



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0049893
(43) 공개일자 2022년04월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 33/00 (2006.01) G01N 27/12 (2006.01)
G01N 27/407 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 33/0031 (2013.01)
G01N 27/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0133582
(22) 출원일자 2020년10월15일
심사청구일자 2020년10월15일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이중훈
서울특별시 송파구 양재대로 1218, 231동 504호(방이동, 올림픽선수기자촌아파트)
황인성
서울특별시 관악구 성현로 80, 124동 904호 (관악드림타운아파트)
(74) 대리인
권성현, 유광철, 백두진, 강일신, 김정연

전체 청구항 수 : 총 10 항

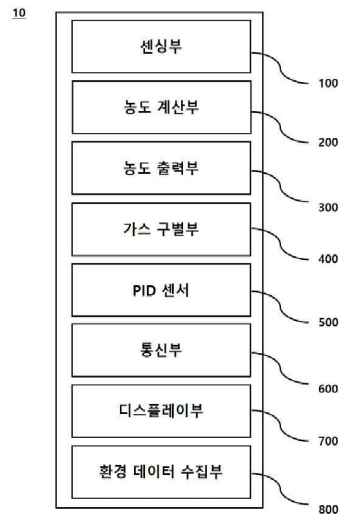
(54) 발명의 명칭 악취 및 유해가스 검출용 복합 가스 검출 시스템

(57) 요약

본 발명은 악취 및 유해가스 검출용 복합 가스 검출 시스템에 관한 것이다.

수집된 가스의 농도에 따라 각기 다른 감도를 출력하는 제1 센서와 제2 센서를 포함하는 센싱부; 상기 센싱부에 의해 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산하도록 구성되는 농도 계산부; 및 상기 농도 계산부에 의해 계산된 가스 농도를 출력하도록 구성되는 농도 출력부를 포함하고, 상기 농도 출력부는: 상기 농도 계산부에 의해 계산된 가스 농도와 기 설정된 제1 농도를 비교하여 상기 센싱부에 포함된 센서 중 어느 하나에 의해 출력된 감도를 기반으로 계산된 가스 농도를 출력하도록 구성되는, 복합 가스 검출 시스템이 제공될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 27/407 (2013.01)

G01N 33/0006 (2013.01)

(72) 발명자

조영무

서울특별시 성북구 인촌로16길 4-13, B101호 (안암
동3가, 하이원룸)

김기범

인천광역시 연수구 청능대로 175, 107동 1003호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1485017200

과제번호 ARQ202001445001

부처명 환경부

과제관리(전문)기관명 한국환경산업기술원

연구사업명 상하수도혁신기술개발사업(R&D)

연구과제명 사물인터넷 기반 하수관망 복합 수질 및 수량 계측시스템 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 고려대학교 산학협력단

연구기간 2020.05.22 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

수집된 가스의 농도에 따라 각기 다른 감도를 출력하는 제1 센서와 제2 센서를 포함하는 센싱부;
 상기 센싱부에 의해 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산하도록 구성되는 농도 계산부; 및
 상기 농도 계산부에 의해 계산된 가스 농도를 출력하도록 구성되는 농도 출력부를 포함하고,
 상기 농도 출력부는:
 상기 농도 계산부에 의해 계산된 가스 농도와 기 설정된 제1 농도를 비교하여 상기 센싱부에 포함된 센서 중 어느 하나에 의해 출력된 감도를 기반으로 계산된 가스 농도를 출력하도록 구성되는 복합 가스 검출 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 농도 출력부는:
 상기 농도 계산부에 의해 계산된 가스 농도가 상기 제1 농도를 초과하는 경우, 상기 제1 센서에 의해 출력된 감도를 기반으로 상기 농도 계산부에서 계산한 가스 농도를 출력하고;
 상기 농도 계산부에 의해 계산된 가스의 농도가 상기 제1 농도 미만인 경우, 상기 제2 센서에 의해 출력된 감도를 기반으로 상기 농도 계산부에서 계산한 가스의 농도를 출력하도록 구성되는 복합 가스 검출 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 제1 센서는 전기화학식 센서를 포함하고,
 상기 제2 센서는 반도체식 센서를 포함하는 복합 가스 검출 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,
 상기 농도 계산부는:
 사용자로부터 상기 제1 센서와 상기 제2 센서 각각에 대해 가스의 농도에 따른 감도 정보를 입력 받아 상기 농도 계산식을 산출하도록 구성되는 농도 계산식 산출 유닛;
 상기 센싱부에 의해 출력된 감도를 상기 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산하도록 구성되는 농도 계산 유닛; 및
 상기 제1 농도에서의 상기 제1 센서에 의해 출력된 감도와 상기 제2 센서에 의해 출력된 감도 간의 오차를 감소시키도록 구성되는 교정 유닛을 포함하는 복합 가스 검출 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 농도 계산식은:
 상기 제1 센서에서의 가스의 농도에 따른 감도 정보를 나타내는 제1 농도 계산식과;
 상기 제2 센서에서의 가스의 농도에 따른 감도 정보를 나타내는 제2 농도 계산식을 포함하는 복합 가스 검출 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 교정 유닛은:

