(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월05일
(11) 등록번호 10-2141357
(24) 등록일자 2020년07월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 15/14 (2006.01) *G01N 1/22* (2006.01)
G01N 21/65 (2006.01) *G01N 27/416* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 15/14 (2013.01)
G01N 1/22 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0098290
(22) 출원일자 2019년08월12일
심사청구일자 2019년08월12일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120100025 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
국방과학연구소
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
(72) 발명자
이창영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김윤태
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
임태현
경기도 화성시 동탄순환대로22길 14, 1225동 202호(청계동, 대원칸타빌 포레지움)
(74) 대리인
특허법인 무한

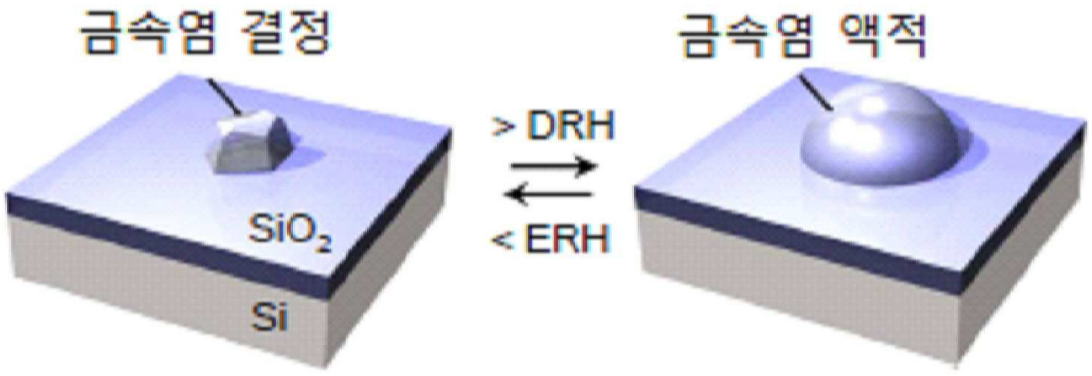
전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 인치현

(54) 발명의 명칭 **기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법 및 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별을 위한 센서**

(57) 요 약

본 발명은, 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법 및 기체상 화학작용제 탐지 및 식별을 위한 센서에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 금속염 액적을 준비하는 단계; 상기 금속염 액적과 분석 시료 가스를 접촉시키고 가스를 포집하는 단계; 및 라만 신호를 측정하여 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 단계;를 포함하는, 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법 및 이를 이용한 기체상 화학작용제 탐지 및 식별을 위한 센서에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01N 21/65 (2013.01)
G01N 27/4166 (2013.01)
G01N 2201/0221 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
KR101668080 B1
KR1020180115494 A
KR1020140090258 A
KR101942911 B1
KR1020100044944 A

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 911115
부처명 방위사업청
연구관리전문기관 방위산업기술지원센터
연구사업명 국방 핵심기술 연구개발사업
연구과제명 화생방 여과시스템 잔여수명 실시간 측정기술
기 여 율 1/1
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2016.12.01 ~ 2019.11.01

명 세 서

청구범위

청구항 1

금속염 액적을 준비하는 단계;

상기 금속염 액적과 분석 시료 가스를 접촉시키고 가스를 포집하는 단계; 및

라만 신호를 측정하여 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 단계;

를 포함하는,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속염 액적을 준비하는 단계 및 분석 시료 가스를 접촉시키고 가스를 포집하는 단계는,

DRH (Deliquescence relative humidity), ERH (Equilibrium Relative Humidity) 또는 이 둘 이상으로 상대습도를 유지하고,

상기 금속염 액적은, 액체상의 방울로 유지되는 것인,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 금속염 액적을 준비하는 단계는,

DRH (Deliquescence relative humidity), ERH (Equilibrium Relative Humidity) 또는 이 둘 이상의 상대습도에서 금속염 결정을 액체상의 금속염 액적으로 전환시키는 단계;

