 상기 제1 작업전극 상에 형성된 제1 전하 집전체; 및 상기 제2 작업전극 상에 형성된 제2 전하 집전체;를 더 포함할 수 있다.

[0009] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 전하 집전체는 외부의 제1 회로를 통해 상기 상대전극과 전기적으로 연결되고, 상기 제2 전하 집전체는 상기 제1 회로와 다른, 외부의 제2 회로를 통해 상기 상대전극과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0010] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 작업전극과 상기 상대전극 사이에 가해지는 제1 전위차와, 상기 제2 작업전극과 상기 상대전극 사이에 가해지는 제2 전위차는 서로 다를 수 있다.

[0011] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 작업전극 및 상기 제2 작업전극에서는 제1 기체 및 제2 기체를 포함하는 복수의 기체들의 산화 반응이 일어날 수 있고, 상기 제1 전위차는 상기 제1 기체의 산화 반응이 촉진되는 전위차이고, 상기 제2 전위차는, 상기 제2 기체의 산화 반응이 촉진되는 전위차일 수 있다.

[0012] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 전위차에 의해 상기 제1 작업전극과 상기 상대전극 사이에서 측정되는 제1 전류 값 및 상기 제2 전위차에 상기 제2 작업전극과 상기 상대전극 사이에서 측정되는 제2 전류 값에 기초하여, 복수의 종류의 기체들을 검출할 수 있다.

[0013] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 기체의 산화 반응에 의한 상기 제1 전류 값과 상기 제1 기체의 산화 반응에 의한 상기 제2 전류 값은 다르고, 상기 제1 전류 값 및 상기 제2 전류 값을 이용하여 상기 제1 기체의 종류를 판별할 수 있다.

[0014] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 고체 전해질은 산화 이온 전도성을 가지고, 상기 제2 고체 전해질은 수소 이온 전도성을 가질 수 있다.

[0015] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 고체 전해질은, 상기 상대전극에서의 물의 전기분해에 의해 생성된 산화 이온을 상기 작업전극으로 공급하여, 상기 작업전극에서의 기체의 산화 반응을 촉진시킬 수 있다.

[0016] 일 실시예에 따르면, 상기 제2 고체 전해질은, 상기 작업전극에서의 기체의 산화 반응에 의해 생성된 수소 이온을 상기 상대전극으로 이동시켜, 상기 작업전극에서의 상기 산화 반응을 촉진시킬 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 전기화학 센서의 제조 방법은, 상대전극을 금속 망 형태로 형성하는 단계; 상기 상대전극 상에, 제1 고체 전해질과 제2 고체 전해질을 동일한 층에 나란히 형성하는 단계; 상기 제1 고체 전해질의 상면과 상기 제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록 제1 작업전극을 형성하는 단계; 및 상기 제1 고체 전해질의 상면과 상기 제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록, 상기 제1 작업전극과 구분되는 제2 작업전극을 형성하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0018] 일 실시예에 따르면, 상기 전기화학 센서의 제조 방법은, 상기 제1 작업전극 상에 제1 전하 집전체를 형성하는 단계; 및 상기 제2 작업전극 상에 제2 전하 집전체를 형성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0019] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 고체 전해질은 산화 이온 전도성을 가지는 물질을 포함하고, 상기 제2 고체 전해질은 수소 이온 전도성을 가지는 물질을 포함할 수 있다.

[0020] 일 실시예에 따르면, 상기 제2 고체 전해질은, 바륨으로 도핑된 물질을 사용할 수 있다.

[0021] 일 실시예에 따르면, 상기 제2 고체 전해질은, 이트륨(Y) 및 이터븀(Yb) 이온으로 동시 도핑된 바륨 지르코네이트-세레이트(Barium zirconate-cerate)를 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 전기화학 센서의 기체 검출 방법은, 상대전극, 상기 상대전극의 상면에 나란히 배

치된 제1 고체 전해질과 제2 고체 전해질, 상기 제1 고체 전해질의 상면과 상기 제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록 형성된 제1 작업전극과 제2 작업전극을 포함하는 전기화학 센서를 이용하여, 상기 제1 작업전극과 상기 상대전극 사이의 제1 전류 값을 측정하는 단계; 상기 제2 작업전극과 상기 상대전극 사이의 제2 전류 값을 측정하는 단계; 및 상기 제1 전류 값과 상기 제2 전류 값을 이용하여, 상기 제1 작업전극과 상기 제2 작업전극에서 산화 반응이 일어나는 기체의 종류를 판별하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0023] 일 실시예에 따르면, 상기 전기화학 센서의 기체 검출 방법은, 상기 제1 작업전극과 상기 상대전극 사이에 제1 전위차를 가하고, 상기 제2 작업전극과 상기 상대전극 사이에 상기 제1 전위차와 다른 제2 전위차를 가하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0024] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 작업전극 및 상기 제2 작업전극은, 제1 기체 및 제2 기체를 포함하는 복수의 기체들의 산화반응을 촉진시키고, 상기 제1 전위차는 상기 제1 기체의 산화 반응이 촉진되는 전위차이고, 상기 제2 전위차는, 상기 제2 기체의 산화 반응이 촉진되는 전위차일 수 있다.

[0025] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

[0026] 상술한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수의 고체 전해질 및 복수의 작업전극을 사용하여, 검출 가스의 선택성을 극대화할 수 있다.

[0027] 특히, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 탄화수소 기체의 산화 반응을 촉진시켜, 탄화수소 기체의 검출의 선택성을 극대화할 수 있다.

[0028] 물론 이러한 효과들에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기화학 센서(100)를 개략적으로 도시한 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시된 전기화학 센서(100)를 개략적으로 도시한 정면도이다.

