



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년10월12일
(11) 등록번호 10-0987272
(24) 등록일자 2010년10월05일

(51) Int. Cl.

G01N 27/12 (2006.01) G01N 33/00 (2006.01)

G01N 27/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2004-7016401

(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년04월15일

심사청구일자 2008년02월27일

(85) 번역문제출일자 2004년10월14일

(65) 공개번호 10-2005-0000504

(43) 공개일자 2005년01월05일

(86) 국제출원번호 PCT/US2003/011895

(87) 국제공개번호 WO 2003/089915

국제공개일자 2003년10월30일

(30) 우선권주장

60/372,875 2002년04월15일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US05134080 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니
미합중국 테라웨이주 (우편번호 19898) 월밍تون시
마아켓트 스트리йт 1007

(72) 발명자

모리스, 팻
미국 19710 엘라웨이주 몬트차닌 포스트 오피스
박스 532스타이чен, 존, 칼
미국 19350 웨슬레이너이주 랜덴버그 플린트 힐
로드 1735
(뒷면에 계속)(74) 대리인
장수길, 김영

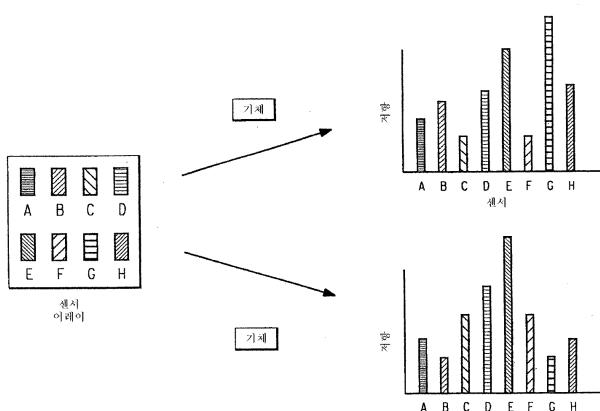
전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 최석진

(54) 기체-감수성 재료의 감도, 속도 또는 안정성의 회복 방법

(57) 요약

재료의 감도를 증가시키거나; 화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징의 안정성을 증가시키거나; 또는 화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징 변화가 검출되는 속도를 증가시킴으로써, 화학/전기-활성 재료를 개선시키는 방법이 개시되어 있다.

대 표 도

(72) 발명자

바네스, 존, 제임스

미국 19707 델라웨어주 흑케신 피어슨즈 럿지 41

밀러, 찰스, 이.

미국 77388 텍사스주 스프링 웨스트 노쓰 힐 드라
이브 547

맥캐론, 유진, 엠.

미국 19807 델라웨어주 그린빌 센터빌 로드 3940

특허청구의 범위

청구항 1

다성분 기체 혼합물을 분석하기 위해, 다성분 기체 혼합물에 대해 전기적 반응 특징을 나타내고 첫번째 온도에서 첫번째 감도를 갖는 화학/전기-활성 재료를 사용하는데 있어서,

- (a) 첫번째 감도를 측정하는 단계;
- (b) 상기 화학/전기-활성 재료의 예상된 반응으로부터의 편차를 검출하여 첫번째 감도의 감소를 측정하는 단계; 및
- (c) 상기 화학/전기-활성 재료의 감도가 첫번째 감도보다 높은 두번째 감도로 증가되는 두번째 온도로 화학/전기-활성 재료의 온도를 상승시키는 단계

를 포함하고, 화학/전기-활성 재료의 감도는 $\Delta R / \Delta C$ 로 주어지는 비율이고, 여기에서 ΔR 은 선택된 온도에서 다성분 기체 혼합물 중의 성분 기체 또는 기체의 부분군(subgroup)의 농도 변화의 결과로서 화학/전기-활성 재료에 의해 경험되는, 저항의 변화 또는 저항에 비례하는 시그널 크기의 변화이고, ΔC 는 성분 기체 또는 기체의 부분군의 농도 변화를 나타내는 것인, 첫번째 온도에서 첫번째 감도를 갖는 화학/전기-활성 재료의 감도를 증가시키는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 성분 기체가 탄화수소인 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 성분 기체가 질소 산화물인 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 기체의 부분군이 질소 산화물들인 방법.

청구항 5

다성분 기체 혼합물에 대해 전기적 반응 특징을 나타내고 첫번째 온도에서 첫번째 안정성을 갖는 화학/전기-활성 재료에 있어서,

상기 화학/전기-활성 재료의 안정성이 첫번째 안정성보다 높은 두번째 안정성으로 증가되는 두번째 온도로 화학/전기-활성 재료의 온도를 상승시키는 것을 포함하고,

화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징의 안정성은 $\Delta E/T$ 로 주어지는 비율이고, 여기에서 ΔE 는 선택된 기간에 걸쳐 다성분 기체 혼합물에 노출된 결과로서 일어나는, 전기적 반응 특징의 정량화 값의 변화 또는 전기적 반응 특징에 비례하는 시그널 크기의 변화이고, T 는 선택된 기간을 나타내는 것인, 첫번째 온도에서 첫번째 안정성을 갖는 화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징의 안정성을 증가시키는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 첫번째 안정성이 미리 선택된 정량화 값과 동일하지 않음을 결정하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 기체 혼합물이 하나 이상의 탄화수소를 함유하는 것인 방법.

청구항 8

제5항에 있어서, 기체 혼합물이 하나 이상의 질소 산화물을 함유하는 것인 방법.

청구항 9

제1항 또는 제5항에 있어서, 미리 선택된 기간이 경과한 후에 화학/전기-활성 재료의 온도를 상승시키는 것인 방법.

청구항 10

제1항 또는 제5항에 있어서, 다성분 기체 혼합물 중의 분석물질 성분의 농도가 미리 선택된 값과 동일하지 않음을 결정하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 11

제1항 또는 제5항에 있어서, 전기적 반응 특징이 저항인 방법.

청구항 12

제1항 또는 제5항에 있어서, 첫번째 온도가 적어도 400°C인 방법.

청구항 13

제1항 또는 제5항에 있어서, 화학/전기-활성 재료의 온도를 500°C 이상의 두번째 온도로 상승시키는 것인 방법.

청구항 14

기체 성분을 함유하는 다성분 기체 혼합물에 대해 전기적 반응 특징을 나타내고 상기 기체 성분의 첫번째 농도에서 첫번째 감도를 갖는 화학/전기-활성 재료에 있어서,

상기 화학/전기-활성 재료의 감도가 첫번째 감도보다 높은 두번째 감도로 증가되는 두번째 농도로 기체 성분의 농도를 감소시키는 것을 포함하고,

화학/전기-활성 재료의 감도는 $\Delta R/\Delta C$ 로 주어지는 비율이고, 여기에서 ΔR 은 선택된 온도에서 다성분 기체 혼합물 중의 성분 기체 또는 기체의 부분군의 농도 변화 결과로서 화학/전기-활성 재료에 의해 경험되는, 저항의 변화 또는 저항에 비례하는 시그널 크기의 변화이고, ΔC 는 성분 기체 또는 기체의 부분군의 농도 변화를 나타내는 것인, 상기 기체 성분의 첫번째 농도에서 첫번째 감도를 갖는 화학/전기-활성 재료의 감도를 증가시키는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 미리 선택된 기간이 경과한 후에 기체 성분의 농도를 감소시키는 것인 방법.

청구항 16

제1항 또는 제14항에 있어서, 첫번째 감도가 미리 선택된 정량화 값과 동일하지 않음을 결정하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 17

제14항에 있어서, 다성분 기체 혼합물 중의 기체 성분의 농도가 미리 선택된 값과 동일하지 않음을 결정하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 18

제14항에 있어서, 기체 성분이 하나 이상의 질소 산화물인 방법.

청구항 19

제14항에 있어서, 다성분 기체 혼합물 중의 기체 성분의 농도를 다른 기체와의 접촉에 의해 감소시키는 것인 방법.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

명세서

[0001] 본 출원은 미국 가출원 제60/372,875호 (출원일:2002년 4월 15일)의 이익을 특허 청구하며, 상기 가출원은 그 전체내용이 모든 목적을 위하여 본 명세서의 일부로서 포함된다.

기술 분야

[0002] 본 발명은, 화학 센서 및 화학 센서 어레이(array)를 사용하여, 다성분 기체 시스템에서 NO_x, 탄화수소, 일산화탄소 및 산소를 포함한 다양한 기체를 감지하고 분석하기 위한 장치에 관한 것이다. 센서 및 센서 어레이는 다성분 기체 시스템 내에서 각 기체의 존재를 검출하고/하거나 각 기체의 농도를 계산하기 위하여 화학/전기-활성 재료를 사용한다.

배경 기술

[0003] 특정한 기체를 검출하기 위한 화학적 감지 장치의 사용이 공지되어 있다. 특정한 기체에 대한 선택성 및 감도를 가진 재료를 찾아내기 위하여 많은 시도를 행하여 왔다. 예를들어, US 4,535,316호는 산소를 측정하기 위한 저항 센서를 개시하고 있다. (또한 문헌 [H.Meixner 등, Sensors and Actuators, B 33 (1996) 198-202] 참조.) 검출되는 각각의 기체에 대하여 상이한 재료들을 사용해야 하는 것이 명백하다. 그러나, 기체가 다성분 시스템의 일부일 때, 혼합물의 다양한 성분 기체에 대한 재료의 교차-감수성 때문에, 특정한 기체를 검출하기 위해 하나의 재료를 사용하는 것이 곤란하다.

[0004] 다성분 기체 시스템의 한가지 예는, 산소, 일산화탄소, 질소 산화물, 탄화수소, CO₂, H₂S, 이산화황, 수소, 수증기, 할로겐 및 암모니아를 포함할 수 있는 연소 기체 배출물이다. (문헌 [H.Meixner 등, Fresenius J.Anal.Chem., 348 (1994) 536-541] 참조.) 많은 연소 공정에서, 기체 배출물이 미국 연방 및 주정부 공기 품질 규정에 의해 수립된 요건을 충족하는지를 결정할 필요가 있다. 이러한 요건을 충족하기 위한 여러 유형의 기체 센서가 개발되었다. (예를들어 US 5,630,920호 (전기화학 산소 센서를 개시하고 있음); US 4,770,760호 (산소 및 질소 산화물을 검출하기 위한 센서를 개시하고 있음); 및 US 4,535,316호 (산소를 측정하기 위한 저항 센서를 개시하고 있음) 참조.) 혼합물 중의 기체의 어느 것도 분리하지 않은 채로, 예를들어 센서와 기체의 직접 접촉에 의해 발생된 데이터 만을 참조하여 농도를 계산하기 위해, 연소 기체 배출물과 같은 혼합물의 2 이상의 성분들을 동시에 분석할 수 있는 것이 유리하다. 선행 기술의 방법들은 지금까지 이러한 요구를 충족하지 못하였다.

[0005] 식품으로부터 발생되는 기체를 검출하고, 비교적 저온과 관련된 기타 용도에서 사용하기 위해 다수의 센서가 개시되어 있다. (문헌 [K.Albert 등, Chem.Rev., 200 (2000) 2595-2626] 참조.) 450°C 이하의 각종 연소 기체를 검출하는데 사용하기 위하여, 여러 비도금 및 도금 산화주석 센서의 어레이들이 또한 개시되어 있으며(문헌 [C.Di Natale 등, Sensors and Actuators, B20 (1994) 217-224]; 및 [J.Getino 등, Sensors and Actuators,

B33 (1996) 128-133] 참조); 산화 주석 기재 센서 어레이의 반응에 미치는 작업 온도의 효과를 450°C 이하에서 연구하였다. (문헌 [C.Di Natale, Sensors and Actuators B23 (1995) 187-191] 참조.) 그러나, 연소 기체를 모니터링하기 위해 화학 센서가 사용되는 더욱 높은 온도 및 더욱 부식성의 환경은, 저온 응용을 위해 개발된 센서 어레이의 성능을 변화시키거나 손상시킬 수 있다. 그 결과, 고온 환경은, 당 기술분야에 앞서 공지된 재료에 비하여, 화학적 및 열적으로 안정하고 이러한 엄격한 조건하에서 주요 기체에 대해 상당한 반응성을 유지할 수 있는 다른 재료를 요구하고 있다.

[0006] 이러한 요구를 해결하기 위해서는, 자동차 배기와 같은 연소 배출물을 측정하고, 이러한 배출물이 기능적 및 요구되는 요건을 충족하는지의 여부를 결정하기 위해 화학 센서를 사용할 수 있다. 또한, 놀랍게도, 자동차 배출물과 같은 고온 기체를 분석하기 위해 유용한 본 발명의 장치가, 저온 기체를 분석함에 있어서도 동일한 효율성으로 사용될 수 있다는 것을 알아내었다.

발명의 요약

[0008] 본 발명의 하나의 구현양태는, 다성분 기체 혼합물에 대해 전기적 반응 특징을 나타내는 화학/전기-활성 재료에 있어서, 화학/전기-활성 물질의 감도가 첫번째 감도보다 높은 두번째 감도로 증가되는 두번째 온도까지 화학/전기-활성 재료의 온도를 상승시킴으로써, 첫번째 온도에서 첫번째 감도를 갖는 화학/전기-활성 재료의 감도를 증가시키는 방법이며; 이때 화학/전기-활성 재료의 감도는 $\Delta R/\Delta C$ 로 주어지는 비율이고, 여기에서 ΔR 은, 다성분 기체 혼합물 중의 성분 기체 또는 기체의 부분군의 농도 변화의 결과로서 선택된 온도에서 화학/전기-활성 재료에 의해 경험되는, 저항의 변화 또는 저항에 비례하는 시그널 크기의 변화이고, ΔC 는 성분 기체 또는 기체의 부분군의 농도 변화를 나타낸다.

[0009] 본 발명의 다른 구현양태는, 다성분 기체 혼합물에 대해 전기적 반응 특징을 나타내는 화학/전기-활성 재료에 있어서, 화학/전기-활성 재료의 안정성이 첫번째 안정성보다 높은 두번째 안정성으로 증가되는 두번째 온도까지 화학/전기-활성 재료의 온도를 증가시킴으로써, 첫번째 온도에서 첫번째 안정성을 가진 화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징의 안정성을 증가시키는 방법이며; 이때 화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징의 안정성은 $\Delta E/T$ 로 주어지는 비율이고, 여기에서 ΔE 는, 선택된 기간 동안 다성분 기체 혼합물에 노출된 결과로서 일어나는, 전기적 반응 특징의 정량화 값의 변화 또는 전기적 반응 특징에 비례하는 시그널 크기의 변화이고, T 는 선택된 기간이다.

[0010] 본 발명의 추가의 구현양태는, 다성분 기체 혼합물에 대해 전기적 반응 특징을 나타내는 화학/전기-활성 재료에서, 화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징이 검출되는 속도가 첫번째 속도보다 더 빠른 두번째 속도로 증가되는 두번째 온도까지 화학/전기-활성 재료의 온도를 상승시킴으로써, 첫번째 온도에서 첫번째 속도로 전기적 반응 특징의 변화를 검출하는 경우에, 전기적 반응 특징의 변화가 검출되는 속도를 증가시키는 방법이다.