를 포함하는 것인,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 금속염은, 알카리 금속, 알카리 토금속 및 전이금속으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것인,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 금속염은, 할로겐화물염, 수산화염(hydroxide), 벤조산염(benzoate), 아세트산염(acetate), 크로메이트염

(chromate), 황산염(sulphate), 질산염(nitrate), 차아염소산염(hypochlorite), 아염소산염(chlorite), 염소산염(chlorate), 과염소산염(perchlorate), 수산화염(hydroxide), 인산염(phosphate), 및 탄산염(carbonate)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것인,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 금속염 액적을 기재 상에 위치시키는 단계;

를 더 포함하고,

상기 기재는, 유리 기판, 폴리머 기판, 실리콘 기판, 실리콘카바이드(SiC) 기판, 사파이어 기판, 웨이퍼 및 반도체 기판 중 적어도 하나를 포함하는 것인,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 라만 신호를 측정하여 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 단계는,

상기 금속염 액적에 포집된 가스의 라만 지문을 분석하여 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 것인,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 기체상 화학작용제는, 사린(Sarin), VX(O-ethyl-S-[2(diisopropylamino)ethyl] methylphosphonothiolate), 타분, 소만(Soman), 포스겐, PFIB(perfluoroisobutylene), 겨자, 루이사이트, DMMP (Dimethyl methylphosphonate), TEP (Triethyl phosphate), 및 DCP (Diethyl chlorophosphite)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하는 것인,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별을 위한 센서.

청구항 9

기체상 화학작용제를 포집하는 금속염 액적을 포함하는 포집부;

를 포함하는,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별을 위한 센서.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 포집된 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하기 위한 라만 분석부;

를 더 포함하는 것인,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별을 위한 센서.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 포집부는, DRH (Deliquescence relative humidity), ERH (Equilibrium Relative Humidity) 또는 이 둘 이상의 상대습도를 유지하고,

상기 금속염 액적은, 액체상의 액적으로 유지되는 것인,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별을 위한 센서.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 센서는, 휴대 또는 실시간 탐지 및 식별 기능을 갖는 것인,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별을 위한 센서.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 센서는, 1 ppm 이상의 농도의 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 것인,

기체상 화학작용제의 탐지 및 식별을 위한 센서.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법 및 이를 이용한 기체상 화학작용제 탐지 및 식별을 위한 센서에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 화학작용제는 유독할 뿐만 아니라 무색이어서 매우 위험하고 인체에 치명적인 손상을 줄 수 있다. 화학작용제는 신경, 수포, 질식 및 혈액 작용제로 4종류로 분류되고, 인명을 보호하기 위해서는 화학작용제를 빠르고 정확한 탐지가 요구된다. 기존의 화학작용제 탐지 기술은, 기체상 화학작용제를 효율적으로 포집할 수 있는 기술의 부재로 인해 액체상 화학작용제 탐지가 대부분이다. 기체상의 분자를 효율적으로 포집하기 위해 최근에는 에탄올과 같은 액체상태의 작은 물방울을 이용한 가스분자 포집 및 탐지 기술이 보고되었다. 하지만, 이러한 액체 물방울들은 단시간 내에 증발해 버리고, 기체상 화학작용제를 장시간 동안 효율적으로 포집하고 정확하게 분석하는 것이 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명은 상기 언급한 문제점을 해결하기 위해서, 금속염 액적을 이용하여 기체상 화학작용제를 장시간 동안 효율적으로 포집하고, 라만 지문을 이용하여 정확하고 신속하게 기체상 화학작용제를 분석할 수 있는, 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법을 제공하는 것이다.

[0004] 본 발명은, 정확하고 정밀한 기체상 화학작용제 포집 및 분석이 가능할 뿐만 아니라, 휴대 및 현장에서 실시간

측정이 가능한 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별을 위한 센서를 제공하는 것이다.

