



- (51) **국제특허분류:**  
*G01N 27/403* (2006.01)      *G01N 27/416* (2006.01)  
*G01N 27/407* (2006.01)

(21) **국제출원번호:** PCT/KR2014/001502

(22) **국제출원일:** 2014년 2월 25일 (25.02.2014)

(25) **출원언어:** 한국어

(26) **공개언어:** 한국어

(30) **우선권정보:**  
10-2013-0020763 2013년 2월 26일 (26.02.2013) KR

(71) **출원인:** 서울대학교산학협력단 (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY R&DB FOUNDATION) [KR/KR]; 151-742 서울시 관악구 관악로 1, Seoul (KR).

(72) **발명자:** 이종호 (LEE, Jong-Ho); 137-795 서울시 서초구 잠원로 14길 23, 202동 701호, Seoul (KR). 김창희 (KIM, Chang-Hee); 703-840 대구시 서구 국제보상로 45길 16-1, Daegu (KR).

(74) **대리인:** 권오준 (KWON, O Jun); 135-917 서울시 강남구 테헤란로 313, 성지하이츠 1차 1709호 소중한특허법률사무소, 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

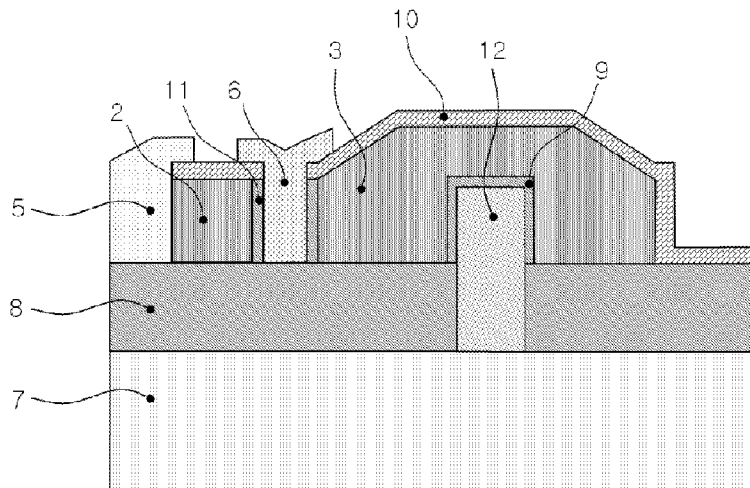
**공개:**  
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

**(54) Title:** THREE-DIMENSIONAL FINFET TYPE GAS-SENSING DEVICE HAVING HORIZONTAL FLOATING GATE

(54) 발명의 명칭 : 수평형 플로팅 게이트를 갖는 3 차원 핀펫형 가스 감지소자



**(S7) Abstract:** The present invention relates to a three-dimensional FinFET type gas-sensing device. Due to having a floating electrode structure formed in the horizontal direction, in comparison with a conventional gas-sensing device having a floating electrode, a sensing material layer, and a control electrode which are stacked in the vertical direction, the three-dimensional FinFET type gas-sensing device according to the present invention has advantages in reducing noise, simplifying processes, preventing pollution, improving the sensing speed, applying various sensing materials, achieving mechanical stability, and the like. The gas-sensing device has an effect of easily implementing a plurality of gas-sensing devices operating in a variety of sensing mechanisms on one substrate.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



---

본 발명은 3차원 핀셋형 가스 감지소자에 관한 것으로, 수평 방향으로 형성된 플로팅 전극 구조를 가짐으로써, 종래 수직방향으로 적층된 플로팅 전극, 감지물질층, 제어 전극을 갖는 가스 감지소자에 비해 잡음감소, 공정단순화, 오염방지, 감지속도개선, 다양한 감지물질 적용 가능, 기계적 안정성 등의 장점을 갖고, 다양한 감지 기작으로 동작하는 복수 개의 가스 감지소자를 하나의 기판에 쉽게 구현할 수 있는 효과가 있다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 수평형 플로팅 게이트를 갖는 3차원 핀펫형 가스 감지소자

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 가스 감지센서에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 수평 방향으로 플로팅 게이트가 형성된 3차원 핀펫형(Fin FET type) 가스 감지소자에 관한 것으로서 기존의 수직 방향으로 게이트와 감지층을 형성한 센서에서 나타나는 문제점을 개선하기 위한 것으로 물리, 화학, 바이오센서 등의 제작에 유용하게 사용될 수 있다.

#### 배경기술

- [2] 최근 화학, 바이오 물질을 감지하기 위해서 여러 많은 구조의 센서가 개발되고 있고 이런 센서들 중에서 높은 입력 임피던스를 가지며 높은 증폭률을 가지는 플로팅 게이트를 이용한 FET(Field Effect Transistor)에 대한 연구가 진행되고 있다. 특히 저전력, 높은 Transconductance에 의한 높은 감지 감도(Sensitivity) 및 기존 CMOS 회로와의 융합성이 필요로 되면서 FET형 센서에 대한 연구가 점차 증가하고 있다.
- [3] 기존의 연구에서는 주로 수직 방향으로 플로팅 게이트 및 감지층을 형성하는 형태로 구현되고 있다. 실리콘 기판 위에 게이트 절연막을 형성하고 게이트 절연막 상단에 감지층을 형성한 뒤, 감지층 상단에 제어전극을 형성하는 방식이 주를 이루고 있다. 감지 원리는 감지 전후에 따라 감지층의 커패시턴스(Capacitance)나 일함수(Workfunction) 변화 및 전하 생성/소멸(Charge Generation/Extinction) 효과들이 나타나고, 결국 채널에서의 퍼텐셜(Potential)이 변하게 되어 드레인 전류가 변하게 된다. 이 드레인 전류의 변화를 읽어서 가스 감지 유무 판단 및 감지 정도를 정량적으로 나타낼 수 있다.
- [4] 기존에 발표되었던 문헌들을 보면 특허문헌 1에서는 전형적인 수직 형태의 구조로, 게이트 절연막 위에 플로팅 전극이 구비되고 플로팅 전극 상단에 감지층을 형성한 뒤, 감지층 상단에 제어전극을 형성하는 구조를 사용하였다. 이 구조는 감지 전후에 감지층의 커패시턴스가 변화되어 드레인 전류를 감지하는 방식이다. 특허문헌 1의 소자 구조에서는 수직으로 형성된 절연체 및 제어전극 사이에 감지층을 형성하였기 때문에 반응 물질이 측면으로 스며들어 반응한다. 통상 센서용 FET의 게이트 영역(채널 폭 및 길이)은 크기 때문에 반응시간이 느리다. 이유는 측면으로 스며들어가는 길이가 길기 때문에 반응시간이 긴 단점이 있고, 또한 스며들어난 가스를 제거하는 시간도 많이 필요하다. 반응 시간을 줄이기 위해서는 게이트의 크기를 가능한 한 줄여야 한다. 하지만 현재 반도체 공정상에서 게이트의 면적을 줄이기 위해서는 고가의 장비가 필요로 하기 때문에 비용이 증가되는 문제점을 가지고 있다. 이 문제를 해결하기 위해

다공성(Porous) 메탈을 제어전극으로 사용하여 가스 입자가 제어 전극을 통해 감지 물질에 반응하는 형태 및 제어 전극을 감지 물질로 사용하는 가스센서가 개발되고 있지만 감지 가능한 가스의 종류가 한정되어 있다. 왜냐하면 제조 공정에서 절연막 물질은 하나로 결정되어 다양한 가스를 감지하기 어렵다. 또 이 구조는 앞에서 언급했듯이 감지 전후의 커패시턴스 변화를 이용한 수직 형태의 구조이다. 따라서 감지층이 절연물질이면 그 위에 전극을 형성하고 만약 감지층이 반도체 물질이면 절연체 및 전극을 형성하는 과정을 필요로 한다. 하지만 전극 및 절연체 형성 과정에서 감지층에 물리적 화학적 손상을 줄 수 있는 문제점이 있다. 그리고 대부분의 MOSFET형 센서에서는 외부 환경 노출로 인한 신뢰성 문제 때문에 두꺼운 보호 절연막(Passivation Layer)을 증착한다. 특허문헌 1에서는 보호 절연막이 게이트 절연막 바로 위에 형성되어 게이트 절연막의 두께가 얇고, 따라서 제어전극의 Coupling ratio가 줄어들게 되어 센서의 감도를 저하시킨다.

- [5] 특허문헌 2에서는 감지층과 플로팅 게이트 사이에 공기층을 형성한 구조이다. 이 구조에서는 감지층이 제어 전극 역할을 하게 된다. 감지 후에 감지층의 일함수 변화가 일어나고 그 결과 FET의 문턱전압(Threshold voltage)이 변하여 결국 드레인 전류가 변하는 원리를 이용한 센서이다. 이 센서 구조에서는 특허문헌 1에서 나타나는 소자의 반응시간이 게이트 크기에 따라 결정되는 문제점을 보완하기 위해 공기층을 형성하였다. 이 공기층 형성과정은 플로팅 게이트와 감지층 사이에 희생층을 형성하고 희생층을 등방성으로 식각하여 공기층을 형성한다. 하지만 유전상수가 작은 공기층 때문에 제어 전극과 플로팅 전극 사이의 Coupling ratio가 작아져 센서의 감도를 저하시킨다. 이 문제를 해결하기 위해서는 제어 전극과 플로팅 전극 사이의 면적을 크게 해야 된다. 이렇게 면적을 증가시킬 경우, 몇 가지 문제점이 나타날 수 있다. 첫째 센서의 면적이 넓어지면 한 기판에 제작되는 센서의 개수가 적어져 결국 제조비용을 증가시킨다. 둘째 현재 MOSFET 형태의 가스 센서는 금속산화물 기반의 감지물질을 주로 사용하고 있다. 이런 종류의 감지 물질은 주로 고온에서 동작한다. 그러므로 센서의 면적이 넓으면 감지층 영역의 면적도 같이 넓어지게 되어 많은 열에너지를 감지층에 전달해주어야 하기 때문에 전력소모가 커진다. 셋째 식각액을 이용하여 희생층을 등방성 식각할 때, 감지층과 액티브 영역을 보호하고 있는 절연막이 식각액에 장시간 노출됨으로써 문제가 발생할 수 있다. 감지층은 희생층 제거를 위한 식각액에 거의 반응하지 않는 물질을 선택해야 하는 제약이 있고, 또 액티브 영역을 보호하기 위해 두꺼운 보호 절연막을 형성해야 한다. 보호 절연막의 두께가 증가하면 제어전극과 플로팅 전극 사이의 Coupling ratio가 줄어든다.

- [6] 이것 이외에도 특허문헌 2의 센서를 제작하기 위해서는 최소 6장 이상의 마스크를 사용하게 되어 공정 복잡도가 증가하고 특정 제조 공정단계에 어려움이 발생한다. 따라서 수율이 감소하고 센서 제조 비용이 높아지게 된다.

- [7] 비특허문헌 1에서 소개된 센서는 감지물질과 가스가 반응하면 플로팅 전극에 전하가 유기되어 드레인 전류에 반영된다. 이 소자구조에서는 하나의 플로팅 전극 위에 감지영역과 제어전극을 동시에 구비하였고, 감지물질에 가스 반응 전후에 따라 전하가 생성/소멸 효과를 이용한 센서이다. 이 구조에서 감지물질이 가스와 반응을 하면 감지물질에 알짜 전하가 발생하고, 이 전하는 다시 아래에 있는 플로팅 전극에 전하를 유기한다. 유기된 전하는 플로팅 전극의 퍼텐셜을 변화시켜 FET의 문턱전압이 변하고 결국 드레인 전류를 변화시킨다. 그리고 감지층 아래에는 별도의 히터(Heater)를 형성하여 감지층에 열을 전달할 수 있다. 이 경우, 열이 원치 않는 곳으로 전달되는 것을 막기 위해 실리콘 기판을 식각하였다. 이 구조에서는 플로팅 전극이 넓게 형성될 수밖에 없기 때문에 기생 용량 성분이 증가하게 된다. 또 실리콘 기판을 식각하는 과정에서 센서의 주요 부분에 손상을 줄 수 있다.
- [8] 그리고, 기존 MOSFET 형태의 가스 센서는 플로팅 전극이 반도체 바디 일면 상에 게이트 절연막을 사이에 두고 형성되는 것이어서 드레인 전류가 작아 센서의 감도를 떨어뜨리는 문제점이 있었다.
- [9] 따라서 기존의 발표된 소자들이 갖는 문제점을 해결할 수 있는 새로운 구조의 소자 개발이 요구되고 있다.
- [10] 특허문헌 1: 미국 특허 제4,849,798호(Field Effect Transistor Type Sensor With An Auxiliary Electrode), 1989. 7. 18.
- [11] 특허문헌 2: 미국 특허 제7,772,617호(Gas Sensitive Field Effect Transistor), 2010. 8. 10.
- [12] 비특허문헌 1: Mario Alfredo Reyes Barranca et al., "Using a Floating-Gate MOS Transistor as a Transducer in a MEMS Gas Sensing System," Sensors 2010, 10, 10413-10434.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [13] 본 발명은 기존의 수직방향으로 형성된 플로팅 및 제어전극, 감지층을 갖는 FET형 센서에서 발생하는 제조공정상의 문제인 감지물질 선택의 제한, 기생 용량성분으로 인한 제어 및 플로팅 전극 사이의 낮은 coupling ratio, 낮은 감지 감도 및 높은 전력소모, 그리고 공정의 복잡도로 발생하는 높은 제조비용 등의 문제점들을 개선하고자 제안된 것으로, 수평방향으로 제어 전극 및 플로팅 전극을 형성하고 이들 사이에 감지물질층을 형성하는 소자 구조를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- [14] 또한, 플로팅 전극을 핀 형태로 돌출된 반도체 바디를 감싸며 형성되도록 하여 채널의 폭을 넓혀 드레인 전류를 크게 함으로써, 센서의 감도를 높일 수 있는 소자 구조를 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.
- [15] 나아가, 본 발명의 구조에 근거하여 몇 가지 감지 기작(mechanism)을 제공하고

이들 감지 기작으로 동작하는 복수 개의 가스 감지소자를 어레이 형태로 구현하여 감지의 정확도를 높이고자 한다.

