(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

정정판

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2011 년 1 월 20 일 (20.01.2011)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2011/008043 A9

(51) 국제특허분류:
G01N 27/12 (2006.01) *B82B 3/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2010/004635

(22) 국제출원일: 2010 년 7 월 16 일 (16.07.2010)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2009-0065227 2009 년 7 월 17 일 (17.07.2009) KR

(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **(주)와이즈산전 (WISECONTROL INC.)** [KR/KR]; 경기도 용인시 기흥구 상갈동 199, 446-905 Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자; 겸
(75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **이상훈 (LEE, Sang Hoon)** [KR/KR]; 경기도 용인시 기흥구 보정동 911 번지 대림아파트 205 동 1001 호, 446-853 Gyeonggi-do (KR). **황하룡 (HWANG, Ha Ryong)** [KR/KR]; 경기도 과천시 원문동 삼성래미안슈르 325 동 1503 호, 427-739 Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: **윤재승 (YOON, Jae Seung)**; 서울특별시 강남구 역삼동 718-10 덕천빌딩 7 층, 135-080 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

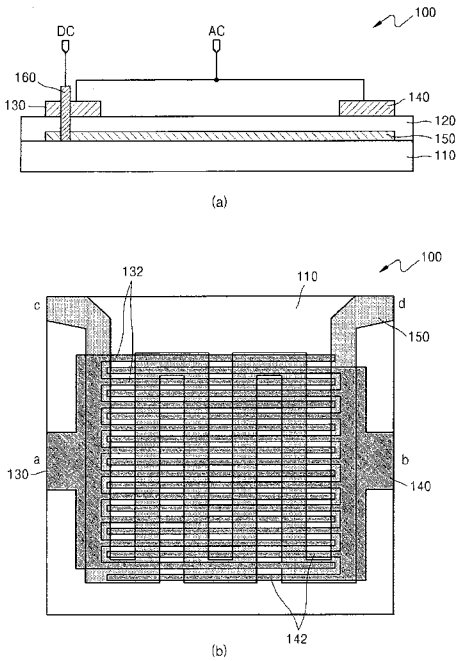
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: GAS SENSOR

(54) **발명의 명칭** : 가스 센서

[Fig. 1]



(57) **Abstract**: Disclosed is a gas sensor. A gas sensor according to one example of the present invention comprises: a first electrode and a second electrode which are formed on a base plate, which have an alternating power source applied to them, and which are positioned apart from each other; and a carbon nanotube powder or nanowire powder coated in regions formed between the first electrode and the second electrode, and the impedance of the nanotube powder changes depending on the concentration of a gas.

(57) **요약서**: 가스 센서가 개시된다. 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서는, 기판 위에 형성되고, 교류 전원이 인가되며, 서로 이격하여 위치하는 제 1 전극 및 제 2 전극; 및 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이에 형성되는 영역에 도포되는 탄소나노튜브 분말 또는 나노와이어 분말을 구비하고, 가스의 농도에 따라 상기 탄소나노튜브 분말의 임피던스가 변화된다.

WO 2011/008043 A9

WO 2011/008043 A9

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

— 규칙 91.3(b) 규정에 의한 명백한 잘못의 정정 허가에 관한 정보와 함께 (규칙 48.2(i))

(48) 본 정정판 공개일: 2011 년 3 월 31 일

(15) 정정사항에 관한 정보:
2011 년 3 월 31 일 자 공지 참조

명세서

발명의 명칭: 가스 센서

기술분야

[1] 본 발명은 가스 센서에 관한 것으로, 특히, 전극 사이에 분산되는 탄소 나노 튜브 분말을 사용하여 반응 속도 및 회복 속도를 빠르게 하면서도 용이하고 정확하게 가스를 센싱할 수 있는 가스 센서에 관한 것이다.

배경기술

[2] 일반적으로 가스 센서는 가스 분자의 흡착 정도에 따라 전기 전도도 또는 전기 저항이 변화하는 특성을 이용하여 유해 가스의 양을 측정하는 원리로 동작한다.

[3] 최근 신소재 소자로 각광받고 있는 탄소 나노 튜브(Carbon NanoTube)는 상온에서 동작이 가능하고 감도가 매우 우수한 장점을 가지고 있어, 탄소 나노 튜브를 이용하여 전기 저항의 변화를 측정하는 가스 센서가 널리 개발되고 있다.

[4] 그런데, 탄소 나노 튜브를 이용하는 가스 센서는 센싱 후에 원래의 전기 전도도로 복귀하는데 장시간이 소요된다. 또한, 탄소 나노 튜브를 이용하는 가스 센서는 원래의 전기전도도로의 복귀하기 위해 가열되어야 하는데, 이를 위해 히터 등과 같은 부가적인 요소가 요구된다. 히터 등을 가스 센서에 장착하게 되면 소비 전력이 높아 휴대용 기기에 사용할 수 없고, 제조 공정이 복잡하게 되는 문제가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[5] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 응답 속도 및 회복 속도를 빠르게 하면서도 용이하고 정확하게 동작할 수 있는 가스 센서를 제공하는 것에 있다.

과제 해결 수단

[6] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서는, 기판 위에 형성되고, 교류 전원이 인가되며, 서로 이격하여 위치하는 제1 전극 및 제2 전극; 및 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 형성되는 영역에 분산되는 탄소나노튜브 분말 또는 나노와이어를 구비하고, 가스의 농도에 따라 상기 탄소나노튜브 분말의 임피던스가 변화된다.

[7] 바람직하게는, 상기 기판은, 폴리이미드 필름(Polyimide film)으로 구현되는 플렉시블 인쇄 회로 기판일 수 있다.

[8] 바람직하게는, 상기 제1 전극은, 상기 제1 전극과 일체로 형성되고 끝단이 상기 제2 전극을 향하는 제1 서브 전극들을 구비하고, 상기 제2 전극은, 상기 제2 전극과 일체로 형성되고 끝단이 상기 제1 전극을 향하는 제2 서브 전극들을 구비하며, 상기 제1 서브 전극들 및 상기 제2 서브 전극들은 서로, 상기 제1 서브 전극들 사이 사이에 상기 제2 서브 전극들이 위치하여 빗 모양의 인터-디지테이티드(inter-digitated) 형상으로 구비될 수 있다.

[9] 바람직하게는, 상기 제1 서브 전극 및 상기 제2 서브 전극은 서로, 10 마이크로미터 이하로 이격하여 위치할 수 있다.

[10] 바람직하게는, 상기 탄소나노튜브 분말 또는 나노와이어 분말은, 계면활성제에 의해 용매에 분산되어 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 도포될 수 있다.