[0011] 본 발명의 또 다른 구현양태는, 기체 성분을 함유하는 다성분 기체 혼합물에 대해 전기적 반응 특징을 나타내는 화학/전기-활성 재료에 있어서, 화학/전기-활성 재료의 감도가 첫번째 감도보다 큰 두번째 감도로 증가되는 두번째 농도까지 기체 성분의 농도를 감소시킴으로써, 기체 성분의 첫번째 농도에서 첫번째 감도를 가진 화학/전기-활성 재료의 감도를 증가시키는 방법이며; 이때 화학/전기-활성 재료의 감도는 $\Delta R/\Delta C$ 로 주어지는 비율이고, 여기에서 ΔR 은, 다성분 기체 혼합물 중의 성분 기체 또는 기체의 부분군의 농도 변화의 결과로서 선택된 온도에서 화학/전기-활성 재료에 의해 경험되는, 저항의 변화 또는 저항에 비례하는 시그널 크기의 변화이고, ΔC 는 성분 기체 또는 기체의 부분군의 농도 변화를 나타낸다. 또한, 전기적 반응 특징과 관련된 안정성 및/또는 속도도 이 방법에 의해 증가될 수도 있다.

발명의 상세한 설명

[0015] 본 발명은 가변 온도 조건하에서 다성분 기체 시스템 내의 하나 이상의 분석물질(analyte) 기체를 직접적으로 감지하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. "직접적으로 감지하는"이란, 기체-감지 재료의 어레이가 예컨대 유동 기체의 흐름에서 다성분 기체 시스템을 구성하는 기체의 혼합물에 노출되는 것을 의미한다. 어레이는 기체 혼합물 내에 위치할 수도 있고, 더욱 특별하게는 원한다면 기체 혼합물의 공급원내에 위치할 수도 있다. 대안적으로, 다른 장소에 있는 공급원으로부터 기체 혼합물이 보내지는 챔버 내에 어레이가 존재할 수도 있다. 어레이가 위치하는 챔버로 기체를 보내는 경우에, 기체 혼합물이 그 안에 삽입될 수도 있고, 파이프, 도관 또는 기타 적절한 기체 전달 장치에 의해 챔버로부터 제거될 수도 있다.

[0016] 다성분 기체 혼합물에 기체-감지 재료를 노출시킬 때 반응이 수득될 수 있으며, 반응은 기체 혼합물 중에 있는 하나 이상의 분석물질 기체 자체의 농도의 함수이다. 센서 재료를 각각의 분석물질 기체에 동시에 (또는 실질

적으로 동시에) 노출시킬 수 있고, 혼합물 및/또는 그의 하나 이상의 분석물질 성분의 분석을 수행할 수 있도록 하기 위하여 분석물질 기체를 다성분 기체 혼합물로부터 물리적으로 분리하지 않아도 된다. 본 발명은 가변 온도에서 자동차 배출물과 같은 기체 혼합물 내에서 예컨대 산소, 일산화탄소, 산화질소, 탄화수소, 예컨대 부탄, CO₂, H₂S, 이산화황, 할로겐, 수소, 수증기, 유기-인 기체 및 암모니아와 같은 연소 기체에 대한 반응을 얻고, 이들을 검출하고/하거나 이들의 농도를 측정하기 위하여 사용될 수 있다.

[0017] 본 발명은, 예를들어 시스템 내의 하나 이상의 개별적인 분석물질 기체 성분에 대한 반응을 얻고, 기체 성분의 존재를 검출하고/하거나, 이들의 농도를 계산하기 위하여, 기체 혼합물 및/또는 그의 성분을 분석하기 위한 감지 재료의 어레이를 이용한다. "어레이"란 예를들어 도 1에 나타낸 바와 같이 적어도 2개의 상이한 재료들이 공간적으로 분리되어 있음을 의미한다. 어레이는 예를들어 3, 4, 5, 6, 8, 10 또는 12개 기체-감지 재료 또는 원한다면 그보다 많거나 적은 수의 재료를 함유할 수도 있다. 분석되는 혼합물 중에 있는 각각의 기체 또는 기체들의 부분군에 대해 적어도 하나의 센서 재료를 제공하는 것이 바람직하다. 그러나, 혼합물 중의 각각의 기체 성분 및/또는 기체의 특정한 부분군에 대해 반응성인 하나 이상의 센서 재료를 제공하는 것이 요망될 수도 있다. 예를들어, 혼합물 중에 있는 하나 이상의 각 성분 기체 및/또는 하나 이상의 기체의 부분군의 존재를 검출하고/하거나 농도를 계산하기 위하여, 적어도 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 또는 12개 센서의 군들을 사용할 수 있다. 혼합물 중에 있는 각각의 기체 성분 또는 기체의 부분군인 분석물질에 대한 반응을 얻기 위하여, 공통적인 요소를 갖거나 갖지 않을 수도 있는 센서의 군들이 사용될 수 있다. 부분군으로서의 분석물질인 기체의 부분군은, 그 자체가 분석물질인 각각의 기체를 요소로서 함유하거나 함유하지 않을 수도 있다.

[0018] 본 발명은 기체 흐름 중에 존재할 것으로 기대되는 기체를 검출하기 위해 유용하다. 예를들어, 연소 공정에서, 존재할 것으로 예상되는 기체는 산소, 질소 산화물 (예컨대 NO, NO₂, N₂O 또는 N₂O₄), 일산화탄소, 탄화수소 (예컨대 C₂H_{2n+2}, 포화 또는 불포화될 수도 있거나 임의로 헤테로 원자로 치환된 것; 및 그의 고리형 및 방향족 유사체), 암모니아 또는 황화수소, 이산화황, CO₂ 또는 메탄올을 포함한다. 다른 주요 기체들은 알콜 증기, 용매 증기, 수소, 수증기, 및 포화 및 불포화 탄화수소로부터 유래된 것, 에테르, 케톤, 알데히드, 카르보닐, 생체분자 및 미생물을 포함할 수도 있다. 주요 분석물질인 다성분 기체 혼합물의 성분은 일산화탄소와 같은 각각의 기체일 수도 있거나; 혼합물에 함유된 기체 전부가 아니라 일부 기체, 예컨대 질소 산화물(NO_x) 또는 탄화수소의 부분군일 수도 있거나; 또는 하나 이상의 각각의 기체 및 하나 이상의 부분군의 조합일 수도 있다. 기체의 부분군이 분석물질인 경우에, 화학/전기-활성 재료는 다성분 기체 혼합물 내에서 부분군의 요소들의 집합적인 농도에 반응할 것이다.

[0019] 화학/전기-활성 재료가 노출되어질 혼합물 내에 함유된 분석물질 기체(들)는 단일 기체, 기체들의 부분군, 또는 하나 이상의 기체 또는 질소와 같은 불활성 기체와 혼합된 부분군일 수 있다. 특정한 주요 기체는 공여체 및 수용체 기체이다. 이들은 일산화탄소, H₂S 및 탄화수소와 같이 반도체 재료에 전자를 공여하거나 또는 O₂, 산화질소 (보통 NO_x로 표시됨) 및 할로겐과 같이 반도체 재료로부터 전자를 수용하는 기체이다. 공여체 기체에 노출될 때, n-유형 반도체 재료는 전류가 증가함에 따라 전기 저항의 감소를 가지며, 따라서 I²R 가열에 기인하여 온도의 증가를 나타낸다. 수용체 기체에 노출될 때, n-유형 반도체 재료는 전류가 감소함에 따라 전기 저항의 증가를 가지며, 따라서 I²R 가열에 기인하여 온도 감소를 나타낸다. 각각의 경우에 p-유형 반도체 재료에서 반대 경우가 발생한다.

[0020] 기체 농도의 측정과 같이, 이러한 센서 재료를 사용하여 기체 혼합물의 조성 함량에 관한 정보를 얻는 것은, 하나 이상의 분석물질 기체를 함유하는 혼합물에 재료를 노출시킬 때, 적어도 하나, 바람직하게는 각각의 모든 재료의 전기적 성질, 예컨대 AC 임피던스의 변화를 기초로 할 수 있다. 센서 재료의 다른 전기적 성질, 예컨대 용량, 전압, 전류 또는 AC 또는 DC 저항에서의 변화 정도를 고려하여, 기체 혼합물의 분석을 수행할 수 있다. 예를들어, 일정 전압에서 온도 변화를 측정함으로써 DC 저항의 변화를 결정할 수도 있다. 센서 재료의 일례의 성질의 변화는 기체 혼합물 중에 있는 분석물질 기체의 분압의 함수이고, 이것은 다시 분석물질 기체의 문자가 센서 재료의 표면에 흡착되어지는 농도를 결정하며, 따라서 그 재료의 전기적 반응 특징에 영향을 미친다. 화학/전기-활성 재료의 어레이를 사용함으로써, 다성분 기체 시스템 내의 적어도 하나의 기체의 존재를 동시에 그리고 직접적으로 검출하고/하거나 농도를 측정하기 위하여, 하나 이상의 분석물질 기체를 함유하는 혼합물에 노출시킬 때 재료에 의해 나타나는 각각의 반응의 패턴을 사용할 수 있다. 다시말해서, 본 발명은 기체 시스템의 조성을 결정하기 위해 사용될 수 있다. 개념은 도 1에서 도식적으로 예증되고 이하에서 예시된다.

[0021] 예증을 위하여, 분석물질 기체를 함유하는 혼합물에 센서 재료를 노출시키는 하기 이론적인 예를 고려한다. 반응이 얻어지는 경우의 사건을 포지티브(+)로 나타내고, 반응이 얻어지지 않는 사건을 네가티브(-)로 나타낸다. 재료 1은 기체 1 및 기체 2에 반응하지만 기체 3에는 반응을 나타내지 않는다. 재료 2는 기체 1 및 기체 3에 반응하지만, 기체 2에 대해 반응을 나타내지 않고, 재료 3은 기체 2 및 기체 3에 반응하지만 기체 1에 대해 반응을 나타내지 않는다.

[0022]

	재료 1	재료 2	재료 3
기체 1	+	+	-
기체 2	+	-	+
기체 3	-	+	+

[0023] 따라서, 재료 1, 2 및 3으로 구성된 어레이가 미지의 기체에 대해 다음의 반응을 나타낸다면, 미지의 기체는 기체 2인 것으로 확인된다.

[0024]

	재료 1	재료 2	재료 3
미지의 기체	+	-	+

[0025] 각 센서 재료의 반응은 혼합물 내에서 분석물질 기체의 분압 및 농도 또는 분석물질 기체의 부분군의 집합적 농도의 함수이고; 반응은 처리 가능한 값, 예컨대 수치로서 정량화되거나 기록될 수 있다. 이러한 경우에, 혼합물 내에서 하나 이상의 분석물질 기체의 존재에 대한 정량적 정보를 발생시키기 위하여 하나 이상의 반응 값이 사용될 수 있다. 다성분 기체 시스템에서, 시스템의 혼합물 중에 있는 하나 이상의 분석물질 기체의 농도를 계산하기 위하여, 계량화학(chemometrics), 신경망 또는 기타 패턴 인식 기술이 사용될 수 있다.

[0026] 사용된 감지 재료는 화학/전기-활성 재료이다. "화학/전기-활성 재료"는 혼합물 중의 하나 이상의 각 기체에 대해 전기적 반응을 갖는 재료이다. 일부 금속 산화물 반도체 재료, 이들의 혼합물, 또는 금속 산화물 반도체와 다른 무기 화합물의 혼합물은 화학/전기-활성이 있고, 특히 본 발명에서 유용하다. 여기에서 사용된 각각의 다양한 화학/전기-활성 재료는 바람직하게는, 혼합물 및/또는 분석물질 기체에 노출시에, 각각의 다른 화학/전기-활성 재료에 비하여 상이한 종류 및/또는 정도의 전기적으로 검출가능한 반응을 나타낸다. 그 결과, 중요하지 않은 방해 기체가 그 안에 존재함에도 불구하고, 예컨대 분석물질 기체와 상호작용시키거나, 분석물질 기체를 감지하거나, 또는 혼합물 중에서 하나 이상의 분석물질 기체 또는 부분군의 존재 및/또는 농도를 결정함으로써, 다성분 기체 혼합물을 분석하기 위하여 적절하게 선택된 화학/전기-활성 재료의 어레이가 사용될 수 있다. 바람직하게는, 각각의 기체-감지 재료의 주 성분의 몰 퍼센트는 다른 재료의 각 성분의 몰 퍼센트와 상이하다.

[0027] 화학/전기-활성 재료는 임의의 유형일 수 있으나, 특히 유용한 것은 SnO_2 , TiO_2 , WO_3 및 ZnO 와 같은 반도전성 금속 산화물이다. 이러한 특별한 재료들은 그들의 화학적 및 열적 안정성으로 인해 유리하다. 화학/전기-활성 재료는 2 이상의 반도전성 재료의 혼합물이거나 또는 반도전성 재료와 무기 재료의 혼합물, 또는 이들의 조합일 수 있다. 이에 한정되지 않지만 알루미나 또는 실리카와 같은 절연체이고 다성분 기체 혼합물의 조건하에서 안정한 적절한 고체 기판 위에, 주요 반도전성 재료를 침착시킬 수 있다. 어레이는 기판 위에 침착된 센서 재료의 형태를 취한다. 다른 적절한 센서 재료는 두껍거나 얇은 필름 유형의 단일 결정 또는 다결정 반도체, 비결정성 반도전성 재료 및 금속 산화물로 구성되지 않은 반도체 재료를 포함한다.

[0028] 하나 이상의 금속을 함유하는 화학/전기-활성 재료는 화합물 또는 고용액일 필요는 없지만, 별개의 금속 및/또는 금속 산화물의 다중-상 물리적 혼합물일 수 있다. 화학/전기-활성 재료가 형성되는 전구체 재료에 의해 다양한 정도의 고체 상태 확산이 이루어지기 때문에, 최종 재료는 조성 구배를 나타낼 수도 있고 이들은 결정성이거나 비결정성이 될 수 있다. 적절한 금속 산화물은

[0029] i) 약 400°C 이상의 온도에 있을 때, 약 1 내지 약 $10^6 \text{ ohm}\cdot\text{cm}$, 바람직하게는 약 1 내지 약 $10^5 \text{ ohm}\cdot\text{cm}$, 더욱 바람직하게는 약 10 내지 약 $10^4 \text{ ohm}\cdot\text{cm}$ 의 저항을 갖고;

[0030] ii) 적어도 하나의 주요 기체에 대해 화학/전기적 반응을 나타내고;

[0031] iii) 기판에 부착될 수 있고 작업 온도에서 분해되지 않은 기계적 통합성을 가지며 안정한 것이다.