### 과제 해결 수단

- [16] 본 발명에서는 기존 문제를 해결하기 위한 수단으로 다음의 센서 구조와 특징을 제공하고자 한다.
- [17] 반도체 기판, 상기 반도체 기판에 돌출되게 형성된 반도체 바디, 상기 반도체 바디의 측면 및 상기 반도체 기판 상에 형성된 격리 절연막, 상기 반도체 바디 상에 형성된 게이트 절연막, 상기 게이트 절연막 및 상기 격리 절연막 상에 형성된 플로팅 전극, 상기 플로팅 전극의 적어도 일 측면과 마주하며 수평으로 이격되어 상기 격리 절연막 상에 형성된 제어 전극, 상기 제어 전극과 상기 플로팅 전극 사이에 형성된 감지물질층 및 상기 플로팅 전극을 사이에 두고 상기 반도체 바디에 형성된 소스/드레인 영역을 포함하되, 상기 격리 절연막은 상기 반도체 바디가 돌출되도록 상기 반도체 바디의 하부 측면 상에 형성되고, 상기 플로팅 전극은 상기 격리 절연막 상으로 돌출된 상기 반도체 바디를 상기 게이트 절연막을 사이에 두고 감싸며 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀펫형 가스 감지소자를 제공한다.
- [18] 상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이 및 상기 플로팅 전극과 상기 감지물질층 사이 중 적어도 어느 하나에는 제 1 절연막이 형성될 수 있다.
- [19] 상기 플로팅 전극, 상기 제어 전극 및 상기 제 1 절연막의 상부 표면에 보호 절연막이 형성되고, 상기 감지물질층은 상기 보호 절연막 일부 위에도 형성될 수 있다.
- [20] 상기 제 1 절연막은 상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이 및 상기 플로팅 전극과 상기 감지물질층 사이 중 어느 하나에 형성되고, 상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이 및 상기 플로팅 전극과 상기 감지물질층 사이 중 다른 하나에는 제 1 전극이 형성될 수 있다.
- [21] 상기 플로팅 전극, 상기 제어 전극 및 상기 제 1 절연막의 상부 표면에 보호 절연막이 형성되고, 상기 제 1 전극은 상기 보호 절연막 일부 위에도 형성되고, 상기 감지물질층은 상기 제 1 전극 및 상기 보호 절연막의 각 일부 위에도 형성될 수 있다.
- [22] 상기 감지물질층은 상기 제어 전극과 상기 플로팅 전극 사이에 형성된 보호절연막 위에 형성될 수도 있다.
- [23] 상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이에는 제 1 전극이 형성되고, 상기 플로팅 전극과 상기 감지물질층 사이에는 제 2 전극이 형성될 수 있다.
- [24] 상기 제어 전극과 상기 제 1 전극 사이 및 상기 플로팅 전극과 상기 제 2 전극 사이 중 적어도 어느 하나에는 제 1 절연막이 형성될 수 있다.
- [25] 상기 플로팅 전극, 상기 제어 전극 및 상기 제 1 절연막의 상부 표면에 보호 절연막이 형성되고, 상기 제 1 전극은 상기 제어 전극의 상부 표면에 형성된 상기

- 보호 절연막 위에도 형성되고, 상기 제 2 전극은 상기 플로팅 전극의 상부 표면에 형성된 상기 보호 절연막의 일부 위에도 형성되고, 상기 감지물질층은 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극의 각 상부 표면 일부 위에도 형성될 수 있다.
- [26] 상기 반도체 바디는 매몰 채널(buried channel)이 형성되도록 불순물이 도핑됨으로써, 잡음을 줄여 신호 대 잡음비(SNR)를 개선하며, 캐리어의 이동도를 개선할 수 있다.
- [27] 상기 제어 전극은 폴리 실리콘, 폴리 실리콘게르마늄(SiGe), 실리콘사이드, 금속, 도전성 금속산화물, 도전성 질화물 중 어느 하나 이상의 물질로 형성될 수 있다.
- [28] 상기 감지물질층은 특정가스에 반응하여 유전상수가 바뀌거나 전하가 생성 또는 소멸하는 물질로 형성될 수 있다.
- [29] 상기 제 1 전극은 상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이 또는 제어 전극 측면에 형성된 제 1 절연막 또는 보호 절연막과 감지물질층 사이에 형성되고, 상기 감지물질층은 특정가스에 반응하여 상기 제어 전극 또는 제 1 전극의 일함수를 변하게 하는 물질 또는 유전상수가 바뀌거나 전하가 생성 또는 소멸하는 물질로 형성될 수 있다.
- [30] 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극은 서로 다른 금속으로 형성되고, 상기 감지물질층은 특정가스에 반응하여 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 기전력 변화를 주는 물질 또는 유전상수가 바뀌거나 전하가 생성 또는 소멸하는 물질로 형성될 수 있다.
- [31] 상기 제어전극과 상기 감지물질층 사이 또는 상기 감지물질층과 상기 플로팅 전극 사이에는 공기갭(air gap)이 존재할 수 있다.
- [32] 상기 플로팅 전극은 상기 제어 전극과 마주하는 방향으로 측면이 요철 되고, 상기 제어 전극은 상기 플로팅 전극의 요철 측면과 반대로 요철된 측면을 가지고 상기 플로팅 전극과 서로 맞물리는 형상으로 즉, 인터디지테이티드(Interdigitated) 형태로 형성될 수 있다.
- [33] 상기 제어 전극은 상기 플로팅 전극과 마주하지 않는 반대 측면도 요철되어 제어 전극의 역할과 동시에 발열체(heater)가 되도록 할 수 있고, 길이방향의 양단에 두 개의 입력 단자가 형성되어 이를 통해 인가된 전원의 전류 흐름으로 발열도 가능하게 할 수 있다.
- [34] 즉, 상기 제어 전극의 입력 단자에 DC 접압 또는 펄스 형태의 전압을 인가할 수 있는데, 후자의 경우 heating을 위한 전압과 읽기를 위한 전압을 조합하여 인가할 수 있다.
- [35] 상기 제어 전극과 상기 감지물질층 하부에 있는 상기 반도체 기판은 선택적으로 일정 깊이 식각하여 일부 제거함으로써, 공기층을 만들어 기판으로의 열 손실을 줄일 수 있다. 나아가, 상기 공기층은 상기 감지물질층과 인접한 상기 플로팅 전극의 하부 일부까지 확장되도록 상기 반도체 기판의 일부를 더 제거함으로써, 기생 용량 성분을 줄여 제어 전극과 플로팅 전극 사이의 coupling ratio를 개선할 수도 있다.

- [36] 본 발명에 의한 3차원 핀펫형 가스 감지소자는 반도체 기판, 상기 반도체 기판에 돌출되게 형성된 반도체 바디, 상기 반도체 바디의 측면 및 상기 반도체 기판 상에 형성된 격리 절연막, 상기 반도체 바디 상에 형성된 게이트 절연막, 상기 게이트 절연막 및 상기 격리 절연막 상에 형성된 플로팅 전극, 상기 플로팅 전극과 격리 절연막 상에 형성된 보호 절연막, 상기 플로팅 전극의 적어도 일 측면과 마주하며 수평으로 이격되어 상기 보호 절연막 상에 형성된 제 1 전극, 상기 제 1 전극과 상기 플로팅 전극 사이의 상기 보호 절연막 상에 형성된 감지물질층 및 상기 플로팅 전극을 사이에 두고 상기 반도체 바디에 형성된 소스/드레인 영역을 포함하되, 상기 격리 절연막은 상기 반도체 바디가 돌출되도록 상기 반도체 바디의 하부 측면 상에 형성되고, 상기 플로팅 전극은 상기 격리 절연막 상으로 돌출된 상기 반도체 바디를 상기 게이트 절연막을 사이에 두고 감싸며 형성된 것으로 구성될 수도 있다.
- [37] 여기서, 상기 제 1 전극과 마주보는 상기 플로팅 전극의 측면 및 상부 일부에 상기 보호 절연막을 사이에 두고 제 2 전극이 더 형성되고, 상기 감지물질층은 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이 및 상기 보호 절연막 상에 형성될 수 있다.
- [38] 상기 제 2 전극은 상기 보호 절연막에 형성된 콘택홀로 상기 플로팅 전극과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [39] 본 발명에 의한 3차원 핀펫형 가스 감지소자는 반도체 기판, 상기 반도체 기판에 돌출되게 형성된 반도체 바디, 상기 반도체 기판 상에서 상기 반도체 바디의 하부 측면을 둘러싸며 형성된 제 1 격리 절연막, 상기 제 1 격리 절연막 상에서 상기 반도체 바디의 상부 측면 주변으로 트렌치를 이루도록 이격되어 형성된 제 2 격리 절연막, 상기 제 2 격리 절연막 상에 상기 트렌치를 메우며 상기 반도체 바디 상에 게이트 절연막을 사이에 두고 형성된 플로팅 전극, 상기 플로팅 전극의 적어도 일 측면과 마주하며 수평으로 이격되어 상기 제 2 격리 절연막 상에 형성된 제어 전극, 상기 제어 전극과 상기 플로팅 전극 사이에 형성된 감지물질층 및 상기 플로팅 전극을 사이에 두고 상기 반도체 바디에 형성된 소스/드레인 영역을 포함하여 구성될 수도 있다.
- [40] 본 발명에 의한 가스 감지소자 어레이는 하나의 반도체 기판에 2 이상의 이종 가스를 감지하도록 복수 개의 가스 감지소자가 배열되되, 상기 복수 개의 가스 감지소자는 구조 또는 동작 기작이 다른 2 이상의 가스 감지소자를 포함하고, 상기 각 가스 감지소자는 상술한 본 발명의 3차원 핀펫형 가스 감지소자인 것을 특징으로 한다.
- [41] 여기서, 상기 복수 개의 가스 감지소자는 상기 감지물질층에 의한 유전상수 변화, 전하의 생성 또는 소멸, 일함수의 변화 및 기전력 변화 중 어느 2가지 이상으로 동작 기작이 다른 가스 감지소자를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [42] 본 발명에 의한 3차원 핀펫형 가스 감지소자는 수평방향으로 제어 전극, 플로팅

전극, 감지물질층을 형성함으로써, 상술한 특허문헌 및 비특허문헌에서 소개되었던 구조에서 갖는 문제점들을 해결할 수 있다. 특히, 특허문헌 1에서 게이트 면적(채널 폭 및 길이)이 크기 때문에 가스 반응시간이 느린데 비해, 본 발명에서는 반응가스가 감지물질층에 수직으로 침투하여 흡착되거나 탈착되도록 하여 반응시간을 크게 줄일 수 있다. 그리고 본 발명에서 감지물질층은 구조적으로 마지막 단계에서 형성할 수 있으므로 손상되지 않아 감지 물질의 선택성 개선은 물론이고, 오염을 방지할 수 있으며, 수율의 개선을 가져올 수 있다.

- [43] 본 발명에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는 제어 전극과 플로팅 전극을 인터디지탈(Interdigital) 형태로 형성하여 높은 Coupling ratio를 구현함으로써, 특허문헌 2의 센서보다 높은 감도, 낮은 전력소모 및 센서의 소형화가 가능하게 된다. 비특허문헌 1에서는 하나의 플로팅 전극 위에 제어 전극과 감지물질이 별도로 형성되어 있어, 플로팅 전극의 면적이 넓어지고 기생용량 성분이 증가하여, 결국 감도를 저하시킨다. 그러나, 본 발명에서는 제어 전극과 플로팅 전극이 수평으로 형성되되 제어 전극과 플로팅 전극 사이에 정전용량을 크게 하고 플로팅 전극에 포함된 기생용량 성분을 작게 할 수 있기 때문에 소자의 감도를 크게 개선할 수 있는 효과가 있다.
- [44] 본 발명에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는 플로팅 전극을 격리 절연막 상으로 돌출된 반도체 바디를 감싸며 형성되도록 하여 채널의 폭을 넓혀 드레인 전류를 크게 함으로써, 센서의 감도를 높일 수 있는 효과가 있다.
- [45] 본 발명에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는 제어 전극을 히터로도 사용 가능하고 제어 전극과 감지물질층 사이에 얇은 절연막으로 분리되거나 바로 접촉하도록 구성됨으로써, 두꺼운 절연막을 사용하는 기존의 경우에 비해 열전달 효율을 높일 수 있고, 감지물질층에 부착된 가스를 이탈시켜 원상태로 용이하게 복귀할 수 있도록 한 효과가 있다.
- [46] 본 발명에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는 감지물질층 근처의 반도체 기판을 등방으로 식각하여 공기층을 형성함으로써, 제어 전극을 통해 생성된 열이 기판으로 전달되지 못하도록 하여 기존의 센서보다 열손실을 최소화한 효과가 있다.
- [47] 본 발명에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는 기존의 센서에 비해 제조공정이 단순하고 소형화가 가능하기 때문에 수율을 개선하고 제조비용을 줄일 수 있는 효과가 있다.
- [48] 본 발명에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자 및 이를 이용한 가스 감지소자 어레이는 감지 전후 유전상수 변화에 따른 커패시턴스 변화, 일함수 변화, 전하 생성/소멸, 기전력 발생[EMF(Electro Motive Force)] 변화를 동작 감지 기작(Sensing mechanism)으로 이용하여 감지 정확도를 높이고, 상기 서로 다른 감지 기작으로 동작하는 2개 이상의 가스 감지소자를 하나의 같은 기판에 구현하여 어레이를 구성함으로써, 2 이상 이종 가스를 동시에 감지할 수 있는

