(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0087330
(43) 공개일자 2021년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/407 (2006.01) *G01N 27/12* (2006.01)
G01N 33/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 27/4075 (2013.01)
G01N 27/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0000448
(22) 출원일자 2020년01월02일
심사청구일자 2020년01월02일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
윤대성
서울특별시 강남구 광평로10길 6, 101동 201호(일원동, 한솔마을아파트)
이규도
경기도 남양주시 별내5로5번길 49, 302호(별내동, 은원빌딩)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 다해

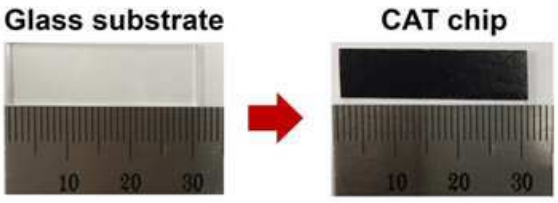
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 발명의 명칭 **탄소물질 기반의 접착테이프를 이용한 이산화질소 가스 센싱 플랫폼**

(57) 요 약

본 발명에 따른 그래핀을 이용한 소자 기반의 가스 센서는 공정 과정을 거쳐야 한다는 번거로움이 존재하는 종래의 문제점을 해소하고자 하는 것으로서, 공정에 따른 비용과 시간을 해결하기 위하여 간편하게 제작 가능한 이산화질소 가스 센싱 플랫폼을 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01N 33/0037 (2013.01)
(72) 발명자
이상원
서울특별시 서초구 효령로29길 42, 1동 301호 (방배동, 베토벤하이츠)
이원석
인천광역시 계양구 효서로 10, 101동 1002호(효성동, 삼성홈타운아파트)
김인수
서울특별시 성북구 인촌로24가길 4-11, B03호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018034969
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	(이공)중견연구자지원사업
연구과제명	그래핀 센서 소자 기반 퇴행성 뇌질환 관련 약물 스크리닝 기술개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2018.04.01 ~ 2019.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

비결정성 탄소 물질 기반 테이프를 사용하는 것을 특징으로 하는, 일회용 가스 센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,상기 일회용 가스 센서는 이산화질소 센싱에 적용되는 것을 특징으로 하는, 일회용 가스 센서.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 수많은 독성 가스 중 이산화질소 가스를 센싱하는 방안에 관한 것으로, 좀더 상세하게는 자동차 배기 가스 테스트를 진행하기 위한 일회성을 목적으로 실생활에 이용 가능하게 저비용으로 간편하게 제작 및 활용 가능한 이산화질소 가스 센싱 플랫폼에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기존의 연구결과를 보면 결정성 탄소물질(Crystalline carbon material)이나 비결정성 탄소물질(amorphous carbon material)이 다양한 가스(NOx, NH3, SO2, acetone, ethanol, VOCs 등)를 흡착하여 물질의 변화된 전기전도성을 통해 센싱하는데 사용됨을 알 수 있다.

[0003] 수많은 가스 중에서 1시간 이내의 노출 시간을 통해 10ppm 정도의 적은 농도에 노출되어도 인체에 해로운 영향을 끼치는 이산화질소(NO2) 가스를 센싱하기 위한 탄소물질 기반의 센싱 플랫폼 개발에 대해서는 활발하게 연구결과가 발표되고 있다.

[0004] 이산화질소 가스는 실생활에서 많이 배출되는 독성 가스로서, 주로 자동차 배기가스와 공장에서 배출되어 호흡기에 매우 해로운 영향을 준다.

[0005] 결정성을 나타내는 대표적인 탄소물질인 그래핀은 반도체성 성격을 나타내기 때문에 전기전도도 특성 변화를 통해 센서로 적합한 물질이고, 상기 그래핀은 전기적, 물리적, 열성, 탄성도 등 다양한 측면에서 뛰어난 성질을 가진다. 따라서 그래핀을 기반으로 소자 센서를 제작하여 이산화질소 뿐만 아니라, 다양한 가스를 센싱하는데 사용되고 있다.