도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기화학 센서(100)의 제조 방법을 개략적으로 도시한 사시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기화학 센서(100)의 제조 방법의 개략적인 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0032] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용되었다.

[0033] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0034] 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.

[0035] 이하의 실시예에서, 영역, 구성 요소, 부, 블록, 모듈 등의 부분이 다른 부분 위에 또는 상에 있다고 할 때, 다른 부분의 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 영역, 구성 요소, 부, 블록, 모듈 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.

[0036] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타

난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.

[0037] 이하의 실시예에서, 영역, 구성 요소, 부, 블록, 모듈 등이 연결되었다고 할 때, 영역, 구성 요소, 부, 블록, 모듈들이 직접적으로 연결된 경우뿐만 아니라 영역, 구성요소, 부, 블록, 모듈들 중간에 다른 영역, 구성 요소, 부, 블록, 모듈들이 개재되어 간접적으로 연결된 경우도 포함한다.

[0038] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기화학 센서(100)를 개략적으로 도시한 사시도이다. 도 2는 도 1에 도시된 전기화학 센서(100)를 개략적으로 도시한 정면도이다.

[0039] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전기화학(electrochemical) 센서(100)는, 상대전극(counter electrode)(10), 제1 고체 전해질(solid electrolyte)(21), 제2 고체 전해질(22), 작업전극(working electrode)(30), 및 전하 집전체(charge collector)(40)를 포함할 수 있다.

[0040] 전기화학 센서(100)에서, 작업전극(30)과 상대전극(10)의 사이에 고체 전해질(21, 22)이 배치될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상대전극(10)의 상부에 고체 전해질(21, 22)이 위치되고, 고체 전해질(21, 22)의 상부에 작업전극(30)이 위치될 수 있다. 작업전극(30)의 상부에는 전하 집전체(40)가 위치될 수 있고, 전하 집전체(40)는 외부의 회로(50)를 통해 상대전극(10)과 연결될 수 있다.

[0041] 상대전극(10), 고체 전해질(21, 22), 작업전극(30), 전하 집전체(40)는 서로 전기적으로 연결될 수 있다.

[0042] 작업전극(30)에서는 검출 대상 기체의 전기화학 반응(예: 산화 환원 반응)이 일어날 수 있다. 따라서 작업전극(30)은 센싱 전극(sensing electrode)으로 지칭될 수 있다. 예를 들면, 작업전극(30)에서의 검출 대상 기체의 산화 반응에 의하여 전자(e^-)가 발생할 수 있다. 작업전극(30)에 결합된 전하 집전체(40)는, 상기 산화 반응에 의해 발생하는 전자(e^-)를 모아서(collect) 외부의 회로(50)를 통해 상대전극(10)으로 흐르도록 할 수 있다.

[0043] 한편, 전기화학 센서(100)는, 상대전극(10)이 수면(WL)에 접촉하도록 설치될 수 있다. 예를 들면, 기체의 검출이 요구되는 환경에서, 전기화학 센서(100)의 하부에 급수구, 배수구, 수로, 채널(water channel) 등이 지나가도록 설치할 수 있다. 따라서 전기화학 센서(100)의 하면, 즉 상대전극(10)의 하부가 수면(WL)에 접촉할 수 있다. 상대전극(10)에서는 예를 들면, 물의 전기분해(water electrolysis)나 물의 합성과 같은 반응이 일어날 수 있다. 상대전극(10)은 수전극(water electrode)으로 지칭될 수 있다.

[0044] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 회로(50)는, 작업전극(30)과 상대전극(10) 사이에 전위차(V)를 가할 수 있다. 또는, 회로(50)는 고체 전해질(21, 22)의 상면과 하면 사이에 전위차(V)를 가할 수 있다.

[0045] 고체 전해질(21, 22)은 상기 전위차(V)에 따른 이온 이동도 또는 이온 전도성을 가질 수 있다. 따라서, 작업전극(30)에서의 검출 대상 기체의 산화 환원 반응에 의해 발생하는 이온이 고체 전해질(21, 22)을 통해 흐를 수 있다. 예를 들면, 작업전극(30)에서의 산화 환원 반응에 의해, 산화 이온(O^{2-}) 및/또는 수소 이온(H^+)이 고체 전해질(21, 22)을 통해 흐를 수 있다.

[0046] 상술한 바와 같이, 작업전극(30)에서의 검출 대상 기체의 산화 환원 반응에 의해 발생된 전자(e-), 산화 이온(O^{2-}), 수소 이온(H^+) 등에 의해, 전기화학 센서(100)에 전류가 흐를 수 있다. 이 전류 값의 측정에 의해, 전기화학 센서(100)는 기체를 검출할 수 있다.

[0047] 일 실시예에 따르면, 작업전극(30)에서 탄화수소 기체(예: 펜탄(pentane, C_5H_{12}))의 산화 반응이 일어나는 경우, 반응물로 산화 이온(O^{2-})이 소모될 수 있고, 생성물로 전자(e-) 또는 수소 이온(H^+)이 생성될 수 있다. 이 때 예를 들어 상대전극(10)에 대하여 작업전극(30)의 전위가 높도록 전위차(V)를 가해준 경우, 전류는 작업전극(30)에서 고체 전해질(21, 22) 층을 통해 상대전극(10)으로 흐르는 방향으로 흐를 수 있다. 또한, 작업전극(30)에서 발생된 전자(e-)는, 작업전극(30)에 결합된 전하 집전체(40)에 의해 집전(collect)되어, 외부의 회로(50)를 통해 상대전극(10)으로 흐를 수 있다. 따라서 예를 들면 작업전극(30)은 애노드(anode), 상대전극(10)은 캐소드(cathode)일 수 있다.