효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [49] 도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 일례로 커패시턴스 변화 감지나 전하의 생성/소멸을 감지할 수 있는 수평형 플로팅 전극을 갖는 3차원 핀셋형 가스 감지소자를 보인 것으로, 도 1a는 평면도, 도 1b는 도 1a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도, 도 1c는 B-B'선을 따라 자른 단면도이다.
- [50] 도 2는 도 1a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 가스 감지소자의 제어 전극을 히터로 구성한 예를 도시한 것이다.
- [51] 도 3a 및 도 3b는 도 1a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 3a는 평면도, 도 3b는 도 3a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도이다.
- [52] 도 4는 도 3a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 가스 감지소자의 제어 전극을 히터로 구성한 예를 도시한 것이다.
- [53] 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 일례로 일함수 변화를 감지하거나 커패시턴스 변화, 전하의 생성/소멸을 감지할 수 있는 수평형 플로팅 전극을 갖는 3차원 핀셋형 가스 감지소자를 보인 것으로, 도 5a는 평면도, 도 5b 및 도 5c는 도 5a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도이다.
- [54] 도 6은 도 5a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 가스 감지소자의 제어 전극을 히터로 구성한 예를 도시한 것이다.
- [55] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일례로 커패시턴스 변화 감지나 전하의 생성/소멸을 감지할 수 있는 수평형 플로팅 전극을 갖는 3차원 핀셋형 가스 감지소자를 보인 것으로, 도 7a는 평면도, 도 7b는 도 7a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도이다.
- [56] 도 8은 도 7a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 가스 감지소자의 제어 전극을 히터로 구성한 예를 도시한 것이다.
- [57] 도 9a 내지 도 9e는 본 발명의 일례로 기전력 변화를 감지할 수 있는 수평형 플로팅 전극을 갖는 3차원 핀셋형 가스 감지소자를 보인 것으로, 도 9a는 평면도이고, 도 9b, 도 9c, 도 9d 및 도 9e는 도 9a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도의 일례들을 도시한 것이다.
- [58] 도 10은 도 9a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 감지소자의 제어 전극을 히터로 구성한 예를 도시한 것이다.
- [59] 도 11a 및 도 11b는 구조적으로는 도 7a 및 도 7b를 변형한 것이나, 동작 기작은 도 9a 내지 도 9e와 같이 기전력 변화를 감지하는 것으로, 도 11a는 평면도, 도 11b는 도 11a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도이다.
- [60] 도 12a 및 도 12b는 도 11a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로, 도 12a는 평면도, 도 12b는 도 12a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도이다.
- [61] 도 13은 도 11a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 감지소자의 제어 전극을 히터로 구성한 예를 도시한 것이다.
- [62] 도 14a 내지 도 14d는 도 1a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 14a는

- 평면도, 도 14b 내지 도 14d는 각각 도 14a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도이다.
- [63] 도 15a 및 도 15b는 도 2에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 15a는 평면도, 도 15b는 도 15a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도, 도 15c는 B-B'선을 따라 자른 단면도이다.
- [64] 도 16a 내지 도 16f는 본 발명의 일례로 커패시턴스 변화 감지나 전하의 생성/소멸을 감지할 수 있는 수평형 플로팅 전극을 갖는 3차원 핀셋형 가스 감지소자를 보인 것으로, 도 16a는 평면도, 도 16b 내지 도 16f는 각각 도 16a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도로 돌출된 반도체 바디가 가질 수 있는 단면 구조의 예를 도시한 것이다.
- [65] 도 17a 및 도 17b는 본 발명의 일례로 커패시턴스 변화 감지나 전하의 생성/소멸을 감지할 수 있는 수평형 플로팅 전극을 갖는 3차원 핀셋형 가스 감지소자를 보인 것으로, 도 17a는 평면도, 도 17b는 도 17a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도로 반도체 기판 상으로 돌출된 반도체 바디의 하부를 둘러싸는 제 1 격리 절연막, 제 1 격리 절연막 상에서 반도체 바디의 상부 주변으로 트렌치를 이루도록 이격되어 형성된 제 2 격리 절연막, 반도체 바디의 상부 주변 트렌치를 매우며 형성된 플로팅 전극을 보여주는 단면 구조의 예를 도시한 것이다.
- [66] 도 18a 및 도 18b는 도 1a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 18a는 평면도, 도 18b는 도 18a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도이다.
- [67] 도 19는 도 18a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 가스 감지소자의 제어 전극을 히터로 구성한 예를 도시한 것이다.
- [68] 도 20a 내지 도 20c는 도 5a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 20a는 평면도, 도 20b는 도 20a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도이다.
- [69] 도 21은 도 20a에 도시된 가스 감지소자를 변형한 것으로서, 가스 감지소자의 제어 전극을 히터로 구성한 예를 도시한 것이다.
- [70] 도 22는 본 발명에 따른 복수 개의 가스 감지소자들을 배열하여 가스 감지 어레이를 구성하는 방식의 일례를 도시한 등가 다이어그램으로, 4가지의 감지 기작에 의한 복수 개의 가스 감지소자들이 어레이로 배열되는 모습을 일례로 보여준다.
- [71] [부호의 설명]
- [72] 1: 액티브 영역 2: 제어 전극
- [73] 3: 플로팅 전극 4: 콘택
- [74] 5: 제 1 전극 5a: 소스/드레인 전극
- [75] 6: 감지물질층 7: 반도체 기판
- [76] 8: 격리 절연막 8a: 제 1 격리 절연막
- [77] 8b: 제 2 격리 절연막 9: 게이트 절연막
- [78] 10: 보호 절연막 11: 제 1 절연막
- [79] 12: 반도체 바디 13: 소스/드레인 영역
- [80] 14: 제 2 전극 15: 공기층

- [81] 100 : 감지물질층의 커패시턴스 변화를 감지하는 가스 감지소자
- [82] 200 : 감지물질층의 전하 생성/소멸을 감지하는 가스 감지소자
- [83] 300 : 감지물질층의 일함수 변화를 감지하는 가스 감지소자
- [84] 400 : 감지물질층의 기전력 변화를 감지하는 가스 감지소자

### 발명의 실시를 위한 형태

- [85] 이하, 첨부된 도면을 참조하며 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세히 설명한다.
- [86] 우선, 본 발명의 제 1 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는, 도 1a 내지 도 6, 도 9a 내지 도 10, 도 14a 내지 도 15c 및 도 16a 내지 도 19c에 공통으로 도시된 바와 같이, 반도체 기판(7); 상기 반도체 기판(7)에 돌출되게 형성된 반도체 바디(12); 상기 반도체 바디(12)의 측면 및 상기 반도체 기판(7) 상에 형성된 격리 절연막(8); 상기 반도체 바디(12) 상에 형성된 게이트 절연막(9); 상기 게이트 절연막(9) 및 상기 격리 절연막(8) 상에 형성된 플로팅(floating) 전극(3); 상기 플로팅 전극(3)의 적어도 일 측면과 마주하며 수평으로 이격되어 상기 격리 절연막(8) 상에 형성된 제어 전극(2); 상기 제어 전극(2)과 상기 플로팅 전극(3) 사이에 형성된 감지물질층(6); 및 상기 플로팅 전극(3)을 사이에 두고 상기 반도체 바디(12)에 형성된 소스/드레인 영역(13)을 포함하되, 상기 격리 절연막(8)은 상기 반도체 바디(12)가 상기 격리 절연막(8) 위로 돌출되도록 상기 반도체 바디(12)의 하부 측면 상에 형성되고, 상기 플로팅 전극(3)은 상기 격리 절연막(8) 상으로 돌출된 상기 반도체 바디(12)를 상기 게이트 절연막(9)을 사이에 두고 감싸며 형성된다.
- [87] 여기서, 상기 반도체 바디(12)는 매몰 채널(buried channel)이 형성되도록 불순물을 도핑 함이 바람직한데, 이는 불순물의 유형, 도핑농도 및 도핑 프로파일 등을 조정하여 반도체 바디(12)의 측면이나 상부 표면으로부터 바디 속으로 약간 떨어진 위치에 채널이 형성되도록 할 수 있다. 이렇게 함으로써 소자의 잡음을 줄여 가스 감지센서로서 매우 중요한 신호대 잡음비(SNR)를 높일 수 있게 된다.
- [88] 상기 제어 전극(2)은 불순물이 도핑된 폴리 실리콘, 폴리 실리콘게르마늄, 실리콘사이드, 금속, 도전성 금속산화물, 도전성 질화물 중 어느 하나 이상의 물질로 형성될 수 있다.
- [89] 그리고, 상기 감지물질층(6)은 서로 마주보며 이격된 상기 제어 전극(2)과 상기 플로팅 전극(3) 사이를 바로 채워질 수도 있고, 후술하는 각 실시예와 같이, 별도의 절연 물질이나 도전성 물질을 사이에 두고 채워질 수 있다.
- [90] 특히, 상기 감지물질층(6)이 특정가스에 반응하여 유전상수가 바뀌거나 전하가 생성 또는 소멸하는 물질로 형성될 경우에는, 제어 전극(2)과 플로팅 전극(3) 사이에 커패시턴스 변화를 야기하게 되거나 플로팅 전극(3)의 전위에 직접 영향을 주게 됨으로써, 가스 유무에 따라 제어 전극(2)에 인가된 동작 전압이

플로팅 전극(3)에 전달되는 전압이 달라지고, 결국 반도체 바디(12)의 채널 형성 및/또는 채널 저항에 영향을 주게 되는 점을 이용하여, 이를 소스/드레인 전극(5a)을 통해 흐르는 전류로 감지하게 되는 기작(mechanism)으로 동작하게 된다.

- [91] 또한, 상기 제 1 실시예의 구성에서는 기본적으로 수평방향으로 제어 전극(2), 플로팅 전극(3), 감지물질층(6)이 형성됨으로써, 종래 수직형 가스 감지소자가 갖고 있던 문제점들을 해결할 수 있다. 특히, 상술한 특허문헌 1에서 게이트 면적(채널 폭 및 길이)이 크기 때문에 가스 반응시간이 느린데 비해, 본 실시예에서는 반응가스가 감지물질층(6)에 수직으로 침투하여 흡착되거나 탈착되도록 하여 반응시간을 크게 줄일 수 있게 된다.
- [92] 그리고, 상기 제 1 실시예의 구성에서 플로팅 전극(3)을 격리 절연막(8) 상으로 돌출된 반도체 바디(12)를 감싸며 형성되도록 하여 감지소자의 채널 폭을 넓혀 드레인 전류를 크게 함으로써, 센서의 감도를 높일 수 있게 된다.
- [93] 본 발명의 제 2 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는, 도 1a 내지 도 1c에 도시된 바와 같이, 상기 제 1 실시예에서 상기 제어 전극(2)과 상기 감지물질층(6) 사이 및 상기 플로팅 전극(3)과 상기 감지물질층(6) 사이에 제 1 절연막(11)이 형성된 것을 특징으로 한다.
- [94] 여기서, 도 1a는 평면도, 도 1b는 도 1a에서 A-A'선을 따라 자른 단면도, 도 1c는 채널길이 방향인 B-B'선을 따라 자른 단면도이다.
- [95] 도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같이, 채널이 형성되는 반도체 바디(12)는 격리 절연막(8)으로 정의된 액티브 영역(1)으로 반도체 기판(7)으로부터 돌출되게 형성되고, 나아가 격리 절연막(8) 위로 돌출되도록 하고, 게이트 절연막(9)은 격리 절연막(8) 위로 돌출된 반도체 바디(12) 상에 형성되고, 플로팅 전극(3)은 격리 절연막(8) 상에서 게이트 절연막(9)을 사이에 두고 격리 절연막(8) 위로 돌출된 반도체 바디(12)를 감싸며 형성되어, 격리 절연막(8) 위로 돌출된 반도체 바디(12)의 삼면에 채널이 형성하게 된다.
- [96] 이때, 상기 반도체 바디(12)는 반도체 기판(7)과 같은 불순물 유형으로 도핑되며 도핑 농도와 도핑 프로파일은 다를 수 있고, 특히 상술한 바와 같이 격리 절연막(8) 위로 돌출된 반도체 바디(12)의 측면이나 상부 표면으로부터 일정 깊이 떨어진 위치에 매몰 채널(buried channel)이 형성되도록 불순물을 도핑 함이 바람직하다.
- [97] 나아가, 도 16a 내지 도 16f에 도시된 바와 같이, 도 16a의 AA'선 단면 즉 채널 길이와 수직한 방향으로 낸 단면에서 반도체 바디(12)는 상협하광 구조를 갖도록 하여 채널이 상부 중앙에 형성되게 하거나, 반도체 바디(12)의 상부를 곡면으로 라운딩된 구조로 하여 표면에 채널이 형성되더라도 균일하게 형성되도록 함이 바람직하다.
- [98] 그리고, 상기 플로팅 전극(3), 상기 제어 전극(2) 및 상기 제 1 절연막(11)의 상부 표면에는, 도 1b와 같이, 보호 절연막(10)이 형성되고, 상기 보호 절연막(10)의

일부 위에 상기 감지물질층(6)이 형성되도록 함이 바람직하다. 여기서, 상기 감지물질층(6)이 상기 보호 절연막(10)의 일부 위에 형성된다는 것은 상기 플로팅 전극(3) 위에 형성된 상기 보호 절연막(10)의 일부 또는 전체 위에 형성되는 것을 포함한다.