[11] 이때, 상기 탄소나노튜브 분말 또는 나노와이어 분말이 분산된 용액은, 스프레이(Spray) 방식으로 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 도포될 수 있다. 또는 미세 튜브를 이용하여 상기 탄소나노튜브 분말 또는 나노와이어 분말이 분산된 용액을 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 형성된 영역에 찍는 스탬핑(stamping) 방식으로 분산될 수 있다.

[12] 바람직하게는, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극의 하부에 위치하고, 상기 가스 센서의 온도를 유지시키는 히터를 더 구비할 수 있다. 이때, 상기 제1 전극 또는 상기 제2 전극과, 상기 히터를 관통하는 비아를 더 구비하고, 상기 비아에는 센싱하고자 하는 가스의 종류에 따른 전압 레벨을 갖는 바이어스 전압이 인가될 수 있다.

[13] 바람직하게는, 상기 교류 전원은, 센싱하고자 하는 가스의 종류에 따른 주파수로 인가될 수 있다.

발명의 효과

[14] 본 발명에 따른 가스 센서는 감도 및 반응 속도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 또한, 바이어스 전압을 달리하여 특정 가스에 대한 선택성을 향상시키거나, 교류 전원의 주파수를 달리하여 특정 가스에 대한 선택성 또는 회복 속도를 조절하는 등 사용자의 필요에 따라 다양하게 설계될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[15] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.

[16] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서를 나타내는 도면이다.

[17] 도 2는 도 1의 가스 센서에 탄소나노튜브 분말이 용해된 용액을 드롭(drop)시키는 경우와 스프레이(spray) 하는 경우의 차이를 설명하기 위한 도면이다.

[18] 도 3은 도 1의 가스 센서에 탄소나노튜브 분말이 스프레이 방식으로 분산되는 경우, 도 1의 가스 센서의 감도가 향상되는 것을 나타내기 위한 도면이다.

[19] 도 4는 도 1의 가스 센서에 탄소나노튜브 분말이 스탬핑 방식으로 분산되는 경우를 설명하기 위한 도면이다.

[20] 도 5는 도 1의 가스 센서의 제1 전극 및 제2 전극의 간격과, 가스 센서의 감도의 상관관계에 대한 실험예를 나타내는 도면이다.

[21] 도 6은 도 1의 가스 센서에 인가되는 교류 전원의 주파수와 질소에 대한 도 1의 가스 센서의 감도와의 관계를 나타내는 도면이다.

[22] 도 7은 도 1의 가스 센서에 인가되는 바이어스 전압과, 탄소나노튜브 분말의

임피던스와의 상관관계를 나타내는 도면이다.

[23] 도 8은 도 1의 가스 센서를 포함하는 칩을 설명하기 위한 도면이다.

[24] 도 9는 도 8의 칩에 열처리 또는 세척을 수행한 결과를 나타내는 도면이다.

[25] 도 10은 도 8의 칩을 고온으로 열처리한 경우에 가스 센서의 감도 및 회복 속도가 증가하는 결과를 나타내는 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[26] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 도면에 기재된 내용을 참조하여야 한다.

[27] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[28] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서를 나타내는 도면이다.

[29] 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서(100)의 단면도인 도 1의 (a)를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서(100)는 기판(110), 절연층(120), 제1 전극(130) 및 제2 전극(140)을 구비한다.

[30] 기판(110)은 폴리이미드 (Polyimide) 등의 필름으로 구현되는 플렉시블 인쇄 회로 기판일 수 있다.

[31] 제1 전극(130) 및 제2 전극(140)은 기판(110) 상부에, 서로 이격하여 형성된다. 제1 전극(130) 및 제2 전극(140), 및 기판(110) 사이에는 절연층(120)이 형성될 수 있다. 제1 전극(130) 및 제2 전극(140)은 Au, Ti 또는 이들의 합금 등 다양한 재료로 반들 수 있다. 제1 전극(130) 및 제2 전극(140)은 하나의 기판(110) 상에 형성되기 때문에, 제작 과정이 단순화될 수 있다.

[32] 제1 전극(130) 및 제2 전극(140)에는 교류 전원(AC)이 인가될 수 있다.

[33] 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서(100)의 단면도인 도 1의 (a)를 참조하면, 제1 전극(130) 및 제2 전극(140)은 각각, 서로 인터-디지테이티드(inter-digitated) 형태로 형성된 복수개의 제1 서브 전극들(132) 및 제2 서브 전극들(142)을 포함할 수 있다. 즉, 복수개의 제1 서브 전극들(132) 및 제2 서브 전극들(142)은 서로 마주하고 이격하여 위치하여, 제1 서브 전극들(132) 사이에 제2 서브 전극들(142)이 위치하고, 제2 서브 전극들(142) 사이에 제1 서브 전극들(132)이 위치한다.

[34] 또한, 도 1에 도시되는 바와 같이, 제1 서브 전극들(132)은 제1 전극(130)과 일체로 형성되어 제2 전극(140)을 향해 뻗는 빗 모양의 형상으로 구비될 수 있다. 마찬가지로, 제2 서브 전극들(142)은 제2 전극(140)과 일체로 형성되어 제1 전극(130)을 향해 뻗는 빗 모양의 형상으로 구비될 수 있다.

[35] 제1 전극(130) 및 제2 전극(140) 사이, 즉 제1 서브 전극들(132) 및 제2 서브 전극들(142) 사이에는 탄소나노튜브 분말(CNT)이 분포될 수 있다. 다만, 이에

한정되는 것은 아니고, 탄소나노튜브 분말(CNT) 대신에 나노와이어 분말이 사용될 수도 있다. 나노와이어는 나노미터 단위의 크기를 갖는 와이어 구조체로, 이하에서 설명되는 탄소나노튜브 분말(CNT)와 마찬가지로 제1 전극(130) 및 제2 전극(140) 사이 도포될 수 있고, 가스의 농도에 따라 임피던스를 변화시킬 수 있다. 따라서, 설명의 편의를 위하여, 이하에서는 탄소나노튜브 분말(CNT)에 한하여 설명한다. 그러나, 본 발명이 속하는 기술분야에 종사하는 자는 다음의 탄소나노튜브 분말(CNT)에 대한 설명으로부터 나노와이어 분말을 사용하는 본원발명의 가스센서도 용이하게 실시할 수 있을 것이다.

[36] 탄소나노튜브는 전술한 바와 같이, 이를 가스 센서에 사용하는 경우, 상온에서 동작이 가능하고, NH_3, NO_2 또는 휘발성유기화합물(VOCs) 등의 유해 가스와의 반응 시에도 임피던스의 변화가 커서 감도가 매우 좋다. 또한, 반응속도 및 응답속도가 빠르다는 장점이 있다.