상기 제1 농도에서 상기 제1 센서에 의해 출력된 감도인 제1 감도와 상기 제2 센서에 의해 출력된 감도인 제2 감도 간의 오차가 기 설정된 오차 범위를 초과하는 경우, 상기 제1 감도와 상기 제2 감도가 일치하도록 상기 제1 농도 계산식을 교정하도록 구성되는 복합 가스 검출 시스템.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 제2 센서에 의한 센싱 결과를 기반으로 상기 수집된 가스의 종류를 구별하도록 구성되는 가스 구별부를 더 포함하고,

상기 가스 구별부는:

상기 제1 센서에 의해 구별된 가스의 종류를 참조하여 상기 제2 센서에 의한 센싱 결과를 보정한 후 이를 학습함으로써, 상기 제2 센서에 의한 센싱 결과만으로 상기 가스의 종류를 구별하도록 구성되는 복합 가스 검출 시스템.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 제1 농도는:

상기 가스가 H_2S 인 경우, 3ppm에 해당하고;

상기 가스가 NH_3 인 경우, 15ppm에 해당하는 복합 가스 검출 시스템.

청구항 9

a) 제1 센서와 제2 센서를 포함하는 센싱부에 의해, 수집된 가스의 농도에 따라 각기 다른 감도를 출력하는 단계;

b) 농도 계산부에 의해, 상기 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산하는 단계; 및

c) 농도 출력부에 의해, 상기 계산된 가스 농도를 출력하는 단계를 포함하고,

상기 c) 단계는:

상기 b) 단계에서 계산된 가스 농도와 기 설정된 제1 농도를 비교하여 상기 센싱부에 포함된 센서 중 어느 하나에 의해 출력된 감도를 기반으로 계산된 가스 농도를 출력하는 단계인 복합 가스 검출 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 c) 단계는:

c-1) 상기 b) 단계에서 계산된 가스 농도가 상기 제1 농도를 초과하는 경우, 상기 제1 센서에 의해 출력된 감도를 기반으로 상기 b) 단계에서 계산한 가스 농도를 출력하고;

c-2) 상기 b) 단계에서 계산된 가스의 농도가 상기 제1 농도 미만인 경우, 상기 제2 센서에 의해 출력된 감도를 기반으로 상기 b) 단계에서 계산한 가스의 농도를 출력하는 단계인 복합 가스 검출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 악취 및 유해가스 검출용 복합 가스 검출 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 삶의 질 향상 및 안전을 보장하기 위하여 공장지대와 하수 내에서 발생하는 악취 및 휘발성 유기 화합물을 쉽게 측정하고 객관적인 지표로 나타내는 기술의 개발이 요구되고 있다.

[0003] 이러한 악취 및 휘발성 유기화합물은 반도체식 센서, 전기화학식 센서 및 광이온화검출식 센서로 측정이 가능하다.

[0004] 대부분의 상용 검출 장비는 선형적인 감응 특성 및 높은 타 가스 선택성을 가지는 전기화학식 센서를 주로 사용하지만, 전기화학식 센서는 넓은 범위 (수십 ppm ~ 수천 ppm)의 가스 농도를 측정하기 때문에 극미량의 가스 농도의 경우 감도 및 분해능이 떨어진다. 하지만 사람은 극미량(sub-ppm 또는 ppb 수준 이하)의 농도에도 악취를 느낄 수 있기에 전기화학식 센서의 검출 농도범위와 괴리감이 있게 된다. 따라서 이를 개선하기 위해 저농도의 가스를 검출할 수 있는 센서가 요구된다.