- [99] 이는 상기 감지물질층(6)을 상기 보호 절연막(10) 형성 이후로 제조공정의 후반부나 마지막에 형성할 수 있기 때문에 감지물질층(6)의 손상을 최대한 줄임과 동시에 다양한 소재의 감지 물질로 형성할 수 있고, 이로 인해 발생할 수 있는 오염의 문제도 해결할 수 있으며, 종래보다 수율의 개선을 가져올 수 있게 되기 때문이다.
- [100] 상기 감지물질층(6)의 형성을 위해서는 lift-off 방법, shadow mask를 이용하는 방법, 그리고 잉크젯 프린팅(Inkjet printing) 방법 중 어느 하나 이상의 방법을 적용할 수 있다.
- [101] 기타, 상기 제어 전극(2)의 일 측면에는, 도 1a 및 도 1b와 같이, 제 1 전극(5)이 형성되어 전기적으로 연결되고, 소스/드레인 영역(13)은, 도 1a 및 도 1c와 같이, 컨택(4)을 통하여 소스/드레인 전극(5a)에 전기적으로 연결된다.
- [102] 그리고, 상기 감지물질층(6)은 상기 제 1 실시예와 같은 물질이 사용되어, 특정가스의 유무에 따른 제어 전극(2)과 플로팅 전극(3) 사이에 커패시턴스 변화나 전하의 생성/소멸에 의한 기작으로 동작 되도록 할 수 있다.
- [103] 상술한 제 2 실시예는, 도 1a 내지 도 1c와 같이, 제 1 절연막(11)이 제어 전극(2)과 감지물질층(6) 사이 및 플로팅 전극(3)과 감지물질층(6) 사이에 모두 형성된 것이나, 이를 응용하여 상기 제 1 절연막(11)이 제어 전극(2)과 감지물질층(6) 사이 및 플로팅 전극(3)과 감지물질층(6) 사이 중 어느 하나에만 형성된 것으로 실시될 수도 있다.
- [104] 본 발명의 제 3 실시예에 의한 3차원 핀펫형 가스 감지소자는, 도 3a 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 제 2 실시예에서 상기 제 1 절연막(11)은 상기 제어 전극(2)과 상기 감지물질층(6) 사이 및 상기 플로팅 전극(3)과 상기 감지물질층(6) 사이 중 어느 하나에만 형성되고 다른 하나에는 제 1 전극(5)이 형성된 것을 특징으로 한다.
- [105] 상기 제 3 실시예에서 도 3a 내지 도 4에 도시된 바와 같이 플로팅 전극(3)과 감지물질층(6) 사이에 제 1 전극(5)을 형성한 경우에는, 감지물질층(6)이 제 1 전극(5)을 통하여 직접 플로팅 전극(3)에 전기적으로 연결되어 특정가스를 감지할 때 감지물질층(6)의 변화를 바로 플로팅 전극(3)에 전달할 수 있는 장점이 있다. 일례로 상기 감지물질층(6)에서 특정가스로 전하의 생성/소멸이나 유전상수 변화 등이 발생하면 이는 상기 플로팅 전극(3)의 퍼텐셜을 변화시킬 수 있게 된다.
- [106] 한편, 상기 제 3 실시예에서 도 5a, 도 5b 및 도 6에 도시된 바와 같이 제어 전극(2)과 감지물질층(6) 사이에 제 1 전극(5)을 형성한 경우에는, 감지물질층(6)의 일함수 변화에 따른 제어 전극(2)과 플로팅 전극(3) 사이의

전기적 퍼텐셜이 변하는 것을 동작 기작으로 이용하게 된다. 즉, 상기 구조에서 상기 감지물질층(6)이 특정가스에 반응하여 일함수를 변하게 하는 물질로 형성된 경우에는 제 1 전극(5)을 통하여 직접 제어 전극(2)에 전기적으로 연결된 구조이므로, 결국 제어 전극(2)의 일함수를 변하게 하는 결과를 초래하여 동일한 동작 전압에 대해서도 특정 가스의 존재 유무에 따라 플로팅 전극(3)에 전달되는 전압이 달라지고, 이를 소스/드레인 전극(5a)을 통해 흐르는 전류로 감지하는 기작으로 동작하게 된다. 물론, 상기 구조에서도 상기 감지물질층(6)을 소정의 절연체로 특정가스에 반응하여 유전상수가 바뀌거나 전하가 생성 또는 소멸하는 물질로 형성할 수도 있다. 후자의 경우엔 도 5c와 같이 제어 전극(2)과 제 1 전극(5) 사이에도 제 1 절연막(11)을 형성함이 바람직하다.

[107] 상기 제 3 실시예에서도 상기 제 2 실시예에서 상술한 바와 같이, 도 3b, 도 5b 및 도 5c에 도시된 것처럼 상기 플로팅 전극(3), 상기 제어 전극(2) 및 상기 제 1 절연막(11)의 상부 표면에 보호 절연막(10)이 형성되고, 상기 제 1 전극(5)은 상기 보호 절연막(10) 일부 위에도 형성되고, 상기 감지물질층(6)은 상기 제 1 전극(5) 및 상기 보호 절연막(10)의 각 일부 위에도 형성될 수 있다. 이렇게 함으로써, 상기 제 2 실시예에서 언급한 바와 같이 상기 감지물질층(6)을 제조공정의 후반부나 마지막에 형성할 수 있기 때문에 이를 통해 가질 수 있는 장점을 동일하게 가질 수 있게 된다.

[108] 상기 제 3 실시예의 응용으로, 도 5c에 도시된 바와 같이, 제어 전극(2) 측면에 형성된 제 1 절연막(11)과 감지물질층(6) 사이에 제 1 전극(5)을 형성할 수 있는데, 이 경우에는, 감지물질층(6)의 일함수 변화에 따른 제 1 전극(5)과 플로팅 전극(3) 사이의 전기적 퍼텐셜이 변하는 것을 동작 기작으로 이용할 수 있게 된다.

[109] 상기 제 3 실시예의 다른 응용으로, 첨부된 도면에는 도시되지 않았으나, 도 5c에서 제 1 전극(5)이 감지물질층(6)과 플로팅 전극(3) 측면에 형성된 제 1 절연막(11) 사이에도 형성될 수 있다.

[110] 본 발명의 제 4 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는, 도 14a 및 도 14b에 도시된 바와 같이, 상기 제 1 실시예에서 상기 제어 전극(2)과 상기 플로팅 전극(3) 사이로 형성된 홈에 먼저 보호 절연막(10)을 형성한 이후, 상기 보호 절연막(10) 상에 상기 감지물질층(6)을 채워 형성된 것을 특징으로 한다. 그리고 이에 대한 응용으로, 도 14c와 같이 상기 제어 전극(2)과 상기 감지물질층(6) 사이에는 상기 보호절연막(10) 위에 제 1 전극(5)이 더 형성되거나, 나아가, 도 14d와 같이 상기 플로팅 전극(3)과 상기 감지물질층(6) 사이에도 상기 보호절연막(10) 위에 제 2 전극(14)이 더 형성될 수 있다.

[111] 상기 구조로 상기 제 2 및 제 3 실시예에서 언급한 바와 같이 상기 감지물질층(6)을 제조공정의 후반부나 마지막에 형성할 수 있기 때문에 이를 통해 가질 수 있는 장점을 동일하게 가질 수 있게 된다.

[112] 그리고, 상기 감지물질층(6)은 상기 제 1 실시예와 같은 물질이 사용되어,

특정가스의 유무에 따른 제어 전극(2)과 플로팅 전극(3) 사이에 커패시턴스 변화나 전하의 생성/소멸에 의한 기작으로 동작 되도록 할 수 있다.

[113] 또한, 도 14c의 구조에 의한 경우엔 일함수 변화로, 도 14d 구조에 의한 경우엔 기전력변화에 의한 기작으로 동작할 수 있다.

[114] 본 발명의 제 5 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는, 도 9a 내지 도 10에 도시된 바와 같이, 상기 제 1 실시예에서 상기 제어 전극(2)과 상기 감지물질층(6) 사이에는 제 1 전극(5)이 형성되고, 상기 플로팅 전극(3)과 상기 감지물질층(6) 사이에는 제 2 전극(14)이 형성된 것을 특징으로 한다.

[115] 여기서, 상기 제 1 전극(5)과 상기 제 2 전극(14)은 서로 다른 금속으로 형성되고, 상기 감지물질층(6)은 특정가스에 반응하여 상기 제 1 전극(5)과 상기 제 2 전극(14) 사이에 기전력 변화를 주는 물질로 형성되도록 함이 바람직하다.

[116] 구체적으로, 상기 제 1 전극(5) 및 상기 제 2 전극(14)은 백금(Pt), 은(Ag) 또는 이들 중 어느 하나 이상이 포함된 합금으로 형성할 수 있고, 상기 감지물질층(6)은 고체 전해질, 금속산화물 등으로 형성할 수 있다.

[117] 상기와 같이 구성됨으로써, 특정가스에 반응한 상기 감지물질층(6)은 상기 제 1 전극(5)과 상기 제 2 전극(14) 사이에 기전력 변화를 유도하고, 이러한 기전력 변화는 제어 전극(2)에 인가한 동작 전압에 더해져서 플로팅 전극(3)에 전달되고, 이는 소스/드레인 전극(5a)을 통해 흐르는 전류로 감지하는 기작으로 동작하게 된다.

[118] 또한, 상기 감지물질층(6)이 절연체로 형성될 경우에는, 특정가스의 유무에 따라 감지물질층(6)의 유전상수 변화에 상기 제어 전극(2) 및 플로팅 전극(3) 사이의 커패시턴스가 변하는 것을 감지하게 되거나 감지물질층(6)에서의 전하 생성 또는 소멸 효과를 감지하게 되는 것을 동작 기작으로 할 수 있다.

[119] 상기 제 5 실시예는, 도 9b와 같이, 제어 전극(2)과 플로팅 전극(3) 사이에 제 1 전극(5)/감지물질층(6)/제 2 전극(14)으로 형성될 수 있으나, 도 9c 내지 도 9e와 같이, 제어 전극(2)과 제 1 전극(5) 사이 및 플로팅 전극(3)과 제 2 전극(14) 사이 중 적어도 어느 하나에는 제 1 절연막(11)이 더 형성될 수도 있다.

[120] 도 9c 및 도 9e는 적어도 제어 전극(2) 측벽에 제 1 절연막(11)이 형성되어 있으므로, 상기 감지물질층(6)을 일함수 또는 기전력 변화를 일으키는 물질로 형성하더라도 상기 감지물질층(6)의 유전상수 변화에 따른 커패시턴스 변화나 상기 감지물질층(6)에서의 전하 생성 또는 소멸에 의한 동작 기작으로 특정가스를 감지할 수 있게 된다.

[121] 도 9d는 제어 전극(2) 측벽에 바로 제 1 전극(5)이 형성되어 있으므로, 상기 감지물질층(6)의 일함수 및/또는 기전력 변화로 동작하게 되나, 상기 감지물질층(6)이 절연체로 형성될 경우에는, 유전상수 변화에 따른 커패시턴스 변화나 전하 생성/소멸을 감지하는 기작으로 동작할 수도 있다.

[122] 그리고, 도 9c 내지 도 9e와 같이, 상기 플로팅 전극(3), 상기 제어 전극(2) 및 상기 제 1 절연막(11)의 상부 표면에 보호 절연막(10)이 형성되고, 상기 제 1

전극(5)은 상기 제어 전극(2)의 상부 표면에 형성된 상기 보호 절연막(10) 위에도 형성되고, 상기 제 2 전극(14)은 상기 플로팅 전극(3)의 상부 표면에 형성된 상기 보호 절연막(10)의 일부 위에도 형성되고, 상기 감지물질층(6)은 상기 제 1 전극(5) 및 상기 제 2 전극(14)의 각 상부 표면 일부 위에도 형성된 것이 바람직하다. 상기와 같은 구조를 함으로써, 상기 감지물질층(6)을 제조공정의 후반부나 마지막에 형성할 수 있기 때문에 이를 통해 가질 수 있는 상기 제 2 내지 제 4 실시예에서 기술한 장점을 동일하게 가질 수 있게 된다.