[0006] 그래핀을 이용하여 가스가 흡착됨에 따라 전기전도도가 변화되는 원리는 그래핀의 p-type 반도체성 성질에 기반한 것으로서, 그래핀 표면에 가스분자가 흡착되면, 가스 종류에 따라 electron-acceptor 또는 electron-donor로서로 상반되는 2가지 양상을 나타낸다. 이에 따라 나타나는 전기적 특성 변화를 통해 가스를 센싱할 수 있다.

[0007] 하지만 기존의 연구결과를 보면 그래핀 내지 탄소물질 기반의 소자 센서를 제작해야 하는 공정 과정이 필요하게 된다. 이는 내구성에 비해 많은 시간과 비용이 소요되는 것과 더불어, 공정 중에 다뤄야 하는 물질이 다소 위험하다는 문제점이 있다.

[0008] 탄소나노튜브와 그래핀 산화물 또는 질소가 도핑된 그래핀을 이용한 가스센서에 의해 이산화질소 가스를 탐지하는 내용을 기술하는 문헌으로는 대한민국 공개특허 10-2017-0008065 및 10-2018-0095463 등이 있다.

[0009] (특허문헌 1) KR 10-2017-0008065 A

[0010] (특허문헌 2) KR 10-2018-0095463 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 그래핀을 이용한 소자 기반의 가스 센서는 공정 과정을 거쳐야 한다는 번거로움이 존재하는 종래의 문제점을 해소하고자 하는 것으로서, 공정에 따른 비용과 시간을 해결하기 위하여 간편하게 제작 가능한 이산화질소 가스 센싱 플랫폼을 제공하는 것이 목적이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 일회용 가스 센서는 비결정성 탄소 물질 기반 테이프를 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 일회용 가스 센서는 이산화질소 센싱에 적용된다.

발명의 효과

[0014] 상술한 바와 같은 본 발명에 따른 탄소물질 기반의 접착테이프를 이용한 이산화질소 가스 센싱 플랫폼은 상온에서 간편하게 제작한 센서를 사용한 후에 가스 센서의 테이프 만을 제거하여 유리판의 재활용을 가능하게 함으로써 추가적인 비용을 줄일 수 있다.

[0015] 본 발명에 따른 이산화질소 가스 센싱 플랫폼은 견고하고 다루기 쉽고 일회용 이산화질소 가스 감지 플랫폼으로 적용할 수 있다.

[0016] 이산화질소 가스 센싱 플랫폼의 전기전도도는 이산화질소 가스의 노출 시간과 농도에 따라 증가하는 것을 알 수 있다. 상기 노출 시간과 농도는 각각 0 내지10분 및 0 내지 100ppm 범위 상에서 설정된다.

[0017] 이산화질소 가스의 검출 시간은 3분 미만으로서 일반적으로 인체에 해를 끼치는 것으로 간주되는 최소 농도인 10ppm보다 낮은 농도인 5ppm의 이산화질소 가스도 측정 가능하다.

[0018] 본 발명에 따른 이산화질소 가스 센싱 플랫폼은 ????물(H2O), 이산화탄소(CO2), 질소(N2) 및 먼지와 상관 없이 가솔린 및 디젤과 같은 자동차 배기가스에서 NO2 가스를 감지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 규격화된 유리판 상에 본 발명에 따라 비결정성 탄소 물질 기반의 테이프를 부착하여 제작한 가스 센싱 플랫폼을 보인다.

도 2는 본 발명에 따른 가스 센싱 플랫폼이 배치된 가스 배관 설계도를 보인다.

도 3은 제작된 가스 센서 플랫폼을 챔버 안에 넣고 일정한 시간 동안 이산화질소 가스 상에 노출시킨 상태를 보이는 것으로서, 유량 조절계를 이용하여 이산화질소와 질소 가스를 조합하여 이산화질소 가스의 농도를 조절하는 과정을 보인다.

도 4는 전류 및 전압 측정 장비를 이용하여 가스 센서의 전기전도도를 측정하는 과정을 보인다.

도 5는 비결정성 탄소 물질 테이프의 성분 특성을 분석한 것으로서, (a) 열중량분석기를 이용한 열무게 분석(TGA) 및 (b) X선 광전자 분광기를 이용한 X선 광전자 분광(XPS) 분석 결과를 보인다.