[37] 탄소나노튜브는 원래 소수성 특성을 가지고 있는데, 이는 탄소나노튜브가 가지는 구조때문이다. 그런데, 탄소나노튜브가 가지는 표면 결함(defect)은 결합력이 강하여 다른 분자들과 쉽게 결합한다. 따라서, 탄소나노튜브의 소수성 또는 친수성 특성은 탄소나노튜브의 표면 결함에 의하여 조절될 수 있다.

[38] 탄소나노튜브의 소수성 또는 친수성 특성을 상기와 같이 조절함으로써, 탄소나노튜브를 사용하는 가스 센서는 특정 가스에 대한 선택성을 부여할 수 있어, 다양한 가스의 농도를 정확하게 측정할 수 있다.

[39] 그러나, 전술한 바와 같이, 종래 기술에 따른 탄소나노튜브를 사용하는 가스 센서는, 센싱 동작이 끝난 후 센서가 초기화되는데 오랜 시간이 걸리거나 센싱 감도가 떨어지는 문제가 있다.

[40] 반면, 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서(100)는 감도를 높이면서도 회복 속도(초기화에 걸리는 시간)을 감축할 수 있다. 이에 대하여 더 자세히 설명한다.

[41] 계속해서 도 1을 참조하면, 제1 전극(130) 및 제2 전극(140) 사이에 분산되는 탄소나노튜브 분말(CNT)은, 교류 전원(AC)이 인가되면, 가스(gas)의 종류에 따라 임피던스가 변화되게 된다. 제1 전극(130) 및 제2 전극(140) 사이에 분산되는 탄소나노튜브 분말(CNT)의 임피던스 변화량은 LCR(인덕턴스, 커패시턴스 및 레지스턴스) 미터 등과 같은 측정 장치(미도시)에 의하여 측정된다. 분산된 탄소나노튜브는 수십 나노미터의 직경을 갖는 매우 작은 튜브의 형태이기 때문에 끝 단에 강한 전기장이 걸리게 되며, 이로 인해 탄소나노튜브 끝 단 및 표면에 가스 분자가 흡착하면 큰 정전 용량의 변화가 나타나게 된다. 이렇게, 변화되는 임피던스를 측정하여, 가스의 농도가 측정될 수 있다.

[42] 바람직하게는, 탄소나노튜브 분말(CNT)은 DCE(1,2-dichloroethane, [ClCH2CH2Cl]), SDS(Sodium Dodecyl Sulfate, [CH3(CH2)11OSO3Na+]) 및 NaDDBS(Sodium Dodecylbenzene Sulfonate, [CH3(CH2)11C6H4SO3Na+]) 등과 같은 계면활성제에 의해 용매에 분산되어, 제1 전극(130) 및 제2 전극(140)에 도포될 수 있다. 탄소나노튜브 분말(CNT)이 계면활성제에 의해 용매에 분산되는

경우, 탄소나노튜브 분말(CNT)이 제1 전극(130) 및 제2 전극(140) 사이에 고루 도포될 수 있다. 따라서, 센싱 감도가 향상될 수 있다.

[43] 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서(100)는 계면활성제에 의해 용매에 분산된 탄소나노튜브 분말(CNT)을 스프레이(spray) 방식으로 도포할 수 있다. 탄소나노튜브 분말(CNT)을 스프레이를 이용하여 도포하면, 탄소나노튜브 분말이 용해된 용액을 드롭(drop)시키는 경우(도 2의 (a))보다, 도 2의 (b)에 도시되는 바와 같이, 탄소나노튜브 분말(CNT)이 균일하게 도포될 수 있다.

[44] 따라서, 탄소나노튜브 분말(CNT)이 스프레이 방식으로 분산되는 경우, 도 3의 (a)에 도시되는 바와 같이, 감도가 증가할 수 있으며, 도 3의 (b)에 도시되는 바와 같이, 회복 시간(t)이 감축될 수 있다. 또한, 스프레이 방식은, 탄소나노튜브 분말이 분산된 용액을 드롭시키는 경우보다 탄소나노튜브 형성 조건을 정밀하게 조정할 수 있는 장점이 있다.

[45] 탄소나노튜브 분말(CNT)을 스프레이 방식으로 분산시키는 외에, 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서(100)는 계면활성제에 의해 분산된 탄소나노튜브 분말(CNT)을 도 4의 (a)에 도시되는 바와 같이, 전극의 면적과 유사한 내경을 갖는 튜브를 이용하여 튜브 끝에 탄소나노튜브 분말이 분산된 용액의 표면장력에 의해 용액이 반구의 형태로 형성되도록 하고, 이 용액을 제1 전극(130)과 제2 전극(140) 사이의 공간에 찍는 스탬핑(stamping) 방식으로 분산시킬 수 있다. 스탬핑 방식으로 분산되는 탄소나노튜브 분말(CNT)은, 도 4의 (a)에 도시되는 바와 같이, 빠르고 간편하면서도 균일하게 도포될 수 있다. 이는, 도 4의 (b)와 같이 용액 방울을 드롭시키는 경우에, 건조되는 과정에서 표면장력(화살표)에 의하여, 탄소나노튜브 분말(CNT)이 용액의 방울의 가장자리에 밀집되는 문제를 해결할 수 있다. 즉, 스탬핑 방식의 경우, 탄소나노튜브 분말(CNT)이 고루 분산되어, 가스 센서의 감도가 향상될 수 있다.

[46] 이렇게 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서(100)는 탄소나노튜브 분말(CNT)이 용해된 용액의 분산을 스프레이 방식 또는 스탬핑 방식에 의하여 감도를 향상시킬 수 있다.

[47] 다시 도 1을 참조하면, 제1 전극(130) 및 제2 전극, 즉 제1 서브 전극(132) 및 제2 서브 전극(142)의 간격이 좁아질수록, 감도가 증가할 수 있다. 제1 전극(130) 및 제2 전극(140)의 간격과 감도의 상관관계에 대한 실험예를 나타내는 도 5 그래프를 참조하면, 약 5 마이크로미터 이하에서 감도가 증가됨을 알 수 있다.

[48] 또한, 도 1의 가스 센서에 인가되는 교류 전원의 주파수와 질소에 대한 도 1의 가스 센서의 감도와의 관계를 나타내는 도 6에 도시되는 바와 같이, 특정 가스는 특정 주파수에서 감도가 향상될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서는, 특정가스가 특정 주파수에서 우수한 감도 및 회복 속도를 갖는 특성을 이용하여, 각각 서로 다른 3개 이상의 주파수에서 가스에 대한 감도를 확인하여, 가스에 대한 선택성을 가질 수 있다.

[49] 이렇듯, 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서에 인가되는 교류 전원의 주파수를

달리 설정함으로써, 특정 가스에 대한 감도 또는 회복 속도를 설정할 수 있다.