- [123] 본 발명의 제 6 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는, 도 17a 및 도 17b와 같이, 반도체 기판(7); 상기 반도체 기판(7)에 돌출되게 형성된 반도체 바디(12); 상기 반도체 기판(7) 상에서 상기 반도체 바디(12)의 하부 측면을 둘러싸며 형성된 제 1 격리 절연막(8a); 상기 제 1 격리 절연막(8a) 상에서 상기 반도체 바디(12)의 상부 측면 주변으로 트렌치를 이루도록 이격되어 형성된 제 2 격리 절연막(8b); 상기 제 2 격리 절연막(8b) 상에 상기 트렌치를 메우며 상기 반도체 바디(12) 상에 게이트 절연막(9)을 사이에 두고 형성된 플로팅 전극(3); 상기 플로팅 전극(3)의 적어도 일 측면과 마주하며 수평으로 이격되어 상기 제 2 격리 절연막(8b) 상에 형성된 제어 전극(2); 상기 제어 전극(2)과 상기 플로팅 전극(3) 사이에 형성된 감지물질층(6); 및 상기 플로팅 전극(3)을 사이에 두고 상기 반도체 바디(1; 12)에 형성된 소스/드레인 영역(13)을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [124] 상기와 같이 제 1, 2 격리 절연막(8a)(8b)으로 반도체 바디(12)의 상부를 돌출시키고 이를 게이트 절연막(9)을 사이에 두고 플로팅 전극(3)이 감싸도록 형성하게 함으로써, 플로팅 전극(3)의 높이를 제어 전극(2) 등 다른 구성의 높이와 맞출 수 있는 장점이 있다.
- [125] 기타, 본 실시예의 각 구성에 대한 설명은 상술한 제 1 내지 제 5 실시예와 동일하므로, 반복된 설명은 생략한다.
- [126] 본 발명의 제 7 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는, 도 18a, 18b, 20a 내지 20c에 공통으로 도시된 바와 같이 상기 제 1 내지 제 3 실시예, 제 5 실시예 및 제 6 실시예에서 상기 감지물질층(6)과 상기 플로팅 전극(3) 사이에는 공기갭(air gap; 15a)이 형성된 것을 특징으로 한다. 보다 구체적으로, 상기 감지물질층(6)과 상기 플로팅 전극(3) 측면에 형성된 상기 제 1 절연막(11) 또는 보호절연막(미도시) 사이에 공기갭(air gap; 15a)이 형성되고, 상기 제어전극(2)과 상기 감지물질층(6) 사이에는, 도 18b와 같이, 제 1 절연막(11)이, 또는/및 도 20b와 같이, 제 1 전극(5)이 더 형성될 수 있다.
- [127] 또한, 상기 제 7 실시예의 응용으로, 첨부 도면에는 미도시 되었으나, 상기 공기갭(air gap; 15a)이 상기 제어 전극(2)과 상기 감지물질층(6) 사이에 형성될 수도 있다.
- [128] 상기와 같은 구조로 함으로써, 반응 가스가 공기갭(15a)을 통해 빠르게 스며들 수 있기 때문에, 소자의 반응 시간을 개선 할 수 있다. 나머지 특징은 상기 제 1

내지 제 6 실시예에서 기술한 것과 동일하다.

- [129] 본 발명의 제 8 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는, 도 1a 내지 도 6, 도 9a 내지 도 10 및 도 14a 내지 도 19c에 공통으로 도시된 바와 같이, 상기 제 1 내지 제 7 실시예에서 상기 플로팅 전극(3)은 상기 제어 전극(2)과 마주하는 방향으로 측면이 요철 되고, 상기 제어 전극(2)은 상기 플로팅 전극(3)의 요철 측면과 반대로 요철된 측면을 가지고 상기 플로팅 전극(3)과 서로 맞물리는 형상(즉, interdigitated 형태)으로 이격된 것을 특징으로 한다.
- [130] 상기와 같은 구조로 함으로써, 제어 전극(2)과 플로팅 전극(3)의 각 마주보는 면적을 크게 하여 정전용량 등을 높일 수 있는 장점이 있다. 나머지 특징은 상기 제 1 내지 제 7 실시예에서 기술한 것과 동일하다.
- [131] 본 발명의 제 9 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는, 도 2, 도 4, 도 6, 도 10 및 도 15a에 공통으로 도시된 바와 같이, 상기 제 7 실시예에서 상기 제어 전극(2)은 상기 플로팅 전극(3)과 마주하지 않는 반대 측면도 요철된 것을 특징으로 한다.
- [132] 상기와 같은 구조로 함으로써, 상기 제어 전극(2)의 길이 방향 양단에 전압을 인가함으로써, 히터(heater)로도 사용할 수 있는 장점이 있다. 즉, 상기 제어 전극(2)의 길이 방향 양단 또는 일단에 읽기 전압을 인가함으로써, 가스를 감지할 수 있을 뿐만 아니라, 상기 제어 전극(2)의 길이 방향 양단에 소정의 전압을 인가함으로써, 전류가 흘러 열을 발생하게 하고 이를 통해 감지물질층(6)으로 가스의 흡착이나 탈착을 유도하고 반응성을 개선할 수 있는 장점이 있다.
- [133] 상기 읽기 동작과 발열 동작은 상기 제어 전극(2)의 양단에 펄스 형태의 읽기 전압과 발열을 위한 전압 펄스를 교대로 가하면서 수행할 수 있다.
- [134] 상기와 같이 히터로도 사용되는 상기 제어 전극(2)은 도핑된 폴리 실리콘, 실리콘사이드, 하나 이상으로 구성된 금속으로 형성될 수 있다. 기타 특징은 상기 제 1 내지 제 8 실시예에서 기술한 것과 동일하다.
- [135] 본 발명의 제 10 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는, 도 15a 내지 도 15c에 도시된 바와 같이, 상기 제 8 실시예에서 상기 제어 전극(2)과 상기 감지물질층(6) 하부에 있는 상기 반도체 기판(7)은 일정 깊이로 식각되어 공기층(15)을 형성한 것을 특징으로 한다.
- [136] 상기와 같이, 상기 제어 전극(2)과 상기 감지물질층(6) 하부에 공기층(15)을 형성함으로써, 히터로 동작하는 제어 전극(2)에서 발생한 열을 열 전도율이 높은 반도체 기판(7)으로 빠져나가는 것을 차단하여 효과적으로 상기 감지물질층(6)에 전달할 수 있는 장점이 있게 된다.
- [137] 상기 공기층(15)은, 도 15c와 같이, 상기 플로팅 전극(3) 하부 일부까지 확장되어 형성되도록 함이 바람직한데, 이 경우 상기와 같은 열 손실을 더욱 줄일 수 있음은 물론 반도체 기판(7)과 플로팅 전극(3) 사이의 기생용량 성분을 줄여서 제어 전극(2)과 플로팅 전극(3) 사이의 커플링 비(Coupling ratio)를 올릴 수 있는 장점도 있게 된다.

- [138] 그리고, 상기 공기층(15)은, 도 15와 같이, 격리 절연막(8)에 공기층을 형성하고자 하는 부분을 둘러싸며 반도체 기판(7)이 드러나도록 복수 개의 관통홀을 형성한 다음, 선택적 등방성 식각으로 형성할 수 있다.
- [139] 기타 특징은 상기 제 1 내지 제 9 실시예에서 기술한 것과 동일하다.
- [140] 본 발명의 제 11 실시예에 의한 3차원 핀펫형 가스 감지소자는, 도 7a 내지 도 8 및 도 11a 내지 도 13에 공통으로 도시된 바와 같이, 반도체 기판(7); 상기 반도체 기판(7)에 돌출되게 형성된 반도체 바디(12); 상기 반도체 바디(12)의 측면 및 상기 반도체 기판(7) 상에 형성된 격리 절연막(8); 상기 반도체 바디(12) 상에 형성된 게이트 절연막(9); 상기 게이트 절연막(9) 및 상기 격리 절연막(8) 상에 형성된 플로팅 전극(3); 상기 플로팅 전극(3)과 격리 절연막(8) 상에 형성된 보호 절연막(10); 상기 플로팅 전극(3)의 적어도 일 측면과 마주하며 수평으로 이격되어 상기 보호 절연막(10) 상에 형성된 제 1 전극(5); 상기 제 1 전극(5)과 상기 플로팅 전극(3) 사이의 상기 보호 절연막(10) 상에 형성된 감지물질층(6); 및 상기 플로팅 전극(3)을 사이에 두고 상기 반도체 바디(12)에 형성된 소스/드레인 영역(13)을 포함하되, 상기 격리 절연막(8)은 상기 반도체 바디(12)가 상기 격리 절연막(8) 위로 돌출되도록 상기 반도체 바디(12)의 하부 측면 상에 형성되고, 상기 플로팅 전극(3)은 상기 격리 절연막(8) 상으로 돌출된 상기 반도체 바디(12)를 상기 게이트 절연막(9)을 사이에 두고 감싸며 형성된 것을 특징으로 한다.
- [141] 여기서, 상기 반도체 바디(12)는 매몰 채널(buried channel)이 형성되도록 불순물을 도핑 함이 바람직하는데, 이는 불순물의 유형, 도핑농도 및 도핑 프로파일 등을 조정하여 반도체 바디(12)의 측면이나 상부 표면으로부터 바디 속으로 약간 떨어진 위치에 채널이 형성되도록 할 수 있다. 이렇게 함으로써 소자의 잡음을 줄여 가스 감지센서로서 매우 중요한 신호대 잡음비(SNR)를 높일 수 있게 된다.
- [142] 상기 제 1 전극(5)은 상기 제 1 내지 제 10 실시예의 제어 전극(2) 역할을 하는 것으로, 불순물이 도핑된 폴리 실리콘, 폴리 실리콘게르마늄, 실리콘사이드, 금속, 도전성 금속산화물, 도전성 질화물 중 어느 하나 이상의 물질로 형성될 수 있다.
- [143] 그리고, 상기 감지물질층(6)은 서로 마주보며 이격된 상기 제 1 전극(5)과 상기 플로팅 전극(3) 측벽의 보호 절연막(10) 사이를 바로 채워질 수도 있고, 후술하는 각 실시예와 같이, 별도의 절연 물질이나 도전성 물질을 사이에 두고 채워질 수 있다.
- [144] 특히, 상기 감지물질층(6)이 특정가스에 반응하여 유전상수가 바뀌거나 전하가 생성 또는 소멸하는 물질로 형성될 경우에는, 커패시터의 변화나 전하의 생성/소멸을 감지하는 기작으로 동작할 수 있다.
- [145] 물론, 도 7b와 같이, 상기 제 1 전극(5)이 상기 감지물질층(6)과 직접 접촉하는 것으로 형성되는 구조에서, 상기 감지물질층(6)의 물질에 따라 일함수 변화를 감지하는 기작으로 동작할 수도 있다.

- [146] 또한, 상기 제 11 실시예의 구성에서는 기본적으로 수평방향으로 제 1 전극(5), 플로팅 전극(3), 감지물질층(6)이 형성됨으로써, 상기 제 1 실시예와 같이 종래 수직형 가스 감지소자가 갖고 있던 문제점들을 해결할 수 있게 된다.
- [147] 본 발명의 제 12 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는, 도 11a 내지 도 13에 도시된 바와 같이, 상기 제 10 실시예에서 상기 플로팅 전극(3) 측면의 보호 절연막(10)과 상기 감지물질층(6) 사이에 제 2 전극(14)이 형성된 것을 특징으로 한다.
- [148] 여기서, 상기 제 1 전극(5)과 상기 제 2 전극(14)은 서로 다른 금속으로 형성되고, 상기 감지물질층(6)은 특정가스에 반응하여 상기 제 1 전극(5)과 상기 제 2 전극(14) 사이에 기전력 변화를 주는 물질로 형성되도록 함이 바람직하다.
- [149] 구체적으로, 상기 제 1 전극(5) 및 상기 제 2 전극(14)은 백금(Pt), 은(Ag) 또는 이들 중 어느 하나 이상이 포함된 합금으로 형성할 수 있고, 상기 감지물질층(6)은 고체 전해질, 금속산화물 등으로 형성할 수 있다.
- [150] 상기와 같이 구성됨으로써, 상기 감지물질층(6)에 의하여 특정가스에 의한 기전력 변화는 감지하는 기작으로 동작할 수 있다.
- [151] 물론, 상기 감지물질층(6)이 절연체로 형성될 경우에는 커패시터의 변화나 전하의 생성/소멸을 감지하는 기작으로 동작할 수 있고, 도전성 물질로 형성될 경우에는 일함수 변화를 감지하는 기작으로 동작할 수도 있다.
- [152] 그리고, 도 11b와 같이, 상기 제 1 전극(5)과 마주보는 상기 플로팅 전극(3)의 측면 및 상부 일부에 상기 보호 절연막(10)을 사이에 두고 제 2 전극(14)을 형성시키고, 상기 감지물질층(6)은 상기 제 1 전극(5)과 상기 제 2 전극(14) 사이의 상기 보호 절연막(10) 상의 홈에 채워진 구조를 갖도록 함이 바람직하다. 이는 상기 감지물질층(6)을 제조공정의 후반부나 마지막에 형성할 수 있기 때문에 앞선 실시예들에서 기술한 장점을 동일하게 가질 수 있기 때문이다.
- [153] 도 12a 및 도 12b는 도 11a 및 도 11b의 구조에서 상기 제 2 전극(14)은 상기 보호 절연막(10) 상에 형성된 컨택홀(14a)을 통하여 상기 플로팅 전극(3)과 전기적으로 연결될 수 있음을 보여준다. 이렇게 함으로써, 제 1 전극(5)과 플로팅 전극(3) 사이의 Coupling ratio를 개선할 수 있는 장점이 있게 된다.
- [154] 본 발명의 제 13 실시예에 의한 FET형 가스 감지소자는 상기 제 11 실시예에서 상기 감지물질층(6)과 상기 보호 절연막(10)이 형성된 상기 플로팅 전극(3) 사이에는 공기갭(air gap; 미도시)이 형성된 것을 특징으로 한다.
- [155] 상기 제 13 실시예의 응용으로, 반대편인 상기 제 1 전극(5)과 상기 감지물질층(6) 사이에 공기갭(air gap; 미도시)이 형성될 수도 있다.
- [156] 그리고, 상기 공기갭(air gap; 미도시)이 형성되지 않은 반대편의 상기 제 1 전극(5)과 상기 감지물질층(6) 사이(전자의 실시예) 또는 상기 감지물질층(6)과 상기 보호 절연막(10)이 형성된 상기 플로팅 전극(3) 사이(후자의 실시예)에는 제 1 절연막(11)이 더 형성될 수도 있다.
- [157] 상기와 같은 구조로 함으로써, 반응 가스가 공기갭(미도시)을 통하여 빠르게

스며들 수 있기 때문에, 소자의 반응 시간을 개선 할 수 있다. 나머지 특징은 상기 제 11 실시예에서 기술한 것과 동일하다.