[0048] 상술한 바와 같이, 산화 이온(O^{2-}), 수소 이온(H^+)의 이동에 의한 전류 값 측정에 의해 검출 대상 기체를 검지할 수 있다. 상기 전류 값은 예를 들면 공급해준 전위차(V)에 따라 달라질 수 있다. 상기 전류 값은, 전위차(V)에 비례하지 않을 수 있으며, 예를 들면, 전위차(V)를 공급하지 않아도(즉, V=0이어도) 검출 대상 기체의 산화 환

원 반응에 의해 전류가 흐를 수 있다.

[0049] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기체의 종류에 따라 산화 반응이 촉진되는 전위차(V)의 값(또는 범위)이 다를 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전위차(V)에 따라 고체 전해질(21, 22)의 이온 이동도(또는 이온 전도성)는 다른 값을 가지며, 이 값은 미리 실험 등을 통해 제공될 수 있다. 따라서 기체의 종류, 전위차(V), 및 그에 따른 전류 값의 관계는 미리 실험 등을 통해 제공될 수 있을 것이다.

[0050] 따라서 본 발명의 일 실시예에 따르면, 특정 전위차(V)를 공급하여 측정된 전류 값 또는, 전위차(V)에 따라 측정된 전류 값의 패턴을 확인하여, 특정 기체의 종류를 검출할 수 있다.

[0051] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 작업전극(30)과 상대전극(10) 사이에 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22)을 포함하는 복수의 고체 전해질들이 병렬로 배치될 수 있다.

[0052] 일 실시예에 따르면, 제1 고체 전해질(21)과 제2 고체 전해질(22)은 같은 평면 또는 같은 층(layer) 상에서 나란히 배치되며, 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22)의 일 면(예: 상면)은 작업전극(30)에 접촉하고, 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22)의 타 면(예: 하면)은 상대전극(10)에 접촉할 수 있다. 예를 들면, 작업전극(30)의 하면의 일부분은 제1 고체 전해질(21)의 상면과 접촉되고 작업전극(30)의 하면의 나머지 일부분은 제2 고체 전해질(22)의 상면과 접촉될 수 있다. 또한 상대전극(10)의 상면의 일부분은 제1 고체 전해질(21)의 하면과 접촉되고 상대전극(10)의 상면의 나머지 일부분은 제2 고체 전해질(22)의 하면과 접촉될 수 있다.

[0053] 따라서, 작업전극(30)과 상대전극(10)은, 제1 고체 전해질(21)을 통하는 제1 경로와 제2 고체 전해질(22)을 통하는 제2 경로를 통해, 서로 전기적으로 연결될 수 있다. 다시 말하면 제1 고체 전해질(21)을 통해 작업전극(30)과 상대전극(10)이 전기적으로 연결됨과 동시에, 제2 고체 전해질(22)을 통해 작업전극(30)과 상대전극(10)이 전기적으로 연결될 수 있다.

[0054] 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22)은 서로 다른 물질로 구성될 수 있다. 예를 들면, 제1 고체 전해질(21)은 산화 이온(O^{2-}) 전도성(conductivity)을 가지는 물질을 포함할 수 있고, 제2 고체 전해질(22)은, 수소 이온(H^{+}) 전도성을 가지는 물질을 포함할 수 있다. 즉 제1 고체 전해질(21)은 산화 이온(O^{2-})을 이동시킬 수 있고, 제2 고체 전해질(22)은 수소 이온(H^{+})을 이동시킬 수 있다.

[0055] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 고체 전해질(21)은, 상대전극(10)에서의 물의 전기분해에 의해 생성된 산화 이온(O^{2-})을 작업전극(30)으로 공급함으로써, 작업전극(30)에서의 검출 대상 기체의 산화 반응을 촉진시킬 수 있다. 또한, 제2 고체 전해질(22)은, 작업전극(30)에서의 검출 대상 기체의 산화 반응에 의해 생성된 수소 이온(H^{+})을 상대전극(10)으로 이동시킴으로써, 작업전극(30)에서의 상기 산화 반응을 촉진시킬 수 있다. 따라서 본 발명의 일 실시예에 따른 전기화학 센서(100)는, 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22)을 포함하는 복수의 전해질을 사용함으로써, 검출 대상 기체의 선택성(selectivity)을 향상시킬 수 있다.

[0056] 이하에서는, 전기화학 센서(100)에서 펜탄(pentane, C_5H_{12})을 검출하는 경우, 제1 고체 전해질(21)을 통하는 제1 경로 및 제2 고체 전해질(22)을 통하는 제2 경로에 대한, 화학 반응식의 예시를 기술한다.

[0057] 먼저, 제1 고체 전해질(21)을 통하는 제1 경로에 대하여는, 상대전극(10)에서는 이하와 같은 물의 전기분해가 일어날 수 있다.

[0058] $H_2O + 2e^{-} \rightarrow H_2 + O^{2-}$

[0059] 상대전극(10)에서 발생한 산화 이온(O^{2-})은, 제1 고체 전해질(21)을 통해 작업전극(30)에게 공급되어, 작업전극(30)에서의 이하와 같은 펜탄의 산화탈수소화(oxidative dehydrogenation) 반응을 촉진시킬 수 있다.

[0060] $C_5H_{12} + O^{2-} \rightarrow C_5H_{10} + H_2O + 2e^{-}$

[0061] 작업전극(30)에서 발생한 전자(e^{-})는, 전하 집전체(40)에 의해 집전(collect)되어, 외부의 회로(50)를 통해 상대전극(10)으로 흐를 수 있다.

[0062] 다음으로, 제2 고체 전해질(22)을 통하는 제2 경로에 대하여, 작업전극(30)에서는 이하와 같은 펜탄의 산화탈수소화 반응이 일어날 수 있다.