[50] 다시 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서(100)는 히터(150)를 더 구비할 수 있다. 히터(150)는 기판(110)과 전극들(130, 140) 사이에 위치할 수 있다. 히터(150)에는 전류가 공급되어, 가스 센서(100)의 온도를 유지시킴으로써, 센서의 감도 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 히터는 주로 고온에서 안정한 백금 등을 이용하며, 기판과의 열팽창계수 차이에 의해 박리되는 문제를 해결하기 위해 티타늄(Ti)과 같이 기판과 히터 물질의 중간 정도의 열팽창계수를 갖는 물질로 구현될 수 있다.

[51] 바람직하게는, 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서(100)는 제1 전극(130) 또는 제2 전극(140)을 연결하는 비아(via, 160)를 더 구비할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서(100)는 비아(160)에 바이어스 전압(DC)이 인가됨으로써, 센싱하고자 하는 가스를 설정할 수 있다.

[52] 바이어스 전압(DC)과, 탄소나노튜브 분말(CNT)의 임피던스와의 상관관계를 나타내는 도 7을 참조하면, 바이어스 전압(DC)의 크기에 따라 센싱되는 가스의 종류가 달라지는 것을 알 수 있다. 즉, 특정 바이어스 전압에서 특정 가스의 감도가 향상될 수 있다. 예를 들어, 바이어스 전압이 약 -2V에서 0V인 구간에서, 이산화질소에 대한 감도가 향상될 수 있다.

[53] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서(100)는 바이어스 전압(DC)을 달리 설정함으로써, 센싱하고자 하는 가스의 종류를 설정할 수 있다.

[54] 도 8의 (a)는 도 1의 가스 센서(100)와, 도 1의 가스 센서(100)의 제1 전극(130) 및 제2 전극(140)에 전압을 공급하는 동작 전원(교류, AC)을 공급하는 전압패드들(VPAD)과, 히터(150) 및 바이어스 전극에 히터 동작전원 또는 바이어스 전압(DC)을 공급하는 히터패드들(HPAD)이 구비되는 칩(CIP)을 도시한다. 가스 센서(100)는 전압패드들(VPAD) 및 히터패드들(HPAD)의 가운데 위치할 수 있다. 도 1의 (b)의 a, b, c 및 d는 각각, 도 8의 (a)의 a', b', c' 및 d'와 연결될 수 있다. 히터는 주로 고온에서 안정하면서 전류가 흐르면 발열하는 백금 저항체로 이루어져 있으며, 히터에 전원이 공급되어 전류가 흐르면 히터가 가열되어 열이 발생하고, 히터전원을 제어하면 히터의 온도를 제어할 수 있다. 또한 히터를 사용할 필요가 없는 경우에는 동일한 패드를 이용하여 히터 패턴과 전극 사이에 바이어스 전압을 인가함으로서 센서가 가스에 대한 선택성을 갖도록 할 수 있다.

[55] 도 8의 (a)의 칩(CIP) 또는 도 8의 (b)의 웨이퍼는 히팅(heating) 처리되거나, 세척될 수 있다. 도 8의 (a)의 칩(CIP) 또는 도 8의 (b)의 웨이퍼가 히팅처리되면, 도 9의 (a)에 도시되는 바와 같이, 계면활성제가 제거되어 가스 센서의 반응 및 회복 속도가 빨라진다. 마찬가지로, 도 8의 (a)의 칩(CIP) 또는 도 9의 (b)의 웨이퍼를 알코올 또는 물로 세척한 후 열처리하면, 도 9의 (b)에 도시되는 바와 같이, 계면활성제가 제거되어 가스 센서의 반응 및 회복 속도가 빨라진다.

[56] 전술한 바와 같이, 제1 전극(130) 및 제2 전극(140) 사이의 영역에 도포된

탄소나노튜브 분말(CNT)의 균일성은, 센서의 감도에 많은 영향을 미칠 수 있다.

[57] 도 8의 (a)의 칩(CIP) 또는 도 8의 (b)의 웨이퍼는 또한, 할로겐 램프 등을 이용하여 가열처리될 수 있다. 고온으로의 열 처리에 의하여, 도 10의 (a)와 같은 가스 센서의 감도 및 반응 속도가 도 10의 (b)와 같이 향상될 수 있다.

[58] 본 발명에 따른 가스 센서는 감도 및 반응 속도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 또한, 바이어스 전압을 달리하여 특정 가스에 대한 감도를 향상시키거나, 교류 전원의 주파수를 달리하여 감도 또는 회복 속도를 조절하는 등 사용자의 필요에 따라 다양하게 설계될 수 있다.

[59] 이상에서와 같이 도면과 명세서에서 최적 실시예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

산업상 이용가능성

[60] 본 발명은 가스센서의 제조분야에 이용될 수 있다.

청구범위

[청구항 1] 기판 위에 형성되고, 교류 전원이 인가되며, 서로 이격하여 위치하는 제1 전극 및 제2 전극; 및
상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 형성되는 영역에 분산되는 탄소나노튜브 분말 또는 나노와이어를 구비하고, 가스의 농도에 따라 상기 탄소나노튜브 분말의 임피던스가 변화되는 것을 특징으로 하는 가스 센서.

[청구항 2] 제1 항에 있어서, 상기 기판은,
폴리이미드 필름(Polyimide film)으로 구현되는 플렉시블 인쇄 회로 기판인 것을 특징으로 하는 가스 센서.

[청구항 3] 제1 항에 있어서,
상기 제1 전극은, 상기 제1 전극과 일체로 형성되고 끝단이 상기 제2 전극을 향하는 제1 서브 전극들을 구비하고,
상기 제2 전극은, 상기 제2 전극과 일체로 형성되고 끝단이 상기 제1 전극을 향하는 제2 서브 전극들을 구비하며,
상기 제1 서브 전극들 및 상기 제2 서브 전극들은 서로,
상기 제1 서브 전극들 사이 사이에 상기 제2 서브 전극들이 위치하여 빗 모양의 인터-디지테이티드(inter-digitated) 형상으로 구비되는 것을 것을 특징으로 하는 가스 센서.

[청구항 4] 제3 항에 있어서, 상기 제1 서브 전극 및 상기 제2 서브 전극은 서로,
10 마이크로미터 이하로 이격하여 위치하는 것을 특징으로 하는 가스 센서.

[청구항 5] 제1 항에 있어서, 상기 탄소나노튜브 분말 또는 나노와이어 분말은,
계면활성제에 의해 용매에 분산되어 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 도포되는 것을 특징으로 하는 가스 센서.

[청구항 6] 제5 항에 있어서,
상기 탄소나노튜브 분말 또는 나노와이어 분말이 분산된 용액은,
스프레이(Spray) 방식으로 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 도포되는 것을 특징으로 하는 가스 센서.