[0005] 이에 반해 반도체식 센서의 경우 넓은 범위에서 선형성 있는 검출이 어렵다는 한계가 있으나, 감지물질 개발 시 극미량의 가스를 검출하는데 보다 유리한 특성이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 실시예는 고농도의 넓은 영역대에서 선형적이며 안정성을 갖는 전기화학식 센서와 저농도의 영역대에서 높은 감응 특성을 갖는 반도체식 센서를 통합하며, 반도체식 센서에 의한 측정 값을 보정할 수 있는 복합 가스 검출 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일측면에 따르면, 수집된 가스의 농도에 따라 각기 다른 감도를 출력하는 제1 센서와 제2 센서를 포함하는 센싱부; 상기 센싱부에 의해 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산하도록 구성되는 농도 계산부; 및 상기 농도 계산부에 의해 계산된 가스 농도를 출력하도록 구성되는 농도 출력부를 포함하고, 상기 농도 출력부는: 상기 농도 계산부에 의해 계산된 가스 농도와 기 설정된 제1 농도를 비교하여 상기 센싱부에 포함된 센서 중 어느 하나에 의해 출력된 감도를 기반으로 계산된 가스 농도를 출력하도록 구성되는, 복합 가스 검출 시스템이 제공될 수 있다.

[0009] 또한, 상기 농도 출력부는: 상기 농도 계산부에 의해 계산된 가스 농도가 상기 제1 농도를 초과하는 경우, 상기 제1 센서에 의해 출력된 감도를 기반으로 상기 농도 계산부에서 계산한 가스 농도를 출력하고; 상기 농도 계산부에 의해 계산된 가스의 농도가 상기 제1 농도 미만인 경우, 상기 제2 센서에 의해 출력된 감도를 기반으로 상기 농도 계산부에서 계산한 가스의 농도를 출력하도록 구성되는, 복합 가스 검출 시스템이 제공될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 제1 센서는 전기화학식 센서를 포함하고, 상기 제2 센서는 반도체식 센서를 포함하는, 복합 가스 검출 시스템이 제공될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 농도 계산부는: 사용자로부터 상기 제1 센서와 상기 제2 센서 각각에 대해 가스의 농도에 따른 감도 정보를 입력 받아 상기 농도 계산식을 산출하도록 구성되는 농도 계산식 산출 유닛; 상기 센싱부에 의해 출력된 감도를 상기 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산하도록 구성되는 농도 계산 유닛; 및 상기 제1 농도에서의 상기 제1 센서에 의해 출력된 감도와 상기 제2 센서에 의해 출력된 감도 간의 오차를 감소시키도록 구성되는 교정 유닛을 포함하는, 복합 가스 검출 시스템이 제공될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 농도 계산식은: 상기 제1 센서에서의 가스의 농도에 따른 감도 정보를 나타내는 제1 농도 계산식과; 상기 제2 센서에서의 가스의 농도에 따른 감도 정보를 나타내는 제2 농도 계산식을 포함하는, 복합 가스 검출 시스템이 제공될 수 있다.

- [0013] 또한, 상기 교정 유닛은: 상기 제1 농도에서 상기 제1 센서에 의해 출력된 감도인 제1 감도와 상기 제2 센서에 의해 출력된 감도인 제2 감도 간의 오차가 기 설정된 오차 범위를 초과하는 경우, 상기 제1 감도와 상기 제2 감도가 일치하도록 상기 제1 농도 계산식을 교정하도록 구성되는, 복합 가스 검출 시스템이 제공될 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 제2 센서에 의한 센싱 결과를 기반으로 상기 수집된 가스의 종류를 구별하도록 구성되는 가스 구별부를 더 포함하고, 상기 가스 구별부는: 상기 제1 센서에 의해 구별된 가스의 종류를 참조하여 상기 제2 센서에 의한 센싱 결과를 보정한 후 이를 학습함으로써, 상기 제2 센서에 의한 센싱 결과만으로 상기 가스의 종류를 구별하도록 구성되는, 복합 가스 검출 시스템이 제공될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 제1 농도는: 상기 가스가 H_2S 인 경우, 3ppm에 해당하고; 상기 가스가 NH_3 인 경우, 15ppm에 해당하는, 복합 가스 검출 시스템이 제공될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일측면에 따르면, a) 제1 센서와 제2 센서를 포함하는 센싱부에 의해, 수집된 가스의 농도에 따라 각기 다른 감도를 출력하는 단계; b) 농도 계산부에 의해, 상기 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산하는 단계; 및 c) 농도 출력부에 의해, 상기 계산된 가스 농도를 출력하는 단계를 포함하고, 상기 c) 단계는: 상기 b) 단계에서 계산된 가스 농도와 기 설정된 제1 농도를 비교하여 상기 센싱부에 포함된 센서 중 어느 하나에 의해 출력된 감도를 기반으로 계산된 가스 농도를 출력하는 단계인, 복합 가스 검출 방법이 제공될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 c) 단계는: c-1) 상기 b) 단계에서 계산된 가스 농도가 상기 제1 농도를 초과하는 경우, 상기 제1 센서에 의해 출력된 감도를 기반으로 상기 b) 단계에서 계산한 가스 농도를 출력하고; c-2) 상기 b) 단계에서 계산된 가스의 농도가 상기 제1 농도 미만인 경우, 상기 제2 센서에 의해 출력된 감도를 기반으로 상기 b) 단계에서 계산한 가스의 농도를 출력하는 단계인, 복합 가스 검출 방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 가스 검출 시스템은 고농도의 넓은 영역대에서 선형적이며 안정성을 갖는 전기화학식 센서와 저농도의 영역대에서 높은 감응 특성을 갖는 반도체식 센서를 통합하며, 반도체식 센서에 의한 측정 값을 보정할 수 있다.
- [0019] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 가스 검출 시스템(10)의 각 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 2는 제1 센서와 제2 센서를 모두 포함하는 복합 가스 검출 시스템(10)에서의 가스 농도에 따른 감도 변화를 나타낸 그래프이다.
- 도 3은 제2 센서(120)에서 발생한 감도 오차를 교정하는 모습을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 가스 구별부(400)의 동작 과정을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 가스 검출 방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명의 다른 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 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. 만일 정의되지 않더라도, 여기서 사용되는 모든 용어들(기술 혹은 과학 용어들을 포함)은 이 발명이 속한 종래 기술에서 보편적 기술에 의해 일반적으로 수용되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적인 사전들에 의해 정의된 용어들은 관련된 기술 그리고/혹은 본 출원의 본문에 의미하는 것과 동일한 의미를 갖는 것으로 해석될 수 있고, 그리고 여기서 명확하게 정의된 표현이 아니더라도 개념화되거나 혹은 과도하게 형식적으로 해석되지 않을 것이다. 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것