[0063] $C_5H_{12} \rightarrow C_5H_{10} + 2H^+ + 2e^-$

[0064] 작업전극(30)에서 발생한 전자(e^-)는, 전하 집전체(40)에 의해 집전(collect)되어, 외부의 회로(50)를 통해 상대전극(10)으로 흐를 수 있다. 작업전극(30)에서 발생한 수소 이온(H^+)은, 제2 고체 전해질(22)을 통해 상대전극(10)에게 공급되어, 작업전극(30)에서의 상기 펜탄의 산화탈수소화 반응을 촉진시킬 수 있다. 상대전극(10)에게 공급된 수소 이온(H+)은, 상대전극(10)에서 이하와 같은 물의 합성의 반응물로 이용될 수 있다.

[0065] $2H^+ + 2e^- + 1/2\ O^{2-} \rightarrow H_2O$

[0066] 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면, 작업전극(30)과 상대전극(10) 사이에 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22)을 포함하는 복수의 고체 전해질을 사용하여, 작업전극(30)에서의 산화 환원 반응을 촉진시킬 수 있고, 검출 대상 기체의 선택성을 극대화할 수 있는 효과가 있다.

[0067] 한편 전술한 바와 같은 제1 고체 전해질(21)의 산화 이온 전도성(또는 이동도)은, 제1 고체 전해질(21)의 상면과 하면 사이의 전위차(V)에 따라 달라질 수 있으며, 제2 고체 전해질(22)의 수소 이온 전도성도 제2 고체 전해질(22)의 상면과 하면 사이에 전위차(V)에 따라 달라질 수 있다. 상기 전위차(V)에 따른 산화 이온 전도성 및 수소 이온 전도성은 미리 실험을 통해 측정될 수 있다. 상기 산화 이온 전도성 및 수소 이온 전도성이 높을수록, 작업전극(30)에서의 기체의 산화 반응이 촉진될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에 따르면, 기체의 종류마다, 산화 반응이 촉진되는 전위차(V)의 값(또는 범위)은 다를 수 있다. 기체의 종류마다 산화 반응을 촉진시키는(예를 들면 전류 값이 커지는) 전위차(V)는, 미리 측정을 통해 알고 있을 수 있다.

[0068] 한편 본 발명은 상술한 예시에 한정되지 않으며, 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22) 외에, 검출 대상 기체의 선택성을 향상시키기 위하여, 작업전극(30)에서의 산화 환원 반응을 촉진시킬 수 있는 다른 고체 전해질을 더 포함할 수도 있을 것이다. 예를 들면, 세 종류 이상의 복수의 고체 전해질들이, 작업전극(30)과 상대전극(10) 사이에 병렬로 배치되어, 산화 이온(O^{2-}) 및 수소 이온(H^+)의 이동도를 향상시킬 수 있을 것이다. 예를 들면, 상기 복수의 고체 전해질들은 같은 층(layer)(즉, 작업전극(30)과 상대전극(10) 사이의 층) 상에서 나란히 배치되며, 복수의 고체 전해질들의 일 면(예: 상면)은 작업전극(30)에 접촉하고, 복수의 고체 전해질들의 타 면(예: 하면)은 상대전극(10)에 접촉할 수 있을 것이다.

[0069] 작업전극(30)은, 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22)에 모두 접촉하도록, 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22)의 상부에 배치될 수 있다. 만약 전기화학 센서(100)가 세 종류 이상의 복수의 고체 전해질들을 포함하는 경우, 작업전극(30)은 상기 복수의 고체 전해질들에 모두 접촉하도록 배치될 수 있다.

[0070] 작업전극(30)에서는, 전위차(V)에 따라, 검출 대상 기체의 전기화학 반응(예: 산화 환원 반응)이 일어날 수 있다. 예를 들면, 작업전극(30)은, 검출 대상 기체의 산화 반응을 촉진시킬 수 있는, 촉매 작용을 할 수 있다.

[0071] 작업전극(30)은, 제1 작업전극(31) 및 제2 작업전극(32)을 포함하는 복수의 작업전극들로 이루어질 수 있다. 상기 복수의 작업전극들은 각각 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22)에 모두 접촉하도록, 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22)의 상부에 배치될 수 있다.

[0072] 복수의 작업전극들에는 각각 전하 집전체가 결합될 수 있다. 도 1을 참조하면, 제1 작업전극(31)의 상부에는 제1 전하 집전체(41)가 부착될 수 있고, 제2 작업전극(32)의 상부에는 제2 전하 집전체(42)가 부착될 수 있다.

[0073] 제1 작업전극(31) 및 제2 작업전극(32)에는, 상대전극(10)을 기준으로 각각 다른 전위차가 인가될 수 있다. 예를 들어, 제1 작업전극(31)과 상대전극(10) 사이에는 제1 전위차가 인가될 수 있고, 제2 작업전극(32)과 상대전극(10) 사이에는, 제1 전위차와 다른 제2 전위차가 인가될 수 있다.

[0074] 제1 전위차와 제2 전위차는, 복수의 검출 대상 기체들의 종류에 따라, 산화 반응이 일어나기 쉬운 전위차들로 각각 설정할 수 있다. 즉, 전술한 바와 같이 기체의 종류마다, 산화 반응이 촉진되는 전위차(V)의 값(또는 범위)은 다를 수 있다. 기체의 종류마다 산화 반응을 촉진시키는(예를 들면 전류 값이 커지는) 전위차(V)는, 미리 측정을 통해 알고 있을 수 있다.

[0075] 따라서, 일 예를 들면, 제1 작업전극(31)에는 제1 기체의 산화 반응이 촉진되는 제1 전위차를 공급하고, 제2 작업전극(32)에는 제1 기체와 다른 제2 기체의 산화 반응이 촉진되는 제2 전위차를 공급할 수 있다.