[청구항 7] 제5 항에 있어서,
미세 튜브를 이용하여 상기 탄소나노튜브 분말 또는 나노와이어 분말이 분산된 용액을 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 형성된 영역에 찍는 스탬핑(stamping) 방식으로 분산되는 것을 특징으로 하는 가스 센서.

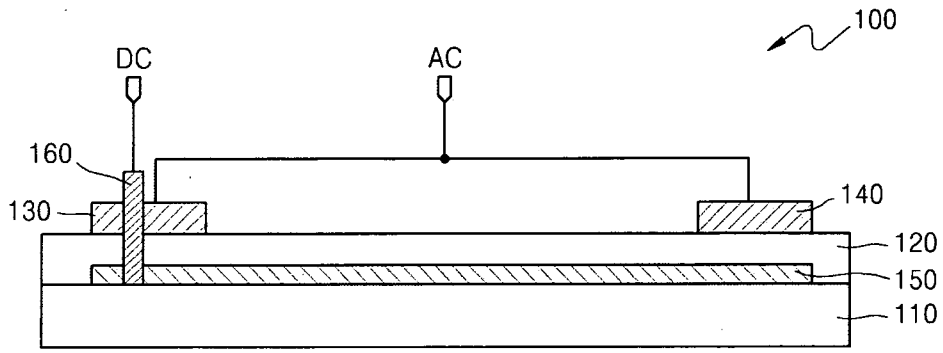
[청구항 8] 제1 항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극의 하부에 위치하고, 상기 가스 센서의 온도를 유지시키는 히터를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 가스 센서.

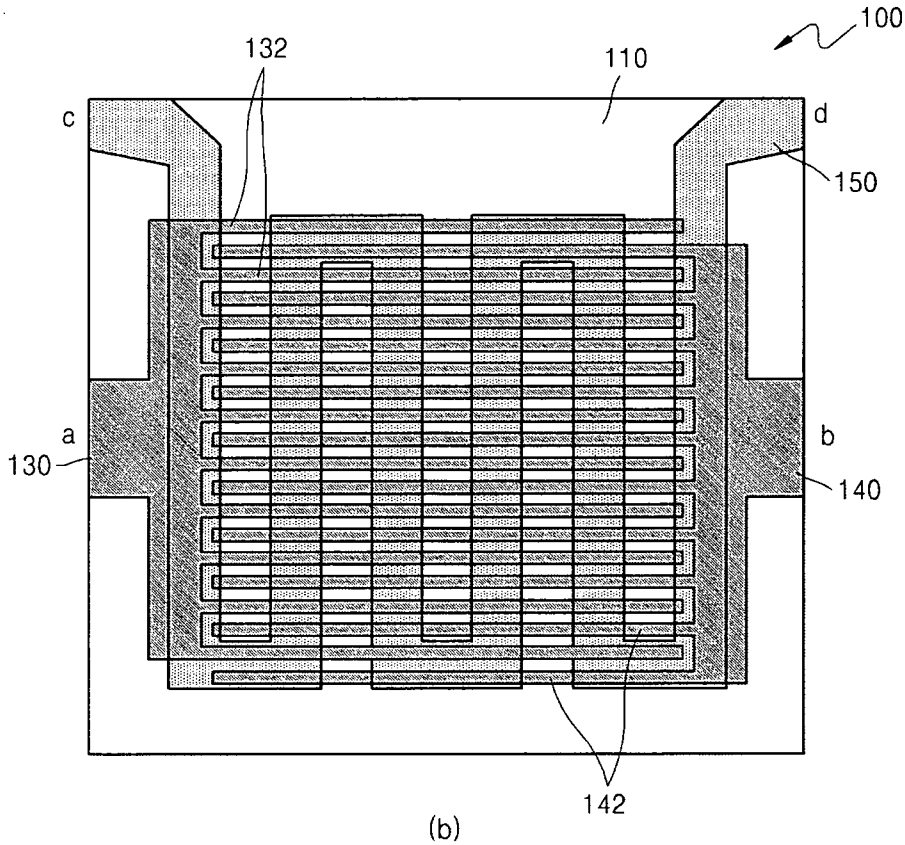
[청구항 9] 제8 항에 있어서,
상기 제1 전극 또는 상기 제2 전극과, 상기 히터를 관통하는 비아를 더 구비하고,
상기 비아에는 센싱하고자 하는 가스의 종류에 따른 전압 레벨을 갖는 바이어스 전압이 인가되는 것을 특징으로 하는 가스 센서.

[청구항 10] 제1 항에 있어서, 상기 교류 전원은,
센싱하고자 하는 가스의 종류에 따른 주파수로 인가되는 것을 특징으로 하는 가스 센서.

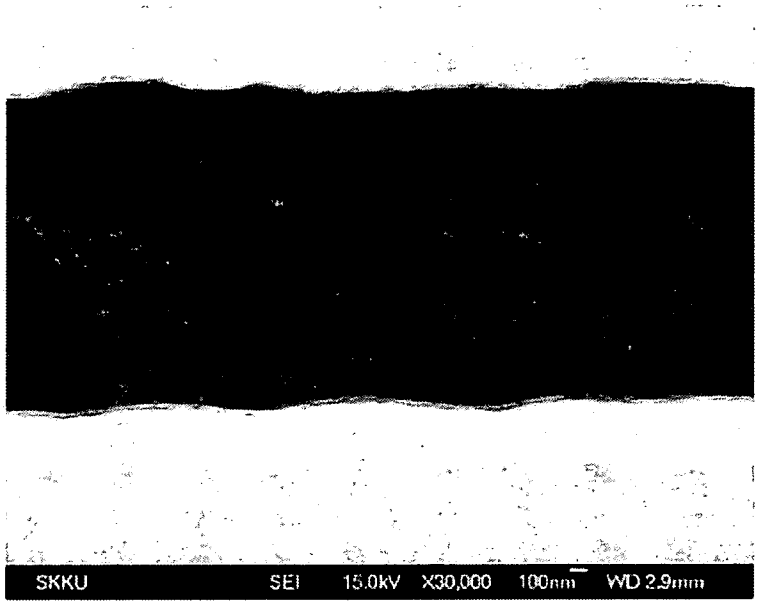
[Fig. 1]