[0032] 금속 산화물은 전구체 재료에 존재하는 소량 또는 미량의 수소화 및 원소를 함유할 수도 있다.

- [0033] 센서 재료는 임의로 기관에 대한 접착성을 증진시키기 위해 또는 센서 재료의 전도성, 저항 또는 선택성을 변경시키기 위해 하나 이상의 첨가제를 함유할 수도 있다. 센서 재료의 전도성, 저항 또는 선택성을 변경시키기 위한 첨가제의 예는 Ag, Au 또는 Pt 분만 아니라 프럿을 포함한다. 접착을 증진시키기 위한 첨가제의 예는, 가열시에 유리 또는 에나멜로 변형되는 미세하게 분쇄된 무기 미네랄인 프럿 또는 고체 상태에서 비결정성 품질을 유지하는 금속 냉각된 유리를 포함한다. 프럿 전구체 화합물을 고온에서 용융시키고, 통상 용융물을 물과 같은 유체에 빨리 끓거나 회전하는 금속 롤러를 통해 부어서 금냉시킨다. 전구체 화합물은 통상 산화물, 질산염 또는 탄산염과 같은 고체 화합물의 기계적 혼합물이거나, 또는 용액으로부터 공-침전되거나 겔화될 수 있다. 프럿을 위한 적절한 전구체 물질은 알칼리 및 알칼리 토류 알루미노-실리케이트 및 알루미노-보로-실리케이트, 구리, 납, 인, 티타늄, 아연 및 지르코늄을 포함한다. 첨가제로서의 프럿은 센서가 제조되어지는 화학/전기-활성 재료의 전체 부피의 30부피% 이하의 양, 바람직하게는 10부피% 이하의 양으로 사용될 수 있다.
- [0034] 원한다면, 센서 재료는 예를 들어 주요 기체의 산화를 촉매화하거나 특정한 분석물질 기체에 대한 선택성을 증진시키는 첨가제를 함유할 수도 있거나; 또는 n 반도체를 p 반도체로 전환시키거나 또는 그 역으로 전환시키는 하나 이상의 도편트를 함유할 수도 있다. 이러한 첨가제들은 센서가 제조되는 화학/전기-활성 재료의 30중량% 이하, 바람직하게는 10중량% 이하의 양으로 사용될 수 있다.
- [0035] 사용되는 프럿 또는 기타 첨가제들은, 제조된 센서 전체에 걸쳐 균일하게 또는 균질하게 분포될 필요가 없지만, 원한다면 그의 특정한 표면 위 또는 그 근처에 편재될 수 있다. 원한다면, 화학/전기-활성 재료를 다공성 유전 덧층으로 도포할 수도 있다.
- [0036] 본 발명에서 센서 재료로서 사용된 화학/전기-활성 재료는 예를 들어 화학식 M^1O_x , $M_a^1M_b^2O_x$, 또는 $M_a^1M_b^2M_c^3O_x$ 의 금속 산화물 또는 이들의 혼합물일 수 있고,
- [0037] 여기에서 M^1 , M^2 및 M^3 은 500°C 이상의 산소 존재하에 소성될 때 안정한 산화물을 형성하는 금속이고;
- [0038] M^1 은 원소 주기율표 2-15족 및 란타나이드 족으로부터 선택되고;
- [0039] M^2 및 M^3 은 각각 독립적으로 주기율표 1-15족 및 란타나이드 족으로부터 선택되고;
- [0040] M^1 및 M^2 은 $M_a^1M_b^2O_x$ 에서 동일하지 않고, M^1 , M^2 및 M^3 은 $M_a^1M_b^2M_c^3O_x$ 에서 동일하지 않으며;
- [0041] a, b 및 c는 각각 독립적으로 약 0.0005 내지 약 1의 범위이고;
- [0042] x는 존재하는 산소가 화학/전기-활성 재료에 존재하는 다른 요소들의 전하와 균형을 나타내도록 하기에 충분한 수이다.
- [0043] 특정한 바람직한 구현양태에서, 금속 산화물 재료는
- [0044] M^1 이 Ce, Co, Cu, Fe, Ga, Nb, Ni, Pr, Ru, Sn, Ti, Tm, W, Yb, Zn 및 Zr로 구성된 군에서 선택되고; 및/또는
- [0045] M^2 및 M^3 이 각각 독립적으로 Al, Ba, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, In, K, La, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, Pb, Pr, Rb, Ru, Sb, Sc, Si, Sn, Sr, Ta, Ti, Tm, V, W, Y, Yb, Zn 및 Zr로 구성된 군에서 선택되는 것을 포함할 수 있으며, 여기에서, M^1 및 M^2 은 $M_a^1M_b^2O_x$ 에서 동일하지 않고, M^1 , M^2 및 M^3 은 $M_a^1M_b^2M_c^3O_x$ 에서 동일하지 않은 것을 포함할 수 있다.
- [0046] 다른 바람직한 구현양태에서, 금속 산화물 재료는
- [0047] M^1O_x 가 CeO_x, CoO_x, CuO_x, FeO_x, GaO_x, NbO_x, NiO_x, PrO_x, RuO_x, SnO_x, TaO_x, TiO_x, TmO_x, WO_x, YbO_x, ZnO_x, ZrO_x, Ag 첨가제를 가진 SnO_x, Ag 첨가제를 가진 ZnO_x, Pt 첨가제를 가진 TiO_x, 프럿 첨가제를 가진 ZnO_x, 프럿 첨가제를 가진 NiO_x, 프럿 첨가제를 가진 SnO_x, 또는 프럿 첨가제를 가진 WO_x이고; 및/또는
- [0048] $M_a^1M_b^2O_x$ 는 Al_aCr_bO_x, Al_aFe_bO_x, Al_aMg_bO_x, Al_aNi_bO_x, Al_aTi_bO_x, Al_aV_bO_x, Ba_aCu_bO_x, Ba_aSn_bO_x, Ba_aZn_bO_x, Bi_aRu_bO_x, Bi_aSn_bO_x, Bi_aZn_bO_x, Ca_aSn_bO_x, Ca_aZn_bO_x, Cd_aSn_bO_x, Cd_aZn_bO_x, Ce_aFe_bO_x, Ce_aNb_bO_x, Ce_aTi_bO_x, Ce_aV_bO_x, Co_aCu_bO_x,

$\text{Co}_a\text{Ge}_b\text{O}_x$, $\text{Ce}_a\text{La}_b\text{O}_x$, $\text{Co}_a\text{Mg}_b\text{O}_x$, $\text{Co}_a\text{Nb}_b\text{O}_x$, $\text{Co}_a\text{Pb}_b\text{O}_x$, $\text{Co}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, $\text{Co}_a\text{V}_b\text{O}_x$, $\text{Co}_a\text{W}_b\text{O}_x$, $\text{Cr}_a\text{Cu}_b\text{O}_x$, $\text{Cr}_a\text{Mn}_b\text{O}_x$, $\text{Cr}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$, $\text{Cr}_a\text{Si}_b\text{O}_x$, $\text{Cr}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, $\text{Cr}_a\text{Y}_b\text{O}_x$, $\text{Cr}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Cu}_a\text{Fe}_b\text{O}_x$, $\text{Cu}_a\text{Ga}_b\text{O}_x$, $\text{Cr}_a\text{La}_b\text{O}_x$, $\text{Cu}_a\text{Na}_b\text{O}_x$, $\text{Cu}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$, $\text{Cu}_a\text{Pb}_b\text{O}_x$, $\text{Cu}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, $\text{Cu}_a\text{Sr}_b\text{O}_x$, $\text{Cu}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, $\text{Cu}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Cu}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{Ga}_b\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{La}_b\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{Mo}_b\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{Nb}_b\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{W}_b\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, $\text{Ga}_a\text{La}_b\text{O}_x$, $\text{Ga}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, $\text{Ge}_a\text{Nb}_b\text{O}_x$, $\text{Ge}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, $\text{In}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, $\text{K}_a\text{Nb}_b\text{O}_x$, $\text{Mn}_a\text{Nb}_b\text{O}_x$, $\text{Mn}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, $\text{Mn}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, $\text{Mn}_a\text{Y}_b\text{O}_x$, $\text{Mn}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Mo}_a\text{Pb}_b\text{O}_x$, $\text{Mo}_a\text{Rb}_b\text{O}_x$, $\text{Mo}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, $\text{Mo}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, $\text{Mo}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Nb}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$, $\text{Nb}_a\text{Sr}_b\text{O}_x$, $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, $\text{Nb}_a\text{W}_b\text{O}_x$, $\text{Nb}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, $\text{Ni}_a\text{Si}_b\text{O}_x$, $\text{Ni}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, $\text{Ni}_a\text{Y}_b\text{O}_x$, $\text{Ni}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Ni}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, $\text{Pb}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, $\text{Pb}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Rb}_a\text{W}_b\text{O}_x$, $\text{Ru}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, $\text{Ru}_a\text{W}_b\text{O}_x$, $\text{Ru}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Sb}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, $\text{Sb}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Sc}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, $\text{Si}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, $\text{Si}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, $\text{Si}_a\text{W}_b\text{O}_x$, $\text{Si}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Sn}_a\text{Ta}_b\text{O}_x$, $\text{Sn}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, $\text{Sn}_a\text{W}_b\text{O}_x$, $\text{Sn}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Sn}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, $\text{Sr}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, $\text{Ta}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, $\text{Ta}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Ta}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, $\text{Ti}_a\text{V}_b\text{O}_x$, $\text{Ti}_a\text{W}_b\text{O}_x$, $\text{Ti}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{Ti}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, $\text{V}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{V}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, $\text{W}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, $\text{W}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, $\text{Y}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, $\text{Zn}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Al}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$, 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Cr}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Fe}_a\text{La}_b\text{O}_x$, 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$, 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Fe}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Nb}_a\text{W}_b\text{O}_x$, 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Ni}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$, 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Ni}_a\text{Zr}_b\text{O}_x$, 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Sb}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$, 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Ta}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$, 또는 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Ti}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 이고; 및/또는

[0049] $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{M}_c^3\text{O}_x$ 는 $\text{Al}_a\text{Mg}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$, $\text{Al}_a\text{Si}_b\text{V}_c\text{O}_x$, $\text{Ba}_a\text{Cu}_b\text{Ti}_c\text{O}_x$, $\text{Ca}_a\text{Ce}_b\text{Zr}_c\text{O}_x$, $\text{Co}_a\text{Ni}_b\text{Ti}_c\text{O}_x$, $\text{Co}_a\text{Ni}_b\text{Zr}_c\text{O}_x$, $\text{Co}_a\text{Pb}_b\text{Sn}_c\text{O}_x$, $\text{Cr}_a\text{Sr}_b\text{Ti}_c\text{O}_x$, $\text{Cu}_a\text{Fe}_b\text{Mn}_c\text{O}_x$, $\text{Cu}_a\text{La}_b\text{Sr}_c\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{Nb}_b\text{Ti}_c\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{Pb}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{Sr}_b\text{Ti}_c\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{Ta}_b\text{Ti}_c\text{O}_x$, $\text{Fe}_a\text{W}_b\text{Zr}_c\text{O}_x$, $\text{Ga}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$, $\text{La}_a\text{Mn}_b\text{Na}_c\text{O}_x$, $\text{La}_a\text{Mn}_b\text{Sr}_c\text{O}_x$, $\text{Mn}_a\text{Sr}_b\text{Ti}_c\text{O}_x$, $\text{Mo}_a\text{Pb}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$, $\text{Nb}_a\text{Sr}_b\text{Ti}_c\text{O}_x$, $\text{Nb}_a\text{Sr}_b\text{W}_c\text{O}_x$, $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$, $\text{Ni}_a\text{Sr}_b\text{Ti}_c\text{O}_x$, $\text{Sn}_a\text{W}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$, $\text{Sr}_a\text{Ti}_b\text{V}_c\text{O}_x$, $\text{Sr}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$, 또는 끌랫 첨가제를 가진 $\text{Ti}_a\text{W}_b\text{Zr}_c\text{O}_x$ 인 것을 포함할 수 있다.

[0050] 특정한 다른 바람직한 구현양태에서, 금속 산화물 재료는 첫번째 및 두번째 화학/전기-활성 재료의 어레이에 있는 것을 포함할 수 있고, 여기에서 화학/전기-활성 재료는

[0051] (i) 첫번째 재료가 M^1O_x 이고, 두번째 재료가 $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{O}_x$ 이고;

[0052] (ii) 첫번째 재료가 M^1O_x 이고, 두번째 재료가 $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{M}_c^3\text{O}_x$ 이고;

[0053] (iii) 첫번째 재료가 $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{O}_x$ 이고, 두번째 재료가 $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{M}_c^3\text{O}_x$ 이며;

[0054] (iv) 첫번째 재료가 처음의 M^1O_x 이고, 두번째 재료가 두번째 M^1O_x 이며;

[0055] (v) 첫번째 재료가 처음의 $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{O}_x$ 이고, 두번째 재료가 두번째 $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{O}_x$ 이고;

[0056] (vi) 첫번째 재료가 처음의 $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{M}_c^3\text{O}_x$ 이고, 두번째 재료가 두번째 $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{M}_c^3\text{O}_x$

[0057] 인 것으로 구성된 군에서의 쌍으로부터 선택되며,

[0058] 상기 식에서, M^1 은 Ce, Co, Cu, Fe, Ga, Nb, Ni, Pr, Ru, Sn, Ti, Tm, W, Yb, Zn 및 Zr로 구성된 군에서 선택되고;

[0059] M^2 및 M^3 은 각각 독립적으로 Al, Ba, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, In, K, La, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, Pb, Pr, Rb, Ru, Sb, Sc, Si, Sn, Sr, Ta, Ti, Tm, V, W, Y, Yb, Zn 및 Zr로 구성된 군에서 선택되는 것을 포함할 수 있지만;

[0060] 여기에서, M^1 및 M^2 은 $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{O}_x$ 에서 동일하지 않고, M^1 , M^2 및 M^3 은 $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{M}_c^3\text{O}_x$ 에서 동일하지 않으며,

[0061] a, b 및 c는 각각 독립적으로 약 0.0005 내지 약 1이고;

[0062] x는 존재하는 산소가 화학/전기-활성 재료에 존재하는 다른 원소의 전하와 균형을 이루기에 충분한 수이다.