[0076] 한편 본 발명의 실시예에 따른 전기화학 센서(100)가, 제1 작업전극(31) 및 제2 작업전극(32) 외에 세 개 이상

의 작업전극들로 구성될 수 있음은 물론이다. 각각의 작업전극들에 인가되는 전위차는, 복수의 검출 대상 기체들의 산화 반응이 촉진되는 전위차들로 각각 설정할 수 있을 것이다.

[0077] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 작업전극(31)과 상대전극(10)을 연결하는 제1 회로와, 제2 작업전극(32)과 상대전극(10)을 연결하는 제2 회로가 서로 구분될 수 있다. 예를 들면 상기 제1 회로와 제2 회로는 서로 독립될 수 있다. 따라서, 제1 회로에서의 제1 전위차에 의한 전류 값과, 제2 회로에서의 제2 전위차에 의한 전류 값이, 서로 독립적으로 측정될 수 있다.

[0078] 전술한 바와 같이, 전위차에 따라, 특정 기체의 산화 반응의 정도가 달라질 수 있고, 따라서 그 결과 측정되는 전류 값이 달라질 수 있다. 또한, 여러 종류의 기체마다, 상기 전위차에 따른 산화 반응의 정도(또는 전류 값의 패턴)가 달라질 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수의 작업전극들(31, 32) 각각에서 측정되는 전류 값의 패턴을 이용하여, 검출된 기체의 종류를 확인할 수 있다.

[0079] 다시 말하면, 제1 작업전극(31)에서 제1 전위차에 따라 측정되는 전류 값과 제2 작업전극(32)에서 제2 전위차에 따라 측정되는 전류 값을 이용하여, 검출 대상 기체의 종류를 확인할 수 있다.

[0080] 이와 같이, 복수의 고체 전해질(21, 22)뿐만 아니라 복수의 작업전극들(31, 32)을 이용함으로써 기체의 선택성을 더욱 극대화 할 수 있다.

[0081] 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기화학 센서(100)의 제조 방법을 개략적으로 도시한 사시도이다.

[0082] 도 3a를 참조하면, 먼저 상대전극(10)을, 얇은 금속 망(metal mesh) 또는 금속 박막(metal foil)의 형태로 형성할 수 있다. 상대전극(10)은, 니켈(Ni) 또는 백금(Pt)을 포함할 수 있다.

[0083] 도 3b를 참조하면, 상기 금속 망 또는 금속 박막 위에, 얇은 고체 전해질(solid electrolyte)(21, 22) 층을 형성할 수 있다. 고체 전해질(21, 22) 층은, 닥터 블레이드 기술(Doctor Blade techniqhe)로 형성될 수 있으며, 수십 마이크로미터의 두께로 형성될 수 있다.

[0084] 고체 전해질(21, 22)은, 동일한 층(layer)에 서로 다른 물질인 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22)이 나란히 위치하도록, 형성될 수 있다.

[0085] 제1 고체 전해질(21)은 산화 이온(O^{2-}) 전도성(conductivity)을 가지는 물질을 포함할 수 있고, 제2 고체 전해질(22)은, 수소 이온(H^{+}) 전도성을 가지는 물질을 포함할 수 있다.

[0086] 일 실시예에 따르면, 제1 고체 전해질(21)은, 이트륨 안정화 지르코니아(Yittrium Stabilized Zirconia, YSZ), 가돌리늄(Gd)으로 도핑된 CeO_2, 이트륨(Y)으로 도핑된 Bi_2O_3 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들면 제1 고체 전해질(21)은, 상기 물질들 중에서 선택된 하나의 물질로 구성될 수 있다.

[0087] 일 실시예에 따르면, 제2 고체 전해질(22)에는, BZCYYb(이하에서 설명), $BaTbO_3$, $BaCeO_3$ 등과 같은, 바륨(Ba)으로 도핑된 물질을 사용하여, 수소 이온(H^{+}) 전도성을 부여할 수 있다.

[0088] 본 발명의 일 실시예에 따른, 수소 이온(H^{+}) 전도성을 가지는 BZCYYb은, $BaZr0.1Ce0.7Y0.1Yb0.1O3-\delta$으로, 이트륨(Y) 및 이터븀(Yb) 이온으로 동시 도핑된 바륨 지르코네이트-세레이트(Barium zirconate-cerate)를 나타낸다. BZCYYb는, 보다 낮은 작동 온도에서 이트륨 안정화 지르코니아(YSZ)와 같은 산화 이온 전도성 전해질보다 높은 전도성을 나타낼 수 있다. BZCYYb 전해질은, 작동 조건에 따라 양성자 및 산화 이온 빈자리(vacancy) 모두의 운반을 용이하게 할 수 있다. BZCYYb 분말은 Pecini 방법으로 합성할 수 있다.

[0089] 도 3c를 참조하면, 상기 고체 전해질(21, 22) 층 위에, 기체의 산화 반응에 촉매로 작용하는 작업전극(30)을 형성할 수 있다.

[0090] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 작업전극(31) 및 제2 작업전극(32)을 포함하는 복수의 작업전극들을, 고체 전해질(21, 22) 층 위에 형성할 수 있다. 복수의 작업전극들은, 리소그래피(lithography) 또는 스크린 프린팅(screen printing)에 의해 형성될 수 있다.

[0091] 복수의 작업전극들 각각은, 제1 고체 전해질(21) 및 제2 고체 전해질(22) 에 모두 접촉하도록 형성될 수 있다. 즉, 제1 작업전극(31)의 일부는 제1 고체 전해질(21) 위에, 나머지 일부는 제2 고체 전해질(22) 위에 배치되도

록 형성될 수 있으며, 제2 작업전극(32)의 일부는 제1 고체 전해질(21) 위에, 나머지 일부는 제2 고체 전해질(22) 위에 배치되도록 형성될 수 있다.