이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다' 및/또는 이 동사의 다양한 활용형들 예를 들어, '포함', '포함하는', '포함하고', '포함하며' 등은 언급된 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 하나 이상의 다른 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 본 명세서에서 '및/또는'이라는 용어는 나열된 구성들 각각 또는 이들의 다양한 조합을 가리킨다.

- [0022] 한편, 본 명세서 전체에서 사용되는 '~부', '~기', '~블록', '~모듈' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미할 수 있다. 예를 들어 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미할 수 있다. 그렇지만 '~부', '~기', '~블록', '~모듈' 등이 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부', '~기', '~블록', '~모듈'은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 이하, 본 명세서의 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 가스 검출 시스템(10)의 각 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0024] 도 1을 참조하면, 복합 가스 검출 시스템(10)은 센싱부(100), 농도 계산부(200) 및 농도 출력부(300)를 포함한다.
- [0025] 센싱부(100)는 수집된 가스의 농도에 따라 각기 다른 감도를 출력하도록 구성되며, 제1 센서(110) 및 제2 센서(120)를 포함한다. 이때, 제1 센서(110)는 전기화학식 센서를 포함할 수 있고, 제2 센서(120)는 반도체식 센서를 포함할 수 있다.
- [0026] 악취 및 유해가스의 경우 사람은 수십 ppb 정도의 극미량의 가스 농도에서도 악취가 느낄 수 있으며, 수백 ppm 정도의 가스에 노출될 경우에는 호흡장애, 실신, 사망 등에 이를 수 있다. 예를 들어, H₂S 가스의 경우 악취 발생 범위는 0.017 내지 10 ppm이며, 유해 농도 범위인 10 내지 100 ppm에서는 두통 또는 호흡 장애 등이 발생할 수 있다. 또한, NH₃ 가스의 경우 악취 발생 범위는 1.5 내지 6 ppm이며, 유해 농도 범위인 6 내지 300 ppm에서는 두통 또는 인체 자극 등이 발생할 수 있다. Toluene 가스의 경우 악취 발생 범위는 0.33 내지 30 ppm이며, CO 가스의 경우 유해 농도 범위인 50 내지 수천 ppm에서는 두통, 구토, 실신 또는 사망 등의 사고가 발생할 수 있다. 따라서, 넓은 범위의 농도에서 가스를 감지할 필요성이 있다.
- [0027] 일반적으로 가스 검출에는 전기화학식 가스 센서(이하, 전기화학식 센서)와 반도체식 가스 센서(이하, 반도체식 센서)가 사용된다.
- [0028] 전기화학식 센서는 타 가스에 대한 선택성과 선형성이 우수하고 온도 또는 습도 등의 환경에 의한 영향이 작은 장점이 있으나, 저농도의 가스 감지에는 어려움이 있다.
- [0029] 예를 들면, FIGARO 사의 CO 센서는 측정 농도 범위가 0 내지 1000 ppm이고, 측정하한은 3 ppm이며, 해상도는 1 ppm이다. SENKO 사의 NH₃ 센서는 측정 농도 범위가 0 내지 100 ppm이고, 측정하한은 2 ppm이며, 해상도는 1 ppm이다. MGK 사의 H₂S 센서는 측정 농도 범위가 0 내지 100 ppm이고, 측정하한은 0.4 ppm이며, 해상도는 0.1 ppm이다.
- [0030] 즉, 전기화학식 센서의 경우 극미량의 가스 농도 범위에서는 가스 농도 구분을 위한 해상도가 부족하여 측정 가능한 하한 농도가 높은 단점이 있다.
- [0031] 반도체식 센서는 환경에 의한 영향이 크고, 고농도 범위에서 선형성이 좋지 않지만, 고성능 감지물을 사용할 경우 저농도에서 감도가 전기화학식 센서보다 우수하여 저농도 가스 감지에 주로 사용되고 있다.
- [0032] 하지만, 악취 및 유해가스의 경우 악취 발생 범위와 유해 농도 범위 모두에 대한 감지가 요구된다. 즉, 각각의 유해가스 별 기준 농도(이하, 제1 농도)를 설정하고 설정된 제1 농도의 초과 여부에 따라 고농도와 저농도를 각각 구분지을 수 있다.
- [0033] 예를 들어, H₂S 가스의 경우 0.01 내지 3 ppm을 저농도로 설정하고, 3 내지 100 ppm을 고농도로 설정할 수 있다. 또한, NH₃ 가스의 경우 0.1 내지 15 ppm을 저농도로 설정하고, 15 내지 300 ppm을 고농도로 설정할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 가스 검출 시스템(10)은 각 가스 별 고농도 범위에서는 전기화학식 센서를 이용하여 가스 농도를 측정하고, 저농도 범위에서는 반도체식 센서를 이용하여 가스 농도를 측정함으로써, 전기화