- [0063] 특정한 다른 바람직한 구현양태에서, 2 이상의 화학/전기-활성 재료의 어레이는 (i) $M_1^1O_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료, (ii) $M_a^1M_b^2O_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및 (iii) $M_a^1M_b^2M_c^3O_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료로 구성된 군에서 선택될 수 있고,
- [0064] 상기 식에서, M^1 은 Al, Ce, Cr, Cu, Fe, Ga, Mn, Nb, Ni, Pr, Sb, Sn, Ta, Ti, W 및 Zn으로 구성된 군에서 선택되고;
- [0065] M^2 및 M^3 은 각각 독립적으로 Ga, La, Mn, Ni, Sn, Sr, Ti, W, Y, Zn으로 구성된 군에서 선택되는 것을 포함할 수 있으며;
- [0066] 여기에서, M^1 및 M^2 은 $M_a^1M_b^2O_x$ 에서 각각 상이하고, M^1 , M^2 및 M^3 은 $M_a^1M_b^2M_c^3O_x$ 에서 각각 상이하며,
- [0067] a, b 및 c는 각각 독립적으로 약 0.0005 내지 약 1이고;
- [0068] x는 존재하는 산소가 화학/전기-활성 재료에 존재하는 다른 원소의 전하와 균형을 이루기에 충분한 수이다.
- [0069] M^1 은 예를들어 Al, Cr, Fe, Ga, Mn, Nb, Ni, Sb, Sn, Ta, Ti 및 Zn으로 구성된 군에서 선택되거나, 또는 Ga, Nb, Ni, Sb, Sn, Ta, Ti 및 Zn으로 구성된 군에서 선택될 수 있다.
- [0070] M^2 , M^3 및 M^2 및 M^3 은 La, Ni, Sn, Ti 및 Zn으로 구성된 군, 또는 Sn, Ti 및 Zn으로 구성된 군으로부터 선택될 수 있다.
- [0071] 어레이는 4개 또는 8개와 같이 다른 수의 화학/전기-활성 재료를 함유할 수도 있고; 어레이는 $M_1^1O_x$ 를 포함한 적어도 하나의 화학/전기-활성 재료 및 각각 $M_a^1M_b^2O_x$ 를 포함하는 적어도 3개의 화학/전기-활성 재료를 함유할 수도 있다. 대안적으로, 어레이는 (i) $M_1^1O_x$ 를 포함한 적어도 하나의 화학/전기-활성 재료 및 각각 $M_a^1M_b^2O_x$ 를 포함하는 적어도 4개의 화학/전기-활성 재료; 또는 (ii) 각각 $M_1^1O_x$ 를 포함한 적어도 2개의 화학/전기-활성 재료 및 각각 $M_a^1M_b^2O_x$ 를 포함하는 적어도 4개의 화학/전기-활성 재료; 또는 (iii) 각각 $M_a^1M_b^2O_x$ 를 포함하는 적어도 3개의 화학/전기-활성 재료 및 $M_a^1M_b^2M_c^3O_x$ 를 포함하는 적어도 하나의 화학/전기-활성 재료를 함유할 수도 있다.
- [0072] 본 발명의 장치에서 유용한 화학/전기-활성 재료는 다음으로 구성된 군의 하나 이상의 요소로부터 선택될 수 있다.
- [0073] $Al_aNi_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0074] CeO_2 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0075] $Cr_aMn_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0076] $Cr_aTi_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0077] $Cr_aY_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0078] $Cu_aGa_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0079] $Cu_aLa_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0080] CuO 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0081] $Fe_aLa_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0082] $Fe_aNi_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,

- [0083] $\text{Fe}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0084] $\text{Ga}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0085] $\text{Mn}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0086] $\text{Nb}_a\text{Sr}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0087] $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0088] $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0089] $\text{Nb}_a\text{W}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0090] NiO 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0091] $\text{Ni}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0092] Pr_6O_{11} 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0093] $\text{Sb}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0094] SnO_2 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0095] $\text{Ta}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0096] $\text{Ti}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0097] WO_3 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0098] ZnO 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0099] 여기에서 a, b 및 c는 각각 독립적으로 약 0.0005 내지 약 1이고; x는 존재하는 산소가 화학/전기-활성 재료 내의 다른 원소의 전하와 균형을 이루기에 충분한 수이다.
- [0100] 본 발명에서 유용한 화학/전기-활성 재료는, 상기 목록에 기재된 것과 같은 전체 군에서 하나 이상의 요소를 생략함으로써 형성된 상기 부분군으로부터 선택될 수도 있다. 그 결과, 이러한 경우에 화학/전기-활성 재료는 상기 목록에 기재된 것과 같은 전체 군으로부터 형성될 수 있는 임의 크기의 부분군으로부터 선택되는 하나 이상의 요소(들)일 뿐만 아니라, 부분군은 부분군을 형성하기 위해 전체 군으로부터 생략된 요소를 제외할 수도 있다. 또한, 상기 목록에서의 전체 군으로부터 여러 요소들을 생략함으로써 형성된 부분군은 전체 군의 요소들 중의 어느 것을 함유할 수도 있고, 그 결과 부분군을 형성하기 위해 제외된 전체 군의 요소들이 부분군에 존재하지 않는다. 대표적인 부분군을 이하에 기재한다.
- [0101] M^1O_x 를 포함한 화학/전기-활성 재료는 예를들어 다음으로 구성된 군에서 선택될 수도 있다.
- [0102] CeO_2 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0103] CuO 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0104] NiO 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0105] Pr_6O_{11} 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0106] SnO_2 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0107] WO_3 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0108] ZnO 를 포함한 화학/전기-활성 재료.
- [0109] 이 중에서, CeO_2 를 포함한 화학/전기-활성 재료,

- [0110] SnO_2 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0111] ZnO 를 포함한 화학/전기-활성 재료로 구성된 군의 하나 이상의 요소가 프럿 첨가제를 함유할 수도 있다.
- [0112] $M_a^1 M_b^2 O_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료 또는 $M_a^1 M_b^2 M_c^3 O_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료는
- [0113] $\text{Al}_a \text{Ni}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0114] $\text{Cr}_a \text{Mn}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0115] $\text{Cr}_a \text{Ti}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0116] $\text{Cr}_a \text{Y}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0117] $\text{Cu}_a \text{Ga}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0118] $\text{Cu}_a \text{La}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0119] $\text{Fe}_a \text{La}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0120] $\text{Fe}_a \text{Ni}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0121] $\text{Fe}_a \text{Ti}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0122] $\text{Ga}_a \text{Ti}_b \text{Zn}_c \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0123] $\text{Mn}_a \text{Ti}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0124] $\text{Nb}_a \text{Sr}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0125] $\text{Nb}_a \text{Ti}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0126] $\text{Nb}_a \text{Ti}_b \text{Zn}_c \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0127] $\text{Nb}_a \text{W}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0128] $\text{Ni}_a \text{Zn}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0129] $\text{Sb}_a \text{Sn}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0130] $\text{Ta}_a \text{Ti}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0131] $\text{Ti}_a \text{Zn}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0132] 로 구성된 군에서 선택될 수도 있다.
- [0133] 이들 중에서, 다음으로 구성된 하나 이상의 요소들은 프럿 첨가제를 함유할 수도 있다:
- [0134] $\text{Al}_a \text{Ni}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0135] $\text{Cr}_a \text{Ti}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0136] $\text{Cu}_a \text{La}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0137] $\text{Fe}_a \text{La}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0138] $\text{Fe}_a \text{Ni}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0139] $\text{Fe}_a \text{Ti}_b \text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,

- [0140] $\text{Ga}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0141] $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0142] $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0143] $\text{Nb}_a\text{W}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0144] $\text{Ni}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0145] $\text{Sb}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0146] $\text{Ta}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0147] $\text{Ti}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료.
- [0148] 본 발명의 장치에서, $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료는,
- [0149] $\text{Al}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0150] $\text{Cr}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0151] $\text{Fe}_a\text{La}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0152]로 구성된 군, 또는
- [0153] $\text{Cr}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0154] $\text{Fe}_a\text{La}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0155] $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0156]로 구성된 군, 또는
- [0157] $\text{Fe}_a\text{La}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0158] $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0159] $\text{Ni}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0160]로 구성된 군, 또는
- [0161] $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0162] $\text{Ni}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0163] $\text{Sb}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0164]로 구성된 군, 또는
- [0165] $\text{Al}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0166] $\text{Cr}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0167] $\text{Fe}_a\text{La}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0168]로 구성된 군, 또는
- [0169] $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,

- [0170] $\text{Ni}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0171] $\text{Sb}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0172] 로 구성된 군, 또는
- [0173] $\text{Al}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0174] $\text{Cr}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0175] $\text{Mn}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0176] 로 구성된 군, 또는
- [0177] $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0178] $\text{Ni}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0179] $\text{Sb}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0180] 로 구성된 군, 또는
- [0181] $\text{Ni}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0182] $\text{Sb}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0183] $\text{Ta}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0184] 로 구성된 군, 또는
- [0185] $\text{Sb}_a\text{Sn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0186] $\text{Ta}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0187] $\text{Ti}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0188] 로 구성된 군, 또는
- [0189] $\text{Cr}_a\text{Mn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0190] $\text{Cr}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0191] $\text{Cr}_a\text{Y}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0192] 로 구성된 군, 또는
- [0193] $\text{Cr}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0194] $\text{Cr}_a\text{Y}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0195] $\text{Cu}_a\text{Ga}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0196] 로 구성된 군, 또는
- [0197] $\text{Cr}_a\text{Y}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0198] $\text{Cu}_a\text{Ga}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0199] $\text{Cu}_a\text{La}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0200] 로 구성된 군, 또는

- [0201] $\text{Cu}_a\text{Ga}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0202] $\text{Cu}_a\text{La}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0203] $\text{Fe}_a\text{La}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0204] 로 구성된 군, 또는
- [0205] $\text{Cr}_a\text{Mn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0206] $\text{Cr}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0207] $\text{Cr}_a\text{Y}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0208] $\text{Cu}_a\text{Ga}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0209] $\text{Cu}_a\text{La}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0210] $\text{Fe}_a\text{La}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0211] 로 구성된 군, 또는
- [0212] $\text{Cr}_a\text{Y}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0213] $\text{Cu}_a\text{Ga}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0214] $\text{Cu}_a\text{La}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0215] 로 구성된 군, 또는
- [0216] $\text{Cu}_a\text{Ga}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0217] $\text{Cu}_a\text{La}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0218] $\text{Fe}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0219] 로 구성된 군, 또는
- [0220] $\text{Cr}_a\text{Mn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0221] $\text{Mn}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0222] $\text{Nb}_a\text{Sr}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0223] 로 구성된 군에서 선택될 수도 있다.
- [0224] 본 발명의 장치에서, $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료 또는 $\text{M}_a^1\text{M}_b^2\text{M}_c^3\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료는,
- [0225] $\text{Cr}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0226] $\text{Mn}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0227] $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0228] 로 구성된 군, 또는
- [0229] $\text{Mn}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0230] $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0231] $\text{Ta}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료

- [0232] 로 구성된 군, 또는
- [0233] Nb_aTi_bZn_cO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0234] Ta_aTi_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0235] Ti_aZn_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0236] 로 구성된 군, 또는
- [0237] Al_aNi_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0238] Cr_aTi_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0239] Mn_aTi_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0240] Nb_aTi_bZn_cO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0241] Ta_aTi_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0242] Ti_aZn_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0243] 로 구성된 군, 또는
- [0244] Ga_aTi_bZn_cO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0245] Nb_aTi_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0246] Ni_aZn_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0247] 로 구성된 군, 또는
- [0248] Ga_aTi_bZn_cO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0249] Nb_aTi_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0250] Ni_aZn_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0251] Sb_aSn_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0252] Ta_aTi_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0253] Ti_aZn_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0254] 로 구성된 군, 또는
- [0255] Cu_aLa_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0256] Fe_aTi_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0257] Ga_aTi_bZn_cO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0258] 로 구성된 군, 또는
- [0259] Fe_aTi_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0260] Ga_aTi_bZn_cO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0261] Nb_aW_bO_x을 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0262] 로 구성된 군, 또는

- [0263] $\text{Cr}_a\text{Y}_b\text{O}_x$ 을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0264] $\text{Cu}_a\text{Ga}_b\text{O}_x$ 을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0265] $\text{Cu}_a\text{La}_b\text{O}_x$ 을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0266] $\text{Fe}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0267] $\text{Ga}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$ 을 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0268] $\text{Nb}_a\text{W}_b\text{O}_x$ 을 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0269] 로 구성된 군, 또는
- [0270] $\text{Mn}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0271] $\text{Nb}_a\text{Sr}_b\text{O}_x$ 을 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0272] $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$ 을 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0273]로 구성된 군에서 선택될 수도 있다.
- [0274] 본 발명의 장치에서, M^1O_x 를 포함한 화학/전기-활성 재료, $\text{M}^1_a\text{M}^2_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료 또는 $\text{M}^1_a\text{M}^2_b\text{M}^3_c\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료는,
- [0275] $\text{Ga}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0276] $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0277] $\text{Ni}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0278] SnO_2 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0279]로 구성된 군, 또는
- [0280] $\text{Ga}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0281] $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0282] $\text{Ni}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0283] SnO_2 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0284] $\text{Ta}_a\text{Ti}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0285] $\text{Ti}_a\text{Zn}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0286]로 구성된 군, 또는
- [0287] $\text{Nb}_a\text{Sr}_b\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0288] $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0289] Pr_6O_{11} 을 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0290]로 구성된 군, 또는
- [0291] $\text{Nb}_a\text{Ti}_b\text{Zn}_c\text{O}_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0292] Pr_6O_{11} 을 포함한 화학/전기-활성 재료, 및

- [0293] $Ti_aZn_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0294] 로 구성된 군, 또는
- [0295] $Cr_aMn_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0296] $Mn_aTi_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0297] $Nb_aSr_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0298] $Nb_aTi_bZn_cO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료,
- [0299] Pr_6O_{11} 를 포함한 화학/전기-활성 재료, 및
- [0300] $Ti_aZn_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료
- [0301] 로 구성된 군에서 선택될 수 있다.
- [0302] 본 발명의 장치에서, M^1O_x 를 포함하는 화학/전기-활성 재료 또는 $M^1_aM^2_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료는,
- [0303] $Nb_aTi_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0304] $Ni_aZn_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및
- [0305] SnO_2 를 포함하는 화학/전기-활성 재료
- [0306] 로 구성된 군, 또는
- [0307] $Ni_aZn_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0308] SnO_2 를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및
- [0309] $Ta_aTi_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료
- [0310] 로 구성된 군, 또는
- [0311] SnO_2 를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0312] $Ta_aTi_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및
- [0313] $Ti_aZn_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료
- [0314] 로 구성된 군, 또는
- [0315] $Nb_aTi_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0316] $Ni_aZn_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0317] $Sb_aSn_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및
- [0318] ZnO 를 포함하는 화학/전기-활성 재료
- [0319] 로 구성된 군, 또는
- [0320] $Ni_aZn_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0321] $Sb_aSn_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0322] $Ta_aTi_bO_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및
- [0323] ZnO 를 포함하는 화학/전기-활성 재료

- [0324] 로 구성된 군, 또는
- [0325] Sb_aSn_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0326] Ta_aTi_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0327] Ti_aZn_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및
- [0328] ZnO를 포함하는 화학/전기-활성 재료
- [0329] 로 구성된 군, 또는
- [0330] Ta_aTi_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0331] Ti_aZn_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및
- [0332] ZnO를 포함하는 화학/전기-활성 재료
- [0333] 로 구성된 군, 또는
- [0334] Nb_aTi_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0335] Ni_aZn_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0336] Sb_aSn_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0337] Ta_aTi_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0338] Ti_aZn_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및
- [0339] ZnO를 포함하는 화학/전기-활성 재료
- [0340] 로 구성된 군, 또는
- [0341] Al_aNi_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0342] Cr_aMn_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및
- [0343] CuO를 포함하는 화학/전기-활성 재료
- [0344] 로 구성된 군, 또는
- [0345] Cr_aMn_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0346] CuO를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및
- [0347] Nb_aSr_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료
- [0348] 로 구성된 군, 또는
- [0349] CuO를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0350] Nb_aSr_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및
- [0351] Pr_aO₁₁를 포함하는 화학/전기-활성 재료
- [0352] 로 구성된 군, 또는
- [0353] Nb_aSr_bO_x를 포함하는 화학/전기-활성 재료,
- [0354] Pr₆O₁₁를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및
- [0355] WO₃를 포함하는 화학/전기-활성 재료

[0356] 로 구성된 군, 또는

[0357] $\text{Al}_a\text{Ni}_b\text{O}_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료,

[0358] $\text{Cr}_a\text{Mn}_b\text{O}_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료,

[0359] CuO 를 포함하는 화학/전기-활성 재료,

[0360] $\text{Nb}_a\text{Sr}_b\text{O}_x$ 를 포함하는 화학/전기-활성 재료,

[0361] Pr_6O_{11} 를 포함하는 화학/전기-활성 재료, 및

[0362] WO_3 를 포함하는 화학/전기-활성 재료

[0363] 로 구성된 군에서 선택될 수 있다.