[0092] 복수의 작업전극들(31, 32)은, 기체의 산화 반응에 촉매 작용을 하는 물질로 형성될 수 있다.

[0093] 일 실시예에 따르면, 작업전극(31, 32)의 재료로 금(Au)이 사용될 수 있으며, 금의 안정성을 향상시키기 위해, 금을 NiO 매트릭스에 분산(disperse)시켜, 응집(agglomeration)과 입자 성장(grain growth)을 방지하며, 원래의 금 입자의 형태를 유지할 수 있다. 예를 들면, 금 및 NiO 분말을 유기 용매에 혼합하여 페이스트(paste)를 획득할 수 있다. 상기 페이스트를 리소그래피 또는 스크린 프린팅하여 고체 전해질(21, 22) 상에 침착(deposit)시킬 수 있다.

[0094] 일 실시예에 따르면, 작업전극(31, 32)의 재료로 $Mg_2V_2O_7$ 및/또는 $Mg_3V_2O_8$이 사용될 수 있다. 상기 촉매들은, 비교적 낮은 온도에서 알칸의 반응을 활성화시키는 데 적합한 양의 산화 물질들을 제공할 수 있다. 상기 촉매들은, 출발 물질(starting material)로써 $Mg(NO_3)_26H_2O$ 및 NH_4VO_3를 사용하여, 시트레이트(citrate) 방법으로 제조될 수 있다. 상기 제조된 결과물을 리소그래피 또는 스크린 프린팅할 수 있다.

[0095] 일 실시예에 따르면, 작업전극(31, 32)의 재료로 팔라듐(Pd)이 사용될 수 있다. 다공성(porous) 팔라듐(Pd)은, 탄화수소의 산화 작용에 대해 촉매 작용을 할 수 있다.

[0096] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 제1 작업전극(31) 및 제2 작업전극(32)을 포함하는 복수의 작업전극들은, 상술한 재료들 중 선택된 하나로 구성될 수 있다.

[0097] 도 3d를 참조하면, 상기 복수의 작업전극들(31, 32) 위에, 전하 집전체(40)(charge collector) 역할을 하도록, 매우 얇은 전극을 각각 형성한다. 일 실시예에 따르면, 제1 작업전극(31) 상에 제1 전하 집전체(41)를 형성하고, 제2 작업전극(32) 위에 제2 전하 집전체(42)를 형성할 수 있다.

[0098] 전하 집전체(40)는, 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 금(Au) 중에서 선택된 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.

[0099] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기화학 센서(100)의 제조 방법의 개략적인 흐름도이다.

[0100] 도 4를 참조하면, S401에서, 상대전극(10)을 금속 망 형태로 형성할 수 있다. 상대전극(10)은, 금속 망(mesh) 형태이자, 얇은 금속 박막 형태로 제조될 수 있다. 상대전극(10)은, 니켈(Ni) 또는 백금(Pt)을 포함할 수 있다.

[0101] S402에서, 상대전극(10) 상에, 제1 고체 전해질(21)과 제2 고체 전해질(22)을 동일한 층에 나란히 형성할 수 있다. 고체 전해질(21, 22) 층은, 닥터 블레이드 기술(Doctor Blade technique)로 형성될 수 있으며, 수십 마이크로미터의 두께로 형성될 수 있다.

[0102] 제1 고체 전해질(21)은 산화 이온(O^{2-}) 전도성을 가질 수 있고, 제2 고체 전해질(22)은, 수소 이온(H^+) 전도성을 가질 수 있다. 제1 고체 전해질(21)은, 이트륨 안정화 지르코니아(Yittrium Stabilized Zirconia, YSZ), 가돌리늄(Gd)으로 도핑된 CeO_2, 이트륨(Y)으로 도핑된 Bi_2O_3 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 제2 고체 전해질(22)은, 이트륨(Y) 및 이터븀(Yb) 이온으로 동시 도핑된 바륨 지르코네이트-세레이트(Barium zirconate-cerate) $(BaZr0.1Ce0.7Y0.1Yb0.1O3-\delta)$, $BaTbO_3$, $BaCeO_3$ 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0103] S403에서, 제1 고체 전해질(21)의 상면과 제2 고체 전해질(22)의 상면에 모두 접촉하도록 제1 작업전극(31) 및 제2 작업전극(32)을 형성할 수 있으며, 예를 들면 리소그래피(lithography) 또는 스크린 프린팅(screen printing) 방법으로 형성될 수 있다. 제1 작업전극(31) 및 제2 작업전극(32)은, 기체의 산화 반응에 촉매 작용을 할 수 있다.

[0104] 제1 작업전극(31) 및 제2 작업전극(32)은, NiO 매트릭스에 분산된(dispersed) 금(Au), $Mg_2V_2O_7$, $Mg_3V_2O_8$, 다공성(porous) 팔라듐(Pd) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0105] S404에서, 제1 작업전극(31) 상에 제1 전하 집전체(41)를 형성하고, 제2 작업전극(32) 상에 제2 전하 집전체(42)를 형성할 수 있다. 제1 전하 집전체(41) 및 제2 전하 집전체(42)는, 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 금(Au) 중에서 선택된 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.