[158] 본 발명의 제 14 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는, 도 7a 내지 도 8 및 도 11a 내지 도 13에 공통으로 도시된 바와 같이, 상기 제 11 및 제 12 실시예에서 상기 플로팅 전극(3)은 상기 제 1 전극(5)과 마주하는 방향으로 측면이 요철 되고, 상기 제 1 전극(5)은 상기 플로팅 전극(3)의 요철 측면과 반대로 요철된 측면을 가지고 상기 플로팅 전극(3)과 서로 맞물리는 형상(즉, interdigitated 형태)으로 이격된 것을 특징으로 한다.

[159] 상기와 같은 구조로 함으로써, 제 1 전극(5)과 플로팅 전극(3)의 각 마주보는 면적을 크게 하여 정전용량 등을 높일 수 있는 장점이 있다. 나머지 특징은 상기 제 11 및 제 12 실시예에서 기술한 것과 동일하다.

[160] 본 발명의 제 15 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는, 도 8 및 도 13에 공통으로 도시된 바와 같이, 상기 제 14 실시예에서 상기 제 1 전극(5)은 상기 플로팅 전극(3)과 마주하지 않는 반대 측면도 요철된 것을 특징으로 한다.

[161] 상기와 같은 구조로 함으로써, 상기 제 1 전극(5)의 길이 방향 양단에 전압을 인가함으로써, 히터(heater)로도 사용할 수 있는 장점이 있다. 즉, 상기 제 1 전극(5)의 길이 방향 양단 또는 일단에 읽기 전압을 인가함으로써, 가스를 감지할 수 있을 뿐만 아니라, 상기 제 1 전극(5)의 길이 방향 양단에 소정의 전압을 인가함으로써, 전류가 흘러 열을 발생하게 하고 이를 통해 감지물질층(6)으로 가스의 흡착이나 탈착을 유도하고 반응성을 개선할 수 있는 장점이 있다.

[162] 상기 읽기 동작과 발열 동작은 상기 제 1 전극(5)의 양단에 펄스 형태의 읽기 전압과 발열을 위한 전압 펄스를 교대로 가하면서 수행할 수 있다.

[163] 상기와 같이 히터로도 사용되는 상기 제 1 전극(5)은 도핑된 폴리 실리콘, 실리콘사이드, 하나 이상으로 구성된 금속으로 형성될 수 있다. 기타 특징은 상기 제 11 내지 제 14 실시예에서 기술한 것과 동일하다.

[164] 본 발명의 제 16 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는 상기 제 15 실시예에서 상기 제 1 전극(5)과 상기 감지물질층(6) 하부에 있는 상기 반도체 기판(7)은 일정 깊이로 식각되어 공기층(미도시)을 형성한 것을 특징으로 한다.

[165] 상기와 같이, 상기 제 1 전극(5)과 상기 감지물질층(6) 하부에 공기층을 형성함으로써, 히터로 동작하는 제 1 전극(5)에서 발생한 열을 열 전도율이 높은 반도체 기판(7)으로 빠져나가는 것을 차단하여 효과적으로 상기 감지물질층(6)에 전달할 수 있는 장점이 있게 된다.

[166] 상기 공기층은 상기 플로팅 전극(3) 하부 일부까지 확장되어 형성되도록 함이 바람직한데, 이 경우 상기와 같은 열 손실을 더욱 줄일 수 있음은 물론 반도체 기판(7)과 플로팅 전극(3) 사이의 기생용량 성분을 줄여서 제 1 전극(5)과 플로팅 전극(3) 사이의 커플링 비(Coupling ratio)를 올릴 수 있는 장점도 있게 된다.

[167] 그리고, 상기 공기층은 격리 절연막(8)에 공기층을 형성하고자 하는 부분을 둘러싸며 반도체 기판(7)이 드러나도록 복수 개의 관통 홀을 형성한 다음, 선택적

등방성 식각으로 형성할 수 있다.

[168] 기타 특징은 상기 제 11 내지 제 15 실시예에서 기술한 것과 동일하다.

[169] 본 발명의 제 17 실시예에 의한 가스 감지소자 어레이는 하나의 반도체 기판에 2 이상의 이종 가스를 감지하도록 복수 개의 가스 감지소자가 배열되되, 상기 복수 개의 가스 감지소자는 구조 또는 동작 기작이 다른 2 이상의 가스 감지소자를 포함하고, 상기 각 가스 감지소자는 상기 제 1 내지 제 16 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자인 것을 특징으로 한다.

[170] 상기 제 1 내지 제 16 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자는 상술한 바와 같이, 기본적으로 제어 전극(2) 또는 제 1 전극(5)이 플로팅 전극(3)과 적어도 일 측면과 서로 마주하도록 수평방향으로 이격되고, 상기 이격 공간(홈)을 덮으며 감지물질층(6)이 형성되며, 상기 이격 공간(홈)에 제 1 절연막(11), 제 1 전극(5), 제 2 전극(14) 및 보호 절연막(10) 중 어느 하나 이상이 감지물질층(6)과 접하며 더 형성되느냐의 여부에 따라 소자의 단면 구조 및/또는 동작 기작이 달라진다.

[171] 즉, 동일한 물질로 감지물질층(6)을 형성하더라도 상기 제 1 내지 제 16 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자의 단면 구조(첨부 도면 중 AA'선을 따라 절단한 단면 구조)가 다를 경우에는 동작 기작이 달라 반응하는 가스의 종류가 달라질 수 있다.

[172] 반대로, 상기 제 1 내지 제 16 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자의 단면 구조는 동일하지만 각 소자의 감지물질층(6)을 달리할 경우에도 동작 기작이 달라 반응하는 가스의 종류가 달라질 수 있다.

[173] 따라서, 상기 제 17 실시예에 의한 가스 감지소자 어레이는 상기와 같은 특성을 이용하여 하나의 반도체 기판에 단면 구조 또는 감지물질이 달라 동작 기작이 다른 2 이상의 상기 제 1 내지 제 16 실시예에 의한 3차원 핀셋형 가스 감지소자를 배열하여 형성한 것을 특징으로 한다.

[174] 본 발명의 제 18 실시예에 의한 가스 감지소자 어레이는, 도 22와 같이, 상기 제 17 실시예에서 상기 복수 개의 가스 감지소자는 감지물질층(6)에 의한 유전상수 변화, 전하의 생성 또는 소멸, 일함수의 변화 및 기전력 변화 중 어느 2가지 이상으로 동작 기작이 다른 가스 감지소자를 포함하여 배열한 것을 특징으로 한다.

[175] 도 22에서 도면부호 100은 감지물질층(6)의 유전상수 변화에 의한 커패시턴스 변화를 감지하는 가스 감지소자, 200은 감지물질층(6)의 전하 생성/소멸을 감지하는 가스 감지소자, 300은 감지물질층(6)의 일함수 변화를 감지하는 가스 감지소자, 그리고 400은 감지물질층(6)의 기전력 변화를 감지하는 가스 감지소자를 각각 나타낸다.

[176] 상기 4가지 감지 기작은 적용된 동일한 감지물질층(6) 하에서도 특정가스에 대해 서로 다른 감지특성(이를 감지 지문이라 함)을 줄 수 있기 때문에, 여러 감지물질을 사용하는 것 없이 가스의 종류 및 농도를 정확하게 감지할 수 있는 장점이 있게 된다.

- [177] 이상 설명한 본 발명의 각 실시예에 의한 3차원 핀펫형 가스 감지소자에서, 상기 감지물질층(6)과 제어 전극(2)을 제거하고 상기 플로팅 전극(3)을 게이트 전극으로 하면 일반 스위칭 소자인 Fin FET이 되므로, 상기 각 실시예에 의한 3차원 핀펫형 가스 감지소자와 같은 기판에 상기 Fin FET도 함께 집적할 수 있다. 이 경우, 상기 Fin FET은 가스 감지소자의 주변회로를 구현할 때 사용될 수 있다.

#### **산업상 이용가능성**

- [178] 본 발명에 따른 수평방향의 플로팅 게이트를 가지는 전계 효과 트랜지스터 센서에서는 간단한 공정으로 구현이 가능하며, 기존의 CMOS 공정과 쉽게 접목될 수 있어 산업적으로 이용가능성이 높다. 특히, 본 발명은 지금 현재 산업체에서 개발한 센서(특허문헌 2 참조)보다 성능이 우수하고 제조비용을 줄일 수 있고, 화학 및 바이오센서 등에 매우 유용하게 적용될 수 있다.

## 청구범위

- [청구항 1] 반도체 기관;  
 상기 반도체 기관에 돌출되게 형성된 반도체 바다;  
 상기 반도체 바다의 측면 및 상기 반도체 기관 상에 형성된 격리 절연막;  
 상기 반도체 바다 상에 형성된 게이트 절연막;  
 상기 게이트 절연막 및 상기 격리 절연막 상에 형성된 플로팅 전극;  
 상기 플로팅 전극의 적어도 일 측면과 마주하며 수평으로 이격되어 상기 격리 절연막 상에 형성된 제어 전극;  
 상기 제어 전극과 상기 플로팅 전극 사이에 형성된 감지물질층; 및  
 상기 플로팅 전극을 사이에 두고 상기 반도체 바다에 형성된 소스/드레인 영역을 포함하되,  
 상기 격리 절연막은 상기 반도체 바다가 돌출되도록 상기 반도체 바다의 하부 측면 상에 형성되고,  
 상기 플로팅 전극은 상기 격리 절연막 상으로 돌출된 상기 반도체 바다를 상기 게이트 절연막을 사이에 두고 감싸며 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀펫형 가스 감지소자.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,  
 상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이 및 상기 플로팅 전극과 상기 감지물질층 사이 중 적어도 어느 하나에는 제 1 절연막이 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀펫형 가스 감지소자.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,  
 상기 플로팅 전극, 상기 제어 전극 및 상기 제 1 절연막의 상부 표면에 보호 절연막이 형성되고,  
 상기 감지물질층은 상기 보호 절연막 일부 위에도 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀펫형 가스 감지소자.
- [청구항 4] 제 2 항에 있어서,  
 상기 제 1 절연막은 상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이 및 상기 플로팅 전극과 상기 감지물질층 사이 중 어느 하나에 형성되고,  
 상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이 및 상기 플로팅 전극과 상기 감지물질층 사이 중 다른 하나에는 제 1 전극이 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀펫형 가스 감지소자.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서,  
 상기 플로팅 전극, 상기 제어 전극 및 상기 제 1 절연막의 상부 표면에 보호 절연막이 형성되고,  
 상기 제 1 전극은 상기 보호 절연막 일부 위에도 형성되고,

- [청구항 6] 상기 감지물질층은 상기 제 1 전극 및 상기 보호 절연막의 각 일부 위에도 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀셋형 가스 감지소자.  
제 2 항에 있어서,  
상기 제 1 절연막은 상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이 및  
상기 플로팅 전극과 상기 감지물질층 사이에 형성되고,  
상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이에는 상기 제어  
전극으로부터 상기 제 1 절연막 및 제 1 전극이 형성된 것을  
특징으로 하는 3차원 핀셋형 가스 감지소자.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,  
상기 감지물질층은 상기 제어 전극과 상기 플로팅 전극의 사이에  
형성된 보호절연막 위에 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀셋형  
가스 감지소자.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,  
상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이에는 상기 보호절연막  
위에 제 1 전극이 더 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀셋형 가스  
감지소자.
- [청구항 9] 제 8 항에 있어서,  
상기 플로팅 전극과 상기 감지물질층 사이에는 상기 보호절연막  
위에 제 2 전극이 더 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀셋형 가스  
감지소자.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,  
상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이에는 제 1 전극이  
형성되고,  
상기 플로팅 전극과 상기 감지물질층 사이에는 제 2 전극이 형성된  
것을 특징으로 하는 3차원 핀셋형 가스 감지소자.
- [청구항 11] 제 10 항에 있어서,  
상기 제어 전극과 상기 제 1 전극 사이 및 상기 플로팅 전극과 상기  
제 2 전극 사이 중 적어도 어느 하나에는 제 1 절연막이 형성된  
것을 특징으로 하는 3차원 핀셋형 가스 감지소자.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서,  
상기 플로팅 전극, 상기 제어 전극 및 상기 제 1 절연막의 상부  
표면에 보호 절연막이 형성되고,  
상기 제 1 전극은 상기 제어 전극의 상부 표면에 형성된 상기 보호  
절연막 위에도 형성되고,  
상기 제 2 전극은 상기 플로팅 전극의 상부 표면에 형성된 상기  
보호 절연막의 일부 위에도 형성되고,  
상기 감지물질층은 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극의 사이 및 각  
상부 표면 일부 위에도 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀셋형

- 가스 감지소자.
- [청구항 13] 제 1 항에 있어서,  
상기 반도체 바디는 매몰 채널이 형성되도록 불순물이 도핑되고,  
상기 제어 전극은 폴리 실리콘, 폴리 실리콘게르마늄, 실리콘사이드,  
금속, 도전성 금속산화물, 도전성 질화물 중 어느 하나 이상의  
물질로 형성되고,  
상기 감지물질층은 특정가스에 반응하여 유전상수가 바뀌거나  
전하가 생성 또는 소멸하는 물질로 형성된 것을 특징으로 하는  
3차원 핀펫형 가스 감지소자.
- [청구항 14] 제 4 항에 있어서,  
상기 제 1 전극은 상기 제어 전극과 상기 감지물질층 사이에  
형성되고,  
상기 감지물질층은 특정가스에 반응하여 상기 제어 전극의  
일함수를 변하게 하는 물질 또는 유전상수가 바뀌거나 전하가  
생성 또는 소멸하는 물질로 형성된 것을 특징으로 하는 3차원  
핀펫형 가스 감지소자.
- [청구항 15] 제 10 항에 있어서,  
상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극은 서로 다른 금속으로 형성되고,  
상기 감지물질층은 특정가스에 반응하여 상기 제 1 전극과 상기 제  
2 전극 사이에 기전력 변화를 주는 물질 또는 유전상수가 바뀌거나  
전하가 생성 또는 소멸하는 물질로 형성된 것을 특징으로 하는  
3차원 핀펫형 가스 감지소자.
- [청구항 16] 제 1 항에 있어서,  
상기 제어전극과 상기 감지물질층 사이 또는 상기 감지물질층과  
상기 플로팅 전극 사이에는 공기갭(air gap)이 있는 것을 특징으로  
하는 3차원 핀펫형 가스 감지소자.
- [청구항 17] 제 15 항에 있어서,  
상기 공기갭(air gap)은 상기 감지물질층과 상기 플로팅 전극  
사이에 존재하고,  
상기 제어전극과 상기 감지물질층 사이에는 제 1 절연막 및 제 1  
전극 중에서 선택된 하나 이상이 더 형성된 것을 특징으로 하는  
3차원 핀펫형 가스 감지소자.
- [청구항 18] 제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 플로팅 전극은 상기 제어 전극과 마주하는 방향으로 측면이  
요철 되고,  
상기 제어 전극은 상기 플로팅 전극의 요철 측면과 반대로 요철된  
측면을 가지고 상기 플로팅 전극과 서로 맞물리는 형상으로  
이격된 것을 특징으로 하는 3차원 핀펫형 가스 감지소자.