[0005] 그러나, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 해당 분야 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따라, 금속염 액적을 준비하는 단계; 상기 금속염 액적과 분석 시료 가스를 접촉시키고 가스를 포집하는 단계; 및 라만 신호를 측정하여 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 단계;를 포함하는, 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법에 관한 것이다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 금속염 액적을 준비하는 단계 및 분석 시료 가스를 접촉시키고 가스를 포집하는 단계는, DRH (Deliquescence relative humidity), ERH (Equilibrium Relative Humidity) 또는 이 둘 이상으로 상대습도를 유지하고, 상기 금속염 액적은, 액체상의 방울로 유지되는 것일 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 DRH (Deliquescence relative humidity)은, 10 % 이상이고, 상기 ERH (Equilibrium Relative Humidity)은, 45 % 이상인 것일 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 금속염 액적을 준비하는 단계는, DRH (Deliquescence relative humidity), ERH (Equilibrium Relative Humidity) 또는 이 둘 이상의 상대습도에서 금속염 결정을 액체상의 금속염 액적으로 전환시키는 단계;를 포함하는 것일 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 금속염은, 알카리 금속, 알카리 토금속 및 전이금속으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 금속염은, 할로겐화물염, 수산화염(hydroxide), 벤조산염(benzoate), 아세트산염(acetate), 크로메이트염(chromate), 황산염(sulphate), 질산염(nitrate), 차아염소산염(hypochlorite), 아염소산염(chlorite), 염소산염(chlorate), 과염소산염(perchlorate), 수산화염(hydroxide), 인산염(phosphate), 및 탄산염(carbonate)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 금속염 액적을 기재 상에 위치시키는 단계; 를 더 포함하고, 상기 기재는, 유리 기판, 폴리머 기판, 실리콘 기판, 실리콘카바이드(SiC) 기판, 사파이어 기판, 웨이퍼 및 반도체 기판 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 라만 신호를 측정하여 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 단계는, 상기 금속염 액적에 포집된 가스의 라만 지문을 분석하여 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 것일 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 기체상 화학작용제는, 사린(Sarin), VX(O-ethyl-S-[2(diisopropylamino)ethyl] methylphosphonothiolate), 타분, 소만(Soman), 포스겐, PFIB(perfluoroisobutylene), 겨자, 루이사이트, DMMP (Dimethyl methylphosphonate), TEP (Triethyl phosphate), 및 DCP (Diethyl chlorophosphite)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따라, 기체상 화학작용제를 포집하는 금속염 액적을 포함하는 포집부; 를 포함하는, 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별을 위한 센서에 관한 것이다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 포집된 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하기 위한 라만 분석부;를 더 포함하는 것일 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 포집부는, DRH (Deliquescence relative humidity), ERH (Equilibrium Relative Humidity) 또는 이 둘 이상의 상대습도를 유지하고, 상기 금속염 액적은, 액체상으로 유지되는 것일 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 센서는, 휴대 또는 실시간 탐지 및 식별 기능을 갖는 것일 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 센서는, 1 ppm 이상의 농도의 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명은, 습도 조절에 의해서 금속염 액적의 장시간 유지가 가능하여 기체상 화학작용제의 장시간 동안 효율적으로 포집하고, 라만 지문을 이용하여 기체상 화학작용제의 정확한 식별 및 탐지가 가능한 기체상 화학작용제 탐지 및 식별 방법을 제공할 수 있다.

[0021] 본 발명은, 정확하고 정밀한 기체상 화학작용제 포집 및 분석이 가능할 뿐만 아니라, 현장에서 실시간으로 포집 및 분석이 가능한 휴대성이 접목된 기체상 화학작용제 탐지 및 식별을 위한 센서, 시스템 및 키트를 제공할 수 있다. 또한, 습도 조절에 의해서 간단한 방법으로 금속염 액적을 형성하고, 이를 이용하여 추가적인 포집 장치 없이 기체상 화학작용제를 포집할 수 있으므로, 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별을 위한 센서, 시스템 및 센서의 제조방법 및 구성을 간소화시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명에 의한 금속염 액적의 습도에 따른 상 변화를 예시적으로 나타낸 것이다.