학식 센서와 반도체식 센서의 장점을 모두 누릴 수 있다.

- [0035] 농도 계산부(200)는 센싱부(100) 의해 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산하도록 구성된다.
- [0036] 농도 출력부(300)는 농도 계산부(200)에 의해 계산된 가스 농도를 출력하도록 구성된다. 보다 상세히 말하면, 농도 출력부(300)는 농도 계산부(200)에 의해 계산된 가스 농도와 기 설정된 제1 농도를 비교하여 센싱부(100)에 포함된 제1 센서(110) 및 제2 센서(120) 중 어느 하나의 센서에 의해 출력된 감도를 기반으로 계산된 가스 농도를 출력하도록 구성된다.
- [0037] 농도 출력부(300)에 의한 가스 농도 출력 과정을 보다 상세히 기술하면 다음과 같다.
- [0038] 농도 출력부(300)는 농도 계산부(200)에 의해 계산된 가스 농도가 제1 농도를 초과하는 경우, 제1 센서(110)에 의해 출력된 감도를 기반으로 농도 계산부(200)에서 계산한 가스 농도를 출력하도록 구성될 수 있다.
- [0039] 또한, 농도 출력부(300)는 농도 계산부(200)에 의해 계산된 가스의 농도가 제1 농도 미만인 경우, 제2 센서(120)에 의해 출력된 감도를 기반으로 농도 계산부(200)에서 계산한 가스의 농도를 출력하도록 구성될 수 있다.
- [0040] 예를 들어, 가스의 종류가 H_2S 이고 기 설정된 제1 농도가 3ppm인 경우, 제1 센서(110) 또는 제2 센서(120) 중 적어도 어느 하나에 의해 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 계산된 가스 농도 10 ppm일 경우에는 제1 센서(110)에 의해 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 계산된 가스 농도를 농도 출력부(300)를 통해 출력하고, 제1 센서(110) 또는 제2 센서(120) 중 적어도 어느 하나에 의해 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 계산된 가스 농도 1 ppm일 경우에는 제2 센서(120)에 의해 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 계산된 가스 농도를 농도 출력부(300)를 통해 출력할 수 있다.
- [0041] 도 2는 제1 센서와 제2 센서를 모두 포함하는 복합 가스 검출 시스템(10)에서의 가스 농도에 따른 감도 변화를 나타낸 그래프이다.
- [0042] 도 2를 참조하면, 복합 가스 검출 시스템(10)은 가스 농도가 제1 농도를 초과하는 경우에는 제1 센서(110)에 의해 출력된 감도를 사용하고, 가스 농도가 제1 농도 미만인 경우에는 제2 센서(120)에 의해 출력된 감도를 사용하여 가스의 농도를 검출한다.
- [0043] 이 과정에서 센싱부(100)에 의해 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산한다. 농도 계산부(200)에 의한 농도 계산 과정을 보다 상세히 기술하면 다음과 같다.
- [0044] 농도 계산부(200)는 농도 계산식 산출 유닛(210), 농도 계산 유닛(220) 및 교정 유닛(230)을 포함할 수 있다.
- [0045] 농도 계산식 산출 유닛(210)은 사용자로부터 제1 센서(110)와 제2 센서(120) 각각에 대해 가스의 농도에 따른 감도 정보를 입력 받아 농도 계산식을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [0046] 이때 농도 계산식은 제1 센서(110)에서의 가스의 농도에 따른 감도 정보를 나타내는 제1 농도 계산식과 제2 센서(120)에서의 가스의 농도에 따른 감도 정보를 나타내는 제2 농도 계산식을 포함할 수 있다.
- [0047] 즉, 제1 센서(110)에 포함된 전기화학식 센서의 경우 가스 농도에 따른 감도 그래프는 제1 농도 계산식인 $y=cx+d$ 로 표현될 수 있으며, 제2 센서(120)에 포함된 반도체식 센서의 경우 가스 농도에 따른 감도 그래프는 제2 농도 계산식인 $y=ax+b$ 로 근사화될 수 있다. 이때, a 는 제1 농도 계산식의 기울기, b 는 제1 농도 계산식의 y 절편, c 는 제2 농도 계산식의 기울기, d 는 제2 농도 계산식의 y 절편을 나타낸다.
- [0048] 농도 계산 유닛(220)은 센싱부(100)에 의해 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산하도록 구성될 수 있다. 보다 상세히 말하면, 제1 센서(110)에 의해 출력된 감도를 제1 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산할 수 있으며, 제2 센서(120)에 의해 출력된 감도를 제2 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산할 수 있다.
- [0049] 도 3은 제2 센서(120)에서 발생한 감도 오차를 교정하는 모습을 나타낸 도면이다.
- [0050] 도 3을 참조하면, 제2 센서(120)에 포함된 반도체식 센서의 경우 온도 및 습도를 포함한 환경에 의한 영향 또는 사용 기간에 따라 감도 변화폭이 크게 발생할 수 있다. 이에 따라, 반도체식 센서 사용 중 발생할 수 있는 오차를 교정하는 과정이 요구된다.
- [0051] 이를 위해 복합 가스 검출 시스템(10)은 교정 유닛(230)을 포함할 수 있으며, 교정 유닛(230)은 제1 농도 조건