[0364] 기판에 화학/전기-활성 재료를 침착시키는 방법이 적절하다. 침착을 위해 사용된 한가지 기술은, 전극이 스크린 인쇄된 알루미나 기판 위에 반도전성 재료를 도포하는 것이다. 반도전성 재료를 기판 위에 핸드 페인팅하거나, 웰 내에 재료를 피펫팅하거나, 얇은 필름 침착 또는 두꺼운 필름 인쇄 기술에 의하여, 반도전성 재료를 전극의 위에 침착시킬 수 있다. 대부분의 기술 다음에는, 반도전성 재료를 소결하기 위한 최종적인 소성을 수행한다.

[0365] 기판을 전극 및 화학/전기-활성 재료와 스크린-인쇄하기 위한 기술을 도 2 내지 3에 예증한다. 도 2는 유전성 재료로 도금된 교합 전극을 사용하고, 화학/전기-활성 재료가 침착될 수 있는 블랭크 웰을 형성하는 방법을 나타낸다. 도 3은, 12-재료 어레이 칩을 제공하기 위하여 기판의 양면 위에 인쇄된 6개 재료의 어레이를 위한 전극 스크린 패턴을 나타낸다. 전극 중의 2개가 평행하고 따라서 단지 6개의 특유의 재료를 보유한다. 도 3에 나타낸 어레이의 위에서부터 아래로 세어서, 윗쪽 2개 재료는 이들이 함께 접촉된 스플릿 전극에 의해서만 동시에 접근될 수 있다. 그 아래에 유전성 재료를 위한 스크린 패턴이 있고, 이것은 재료가 기체 혼합물, 예컨대 기체에 대한 센서 재료의 감도를 감소시키거나 결손을 일으킬 수 있는 매연 침착물과의 접촉에 의해 오염되는 것을 막기 위해 기판의 양면에서 전극 윗면 위에 스크린 인쇄된다. 그 아래에, 실제 센서 재료를 위한 스크린 패턴이 있다. 이것은 전극 윗면에 있는 유전체의 구멍에 인쇄된다. 하나 이상의 재료가 어레이에서 사용될 때, 각각의 재료는 한 번에 한 종류씩 인쇄된다.

[0366] 두께와 같은 특징을 포함하여 어레이로 조립된 센서 재료의 기하구조, 센서로서 사용하기 위한 화합물 또는 조성물의 선택, 및 어레이를 가로질러 적용된 전압은, 요구되는 감도에 따라 변할 수 있다. 원한다면, 사용 요건이 지시할 수 있듯이, 약 150nm 이하, 또는 약 100mm 이하, 또는 약 50mm 이하, 또는 약 25mm 이하, 또는 약 18mm 이하의 직경을 가진 원 크기의 개구부를 통해 장치가 통과할 수 있도록 장치의 크기를 구성할 수도 있다. 센서 재료는, 약 1 내지 약 20 볼트, 바람직하게는 약 1 내지 약 12 볼트의 전압이 센서 재료를 가로질러 적용되는 회로에 병렬로 연결되는 것이 바람직하다.

[0367] 나타낸 바와 같이, 측정될 수 있는 전기적 반응 특징의 유형은 AC 임피던스 또는 저항, 용량, 전압, 전류 또는 DC 저항을 포함한다. 기체 혼합물 및/또는 그 안의 성분 분석을 수행하기 위해 측정되는 센서 재료의 전기적 반응 특징으로서 저항을 사용하는 것이 바람직하다. 예를들어, 적절한 센서 재료는 약 400°C 이상의 온도에 있을 때 적어도 약 1 $\text{ohm}\cdot\text{cm}$ 이상, 바람직하게는 적어도 약 10 $\text{ohm}\cdot\text{cm}$ 이지만 약 10^6 $\text{ohm}\cdot\text{cm}$ 이하, 바람직하게는 약 10^5 $\text{ohm}\cdot\text{cm}$ 이하, 더욱 바람직하게는 약 10^4 $\text{ohm}\cdot\text{cm}$ 이하인 저항을 갖는 것일 수 있다. 이러한 센서 재료는, 바람직하게는 약 400°C 이상의 온도에서, 기체 혼합물에 노출시에, 노출이 없을 때의 저항에 비하여 약 0.1% 이상, 바람직하게는 약 1% 이상의 저항 변화를 나타내는 것으로 특징화될 수도 있다. 이러한 재료를 사용하여, 다성분 기체 혼합물에 노출시에 재료에 의해 나타나는 저항에 비례한 시그널이 발생될 수도 있다.

[0368] 혼합물 및/또는 그 안의 주요 기체 성분을 분석하기 위한 목적으로 측정되는 반응 특징의 유형에 무관하게, 연장된 기간에 걸쳐 반응 특징의 정량화 값이 안정하도록 하기 위하여 센서 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 센서 재료를 분석물질을 함유한 혼합물에 노출시킬 때, 분석물질의 농도는 그것이 함유된 특정한 기체 혼합물의 조성의 함수이고, 센서 재료의 반응 값은 일정 온도에서 장기간에 걸쳐 혼합물에 노출하는 동안에 일정하게 유지되거나 또는 단지 작은 정도만 변하는 것이 바람직하다. 예를들어, 반응 값이 변한다면, 이것은 약 1분 이상의 기간에 걸쳐, 또는 바람직하게는 약 1 시간 이상, 바람직하게는 약 10 시간 이상, 더욱 바람직하게는 약 100 시간 이상, 가장 바람직하게는 약 1000 시간 이상의 기간에 걸쳐 약 20% 이하, 바람직하게는 약 10% 이하, 더욱

바람직하게는 약 5% 이하, 가장 바람직하게는 약 1% 이하로 변할 것이다. 상기 기재된 센서 재료의 유형의 장점 중의 하나는, 이들이 일종의 반응 안정성을 특징으로 한다는 점이다.

[0369] 물질 기체 또는 기체들의 부분군을 함유하는 다성분 기체 혼합물을 고려하여 화학/전기-활성 재료에 의해 나타나는 전기적 반응 특징은, 분석물질(들)을 함유한 기체 혼합물과 화학/전기-활성 재료의 표면의 접촉으로부터 유래된다. 전기적 반응 특징은 용량, 전압, 전류, AC 임퍼던스, 또는 AC 또는 DC 저항과 같은 전기적 성질이고, 이것은 다성분 기체 혼합물에 화학/전기-활성 재료를 노출시키는 것에 의해 영향을 받는다. 전기적 성질의 정량화 값 또는 그에 비례하는 시그널, 또는 전기적 성질의 변화는, 재료를 기체 혼합물에 노출시키는 동안에 1회 이상에서 유용한 측정치로서 수득될 수 있다. 그러나, 과다하거나 심지어 정상적인 작업 조건 동안에, 그의 감도를 감소시키거나, 전기적 반응 특징의 안정성을 감소시키거나 또는 전기적 반응 특징의 변화가 검출되는 속도를 감소시키는 혼합물에 화학/전기-활성 재료를 노출시킬 수도 있다.

[0370] 화학/전기-활성 재료의 감도는, 화학/전기-활성 재료를 기체 혼합물에 노출시킬 때 측정되는 전기적 반응 특징의 상대적인 크기, 정도 또는 양에 관련된다. 감도는 $\Delta R / \Delta C$ 에 의해 주어지고, 여기에서 ΔR 은, 다성분 기체 혼합물 중에 있는 성분 기체 또는 기체의 부분군의 농도 변화의 결과로서 선택된 온도에서 화학/전기-활성 재료에 의해 경험되는, 저항의 변화 또는 저항에 비례하는 시그널 크기의 변화를 나타내고, ΔC 는 성분 기체 또는 기체의 부분군의 농도 변화를 나타낸다. 농도 변화를 결정하는 각각의 기체 또는 기체의 부분군은 여기에 개시된 어떠한 기체 또는 부분군일 수 있다.

[0371] 화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징의 안정성은 $\Delta E / T$ 로 주어지는 비율이고, 여기에서 ΔE 는 선택된 기간에 걸쳐 다성분 기체 혼합물에 노출된 결과 발생하는 전기적 반응 특징의 정량화 수치 변화이거나 또는 전기적 반응 특징에 비례하는 시그널의 크기 변화이고, T 는 선택된 기간이다.

[0372] 저항의 변화는 ohm의 단위로 측정될 수 있고; 농도 변화는 예를 들어 ppm으로 측정될 수 있고; 전기적 반응 특징의 변화는 반응 특징의 단위로 측정되고; 속도 변화는 예를 들어 주기 또는 시간의 단위로 측정되거나 또는 광도 측정 수단에서 가열 또는 냉각 속도에 의해 또는 광전기 수단에 의해 측정될 수 있다.

[0373] 다성분 기체 혼합물에 대한 재료의 예상된 반응을 모형화하고 예상된 반응으로부터의 편차를 검출하는 알고리즘에 의하여, 화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징의 안정성 저하를 검출할 수 있다. 알고리즘은, 편차가 감도 및/또는 속도의 감소를 나타내는지의 여부를 예측하기 위해 기록될 수 있고, 따라서 전기적 반응 특징의 1가지, 2가지 또는 3가지 모든 속성을 증가시키기 위한 단계를 취하는 것을 필요로 할 수 있다. 예를 들어 다성분 기체 혼합물 중에 있는 하나 이상의 질소 산화물에 화학/전기-활성 재료가 노출된 후에, 안정성 소실의 문제가 종종 발생한다.

[0374] 화학/전기-활성 재료에 있어서 감도, 안정성 또는 속도의 저하는, 분석물질(들)을 포함한 다양한 각종 기체가 그 안에 흡수되는 것에 의해 발생될 수 있지만, 특히 그 위에 흡착되는 것에 의해 발생될 수 있다. 이러한 기체는 단지 서서히 탈착된다. 이렇게 쇠퇴된 센서는 저 농도의 분석물질 기체(들)에 노출될 때 단지 느리게 반응할 수 있다. 고 농도의 다양한 기체에 의해 유발된 감도, 안정성 및/또는 속도 감소 효과는 "포화" 효과인 것으로 생각될 수 있다. 고 농도 노출로부터 포화된 후에, 이후에 만나게 될 저 농도의 분석물질(들)에 대해 바람직한 방식으로 반응하기에 앞서서, 센서를 회복시키기 위해 필요한 시간을 "블라인드(blind) 시간"이라 일컫는다.

[0375] 센서 쇠퇴의 예는, 차량 배기 가스 중의 질소 산화물을 측정하기 위해 화학/전기-활성 재료가 사용될 때 발생하는 사건이며, 센서가 NOx 저장 촉매의 재생 동안 높은 질소 산화물 수준에 노출된다. 이러한 노출 동안에 NOx에 대한 화학/전기-활성 재료의 반응이 감소될 뿐만 아니라, NOx 농도 수준이 결국 감소될 때에만 단지 화학/전기-활성 재료가 서서히 회복된다. 화학/전기-활성 재료가 이와 같은 방식으로 쇠퇴될 때, 이것은 최대 성능으로 복원되어야 한다. 그 결과, 본 발명의 중요한 측면은, 화학/전기-활성 재료의 감도, 안정성 및/또는 속도를 증가시키는 방법이고, 이 방법은 기재된 것과 같은 쇠퇴의 경우에 유용하다.

[0376] 화학/전기-활성 재료의 감도, 안정성 및/또는 속도는 그의 온도를 상승시킴으로써 증가될 수 있다. 증가된 온도에서, 분석물질(들)과 같은 기체가 화학/전기-활성 재료의 공극 내 및 공극 위에 남아있으려는 경향이 감소된다. 화학/전기-활성 재료가 장착된 기관 내에 혼입되어 있는 히터를 사용하여, 화학/전기-활성 재료의 온도를 상승시킬 수도 있다. 원한다면, 화학/전기-활성 재료를 사용하는 동안에, 미리 선택된 시간이 경과한 후에 온도를 상승시킴으로써 온도 증가가 규칙적인 간격으로 일어날 수도 있으며, 이것을 주기적으로 또는 시간마다 측정할 수 있다.