도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명의 실시예 1에 제조된 LiCl 액적 및 이를 이용한 기체상 화학작용제의 포집 공정을 예시적으로 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명의 실시예 1에서 제조된 LiCl 액적의 습도에 따른 상 변화 결과를 이미지로 나타낸 것이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명의 실시예 2에서 제조된 LiCl 액적을 이용하여 포집된 기체상 화학작용제의 라만 분석 결과를 나타낸 것이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명의 실시예 3에서 제조된 LiCl 액적을 이용하여 포집된 기체상 화학작용제의 라만 분석 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0024] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0026] 본 발명은, 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법에 관한 것으로 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법은, 금속염 액적을 이용하여 기체상 화학작용제를 포집하고 분석하는 것으로, 상대습도 조절에 의해 금속 액적을 장기간 유지가 가능하여 기체상 화학작용제의 장기간 포집하고, 라만 지문을 이용한 분석으로 정밀하고 정확한 기체상 화학자용제의 탐지 및 식별이 가능할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법은, 금속염 액적을 준비하는 단계; 금속염 액적과 분석 시료 가스를 접촉시키고 가스를 포집하는 단계; 및 라만 신호를 측정하여 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0028] 상기 금속염 액적을 준비하는 단계는, 상대 습도를 조절하여 금속염 결정을 액체상 또는 액체상의 금속염 액적으로 전환하고, 액적을 형성하는 단계이며, 상기 상대 습도는, DRH (Deliquescence relative humidity), ERH (Equilibrium Relative Humidity) 또는 이 둘 이상으로 조절하고, 상기 금속염 결정을 액체상 또는 액체상의 금속염 액적으로 전환시킬 수 있다.

[0029] 상기 금속염 액적을 준비하는 단계는, 기재 상에 하나 이상의 금속염 결정을 위치시키고 상대 습도 조절에 의해서 액체상의 금속염 액적을 형성할 수 있다. 또는, 용기 내에 금속염 결정을 담고 상대 습도를 조절하여 액체상의 금속염으로 전환시키고 이를 기재 상에 위치(또는, 분사, 코팅 등)시켜 금속염 액적을 형성할 수 있다.

상기 액체상의 금속염 및 금속염 액적은, 일정한 상태 습도의 유지에 의해서 쉽게 마르지 않고 장기간 기체상 화학작용제를 포집할 수 있다.

[0030] 상기 기재는, 상기 금속염 액적의 형성 및 유지에 도움을 주는 기판이며, 상기 기재는, 유리 기판, 금속 기판(예를 들어, Al 등), 폴리머 기판, 산화물(TiO_2, 실리카(SiO_2) 등), 실리콘 기판, 실리콘카바이드(SiC) 기판, 사파이어 기판, 웨이퍼 및 반도체 기판 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0031] 상기 기재는, 단일 또는 복수층으로 구성되고, 상기 기재의 표면은, 친수성, 소수성 또는 이 둘의 특성을 가지며 상기 금속염 액적와 접촉각을 형성할 수 있다. 예를 들어, 상기 접촉각은, 상기 금속염 액적의 안정적으로 유지하고, 장기간 포집에 도움을 주도록, 25° 이상; 30° 이상; 또는 25° 내지 90° 일 수 있다. 또한, 상기 친수성 표면에서 액체상의 금속염이 액체필름 형태로 포집 기능을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 언급한 기판 표면에 소수성 특성을 얻기 위해서는, 소수성을 갖는 기판적용, 소수성을 갖는 기판과 복수층을 형성하거나, 또는 기판 표면에 산화막 형성, 플라즈마 처리(산소, 아르곤 가스 적용) 등을 이용할 수 있다.