- [청구항 19] 제 18 항에 있어서,  
상기 제어 전극은 상기 플로팅 전극과 마주하지 않는 반대 측면도  
요철되어 히터(heater)로도 사용되는 것을 특징으로 하는 3차원  
핀벡형 가스 감지소자.
- [청구항 20] 제 19 항에 있어서,  
상기 제어 전극과 상기 감지물질층 하부에 있는 상기 반도체  
기판은 일정 깊이로 식각되어 공기층을 형성한 것을 특징으로  
하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.
- [청구항 21] 제 20 항에 있어서,  
상기 공기층은 상기 플로팅 전극 하부 일부까지 확장되어 형성된  
것을 특징으로 하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.
- [청구항 22] 제 18 항에 있어서,  
상기 반도체 바디는 채널 길이와 수직한 방향으로의 단면이  
상협하광 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 3차원 핀벡형 가스  
감지소자.
- [청구항 23] 제 22 항에 있어서,  
상기 반도체 바디의 상부는 곡면으로 라운딩된 것을 특징으로  
하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.
- [청구항 24] 반도체 기판;  
상기 반도체 기판에 돌출되게 형성된 반도체 바디;  
상기 반도체 바디의 측면 및 상기 반도체 기판 상에 형성된 격리  
절연막;  
상기 반도체 바디 상에 형성된 게이트 절연막;  
상기 게이트 절연막 및 상기 격리 절연막 상에 형성된 플로팅 전극;  
상기 플로팅 전극과 격리 절연막 상에 형성된 보호 절연막;  
상기 플로팅 전극의 적어도 일 측면과 마주하며 수평으로  
이격되어 상기 보호 절연막 상에 형성된 제 1 전극;  
상기 제 1 전극과 상기 플로팅 전극 사이의 상기 보호 절연막 상에  
형성된 감지물질층; 및  
상기 플로팅 전극을 사이에 두고 상기 반도체 바디에 형성된  
소스/드레인 영역을 포함하되,  
상기 격리 절연막은 상기 반도체 바디가 돌출되도록 상기 반도체  
바디의 하부 측면 상에 형성되고,  
상기 플로팅 전극은 상기 격리 절연막 상으로 돌출된 상기 반도체  
바디를 상기 게이트 절연막을 사이에 두고 감싸며 형성된 것을  
특징으로 하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.
- [청구항 25] 제 24 항에 있어서,  
상기 제 1 전극과 마주보는 상기 플로팅 전극의 측면 및 상부

일부에 상기 보호 절연막을 사이에 두고 제 2 전극이 더 형성되고, 상기 감지물질층은 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이 및 상기 보호 절연막 상에 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.

[청구항 26]

제 25 항에 있어서,

상기 제 2 전극은 상기 보호 절연막에 형성된 컨택홀로 상기 플로팅 전극과 전기적으로 연결된 것을 특징으로 하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.

[청구항 27]

제 25 항에 있어서,

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극은 서로 다른 금속으로 형성되고, 상기 감지물질층은 특정가스에 반응하여 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 기전력 변화를 주는 물질 또는 유전상수가 바뀌거나 전하가 생성 또는 소멸하는 물질로 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.

[청구항 28]

제 24 항에 있어서,

상기 반도체 바디는 매몰 채널이 형성되도록 불순물이 도핑되고, 상기 제 1 전극은 폴리 실리콘, 폴리 실리콘게르마늄, 실리콘사이드, 금속, 도전성 금속산화물, 도전성 질화물 중 어느 하나 이상의 물질로 형성되고,

상기 감지물질층은 특정가스에 반응하여 상기 제 1 전극의 일함수를 변하게 하는 물질 또는 유전상수가 바뀌거나 전하가 생성 또는 소멸하는 물질로 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.

[청구항 29]

제 24 항에 있어서,

상기 제 1 전극과 상기 감지물질층 사이 또는 상기 감지물질층과 상기 보호 절연막이 형성된 상기 플로팅 전극 사이에는 공기갭(air gap)이 있는 것을 특징으로 하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.

[청구항 30]

제 29 항에 있어서,

상기 공기갭(air gap)은 상기 감지물질층과 상기 보호 절연막이 형성된 상기 플로팅 전극 사이에 존재하고,

상기 제 1 전극과 상기 감지물질층 사이에는 제 1 절연막이 더 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.

[청구항 31]

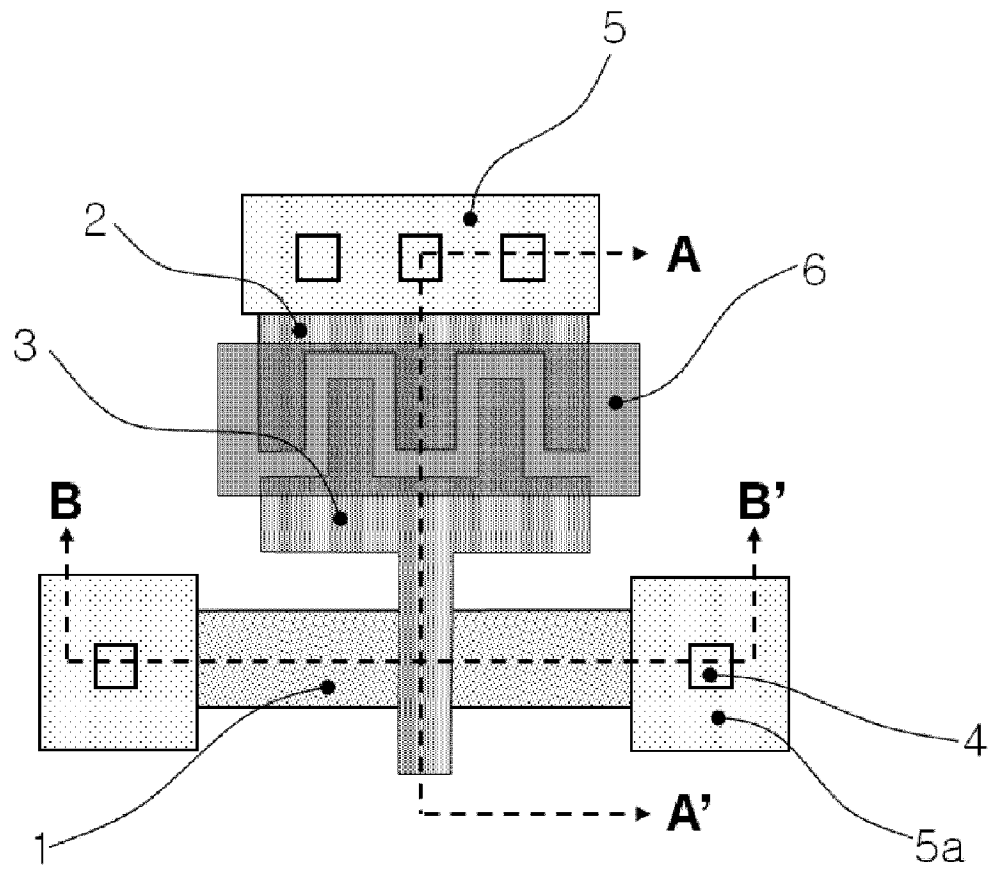
제 24 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 플로팅 전극은 상기 제 1 전극과 마주하는 방향으로 측면이 요철 되고,

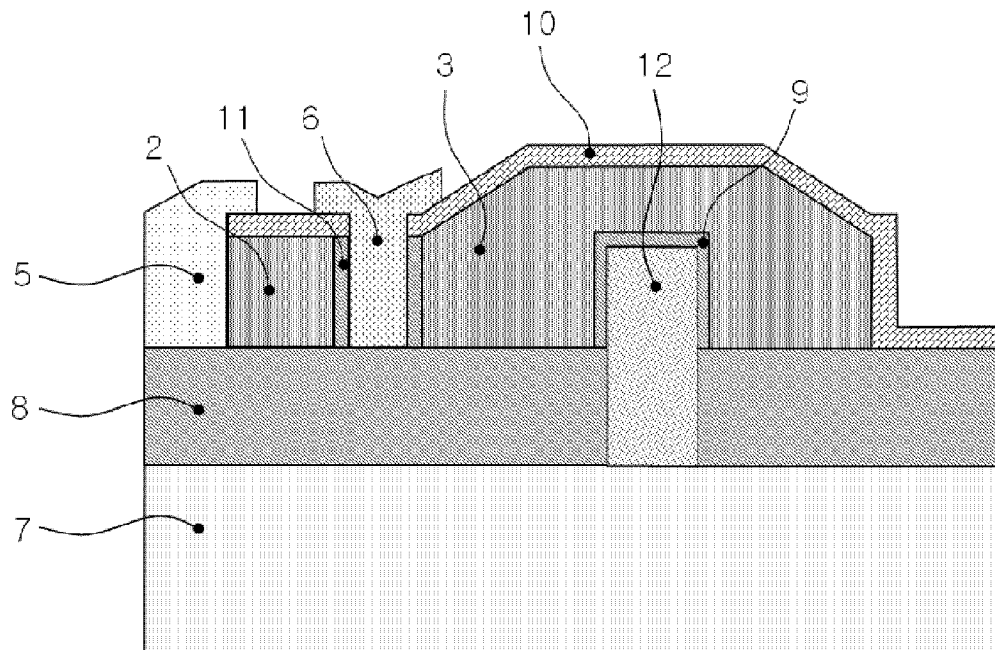
상기 제 1 전극은 상기 플로팅 전극의 요철 측면과 반대로 요철된 측면을 가지고 상기 플로팅 전극과 서로 맞물리는 형상으로 이격된 것을 특징으로 하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.

- [청구항 32] 제 21 항에 있어서,  
상기 제 1 전극은 상기 플로팅 전극과 마주하지 않는 반대 측면도  
요철되어 히터(heater)로도 사용되는 것을 특징으로 하는 3차원  
핀벡형 가스 감지소자.
- [청구항 33] 제 32 항에 있어서,  
상기 제 1 전극과 상기 감지물질층 하부에 있는 상기 반도체  
기판은 일정 깊이로 식각되어 공기층을 형성한 것을 특징으로  
하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.
- [청구항 34] 제 33 항에 있어서,  
상기 공기층은 상기 플로팅 전극 하부 일부까지 확장되어 형성된  
것을 특징으로 하는 3차원 핀벡형 가스 감지소자.
- [청구항 35] 반도체 기판;  
상기 반도체 기판에 돌출되게 형성된 반도체 바디;  
상기 반도체 기판 상에서 상기 반도체 바디의 하부 측면을  
둘러싸며 형성된 제 1 격리 절연막;  
상기 제 1 격리 절연막 상에서 상기 반도체 바디의 상부 측면  
주변으로 트렌치를 이루도록 이격되어 형성된 제 2 격리 절연막;  
상기 제 2 격리 절연막 상에 상기 트렌치를 메우며 상기 반도체  
바디 상에 게이트 절연막을 사이에 두고 형성된 플로팅 전극;  
상기 플로팅 전극의 적어도 일 측면과 마주하며 수평으로  
이격되어 상기 제 2 격리 절연막 상에 형성된 제어 전극;  
상기 제어 전극과 상기 플로팅 전극 사이에 형성된 감지물질층; 및  
상기 플로팅 전극을 사이에 두고 상기 반도체 바디에 형성된  
소스/드레인 영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 핀벡형  
가스 감지소자.
- [청구항 36] 하나의 반도체 기판에 2 이상의 이종 가스를 감지하도록 복수 개의  
가스 감지소자가 배열되되,  
상기 복수 개의 가스 감지소자는 구조 또는 감지물질이 달라 동작  
기작이 다른 2 이상의 가스 감지소자를 포함하고,  
상기 각 가스 감지소자는 제 1 항 내지 제 13 항, 제 20 항 내지 제 24  
항 및 제 30 항 중 어느 한 항에 의한 3차원 핀벡형 가스 감지소자인  
것을 특징으로 하는 가스 감지소자 어레이.
- [청구항 37] 제 36 항에 있어서,  
상기 복수 개의 가스 감지소자는 상기 감지물질층에 의한  
유전상수 변화, 전하의 생성 또는 소멸, 일함수의 변화 및 기전력  
변화 중 어느 2가지 이상으로 동작 기작이 다른 가스 감지소자를  
포함하는 것을 특징으로 하는 가스 감지소자 어레이.