- [0377] 또한 NOx 저장 촉매의 예에서, 높은 기체 농도 기간 동안 (예를들어, 센서가 환원 조건에 있을 때 촉매 재생 기간 동안) 센서 재료의 온도가 상승할 수 있거나, 또는 기체 농도가 낮은 수준으로 돌아갈 때 (예를들어, 기체 혼합물이 다시 산화 환경을 제공할 때) 온도가 증가될 수 있다. 특정한 시점에서 엔진 상태에 대한 정보, 예를 들어 엔진이 산화 또는 환원 배기를 생성하는지의 여부가, 엔진 조절 장치로부터 센서 조절 시스템에 제공될 수 있다. 센서 재료의 최소 작업 온도는 예측되거나 경험적인 기체 농도의 함수로서 형성될 수 있다.
- [0378] 대안적으로, 센서의 온도는 혼합물 중에 있는 각 분석물질 성분의 평균 농도 또는 분석물질로서의 기체의 부분군의 평균 농도의 함수로서 변할 수 있다. NOx 저장 촉매의 예에서, 촉매 재생 동안에 기체 혼합물을 조절하기 위하여 센서로부터의 기체 농도에 관한 정보를 이용할 수 있다. 엔진에 의해 생성되고 촉매 재생을 위해 사용된 일산화탄소의 농도는, 예를들어 재생 공정을 최적화하고 NOx 포화가 센서에 미치는 해로운 영향을 최소화하기 위해 임의의 양상으로 조절될 수 있다.
- [0379] 추가의 대안에서, 센서 저항을 측정하기 위해 사용되는 센서 자극 전압은 측정된 기체 농도의 함수로서 변화될 수 있다.
- [0380] 화학/전기-활성 재료의 감도가 증가할 때, 화학/전기-활성 재료는 첫번째 온도에서 첫번째 감도를 가질 수 있다. 화학/전기-활성 재료의 온도는, 재료의 감도가 첫번째 감도보다 더 높은 두번째 감도로 증가되는 두번째 온도까지 상승될 수도 있다. 원한다면, 미리 선택된 기간이 경과한 후에 온도가 상승될 수도 있다.
- [0381] 원한다면, 첫번째 감도가 미리 선택된 정량화 값과 동일한지 아닌지의 여부를 결정하거나, 또는 다성분 기체 혼합물 중의 분석물질 성분의 농도가 미리 선택된 값과 동일한지 아닌지의 여부를 결정하는 것이 가능하다. 분석물질 성분은 여기에 기재된 각각의 기체 또는 기체의 부분군 중의 어느 것일 수도 있다. 이러한 결정은 미리 선택된 기간이 경과한 후에 수행될 수도 있다.
- [0382] 첫번째 감도와 미리 선택된 정량화 값 사이의 차이의 절대 값은, 원하는 바에 따라 미리-선택된 값의 80% 이하, 40% 이하, 20% 이하, 10% 이하, 또는 5% 이하일 수 있다. 두번째 감도는 원하는 바에 따라 미리-선택된 값보다 5% 이상, 10% 이상, 20% 이상, 40% 이상 또는 80% 이상으로 클 수도 있다. 두번째 감도는 원하는 바에 따라 첫번째 감도보다 25% 이상, 50% 이상, 100% 이상 또는 200% 이상으로 클 수도 있다. 원한다면, 첫번째 감도를 계산하는 단계를 또한 포함할 수 있다.
- [0383] 화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징의 안정성을 증가시킬 때, 화학/전기-활성 재료는 첫번째 온도에서 첫번째 안정성을 가질 수 있다. 화학/전기-활성 재료의 온도는, 재료의 안정성을 첫번째 안정성보다 큰 두번째 안정성으로 증가시키는 두번째 온도까지 상승될 수도 있다. 원한다면, 미리 선택된 기간이 경과한 후에 온도가 상승될 수도 있다.
- [0384] 원한다면, 첫번째 안정성이 미리 선택된 정량화 값과 동일한지 아닌지의 여부를 결정하거나, 또는 다성분 기체 혼합물 중의 분석물질 성분의 농도가 미리 선택된 값과 동일한지 아닌지의 여부를 결정하는 것이 가능하다. 분석물질 성분은 여기에 기재된 각각의 기체 또는 기체들의 부분군의 어느 것일 수도 있다. 이러한 결정은 미리 선택된 기간이 경과한 후에 수행될 수도 있다.
- [0385] 첫번째 안정성과 미리 선택된 정량화 값 사이의 차이의 절대값은 원하는 바에 따라 미리 선택된 값의 80% 이하, 40% 이하, 20% 이하, 10% 이하, 또는 5% 이하일 수도 있다. 두번째 안정성은 원하는 바에 따라 미리 선택된 값보다 5% 이상, 10% 이상, 20% 이상, 40% 이상 또는 80% 이상만큼 더 클 수도 있다. 두번째 안정성은 원하는 바에 따라 첫번째 안정성보다 25% 이상, 50% 이상, 100% 이상 또는 200% 이상만큼 더 클 수도 있다. 원한다면, 첫번째 안정성을 계산하는 단계를 또한 포함할 수도 있다.
- [0386] 화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징의 변화가 검출되는 속도를 증가시킬 때, 전기적 반응 특징 변화의 검출은 첫번째 온도에서 첫번째 속도로 일어날 수도 있다. 화학/전기-활성 재료의 온도는, 화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징이 검출되는 속도가 첫번째 속도보다 더 높은 두번째 속도로 증가되는 두번째 온도까지 상승될 수도 있다. 원한다면, 미리 선택된 기간이 경과한 후에 온도를 증가시킬 수도 있다.
- [0387] 원한다면, 첫번째 속도가 미리 선택된 정량화 값과 동일한지 아닌지의 여부를 결정하거나, 다성분 기체 혼합물 중의 분석물질 성분의 농도가 미리 선택된 값과 동일한지 아닌지의 여부를 결정하는 것도 가능하다. 분석물질 성분은 여기에 기재된 각 기체 또는 기체들의 부분군의 어느 것일 수도 있다. 이러한 결정은 미리 선택된 기간이 경과한 후에 수행될 수도 있다.
- [0388] 첫번째 속도와 미리 선택된 정량화 값 사이의 차이의 절대값은 원하는 바에 따라 미리-선택된 값의 80% 이하,

40% 이하, 20% 이하, 10% 이하 또는 5% 이하일 수도 있다. 두번째 속도는 원하는 바에 따라 미리 선택된 값보다 5% 이상, 10% 이상, 20% 이상, 40% 이상 또는 80% 이상만큼 더 클 수도 있다. 두번째 속도는 원하는 바에 따라 첫번째 속도보다 25% 이상, 50% 이상, 100% 이상, 또는 200% 이상만큼 더 클 수도 있다. 원한다면, 첫번째 속도를 계산하는 단계를 포함할 수도 있다.

[0389] 여기에 기재된 방법에서, 화학/전기-활성 재료의 온도를 원하는 바에 따라 25°C 이상, 50°C 이상, 100°C 이상 또는 200°C 이상 만큼 상승시킬 수도 있다. 첫번째 온도는 원하는 바에 따라 적어도 400°C, 적어도 500°C, 적어도 600°C, 적어도 700°C, 적어도 800°C 또는 적어도 900°C일 수도 있다. 화학/전기-활성 재료의 온도는 원하는 바에 따라 500°C 이상, 600°C 이상, 700°C 이상, 800°C 이상, 900°C 이상, 또는 1000°C 이상의 두번째 온도까지 상승될 수도 있다. 미리 선택된 기간은 주기 또는 시간으로 측정될 수 있다.

[0390] 화학/전기-활성 재료의 감도를 증가시킬 때, 화학/전기-활성 재료는 분석물질과 같은 기체 성분의 첫번째 농도에서 첫번째 감도를 가질 수도 있다. 기체 성분의 농도는, 화학/전기-활성 재료의 감도가 첫번째 감도보다 더 높은 두번째 감도로 증가되는 두번째 농도까지 저하될 수도 있다. 원한다면, 주기 또는 시간으로 측정된 미리 선택된 기간을 경과한 후에 기체 성분의 농도가 감소될 수도 있다.

[0391] 원한다면, 첫번째 감도가 미리 선택된 정량화 값과 동일한지 아닌지의 여부를 결정하거나 다성분 기체 혼합물 중의 기체 성분의 농도가 미리 선택된 값과 동일한지 아닌지의 여부를 결정하는 것도 가능하다. 기체 성분은 여기에 기재된 각각의 기체 또는 기체들의 부분군 중의 어느 것일 수 있다. 기체 성분의 농도는, 여기에 기재된 각각의 기체 또는 기체들의 부분군의 어느 것일 수도 있는 다른 기체 또는 기체들과의 접촉에 의해 저하될 수도 있다. 예를들어, NOx의 농도는 일산화탄소와 NOx를 접촉시킴으로써 감소될 수도 있다. 기체 성분의 농도는 원하는 바에 따라 적어도 5%, 적어도 10%, 적어도 20%, 적어도 40% 또는 적어도 80% 만큼 저하될 수도 있다. 기체 성분의 농도는, 화학/전기-활성 재료의 전기적 반응 특징의 안정성을 증가시키거나, 전기적 반응 특징의 변화가 검출되는 속도를 증가시키기 위하여 감소될 수도 있다.

[0392] 첫번째 감도와 미리 선택된 정량화 값 사이의 차이의 절대값은 원하는 바에 따라 미리 선택된 값의 80% 이하, 40% 이하, 20% 이하, 10% 이하, 또는 5% 이하일 수도 있다. 두번째 감도는 원하는 바에 따라 미리 선택된 값보다 5% 이상, 10% 이상, 20% 이상, 40% 이상 또는 80% 이상만큼 더 클 수도 있다. 두번째 감도는 원하는 바에 따라 첫번째 감도보다 25% 이상, 50% 이상, 100% 이상 또는 200% 이상 더 클 수도 있다. 원한다면, 첫번째 감도를 계산하는 단계를 또한 포함할 수도 있다.

[0393] 다성분 기체 혼합물에 대해 전기적 반응 특징을 나타내는 화학/전기-활성 재료에서, 본 발명의 다른 대안적인 구현양태는 다음을 포함할 수도 있다:

[0394] 화학/전기-활성 재료의 감도를 결정하거나 측정하고, 화학/전기-활성 재료의 온도를 화학/전기-활성 재료의 감도가 증가되는 두번째 온도까지 상승시킴으로써, 첫번째 온도에서의 화학/전기-활성 재료의 감도를 증가시키는 방법;

[0395] 첫번째 양으로부터 두번째 양으로 화학/전기-활성 재료의 감도 감소를 결정하거나 측정하고, 화학/전기-활성 재료의 감도가 두번째 양 이상으로 증가되는 두번째 온도까지 화학/전기-활성 재료의 온도를 상승시킴으로써, 화학/전기-활성 재료의 감도를 증가시키는 방법;

[0396] 첫번째 온도를 가진 기체 혼합물에 화학/전기-활성 재료를 노출시킨 다음, 노출 후 미리 선택된 기간이 경과한 후에 화학/전기-활성 재료의 감도를 결정하거나 측정하고, 화학/전기-활성 재료의 온도를 화학/전기-활성 재료의 감도가 증가되는 두번째 온도까지 상승시킴으로써, 화학/전기-활성 재료의 감도를 증가시키는 방법;

[0397] 분석물질 성분의 농도 증가를 결정하고, 화학/전기-활성 재료의 감도를 결정하고, 화학/전기-활성 재료의 온도를 화학/전기-활성 재료의 감도가 증가되는 두번째 온도까지 상승시킴으로써, 첫번째 온도에서의 화학/전기-활성 재료의 감도를 증가시키는 방법;

[0398] 첫번째 양으로부터 두번째 양으로 화학/전기-활성 재료의 감도 감소를 결정하거나 측정하고, 혼합물 중의 분석물질 성분의 농도를 화학/전기-활성 재료의 감도가 두번째 양 이상으로 증가되는 농도까지 감소시키는 것을 포함하는, 화학/전기-활성 재료의 감도 증가 방법.

[0399] 어레이를 기체 혼합물에 노출시킬 때 각각의 화학/전기-활성 재료에 대해 전기적 반응이 결정되고, 반응을 결정하기 위한 수단은 센서 재료들을 상호연결시키는 전도체를 포함한다. 전기 신호의 형태로 센서 재료에 의해 나타나는 반응을 측정하고 기록하기 위하여, 전도체는 다시 데이터 획득 및 조작 장치를 포함하는 전기 입력 및

출력 회로에 적절하게 연결된다. 반응 값, 예컨대 저항에 관련된 측정값은 시그널의 크기에 의해 나타날 수도 있다. 분석물질이 하나 이상의 각각의 기체이든 및/또는 기체들의 하나 이상의 부분군이든간에, 혼합물 중에 있는 각각의 분석물질 성분에 대하여 센서의 어레이에 의해 하나 이상의 시그널이 발생될 수 있다.

[0400] 다른 각각의 화학/전기-활성 재료와는 별개로, 각각의 화학/전기-활성 재료에 대해 전기적 반응이 결정된다. 이것은, 그 안의 하나의 재료와 다른 재료 사이를 구별짓는 시그널, 예를들어 시간 도메인 또는 주파수 도메인을 제공하기 위한 멀티플렉서를 사용하여, 각각의 화학/전기-활성 재료를 연속적으로 전기 전류와 접근시킴으로써 달성될 수 있다. 결국, 화학/전기-활성 재료를 어떠한 다른 재료와 함께 직렬회로로 연결시키지 않는 것이 바람직하다. 그럼에도 불구하고, 화학/전기-활성 재료에 전류를 통과시키는 하나의 전극을 하나 이상의 재료와 접촉되도록 놓을 수도 있다. 전극은 어레이 내의 전부, 또는 전부보다 적은 화학/전기-활성 재료와 접촉될 수 있다. 예를들어, 어레이가 12개의 화학/전기-활성 재료를 갖는다면, 전극은 2, 3, 4, 5 또는 6개 군(또는 임의로 각 경우에 그 이상)의 화학/전기-활성 재료의 각 요소와 접촉될 수도 있다. 바람직하게는, 화학/전기-활성 재료의 군의 각 요소에 연속적으로 전기 전류를 통과시키도록 전극을 놓을 수 있다.

[0401] 센서 재료에 전압 공급원을 연결하기 위하여 인쇄된 회로와 같은 전도체를 사용할 수도 있고, 센서 재료를 가로질러 전압이 적용될 때 상응하는 전류가 재료 전체에 발생된다. 전압이 AC 또는 DC일 수도 있으나, 전압의 크기는 전형적으로 일정하게 유지된다. 얻어지는 전류는 적용된 전압 및 센서 재료의 저항 양쪽 모두에 비례한다. 전류, 전압 또는 저항 형태의 재료의 반응이 결정될 수도 있으며, 이것을 수행하기 위한 수단은 정밀 레지스터, 필터 축전기 및 작동 증폭기 (예컨대 OPA 4340)과 같은 시판되는 아날로그 회로 부품을 포함한다. 전압, 전류 및 저항은 각각 다른 2가지 전기적 성질의 공지된 함수이기 때문에, 하나의 성질에 대해 알려진 양은 다른 성질의 양으로 쉽게 전환될 수 있다.

[0402] 저항은 예를들어 전기적 반응의 디지털화와 관련되어 결정될 수 있다. 전기적 반응을 디지털화하기 위한 수단은 당 기술분야에 알려진 바와 같이 아날로그 대 디지탈(A/D) 전환기를 포함하고, 예를들어 비교측정기의 작업과 관련된 전기 부품 및 회로를 포함할 수도 있다. 상기 기재된 바와 같이 센서 재료에 걸쳐 전압을 적용한 결과로서 유래된 전압 시그널 형태의 전기적 반응은, 비교측정기 구획(예컨대 LM339)내로의 입력 정보로서 사용된다. 비교측정기로의 다른 입력은, 작동 증폭기(예컨대 LT1014) 및 외부 트랜지스터(예컨대 PN2007a)로부터 배열된 일정한 전류 공급원을 사용하여 축전기를 하전시킴으로써 생성되는 선형 램프(ramp)에 의해 구동된다. 램프는 마이크로컴퓨터 (예컨대 T89C51CC01)에 의해 조절되고 감시된다. 또한, 두번째 비교측정기 구획은 램프 전압에 의해 구동되지만, 이것은 정밀 대조 전압과 비교된다. 마이크로컴퓨터는, 계산 시간을 기초로 하여, 램프의 출발로부터 시그널 발생을 위한 비교측정기의 활성화까지의 시간 길이를 획득한다.