[0032] 상기 DRH (Deliquescence relative humidity) 및 상기 ERH (Equilibrium Relative Humidity)은, 금속염의 고체 및 액체 상태를 결정 짓는 임계 상대 습도이며, 금속염의 종류에 따라 변경 또는 조절될 수 있다. 예를 들어, 상기 DRH (Deliquescence relative humidity)은, 1 % 이상; 10 % 이상; 30 % 이상; 60 % 이상; 70 % 이상; 85 % 이상; 또는 90 % 이상일 수 있다. 또한, 상기 ERH (Equilibrium Relative Humidity)은, 1 % 이상; 10 % 이상; 45 % 이상; 50 % 이상; 60 % 이상;일 수 있다.

[0033] 예를 들어, 도 1에서 제한 바와 같이, 상대 습도가 금속염 결정의 DRH 보다 높을 경우에 금속염 결정이 공기 중의 물을 흡수하여 액체상의 금속염 액적을 형성하고, 상대 습도가 ERH 보다 낮을 경우에 금속염 액적 내 물이 증발하여 금속염 결정으로 변할 수 있다.

[0034] 상기 상대 습도는, 10 % 이상; 20 % 이상; 30 % 이상; 또는 10 % 내지 100 %;일 수 있다. 상기 습도는 상온 또는 20 ℃ 내지 30 ℃에서 유지될 수 있다.

[0035] 상기 금속염은, 흡습성을 갖는 것으로, 상기 금속염은, 할로겐화물염, 수산화염(hydroxide), 벤조산염(benzoate), 아세트산염(acetate), 크로메이트염(chromate), 황산염(sulphate), 질산염(nitrate), 차아염소산염(hypochlorite), 아염소산염(chlorite), 염소산염(chlorate), 과염소산염(perchlorate), 수산화염(hydroxide), 인산염(phosphate) 및 탄산염(carbonate) 로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0036] 상기 금속은, 알카리 금속, 알카리 토금속 및 전이금속으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 리튬(*Li*), 나트륨(*Na*), 칼륨(*K*), 루비듐(Rb), 세슘(*Cs*), 칼슘(Ca), 베릴륨(Be), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 라듐(Ra), 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 납(pd), 카드뮴(Cd), 코발트(Co), 세슘(Ce) 등일 수 있다.

[0037] 바람직하게는 상기 금속염은, LiCl, NaCl, KCl, RbCl, CsCl, $CaCl_2$, CsF, LiBr, NaOH, $ZnBr_2$, KOH, LiCl 등일 수 있다. 상기 금속염은, 매우 낮은 습도에서도 마르지 않는 금속염 액적을 제공할 수 있으며, 상기 금속염의 습도임계치(DRH)는 LiCl(11%), NaCl(75%), KCl(85%)이고, 매우 낮은 DRH 값 (~10%)을 가지는 낮은습도에서 마르지 않는 소금 종류는 예를 들면, CsF, LiBr, NaOH, $ZnBr_2$, KOH, LiCl 등일 수 있다.

[0038] 상기 금속염 액적과 분석 시료 가스를 접촉시키고 가스를 포집하는 단계는, 상기 금속염 액적을 마르지 않게 유지하여 짧은 시간에서 장시간까지 가스를 포집할 수 있다. 즉, 마르지 않는 금속염 액적에 의해서 추가적인 포집 장비 없이 장시간 동안 효율적인 기체상 화학작용제 포집이 이루어지고, 포집된 기체상 화학작용제를 분석하여 분석 시료 가스 내에서 기체상 화학작용제의 탐지 및 검출하고, 이들의 정량 및/또는 정성(농도, 성분 등) 분석이 이루어질 수 있다.

[0039] 상기 금속염 액적과 분석 시료 가스를 접촉시키고 가스를 포집하는 단계는, DRH (Deliquescence relative humidity), ERH (Equilibrium Relative Humidity) 또는 이 둘 이상으로 상대습도를 유지하여 상기 금속염 액적이 장시간 동안 마르지 않고 기체상 화학작용제를 포집할 수 있다.

[0040] 상기 라만 신호를 측정하여 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 단계는,

[0041] 상기 금속염 액적에 포집된 가스의 라만 신호를 측정하고, 라만 지문(molecular fingerprint)을 분석하여 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 것으로, 분자 고유의 라만 지문을 이용하여 포집된 화학작용제를 빠르고 정

확하게 탐지 및 감지하고, 식별할 수 있다.