도 6은 비결정성 탄소 물질 테이프의 주사 전자 현미경 이미지를 보이는 것으로서, (a) 이산화질소 가스 노출 전 및 (b) 이산화질소 가스 노출 후의 이미지를 보인다.

도 7은 비결정성 탄소 물질 기반의 센서에 이산화질소 가스 노출시간에 따른 전기전도도 변화 결과를 보이는 것으로서, (a) 0-10분의 시간과 (b) 1-100ppm 농도에 따른 센서의 전기전도도 측정 변화를 보인다.

도 8은 비결정성 탄소 물질 기반의 센서에 이산화질소 가스 노출 농도에 따른 전기전도도 변화 결과를 보인다.

도 9는 본 발명에 따른 가스 센싱 플랫폼을 실생활 사용에 접목한 상태를 보인다.

도 10은 본 발명에 따른 비결정성 탄소 물질 플랫폼의 (a)상대습도와 (b)이산화탄소 가스에 대한 반응성 결과를 보인다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 더욱 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면 상에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.

[0021] 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0022] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속" 될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0023] 이하, 도 1 내지 도 10을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화질소 가스 센싱 플랫폼을 설명한다.

[0024] 본 발명은 상용화된 비결정성 탄소 물질 기반의 테이프를 규격화된 유리판에 부착하여 간단하게 가스 센서를 제작하는 것이다.

[0025] 도 1을 참조하면, 상온에서 3cm ㅅ 1cm 으로 규격화된 유리판 상에 탄소 물질 기반의 테이프를 부착하여 가스 센서를 제작한다.

[0026] 도 2를 참조하면, 유량 조절계(mass flow controller, MFC)를 이용하여 이산화질소 가스의 농도(0-100ppm) 및 유량(0-500 sccm)을 조절할 수 있다.

[0027] 제작된 가스 센서 상에 가스를 노출시키기 위하여 유량 조절계를 포함하여 가스 배관을 구축한다.

[0028] 도 3을 참조하면, 실험 시에 이산화질소 가스 이외의 영향을 받지 않기 위해서 제작한 가스 센서의 크기에 맞는 챔버를 제작한다. 즉, 제작한 가스 센서를 챔버 안에 넣고 일정한 시간동안 이산화질소 가스를 노출시키고, 유량 조절계를 이용하여 이산화질소와 질소 가스를 조합하여 이산화질소 가스의 농도를 조절한다.

[0029] 도 4를 참조하면, 전류-전압 측정기를 이용하여 이산화질소 가스에 노출 전후의 가스 센서의 전기전도도를 측정하여 변화를 관찰한다.

[0030] 도 5를 참조하면, 열중량 분석기를 이용한 열무게 분석(TGA)과 x선 광전 분광기를 이용한 x선 광전 분광(XPS) 분석을 통하여 비결정성 탄소 물질 기반의 테이프의 구성 성분을 분석한다.

[0031] 도 6을 참조하면, 이산화질소 가스의 노출 전후에 따른 탄소 기반 테이프의 표면 특성변화 여부를 확인하기 위하여 주사 전자 현미경 이미지를 이용한다.

[0032] 도 6의 이미지를 통해 알 수 있는 바와 같이 이산화질소 가스의 노출로 인한 가스 센서 표면의 변화는 없는 것으로 확인한다.

[0033] 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 가스 센서 상에 이산화질소 가스를 0-10 분 동안 노출하여 시간별로 변화되는 가스 센서의 전기전도도를 측정한다.

[0034] 노출 시간이 길어질수록 가스 센서의 전기전도도의 변화가 증가한다는 것을 확인했고, 이를 통해 노출 시간이 길어짐에 따라 많은 양의 이산화질소 가스 분자가 센싱 플랫폼을 이루는 테이프 표면 상에 흡착하여 전기전도도를 변화시킨다는 것을 알 수 있다.

[0035] 또한, 시간별 전기전도도를 분석한 결과 3분 이내 이산화질소 가스 분자가 표면에 모두 흡착되어, 3분 이후에 전기전도도 상에 큰 변화가 없는 것을 확인할 수 있다.