하에서 제1 센서(110)에 의해 출력된 감도와 제2 센서(120)에 의해 출력된 감도 간의 오차를 감소시키도록 구성될 수 있다.

[0052] 보다 상세히 말하면, 교정 유닛(230)은 제1 농도에서 제1 센서(110)에 의해 출력된 감도인 제1 감도와 제1 농도에서 제2 센서(120)에 의해 출력된 감도인 제2 감도 간의 오차가 측정하며, 측정된 오차가 기 설정된 오차 범위를 초과하는 경우 제1 감도와 제2 감도가 일치하도록 제1 농도 계산식을 교정하도록 구성될 수 있다.

[0053] 예를 들어, 교정 유닛(230)은 제2 농도 계산식의 y절편인 d 값은 그대로 두고, 제1 농도에서 제2 농도 계산식에 의해 계산된 감도와 제1 농도에서 제1 농도 계산식에 의해 계산된 감도가 일치하도록 제2 농도 계산식의 기울기인 c 값을 교정할 수 있다. 하지만, 이와 달리 c 값은 그대로 두고 y 값을 교정하거나, c 값과 d 값을 모두 교정하는 것 역시 가능하다.

[0054] 도 4는 가스 구별부(400)의 동작 과정을 나타낸 도면이다.

[0055] 도 4를 참조하면, 복합 가스 검출 시스템(10)은 제2 센서(120)에 의한 센싱 결과를 기반으로 수집된 가스의 종류를 구별하도록 구성되는 가스 구별부(400)를 더 포함할 수 있다.

[0056] 보다 상세히 말하면, 가스 구별부(400)는 제1 센서(110)에 의해 구별된 가스의 종류를 참조하여 제2 센서(120)에 의한 센싱 결과를 보정한 후 이를 학습함으로써, 제2 센서(120)에 의한 센싱 결과만으로 상기 가스의 종류를 구별하도록 구성될 수 있다.

[0057] 가스 구별부(400)에 의해 머신러닝을 수행하고, 머신러닝 수행 결과를 기반으로 제2 센서(120)에 의한 센싱 결과를 기반으로 가스 종류를 구별하는 과정을 기술하면 다음과 같다.

[0058] 제2 센서(120)에 포함된 반도체식 센서는 특정 가스에 대한 감도가 우수하지만, 가스 선택성이 좋지 않아 타 가스들과 반응 시, 선택성이 우수한 전기화학식 센서의 보정이 요구된다.