[0042] 상기 기체상 화학작용제는, 본 발명의 기술 분야에서 알려진 기체상 화학작용제라면 제한 없이 탐지 및 식별할 수 있으며, 예를 들어, 사린(Sarin), VX(O-ethyl-S-[2(diisopropylamino)ethyl] methylphosphonothiolate), 타분, 소만(Soman) 등의 신경작용제; 포스겐, PFIB(perfluoroisobutylene) 등의 질식작용제; 시안화수소, 염화시안 등의 혈액작용제; 겨자, 루이사이트 등의 수포작용제; DMMP (Dimethyl methylphosphonate), TEP (Triethyl phosphate), DCP (Diethyl chlorophosphite) 등의 모의화학작용제;로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하고, 바람직하게는 사린, 소만, 시안화수소, DMMP, TEP, DCP 등일 수 있다.

[0043] 상기 라만 신호를 측정하여 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하는 단계는, 휴대용 라만 분석기를 적용하여 현장 및 실시간 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별이 가능할 수 있다.

[0044] 본 발명은, 본 발명에 의한 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별을 위한 센서. 상기 센서를 포함하는 시스템 및 키트에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 센서는, 상기 언급한 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법을 적용하는 것으로, 기체상 화학작용제를 포집하는 금속염 액적을 포함하는 포집부;를 포함하고, 포집된 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별하기 위한 라만 분석부;를 더 포함할 수 있다.

[0045] 상기 포집부는, 기재 상에 금속염 액적이 위치하고, 상기 금속염 액적과 분석 시료 가스에 노출 및 접촉시켜 기체상 화학작용제를 포집할 수 있다. 상기 기재는 상기 언급한 바와 같다.

[0046] 상기 포집부는, DRH (Deliquescence relative humidity), ERH (Equilibrium Relative Humidity) 또는 이 둘 이상의 상대습도를 유지하고, 상기 금속염 액적은, 마르지 않고 액체상의 금속염 액적으로 유지되고, 단시간에서 장시간 동안 기체상 화학작용제를 포집할 수 있다.

[0047] 상기 라만 분석부는, 라만 지문을 이용하여 상기 포집된 기체상 화학작용제를 분석하는 것으로, 휴대용 라만 분석기를 적용할 경우에, 상기 센서는, 휴대 및/또는 현장에서 실시간 탐지 및 식별이 가능할 수 있다.

[0048] 상기 센서는, 1 ppm 이상; 3 ppm 이상; 5 ppm 이상; 10 ppm 이상의 농도의 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별할 수 있다.

[0049] 상기 키트는, 휴대용 라만 분석기를 구비하는 센서를 포함하는 것으로, 실험실 및/또는 현장에서 기체상 화학작용제를 탐지 및 식별할 수 있다.

[0050] 이하, 본 발명에 대해 실시예 및 도면을 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다. 그러나, 본 발명이 이러한 실시예 및 도면에 제한되는 것은 아니다.

[0051] 실시예 1

[0052] 도 2에 따라 Si 기판 상에 실리카층이 형성된 기판을 준비하고, 상기 기판 표면에 LiCl 액적을 위치시켰다. 상대 습도는 52 %로 유지하고, 13일 이후에 액적이 마르는지 관찰하였다. 도 3을 살펴보면, LiCl의 DRH (11 %) 이상의 습도에서 마르지 않고 장기간 동안 유지되는 것을 확인할 수 있다.

[0053] 실시예 2

[0054] 도 2에 따라, 도 1에 따라 Si 기판 상에 실리카층이 형성된 기판을 준비하고, 상기 기판 표면에 액체 상태의 소금물을 분사 방식으로 기판에 도포하여 소금물(LiCl) 액적을 기판 상에 위치시켰다. 다음으로, 기체상 화학작용제(DMMP 증기) 주사기(농도 ~1000 ppm 또는 5 ppm)를 이용하여 기판에 노출시키고, 30분 동안 포집한 이후에 라만신호를 측정하였다. 그 결과는 도 4에 나타내었다. 도 4에서 신경작용제인 DMMP 증기를 LiCl 액적을 이용하여 포집하고 라만 분석에 의해서 DMMP의 탐지가 가능한 것을 확인할 수 있다.