100
DC
AC
160
130
140
120
150
110

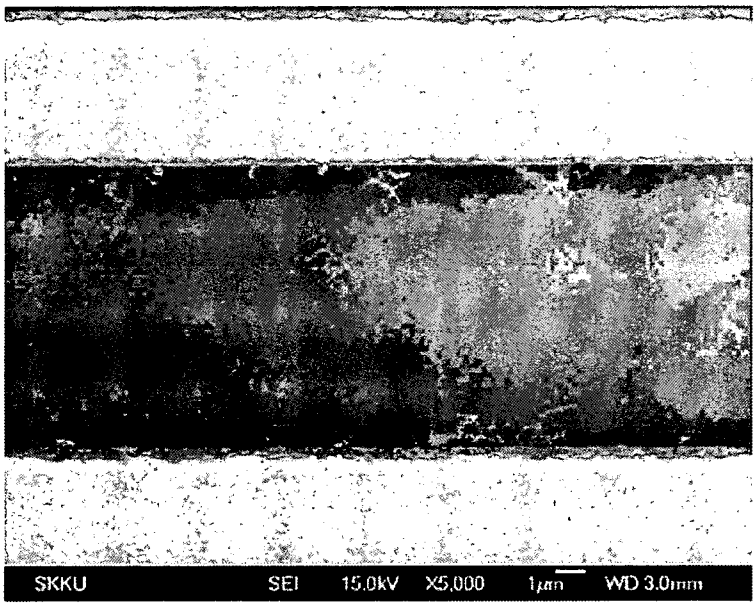
(a)


100
132
110
c
d
150
a
130
b
140
142

(b)

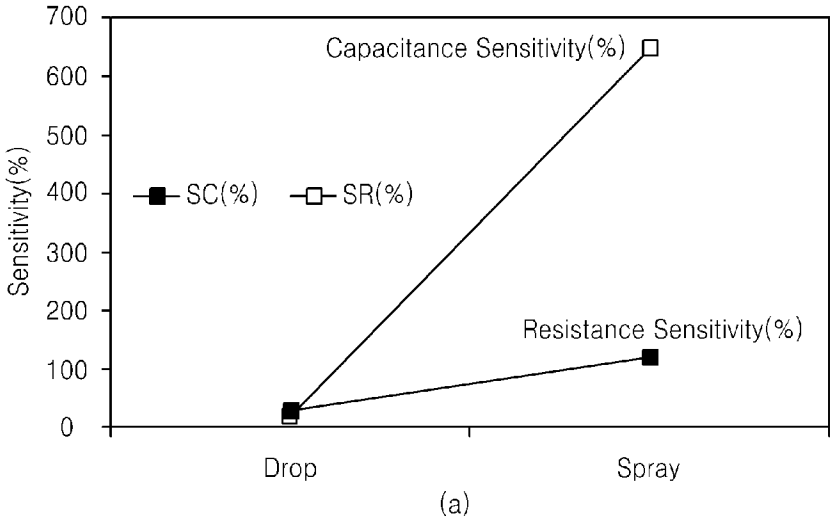


(a) Drop

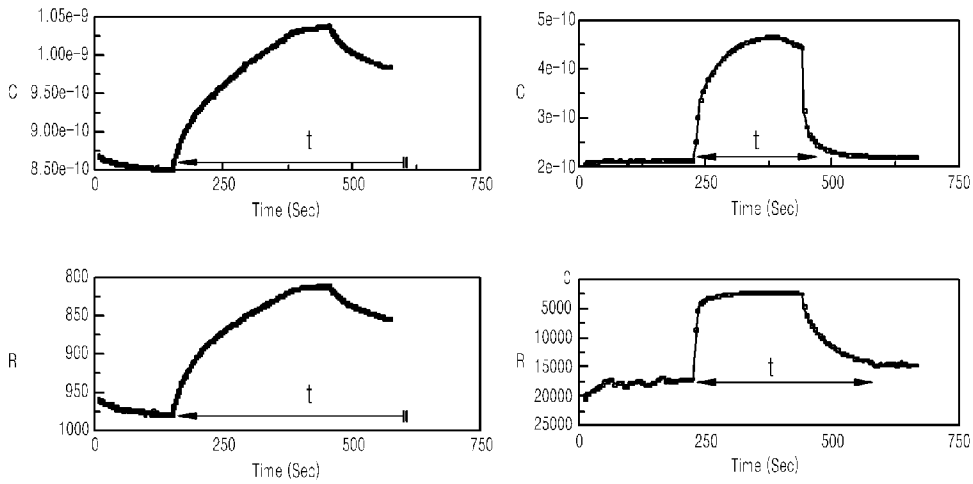


(b) Sprqy

[Fig. 3]

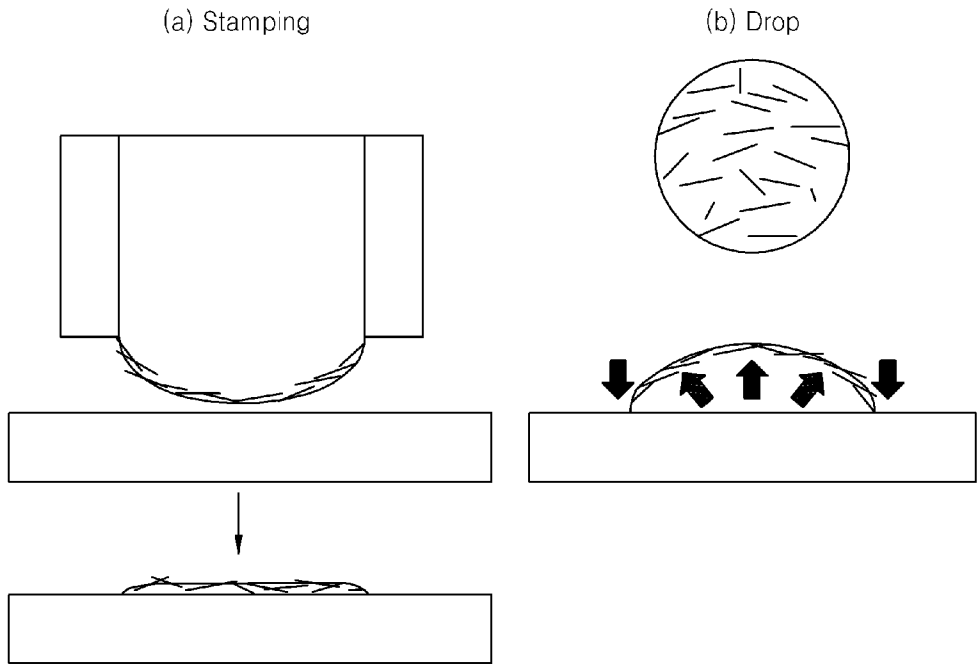

700
600
500
400
300
200
100
0
Sensitivity(%)
Capacitance Sensitivity(%)
SC(%)
SR(%)
Resistance Sensitivity(%)
Drop
Spray

(a)