[0036] 도 8을 참조하면, 시간별 실험 결과에 따라, 노출 시간을 3분으로 고정한다. 노출 시간은 3분으로 고정하되, 이산화질소 가스의 농도를 0-100ppm 까지 각각 노출시켜 변화되는 가스 센서의 전기전도도를 측정한다. 실험 결과 농도가 증가함에 따라 증가하는 센서의 전기전도도를 확인할 수 있다.

[0037] 결정계수 값이 0.956이 나옴에 따라 매우 선형적으로 증가한다고 볼 수 있다.

[0038] 도 9를 참조하면, 가스 센서의 실용적 측면을 고려하여 실생활에서 질소산화물(NOx) 가스가 많이 배출되는 자동차 배기가스에 본 발명에 따른 가스 센서를 노출시켜 도 8(b)에 포함된 수식에 적합하게 작동하는지 확인한다.

[0039] 가솔린 차량과 디젤 차량에 각각 3분 동안 노출한 결과 가스 센서의 전기전도도가 증가된 것을 확인할 수 있다. 측정된 값을 도 8(b)에 적용한 결과 가솔린 차량의 질소산화물 가스 농도는 453 ppm, 디젤차량의 질소산화물 가스 농도는 893 ppm 인 것을 도출한다.

[0040] 각각의 도출된 농도값은 가솔린 및 디젤 차량의 질소산화물 가스 평균 농도와 비슷하다는 것을 기존의 연구결과를 통해 확인할 수 있다.

[0041] 도 10을 참조하면, 본 발명에 따른 가스 센서의 전기전도도가 이산화질소 가스에만 특이적 변화한다는 것을 확인하기 위한 특이성 실험을 진행한다.

[0042] 또한, 상대 습도를 변화시켜 외부 환경에 따른 변화 여부를 확인한다.

[0043] 본 발명에 따른 가스 센서는 0~99% 범위의 이산화탄소 및 0~99% 범위의 상대습도 변화에 상관없이 일정한 전기전도도를 유지한다.

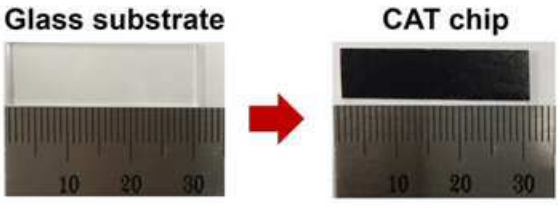
[0044] 이를 통해 공기 중 일산화질소 혹은 이산화질소만을 흡착하여 전기적 특성이 바뀐다는 것을 알 수 있다.

[0045] 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 탄소물질 기반의 접착테이프를 이용한 이산화질소 가스 센싱 플랫폼은 상온에서 간편하게 제작한 센서를 사용한 후에 가스 센서의 테이프 만을 제거하여 유리판의 재활용을 가능하게 함으로써 추가적인 비용을 줄일 수 있다.

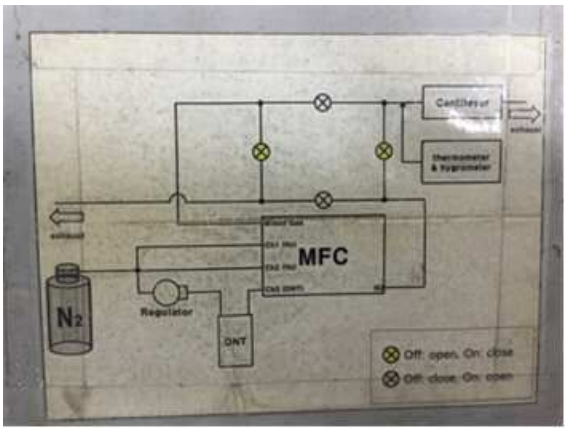
[0046] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