[0055] 실시예 3

[0056] 도 3에 따라, 도 2에 따라 Si 기판 상에 실리카층이 형성된 기판을 준비하고, 상기 기판 표면에 액체 상태의 소금물을 분사 방식으로 기판에 도포하여 소금물(LiCl) 액적을 기판 상에 위치시켰다. 다음으로, 기체상 화학작용제(DMMP 증기) 주사기(농도 5 ppm)를 이용하여 기판에 노출시키고, 30분 동안 포집한 이후에 라만신호를 측정하였다. 그 결과는 도 5에 나타내었다.

[0057] 도 5에서 화학작용제인 DMMP 증기를 LiCl 액적을 이용하여 포집하고 라만 분석 5 ppm 농도까지 검출 가능한 것을 확인할 수 있다.

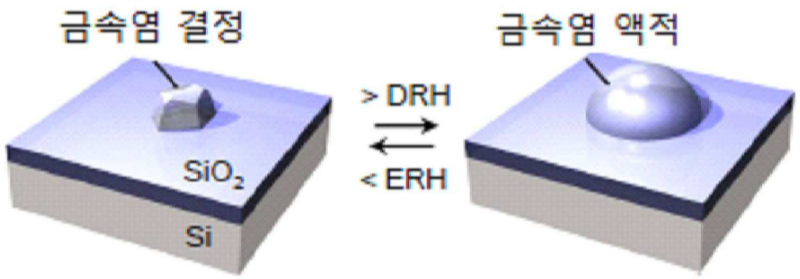
[0058] 본 발명은, 금속염 액적을 이용하여 기체상 화학작용제의 장시간 동안 효율적으로 포집하고, 라만 지문을 이용

하여 포집된 기체상 화학작용제를 정밀하고 정확하게 분석할 수 있는, 기체상 화학작용제의 탐지 및 식별 방법 및 이를 이용한 센서를 제공할 수 있다.

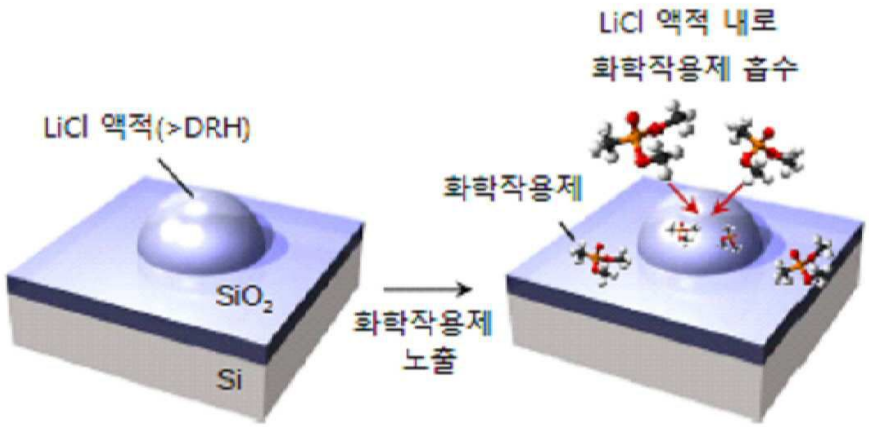
[0059] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