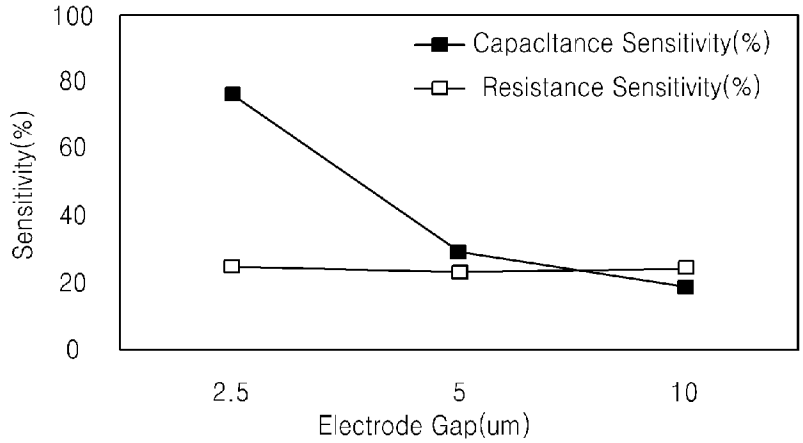

C
R
t
Time (Sec)
0
250
500
750

(b)

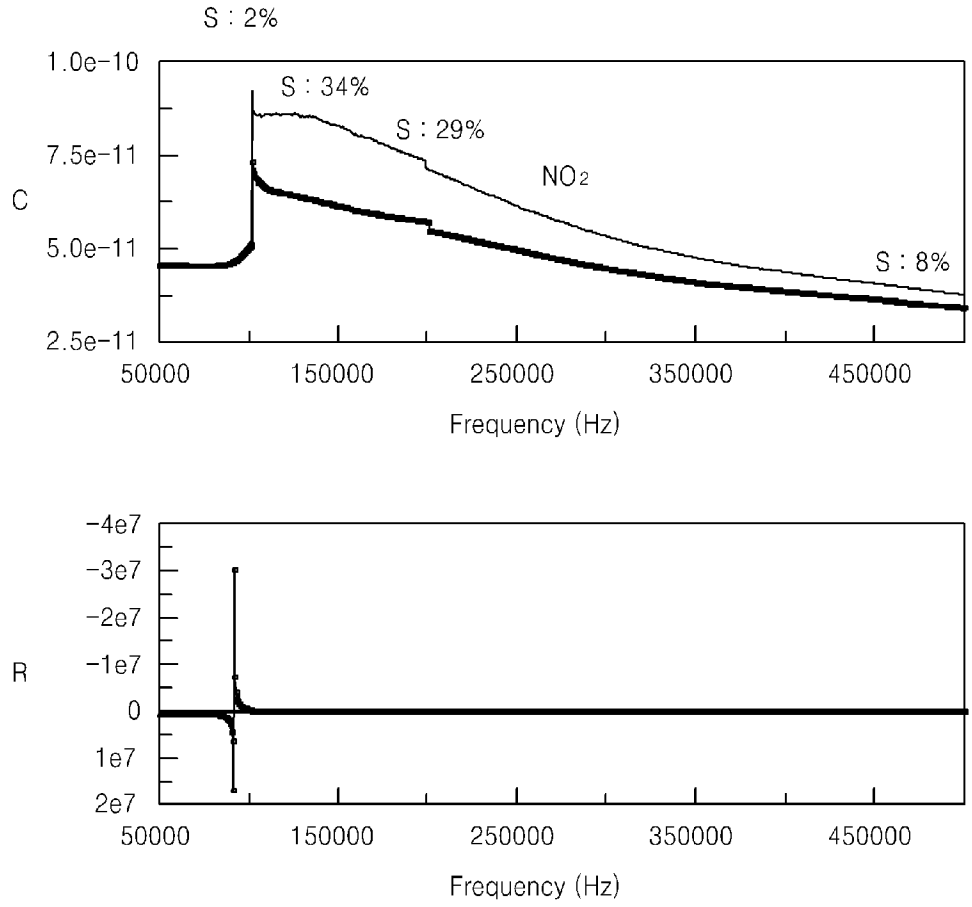
[Fig. 4]


(a) Stamping
(b) Drop

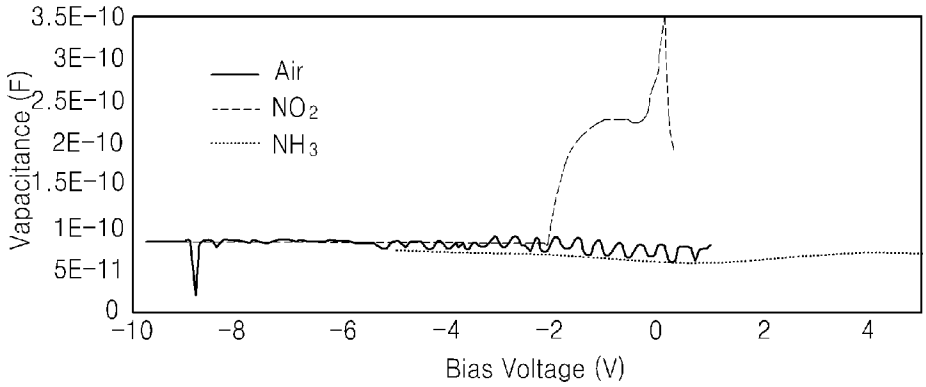
[Fig. 5]

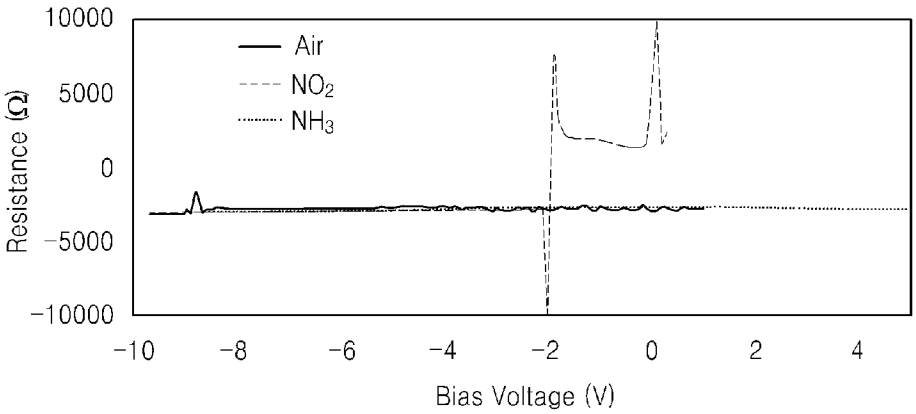

100
80
60
40
20
0
Sensitivity(%)
Capacitance Sensitivity(%)
Resistance Sensitivity(%)
2.5
5
10
Electrode Gap(um)

[Fig. 6]