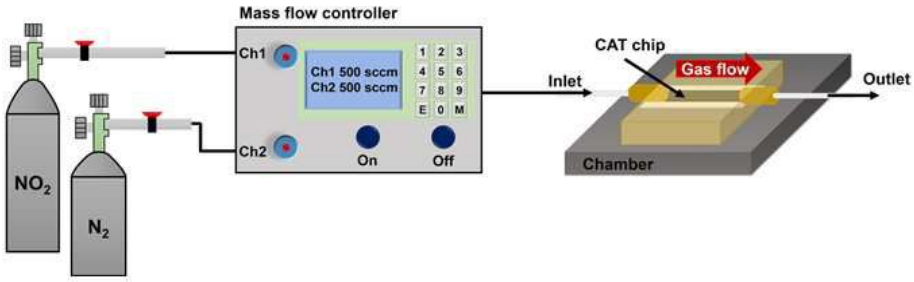
도면1



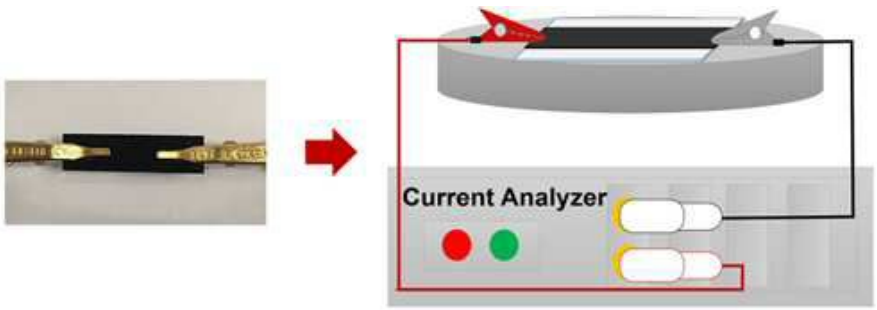
도면2



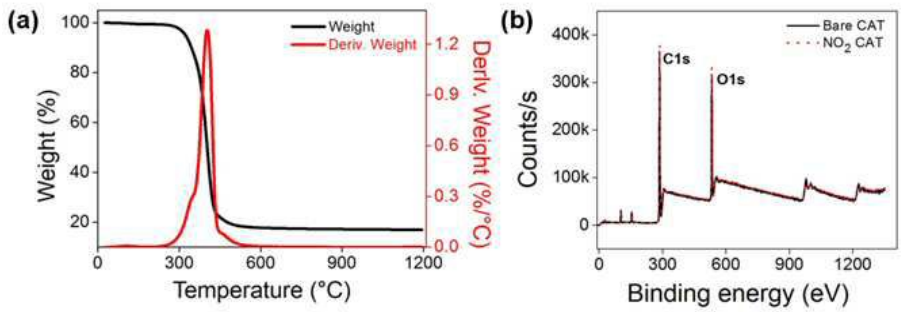
도면3



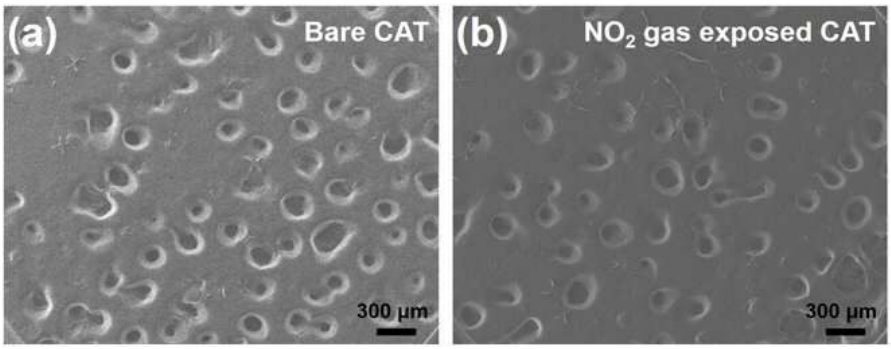
도면4



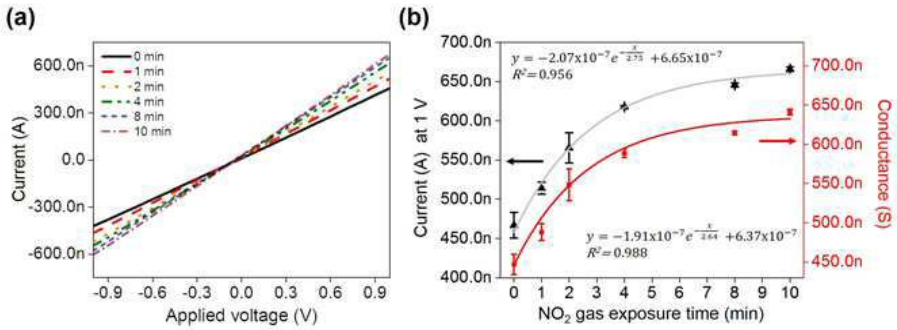
도면5



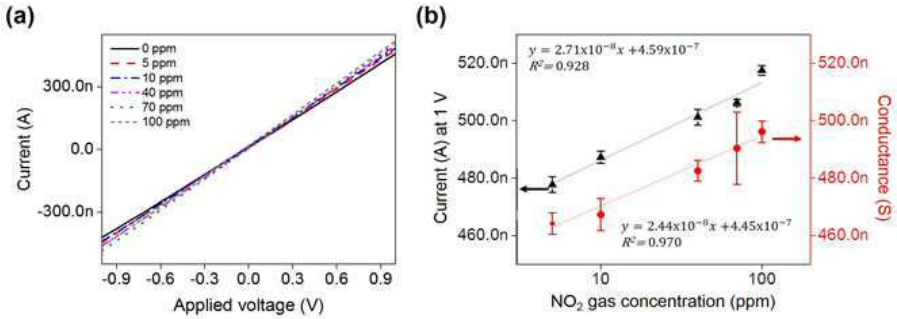