[0059] 이를 위해 제1 센서(110)에 포함된 전기화학식 센서로 가스를 구분한 결과를 바탕으로 반도체식 센서에 의한 센싱 값을 보정하고, 보정된 값을 이용하여 기계 학습(Machine learning)을 수행하여 반도체식 센서의 가스 구분 능력을 향상시킬 수 있다. 이를 통해 기계 학습이 완료된 후에는 반도체식 센서 array 만으로도 가스 종류의 구분이 가능할 수 있다.

[0060] 기계 학습은 다음의 과정으로 진행된다.

[0061] 먼저, 전기화학식 센서와 반도체식 센서에 의해 산출된 가스의 농도, 가스의 종류, 감도의 변화 및 환경에 관한 정보를 수집한다. 온도 및 습도를 포함한 환경에 관한 정보 수집은 복합 가스 검출 시스템(10)에 포함된 환경 데이터 수집부(800)에 의해 수행될 수 있다.

[0062] 기계 학습은 이러한 수집 정보를 활용하여 학습하는 것으로서, 관련된 여러 가지 알고리즘을 선택할 수 있고, 최종 결과와 가장 정확도가 높을 것을 선택할 수도 있다.

[0063] 머신 러닝의 최종 목표는 가스의 종류, 가스의 농도 및 가스 구별 정확도를 표시한 것으로, 이를 위해 기존에 획득한 데이터의 일부를 선행학습을 시키고, 나머지 데이터를 알고리즘에 넣어 알고리즘의 정확도를 판단한다. 예를 들면 가스 구분 시, 가스 농도 1 ppm, 가스 종류 톨루엔, 정확도 80%와 같이 표시될 수 있다.

[0064] 최종적으로는 제1 센서(110)에 포함된 전기화학식 센서의 센싱 결과를 제외한, 제2 센서(120)에 포함된 반도체식 센서의 센싱 결과만으로 가스의 종류 판별이 가능할 수 있다.

[0065] 다시 도 1을 참조하면, 복합 가스 검출 시스템(10)은 PID 센서(500), 통신부(600), 디스플레이부(700)를 더 포함할 수 있다.

[0066] PID 센서(500)는 제1 센서(110)와 제2 센서(120)에 의해 센싱 가능한 가스 농도 범위 전체를 아우르는 센서를 말한다.

[0067] 통신부(600)는 복합 가스 검출 시스템(10)에 의한 가스 농도 및 가스 종류 구분 결과를 외부 디바이스에 전송할 수 있다.

[0068] 디스플레이부(700)는 복합 가스 검출 시스템(10)에 의한 가스 농도 및 가스 종류 구분 결과를 LCD 등의 디스플레이를 통해 표시할 수 있다.

[0069] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 가스 검출 방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.

- [0070] 도 5를 참조하면, 복합 가스 검출 방법은 제1 센서(110)와 제2 센서(120)를 포함하는 센싱부(100)에 의해, 수집된 가스의 농도에 따라 각기 다른 감도를 출력하는 단계(S100), 농도 계산부(200)에 의해, 출력된 감도를 농도 계산식에 적용하여 가스 농도를 계산하는 단계(S200) 및 농도 출력부(300)에 의해, 계산된 가스 농도를 출력하는 단계(S300)를 포함한다.
- [0071] 이때 S300 단계는 S200 단계에서 계산된 가스 농도와 기 설정된 제1 농도를 비교하여 센싱부(100)에 포함된 센서 중 어느 하나에 의해 출력된 감도를 기반으로 계산된 가스 농도를 출력하는 단계이다.
- [0072] S300 단계는 S310 단계 및 S320 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0073] S310 단계는 S200 단계에서 계산된 가스 농도가 제1 농도를 초과하는 경우, 제1 센서(110)에 의해 출력된 감도를 기반으로 S200 단계에서 계산한 가스 농도를 출력하는 단계를 말한다.
- [0074] 또한, S320 단계는 S200 단계에서 계산된 가스의 농도가 제1 농도 미만인 경우, 제2 센서(120)에 의해 출력된 감도를 기반으로 S200 단계에서 계산한 가스의 농도를 출력하는 단계를 말한다.
- [0075] 이상에서 실시예를 통해 본 발명을 설명하였으나, 위 실시예는 단지 본 발명의 사상을 설명하기 위한 것으로 이에 한정되지 않는다. 통상의 기술자는 전술한 실시예에 다양한 변형이 가해질 수 있음을 이해할 것이다. 본 발명의 범위는 첨부된 특허청구범위의 해석을 통해서만 정해진다.