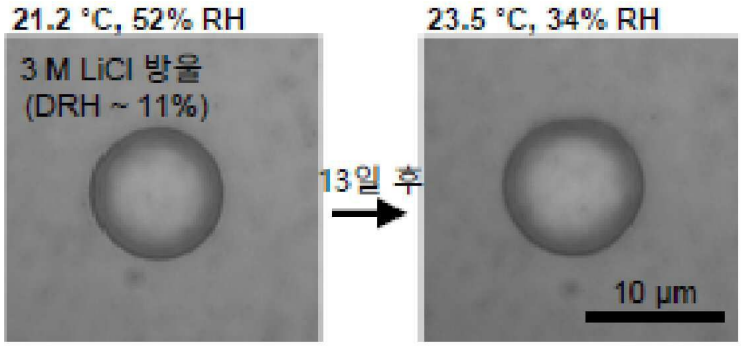
도면1



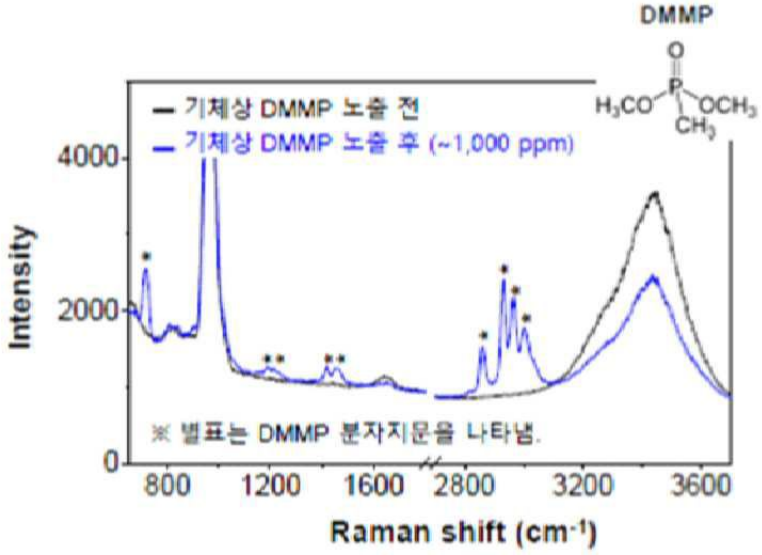
도면2



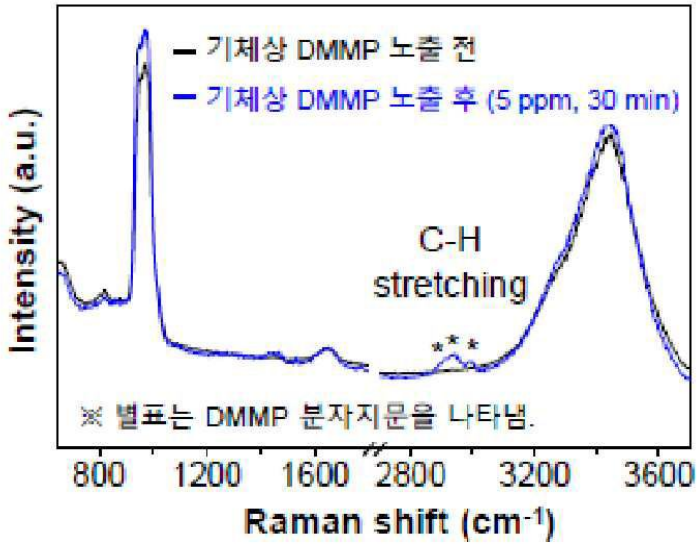
도면3


21.2 °C, 52% RH
3 M LiCl 방울
(DRH ~ 11%)
13일 후
23.5 °C, 34% RH
10 μm

도면4


DMMP
기체상 DMMP 노출 전
기체상 DMMP 노출 후 (~1,000 ppm)
※ 별표는 DMMP 분자지문을 나타냄.
Intensity
4000
2000
0
800
1200
1600
2800
3200
3600
Raman shift (cm-1)

도면5


기체상 DMMP 노출 전
기체상 DMMP 노출 후 (5 ppm, 30 min)
C-H
stretching
※ 별표는 DMMP 분자지문을 나타냄.
Intensity (a.u.)
800
1200
1600
2800
3200
3600
Raman shift (cm-1)