[0106] 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 하여 설명하였으나, 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서

본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0107] 100: 전기화학 센서

10: 상대전극

21: 제1 고체 전해질

22: 제2 고체 전해질

30: 작업전극

31: 제1 작업전극

32: 제2 작업전극

40: 전하 집전체

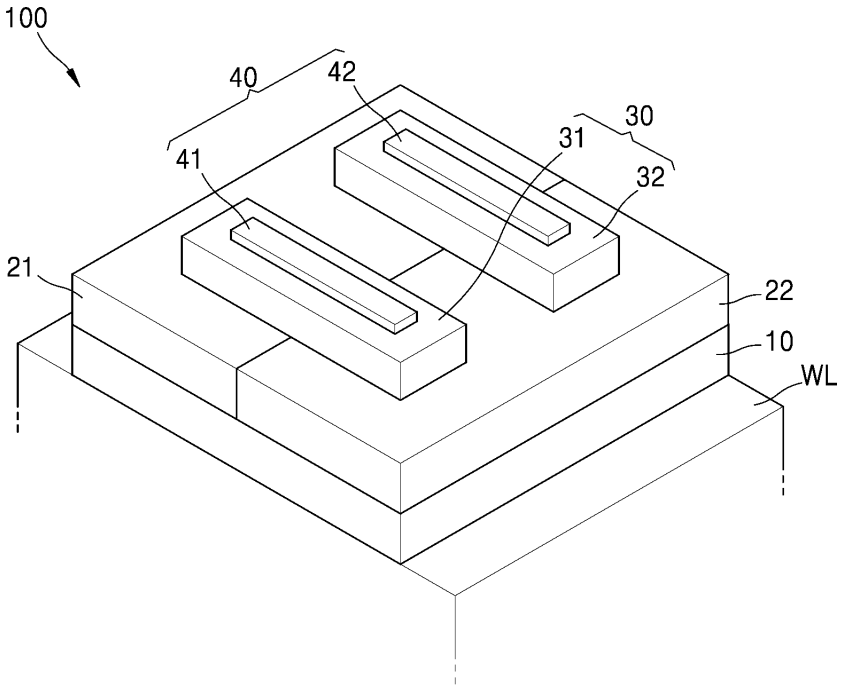
41: 제1 전하 집전체

42: 제2 전하 집전체

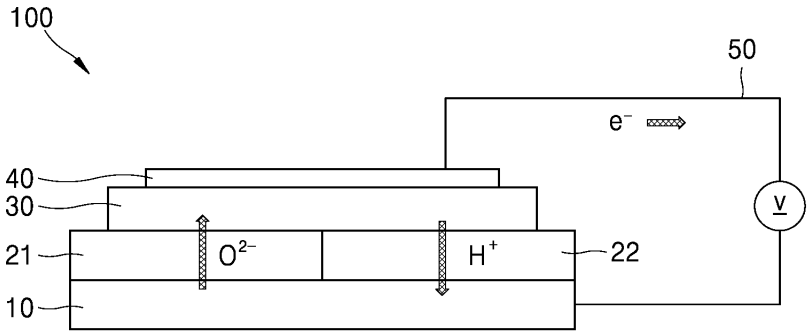
50: 회로

도면