도면6



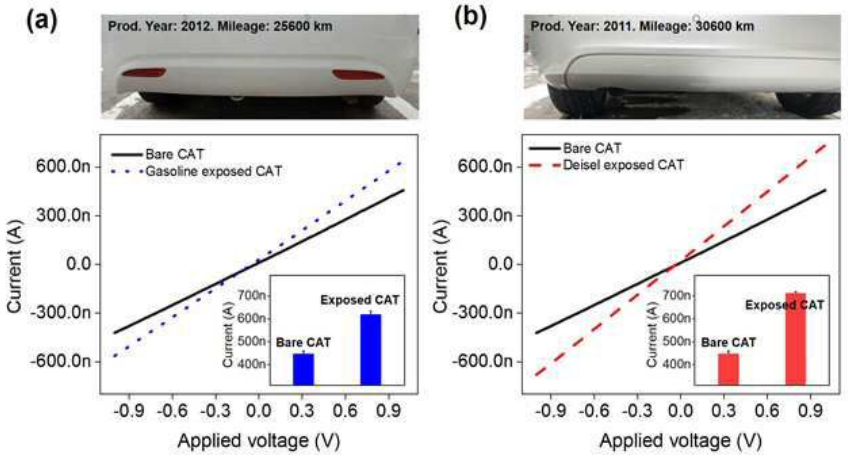
도면7



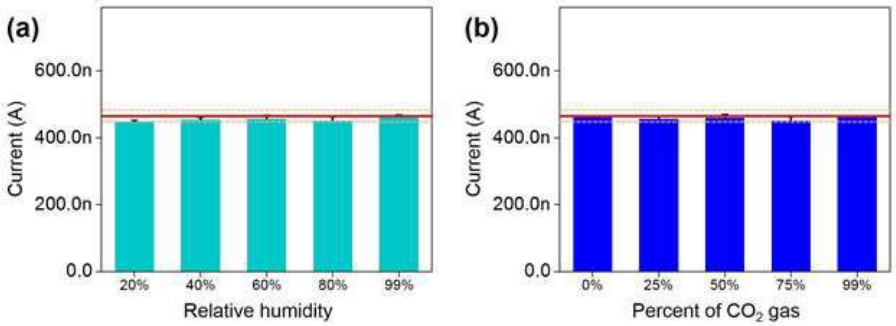
도면8



도면9



도면10


(a)
600.0n
400.0n
200.0n
0.0
Current (A)
20%
40%
60%
80%
99%
Relative humidity
(b)
600.0n
400.0n
200.0n
0.0
Current (A)
0%
25%
50%
75%
99%
Percent of CO_2 gas