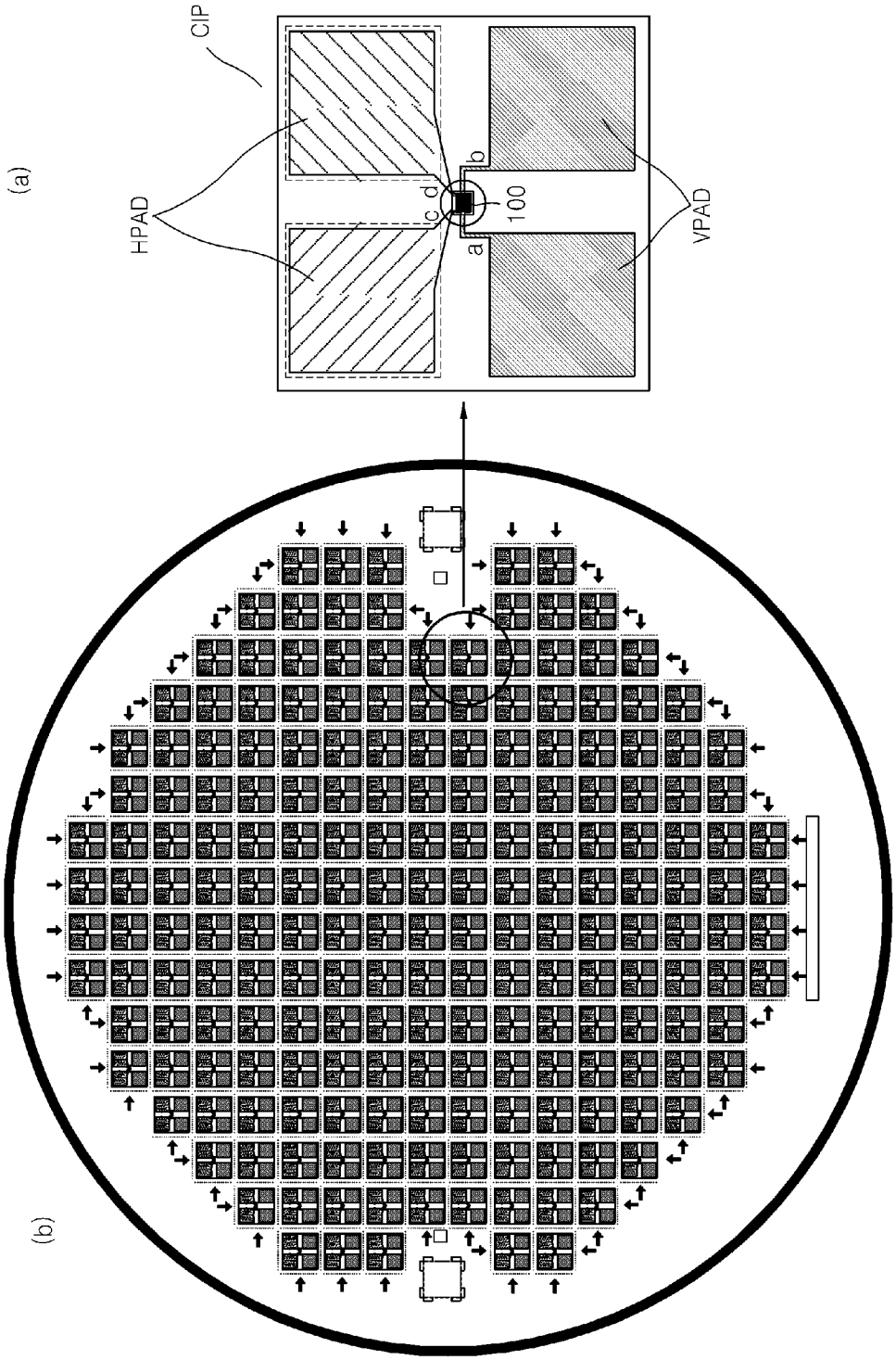

S : 2%
1.0e-10
7.5e-11
5.0e-11
2.5e-11
C
S : 34%
S : 29%
NO2
S : 8%
50000
150000
250000
350000
450000
Frequency (Hz)
-4e7
-3e7
-2e7
-1e7
0
1e7
2e7
R
50000
150000
250000
350000
450000
Frequency (Hz)

[Fig. 7]


3.5E-10
3E-10
2.5E-10
2E-10
1.5E-10
1E-10
5E-11
0
Vapacitance (F)
Air
NO2
NH3
-10
-8
-6
-4
-2
0
2
4
Bias Voltage (V)

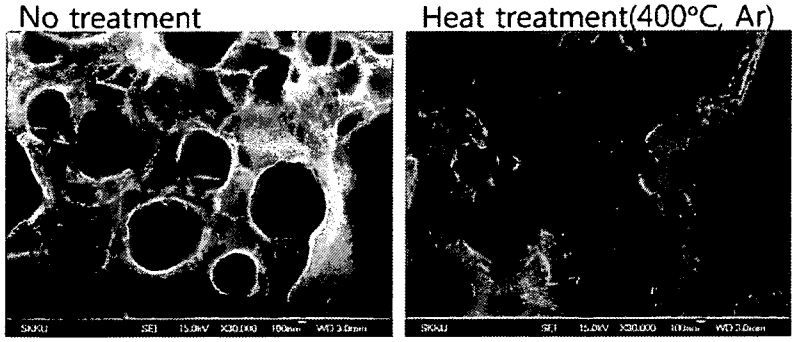

10000
5000
0
-5000
-10000
Resistance (Ω)
Air
NO2
NH3
-10
-8
-6
-4
-2
0
2
4
Bias Voltage (V)

[Fig. 8]

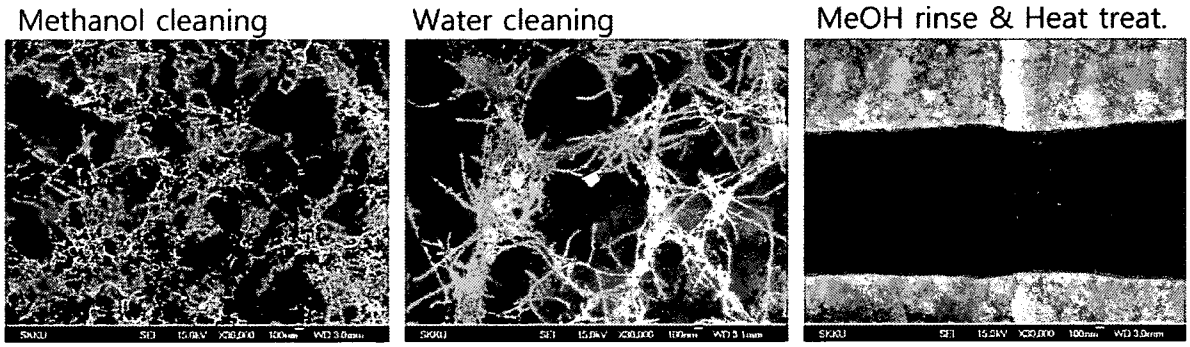


[Fig. 9]

(a)



(b)



[Fig. 10]