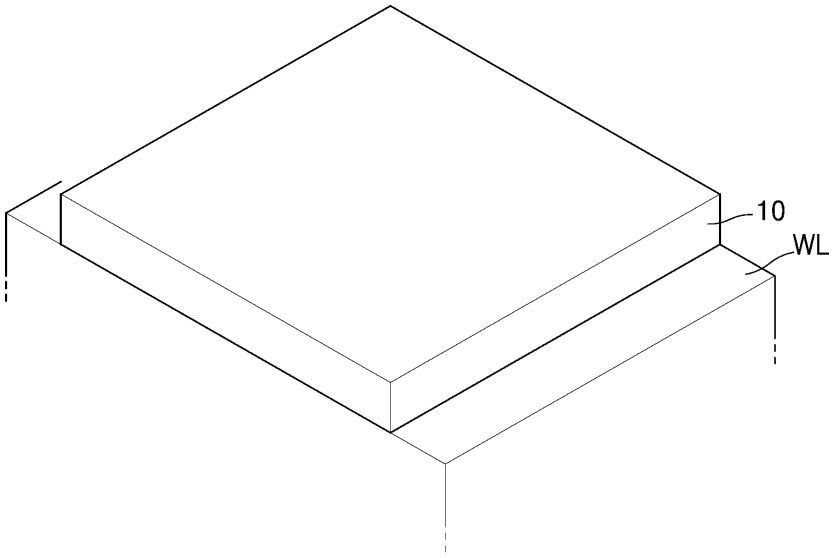
도면1



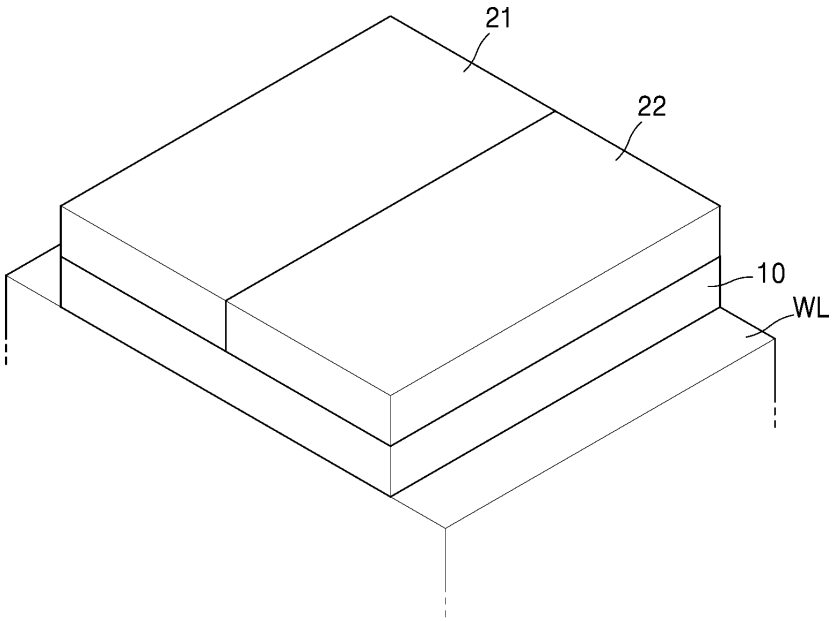
도면2



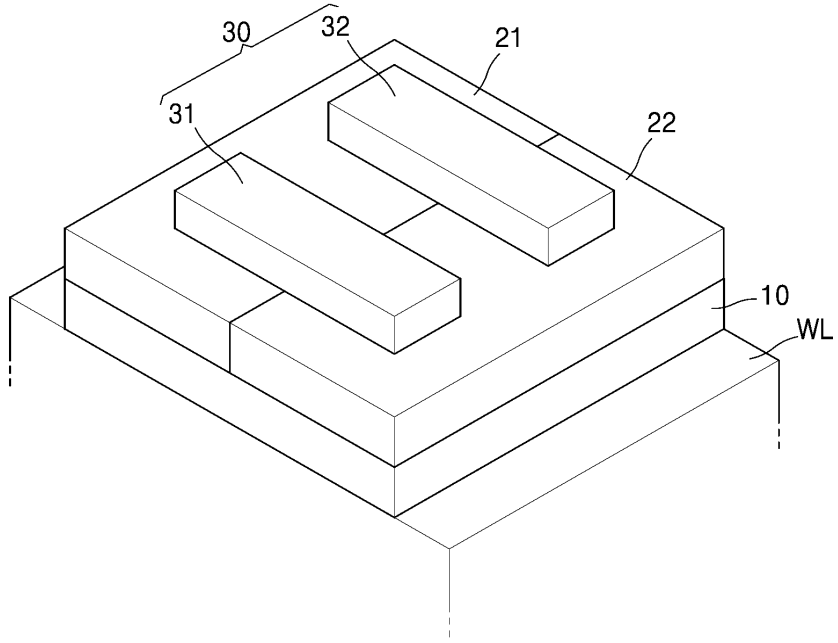
도면3a



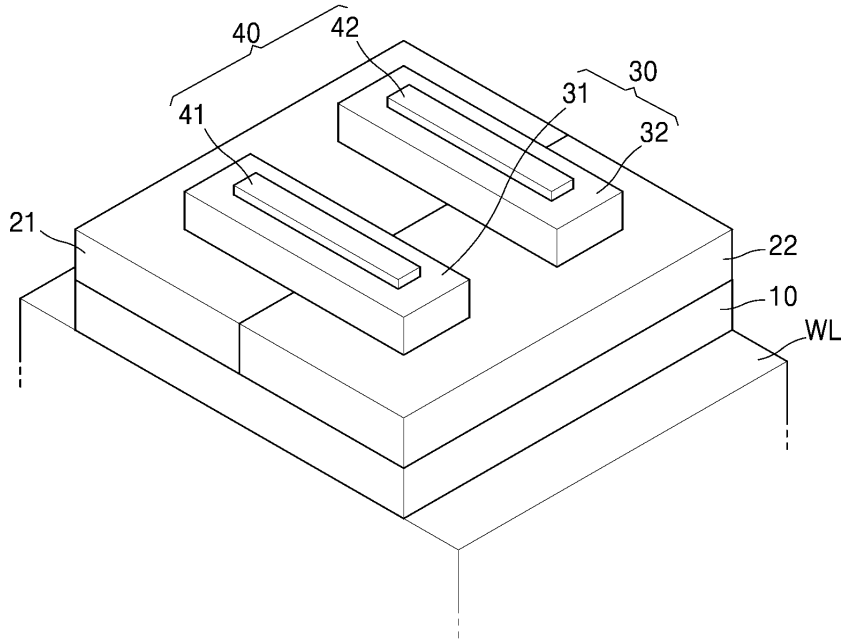
도면3b



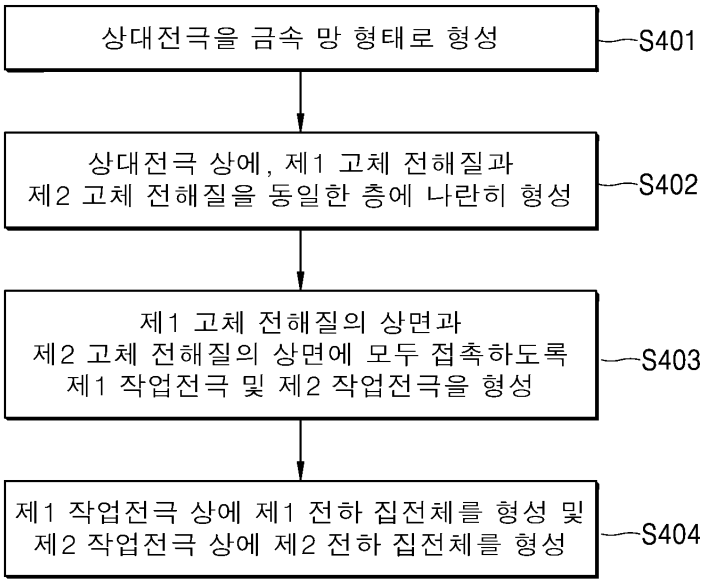
도면3c



도면3d



도면4


상대전극을 금속 망 형태로 형성
S401
상대전극 상에, 제1 고체 전해질과
제2 고체 전해질을 동일한 층에 나란히 형성
S402
제1 고체 전해질의 상면과
제2 고체 전해질의 상면에 모두 접촉하도록
제1 작업전극 및 제2 작업전극을 형성
S403
제1 작업전극 상에 제1 전하 집전체를 형성 및
제2 작업전극 상에 제2 전하 집전체를 형성
S404