[0403] 센서 재료의 저항은, 재료의 전압 출력으로부터 유래된 시간 시그널 대 알려진 조사 전압에 상응하는 시간 시그널의 비율로부터 마이크로컴퓨터에 의해 계산되거나 수치로 정량화된다. 이 기능을 위해 T89C51CC01과 같은 마이크로프로세서 칩이 사용될 수 있다. 마이크로프로세서 칩은, 상기와 같이 결정된 저항을 미리 결정된 저항 값과 비교함으로써, 센서 재료의 저항 변화를 결정하기 위한 수단으로서 작용할 수도 있다.

[0404] 임피던스 또는 용량과 같은 전기적 성질은 예를들어 임피던스 계량기, 용량 계량기 또는 인덕턴스 계량기와 같은 회로 부품의 사용에 의해 결정될 수도 있다.

[0405] 화학/전기-활성 재료의 어레이의 온도를 디지털화하기 위한 수단은, 예를들어 상기 기재된 바와 같이 물리적 성질, 온도 측정 장치의 상태 또는 조건을 나타내는 시그널을 계수 시간을 기초로 한 시그널로 전환시키는 부품을 포함할 수 있다.

[0406] 하나님의 구현양태에서, 다성분 기체 혼합물의 분석은 상기 기재된 방식으로 저항과 같은 전기적 반응의 발생시에 완결된다. 기체 혼합물로의 노출 시에 센서 재료에 의해 나타나는 저항의 측정은 혼합물 내에서 하나 이상의 성분 기체의 분압의 함수이기 때문에, 측정된 저항은 기체 혼합물의 조성에 대해 유용한 정보를 제공한다. 예를들어, 정보는 혼합물 내에서 특정한 기체 또는 기체들의 존재 또는 부재를 나타낼 수도 있다. 그러나, 다른 구현양태에서, 혼합물 내에서 하나 이상의 특정한 성분 기체 또는 기체 부분군의 농도에 관련된 정보를 얻거나, 또는 혼합물 내에서 하나 이상의 성분 기체 또는 부분군의 실제 농도를 계산하기 위해 필요한 방식으로, 전기 저항을 조작하거나 더욱 조작하는 것이 바람직할 수도 있다.

[0407] 혼합물 내에서 하나 이상의 각각의 성분 기체 및/또는 하나 이상의 기체 부분군의 상대적 농도에 관한 정보를 얻거나, 또는 혼합물 내에서 하나 이상의 각 성분 기체 및/또는 부분군의 존재를 검출하거나 실제 농도를 계산하기 위한 수단은, 시그널 전-처리 및 출력 후-처리와 함께, PLS (잠복 시스템 상으로의 투사) 모델, 역-전파

신경회로 모델 또는 이들의 조합을 통합한 모형화 알고리즘을 포함할 수도 있다. 시그널 전-처리는, 기본 부품 분석, 단순 선형 변환 및 비례축소, 대수 및 자연 대수 변환, 원시 시그널 값들의 차이 (예, 저항), 및 대수 값의 차이와 같은 연산을 포함하지만 이에 한정되지 않는다. 알고리즘은, 매개변수가 미리 결정되어지고, 전-처리 입력 시그널과 주요 종의 기체 농도에 관한 정보 사이의 관계를 경험적으로 모형화한 모델을 함유한다. 출력정보 후-처리는, 이에 한정되지 않지만, 상기 기재된 모든 연산 뿐만 아니라 그의 역 연산을 포함한다.

[0408] 모델은 방정식을 사용하여 구축되며, 방정식에서 상수, 계수 또는 기타 인자들은, 분석될 혼합물 중에 성분으로서 존재할 것으로 예상되는 특정한 개개의 기체 또는 기체의 부분군에 대하여 개개의 센서 재료가 나타내는 정밀하게 측정된 전기적 반응 특유의 미리 결정된 값으로부터 유래된다. 방정식은, 온도를 기체 혼합물에 노출시에 센서 재료에 의해 나타나는 전기적 반응과 분리된 별개의 값으로 고려하는 방식으로 구축될 수도 있다. 어레이에 있는 각각의 센서 재료는, 혼합물 중의 성분 기체 또는 부분군의 적어도 하나에 대한 반응에 있어서 다른 각각의 센서와 상이하며, 모델에서 사용된 방정식을 구축하기 위하여 각 센서의 이러한 상이한 반응을 결정하고 사용한다.

[0409] 어레이에서의 온도 변화는 전기적 반응 특징, 예를 들어 센서 재료의 저항의 정량화 값의 변화에 의해 나타날 수도 있다. 혼합물 중에서 주요 기체의 일정한 분압에서, 센서 재료의 전기적 반응 특징 값은 어레이, 즉 재료의 온도 변화에 따라 달라질 수 있다. 온도 변화 정도 및 온도 값을 결정하거나 측정하기 위한 목적으로 전기적 반응 특징 값의 이러한 변화를 측정할 수도 있다. 어레이의 온도는, 어레이가 기판 위에 위치한 히터에 의해 미리 선택된 온도로 유지되지 않는 한, 기체 혼합물의 온도와 동일하거나 실질적으로 동일할 수 있다. 어레이가 히터에 의해 가열된다면, 어레이의 온도는 히터가 켜지고 꺼지는 주기 내의 범위에 실질적으로 존재할 수 있다.

[0410] 온도 측정을 기체 혼합물의 조성 함량에 관한 정보와 독립적으로 수행하는 것이 요구되지는 않지만, 이것이 바람직하다. 이것은 온도를 결정하는 추가의 목적을 위해 조성 정보를 제공하는 센서를 사용하지 않고, 임의로 온도 측정 장치를 직렬이 아니라 병렬 회로로 센서 재료와 연결시킴으로써 수행될 수 있다. 온도 측정 장치는 센서의 어레이와 통합된 열전쌍 또는 고온도계를 포함한다. 온도 측정 장치가 전형적으로 분석물질 기체에 반응성이 아닌 재료로 된 서미스터라면, 서미스터는 기체 센서가 만들어지는 재료와는 상이한 재료로부터 만들어지는 것이 바람직하다. 온도 또는 온도 변화를 결정하는 방법과는 무관하게, 온도 값 또는 정량화 온도 변화는 바람직하게는 디지탈화된 형태의 바람직한 입력정보이고, 이것으로부터 기체 혼합물 및/또는 그 안의 성분의 분석을 수행할 수도 있다.

[0411] 본 발명의 방법 및 장치에서, 다양한 선행 기술과는 달리, 분석을 수행하기 위한 목적으로 예컨대 막 또는 전기 분해 셀에 의하여 혼합물의 성분 기체들을 분리할 필요가 없다. 또한, 본 발명의 수단에 의해 분석을 수행할 때, 예컨대 반응 또는 분석 결과를 기준선 값으로 되돌리기 위한 목적으로, 시스템에 대해 외래의 대조 기체를 사용할 필요가 없다. 그러나, 대조 상태의 대표적인 값이, 기체 혼합물의 조성에 관한 정보를 결정하는 알고리즘에서 인자로서 사용될 수도 있다. 예비 시험을 제외하고는, 각각의 분석물질 기체에 각각의 센서 재료를 노출시키기 위해 할당된 표준화 반응 값을 결정하는 동안에, 분석물질 기체 및/또는 부분군이 함유된 혼합물에만 센서 재료를 노출시킨다. 분석물질을 함유하는 혼합물로의 노출로부터 얻어진 값과 비교하기 위한 반응 값을 얻기 위하여 센서 재료를 다른 어떠한 기체에도 노출시키지 않는다. 따라서, 혼합물의 분석은 오로지, 분석물질을 함유하는 혼합물에 화학/전기-활성 재료를 노출시킬 때 얻어지는 전기적 반응으로부터 수행된다. 혼합물 중에 함유된 분석물질 자체 이외의 다른 기체에 센서 재료를 노출시키는 것에 의해서는, 분석물질 기체 및/또는 부분군에 대한 어떠한 정보도 추론되지 않는다.

[0412] 따라서 본 발명은 전형적으로 약 400°C 내지 약 1000°C 범위의 자동차 배출 시스템에서 발견되는 고온에서 유용하다. 그러나, 가솔린 및 디젤 내연 엔진에 추가로, 화학약품 제조, 전기 발생, 쓰레기 소각 및 공기 가열로부터 생기는 것과 같은 모든 종류의 굴뚝 또는 연소기 배출물을 포함하여, 본 발명이 적용될 수 있는 각종 기타 연소 공정이 존재한다. 이러한 응용들은 전형적으로 고 부식성 환경에서 질소 산화물, 암모니아, 일산화탄소, 탄화수소 및 산소와 같은 기체를 ppm 내지 퍼센트 수준으로 검출하는 것을 필요로 한다.

[0413] 다성분 기체 혼합물이 질소 산화물, 탄화수소, 또는 양쪽 모두, 또는 여기에 언급된 다른 기체들을 포함할 때, 다성분 기체 혼합물 중의 질소 산화물 및/또는 탄화수소의 존재 및/또는 농도를 결정하기 위하여 장치가 사용될 수도 있다. 또한, 다성분 기체 혼합물에 존재할 수도 있는 여기에 언급된 하나 이상의 다른 기체의 존재 및/또는 농도를 결정하기 위하여 장치가 사용될 수도 있다. 이러한 목적을 위하여, 본 발명의 장치에서 M^1O_x 를 포함

한 화학/전기-활성 재료, $M_aM_bO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료 및 $M_aM_bM_cO_x$ 를 포함한 화학/전기-활성 재료의 하나 이상의 전기적 반응은, 기체 혼합물 내의 질소 산화물의 존재, 기체 혼합물 내의 탄화수소의 존재, 기체 혼합물 내의 모든 질소 산화물의 집합적 농도, 및 기체 혼합물 내의 탄화수소의 농도의 하나 이상에 관련될 수도 있다.

[0414] 본 발명은 또한, 냄새 검출이 중요한 시스템 및/또는 예컨대 의료, 농업 또는 식품 및 음료 산업과 같은 저온 시스템, 또는 건물이나 운송용 차량의 통풍 시스템과 같은 다른 시스템에서 기체를 검출하고 측정하기 위해 유용하다. 예를 들어, 기체 크로마토그래피의 결과를 보충하거나 조정하기 위하여, 화학/전기-활성 재료의 어레이가 사용될 수 있다.

[0415] 따라서, 본 발명은, 다성분 기체 흐름 중의 분석물질 기체 또는 기체의 부분군을 검출하기 위해 선택된 적어도 2개의 화학/전기-활성 재료의 어레이를 포함하는, 다성분 기체 시스템 내의 하나 이상의 기체의 존재 및/또는 농도를 직접적으로 감지하기 위한 방법 및 장치를 제공한다. 다성분 기체 시스템은 필수적으로, 센서 재료가 분해되거나 센서 장치가 다른 기능불량을 일으키는 너무 낮거나 너무 높지 않은 온도에 있을 수 있다. 하나의 구현양태에서, 기체 시스템은 실온 (약 25°C) 또는 약 0°C 내지 약 100°C 미만 범위의 온도와 같은 낮은 온도에 있을 수도 있는 반면, 다른 구현양태에서 기체 혼합물은 약 400°C 내지 약 1000°C 이상 범위의 더욱 높은 온도에 있을 수도 있다. 따라서, 기체 혼합물은 약 0°C 이상, 약 100°C 이상, 약 200°C 이상, 약 300°C 이상, 약 400°C 이상, 약 500°C 이상, 약 600°C 이상, 약 700°C 이상 또는 약 800°C 이상이지만 약 1000°C 미만, 약 900°C 미만, 약 800°C 미만, 약 700°C 미만, 약 600°C 미만, 약 500°C 미만, 약 400°C 미만, 약 300°C 미만, 약 200°C 미만 또는 약 100°C 미만의 온도를 가질 수도 있다.

[0416] 기체 혼합물이 약 400°C 이상인 응용에서, 센서 재료 및 어레이의 온도는, 실질적으로 기체 분석물질이 함유된 기체 혼합물의 온도에 의해서만 결정되고, 바람직하게는 유일하게 이에 의해서만 결정된다. 이것은 전형적으로 가변 온도이다. 더욱 고온의 기체가 분석될 때, 센서 재료를 빨리 최소의 온도로 만들기 위하여 히터를 어레이에 제공하는 것이 바람직할 수도 있다. 그러나, 일단 분석이 시작되면, 전형적으로 히터(사용되는 경우)를 끄고, 미리 선택된 온도로 센서 재료를 유지하기 위한 방법이 제공되지 않는다. 따라서, 센서 재료의 온도는, 주변 환경의 온도가 올라가거나 내려가는 것과 동일한 정도로 올라가거나 내려간다. 주변 환경, 즉 센서 및 어레이의 온도는 전형적으로, 실질적으로 어레이가 노출되는 기체 혼합물의 온도 (또는 그로부터의 결과)에 의해서만 결정된다.

[0417] 기체 혼합물이 약 400°C 미만인 응용에서, 약 200°C 이상, 바람직하게는 400°C 이상의 미리 선택된 온도에서 센서 재료 및 어레이를 유지시키는 것이 바람직할 수도 있다. 이렇게 미리선택된 온도는 실질적으로 일정할 수 있거나, 바람직하게는 일정하다. 미리 선택된 온도는 약 500°C 이상, 약 600°C 이상, 약 700°C 이상, 약 800°C 이상, 약 900°C 이상, 또는 약 1000°C 이상일 수도 있다. 이것은 어레이에 통합된 히터를 사용하여 당 기술분야에 공지된 방식으로 편리하게 수행될 수 있다. 원한다면, 각각의 별개의 화학/전기-활성 재료에 대해 별도의 마이크로 히터 수단을 공급할 수도 있고, 동일하거나 상이한 온도로 하나 이상의 재료를 가열할 수도 있다. 이러한 경우에 기체 혼합물의 온도는 약 300°C 미만, 약 200°C 미만, 약 100°C 미만, 또는 약 50°C 미만일 수도 있다. 이러한 저온 응용에서, 화학/전기-활성 재료를 가열하기 위한 수단은 약 10^{-3} 내지 약 10^{-6} 볼트 범위의 전압을 가진 전압 공급원을 가질 수도 있다. 재료가 위치하는 기판은 규소, 탄화규소, 질화규소, 및 저항 도프트를 함유한 알루미나로 구성된 하나 이상의 군에서 선택된 재료로 만들어질 수도 있다. 이러한 저온 응용에서 사용되는 장치는 사람의 손에 유지되기에 충분히 작은 크기이다.