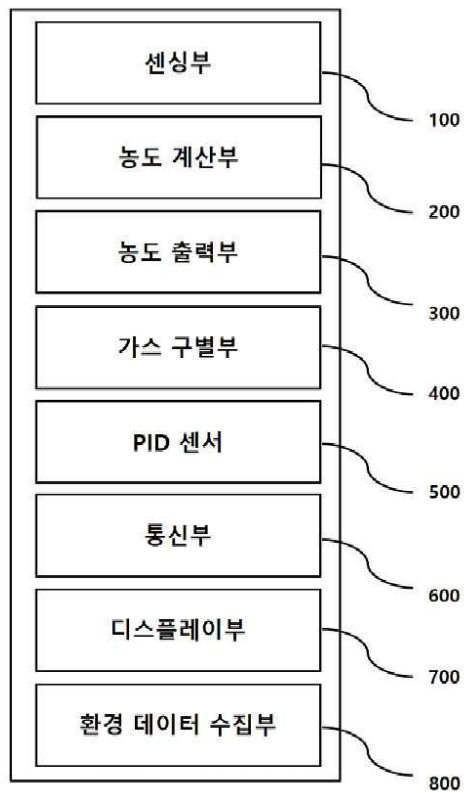
부호의 설명

- [0076] 10: 복합 가스 검출 시스템
- 100: 센싱부
- 110: 제1 센서
- 120: 제2 센서
- 200: 농도 계산부
- 210: 농도 계산식 산출 유닛
- 220: 농도 계산 유닛
- 230: 교정 유닛
- 300: 농도 출력부
- 400: 가스 구별부
- 500: PID 센서
- 600: 통신부
- 700: 디스플레이부
- 800: 환경 데이터 수집부

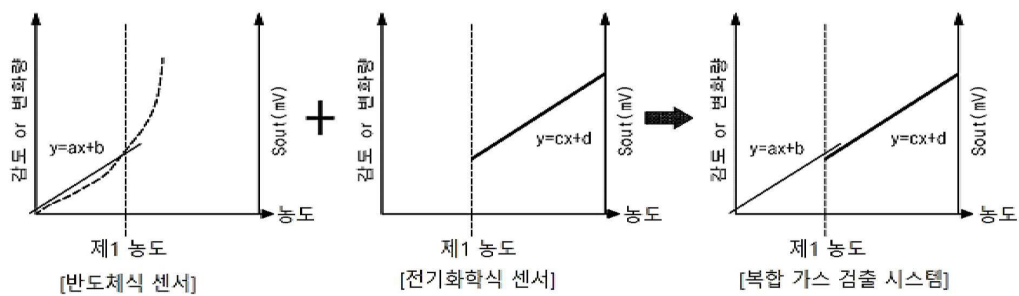
도면

도면1

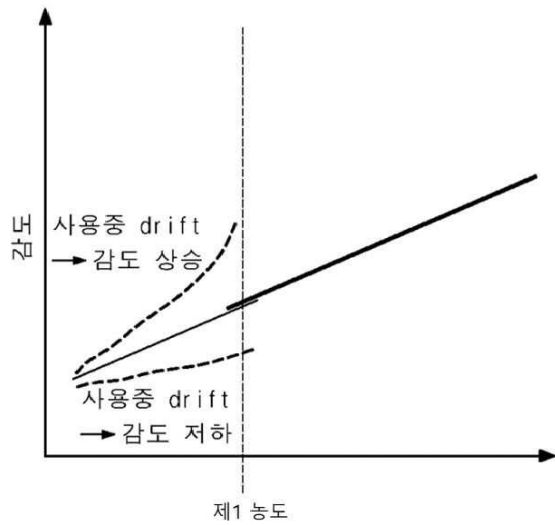
10



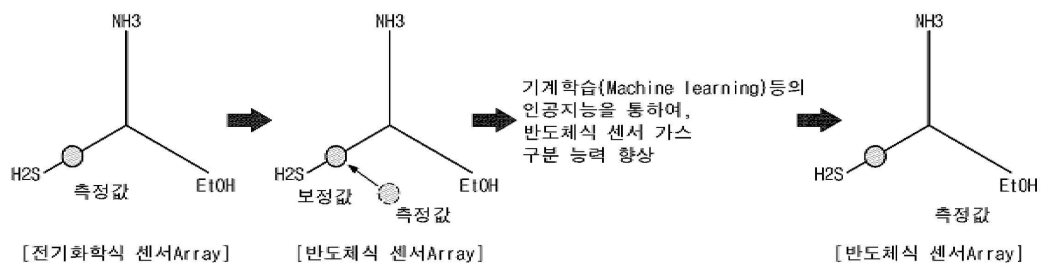
도면2



도면3



도면4



도면5