[0418] 그러나, 이러한 가열 기술은 고온 기체의 분석에 적용될 수도 있다. 기체 혼합물의 온도가 약 400°C 이상일 때, 그럼에도 불구하고, 기체 혼합물의 온도보다 높은, 일정하거나 실질적으로 일정한 미리 선택된 온도에서 히터에 의해 센서 재료를 유지할 수도 있다. 이러한 미리선택된 온도는 약 500°C 이상, 약 600°C 이상, 약 700°C 이상, 약 800°C 이상, 약 900°C 이상, 또는 약 1000°C 이상일 수도 있다. 기체 혼합물의 온도가 히터를 위해 미리 선택된 온도를 초과한다면, 이러한 시간 동안에 히터를 끌 수도 있다. 그러나, 기체 혼합물의 온도를 측정하고, 기체 혼합물의 조성에 관련된 정보를 결정하는 알고리즘에 입력정보 값을 제공하기 위하여 온도 센서가 사용될 수도 있다.

[0419] 분석되어지는 기체 혼합물은 공정에 의해 방출될 수도 있거나, 또는 장치에 전달되는 화학 반응 생성물일 수도 있다. 이러한 경우에, 본 발명의 장치는 공정 또는 장치를 조절하기 위한 목적에서 어레이의 전기적 반응을 사용하기 위한 수단, 및 임의로 온도 측정을 위한 수단을 더욱 포함할 수도 있다.

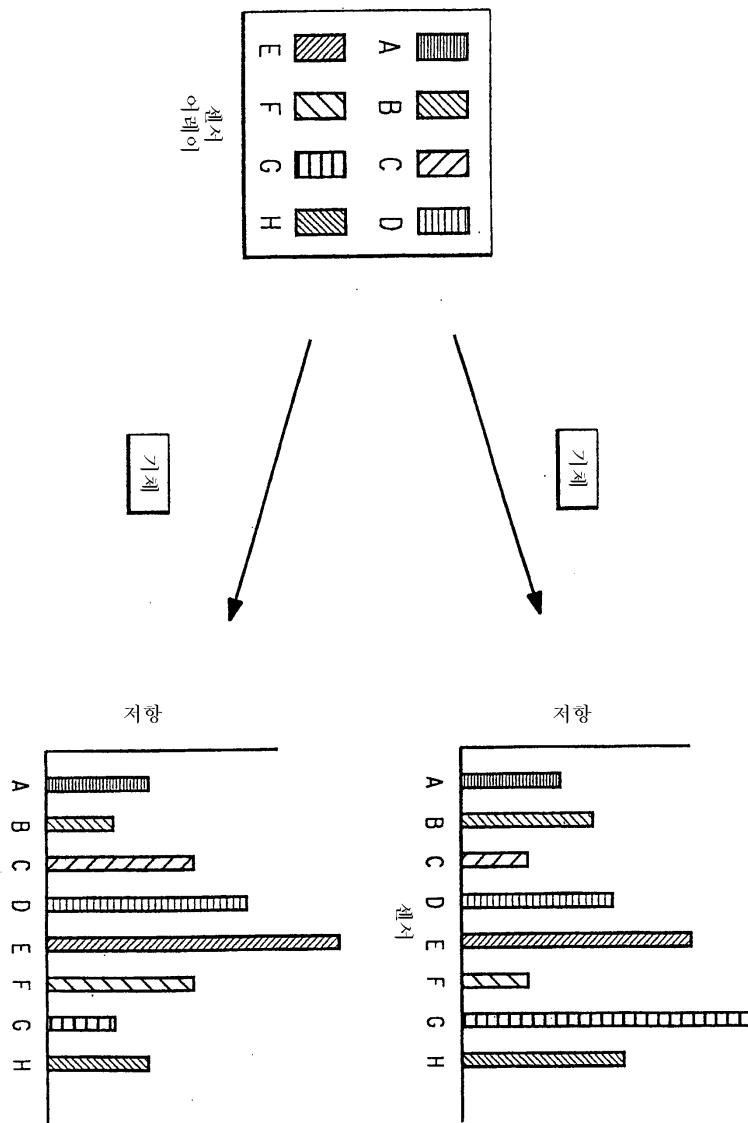
- [0420] 센서 재료의 전기 반응 및 임의로 온도 측정을 이용하고, 공정 또는 장치를 조절하기 위한 수단은, 내부 연소 엔진에서 발생하는 연소 화학 반응을 조절하거나 엔진 자체를 조절하거나 또는 성분 또는 그와 연관된 장치를 조절하기 위한 의사 결정(decision-making) 과정을 포함한다.
- [0421] 연소는 탄화수소 연료의 산화와 같은 화학 반응이 엔진의 실린더에서 일어나는 공정이다. 엔진은, 화학 반응의 결과가 전달되는 장치이고, 그 결과는 실린더 내에서 피스톤을 이동시키기에 필요한 작업에 연소 반응에 의해 생긴 힘을 보낸다. 기체의 다성분 혼합물을 방출하는 공정의 다른 예는, 연료 셀에서 발생하는 화학 반응이고, 화학 반응 생성물이 전달되는 장치의 다른 예는 예컨대 노 또는 전력 발생을 위해 사용되는 보일러이거나, 또는 오염 감소 처리를 위해 폐 기체가 전달되는 굴뚝 내의 집진기이다.
- [0422] 엔진의 경우에, 엔진 자체의 연소 또는 작업 공정을 조절하기 위하여, 마이크로컴퓨터 (예컨대 T89C51CC01)는 연소 공정의 여러 매개변수 또는 엔진의 작동 특징에 관한 다수의 의사-결정 과정을 수행한다. 마이크로컴퓨터는 엔진 배기의 조성 함량에 대한 정보를 모으고, 배기 흐름에 노출된 화학/전기-활성 재료의 어레이의 반응을 수득함으로써 정보를 모으고, 임의로 온도 측정값을 수득한다. 정보는 랜덤한 접근 메모리에 임시로 저장되고, 이어서 마이크로컴퓨터가 하나 이상의 의사-결정 과정을 정보에 적용한다.
- [0423] 의사-결정 과정은, 특정한 공정 매개변수 또는 장치의 작업 특징에 의해 소유되어야 하는 바람직한 상태 또는 조건과 균등한 값의 형태로 결정을 발생시키기 위해, 획득된 정보를 조작하기 위한 하나 이상의 알고리즘 및/또는 수학 연산을 이용한다. 의사-결정 과정의 결과를 기초로 하여, 공정의 매개변수의 상태 또는 조건 또는 장치의 작업 특징을 조절하는 마이크로컴퓨터에 의해 지시가 주어지거나 조절된다. 화학 연소 반응에 의해 실현되는 공정의 경우에, 반응의 매개변수, 예컨대 공정에 공급되는 반응물의 상대량을 조절함으로써 공정이 조절될 수 있다. 예를 들어, 실린더로의 연료 또는 공기의 흐름이 증가되거나 감소될 수 있다. 연소 반응의 결과가 전달되는 장치인 엔진 자체의 경우에, 토크 또는 엔진 속도와 같은 엔진의 작업 특징을 조절함으로써 조절이 달성될 수 있다.
- [0424] 예를 들어 자동차, 트럭, 버스, 기관차, 비행기, 우주선, 보트, 제트스키, 모든 군사 차량 또는 설상차와 같은 운송 또는 레크레이션용 차량 유형; 또는 펌프, 리프트, 승강기, 크레인, 발전기와 같은 건축, 보수 또는 산업 작업을 위한 장비, 또는 폭파, 토양-이동, 채굴, 천공, 채광 또는 용지관리와 같은 장비를 포함하여 많은 상이한 목적을 위하여, 본 발명의 방법 및 장치에 의해 조절되는, 내부 연소 엔진 및 관련 부품 및 설비가 사용될 수 있다.
- [0425] 요약하면, 본 발명은 기체 혼합물에 노출시에 어레이에 존재하는 각각의 화학/전기-활성 재료에 의해 나타나는 반응을 결정하고, 측정하고 기록하기 위한 수단을 제공하는 것을 알 수 있다. 전기적 특성 변화를 결정하고, 측정하고 기록하는 수단, 예컨대 표면에 흡착된 기체 분자의 농도에 대한 반응에서 재료의 AC 임피던스 변화를 측정할 수 있는 장치가 사용될 수 있다. 전기적 성질을 결정하기 위한 다른 수단은 예를 들어 용량, 전압, 전류 또는 DC 저항을 측정하기 위한 적절한 장치이다. 대안적으로, 감지 재료의 온도 변화를 측정하고 기록할 수도 있다. 화학 감지 방법 및 장치는 혼합물 및/또는 검출된 기체를 측정하거나 분석하기 위한 수단을 제공하고, 그 결과 기체의 존재를 확인하고/하거나 그들의 농도를 측정한다. 이러한 수단은 예를 들어 계량화학, 신경회로 또는 다른 패턴 인지 기술을 수행할 수 있는 기계 또는 장치를 포함할 수 있다. 화학 센서 장치는 화학/전기-활성 재료의 어레이를 위한 하우징, 검출 수단 및 분석 수단을 더욱 포함할 것이다.
- [0426] 장치는 기관, 다성분 기체 흐름 중의 하나 이상의 미리 결정된 기체를 검출하기 위해 선택된 적어도 2개의 화학/전기-활성 재료의 어레이, 및 기체 시스템에 노출시에 존재하는 각각의 화학/전기-활성 재료의 전기적 성질 변화를 검출하기 위한 수단을 포함한다. 센서 재료의 어레이는 다성분 혼합물의 다른 성분의 존재에 의해 유발되는 경쟁 반응에도 불구하고, 주요 분석물질을 검출할 수 있어야 한다. 이러한 목적을 위하여, 본 발명은 여기에 기재된 센서 재료의 어레이 또는 다수를 사용하고, 이들은 각각 검출되는 혼합물의 적어도 하나의 기체 성분에 대해 상이한 감도를 갖는다. 필요한 감도를 갖고, 상기 기재된 분석 측정 및 결과 유형을 발생하기 위해 작동될 수 있는 센서는, 센서가 만들어지는 재료의 적절한 조성을 선택함으로써 수득된다. 이러한 목적을 위해 적절한 각종 유형의 재료가 상기에 기재되어 있다. 어레이에서 센서의 수는 전형적으로, 혼합물 중의 분석되는 각각의 기체 성분의 수보다 많거나 그와 동일하다.
- [0427] 본 발명의 장치, 장치의 사용 및 장치의 사용 방법에 관한 추가의 설명은 미국 출원 60/370,445호 (2002년 4월 5일 출원) 및 미국 출원 일련번호 10/117,472호 (2002년 4월 5일)에서 찾아볼 수 있고, 상기 출원들은 각각 모든 목적을 위해 본 발명의 일부로서 그 전체가 포함된다.

도면의 간단한 설명

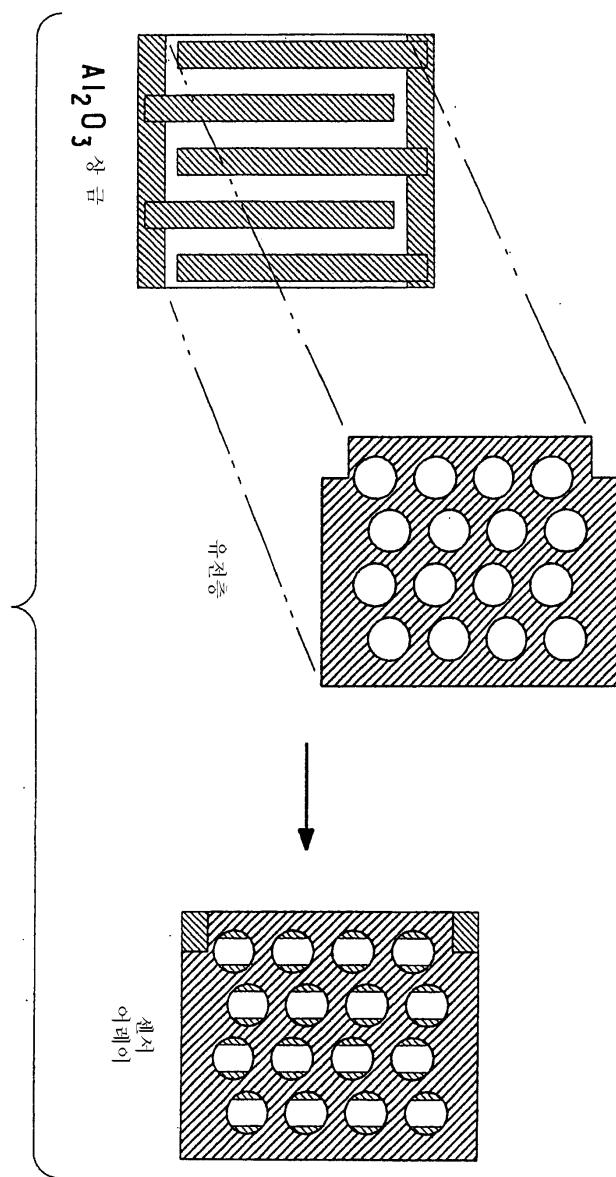
- [0012] 도 1은, 화학/전기-활성 재료의 어레이를 나타낸다.
- [0013] 도 2는, 화학/전기-활성 재료의 어레이에서, 16개의 블랭크 웰을 형성하는 유전성 덧층(overlayer)으로 도금된 교합 전극 패턴의 개략도이다.
- [0014] 도 3은, 화학/전기-활성 재료의 어레이에서, 전극 패턴, 유전 패턴 및 센서 재료 패턴을 나타낸다.

도면

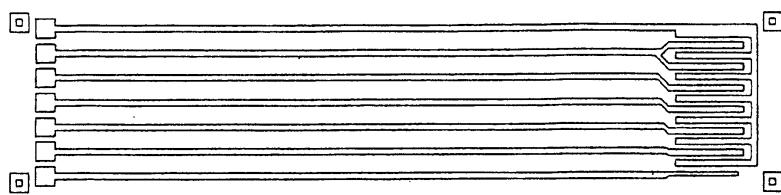
도면1



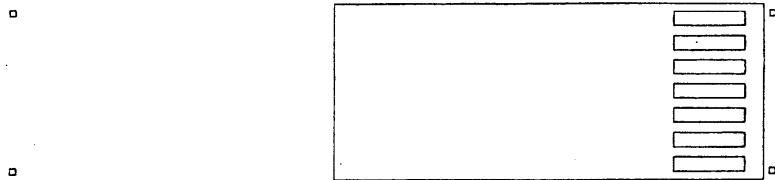
도면2



도면3A



도면3B



도면3C