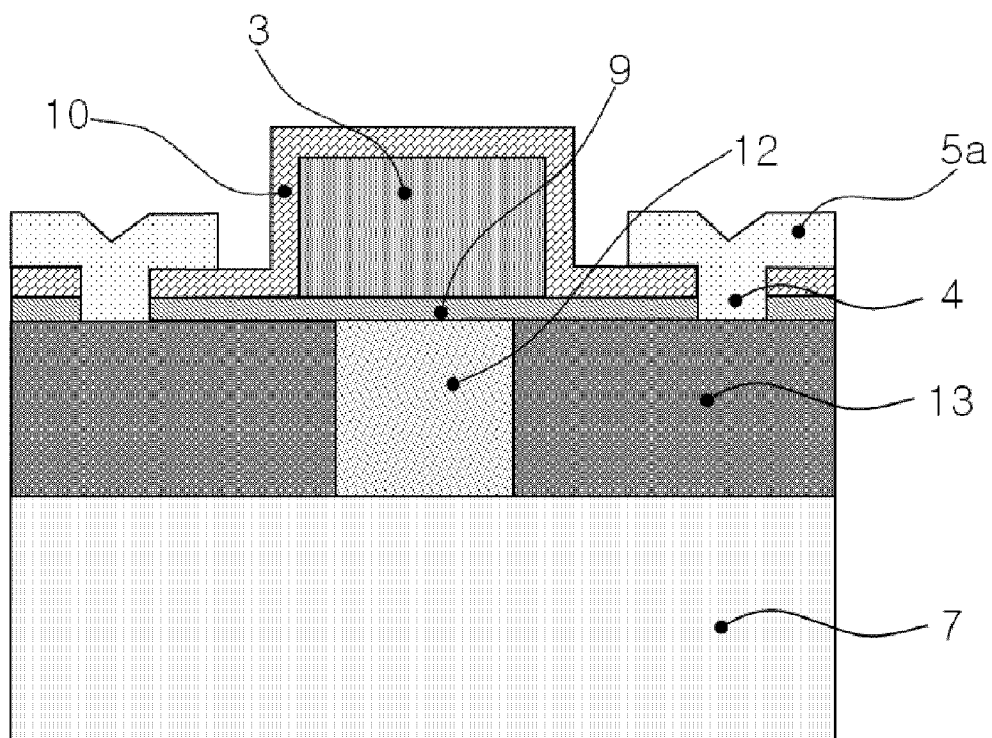
[Fig. 1a]



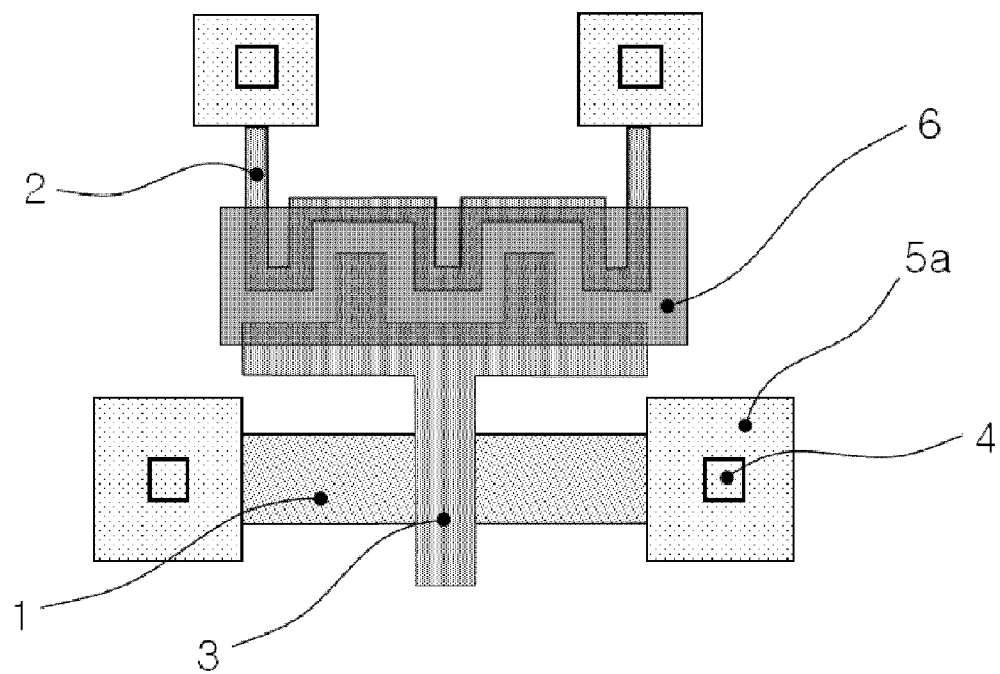
[Fig. 1b]



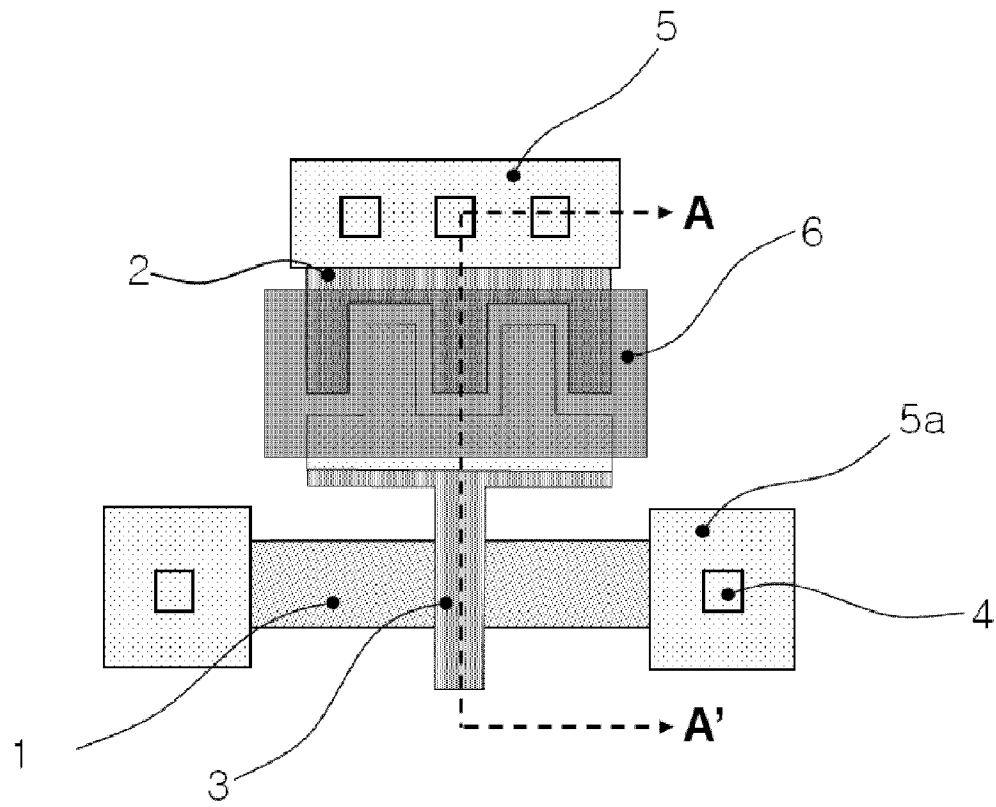
[Fig. 1c]



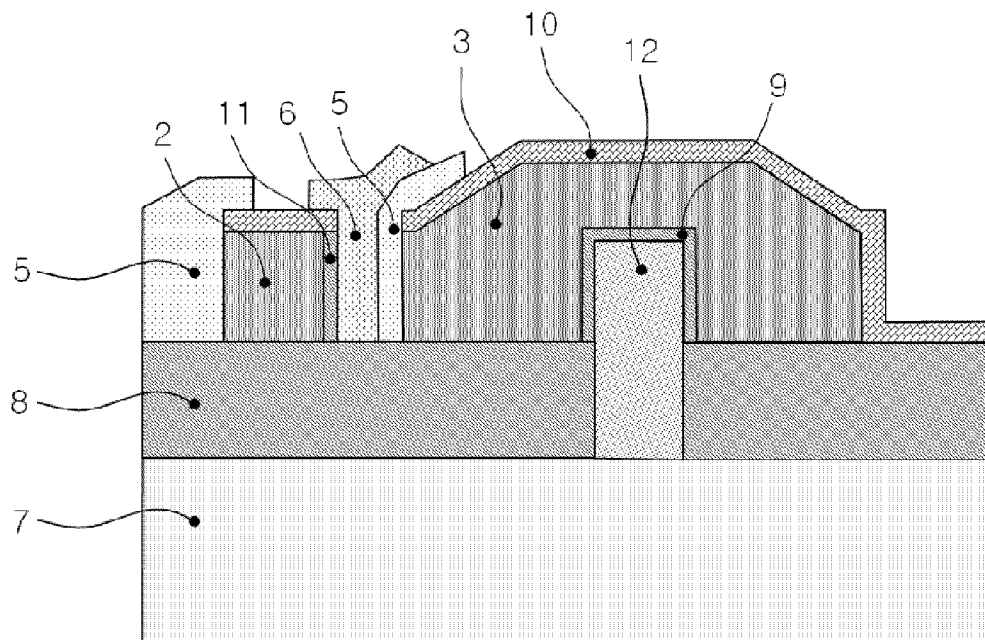
[Fig. 2]



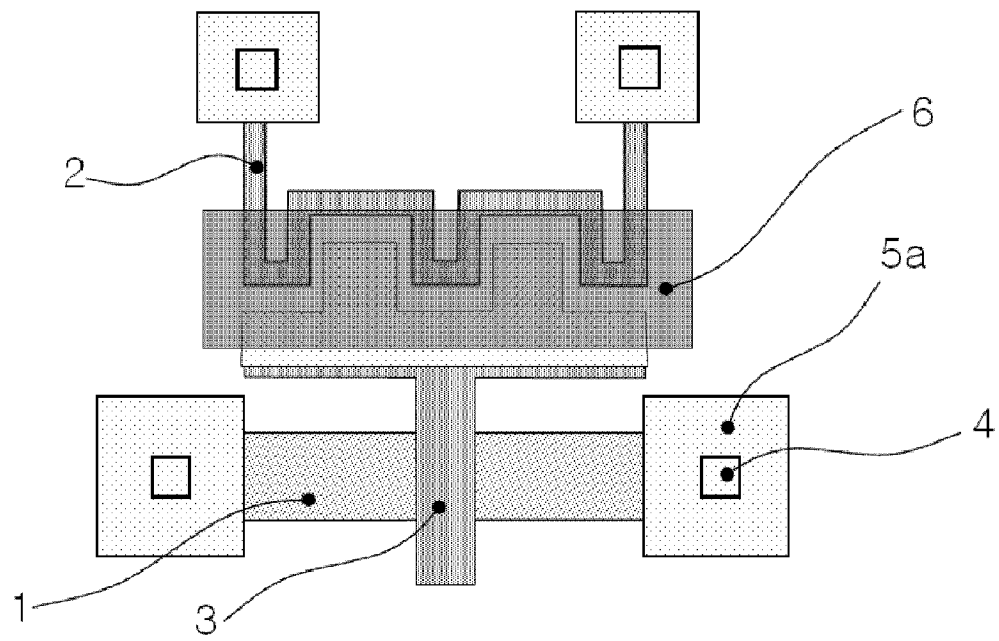
[Fig. 3a]



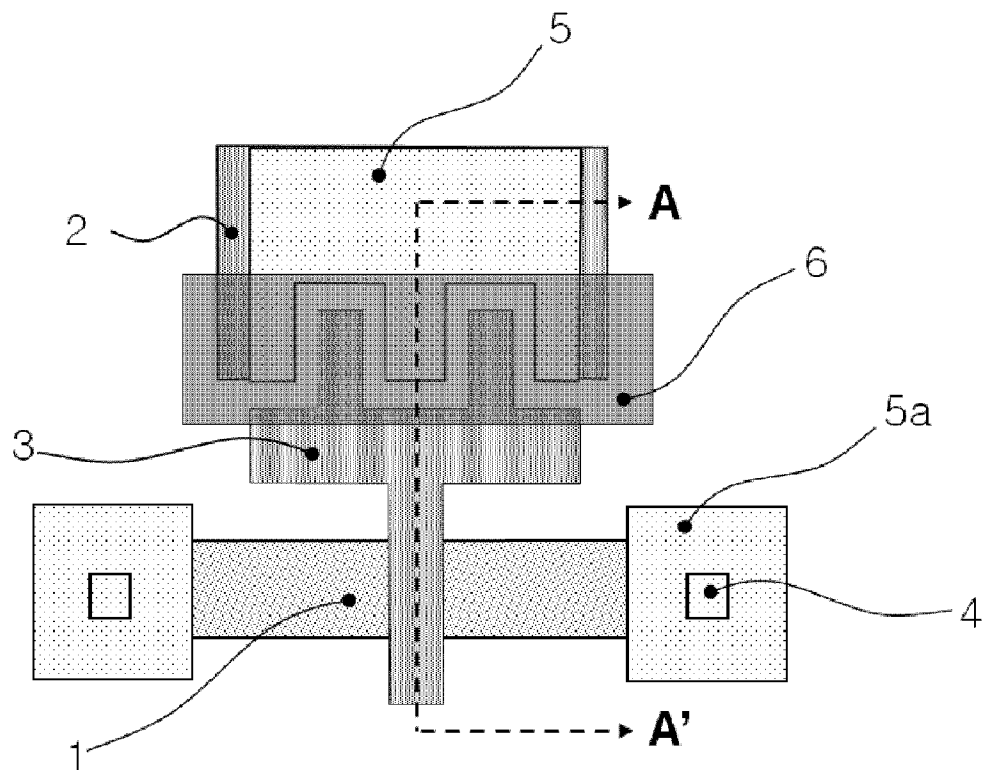
[Fig. 3b]



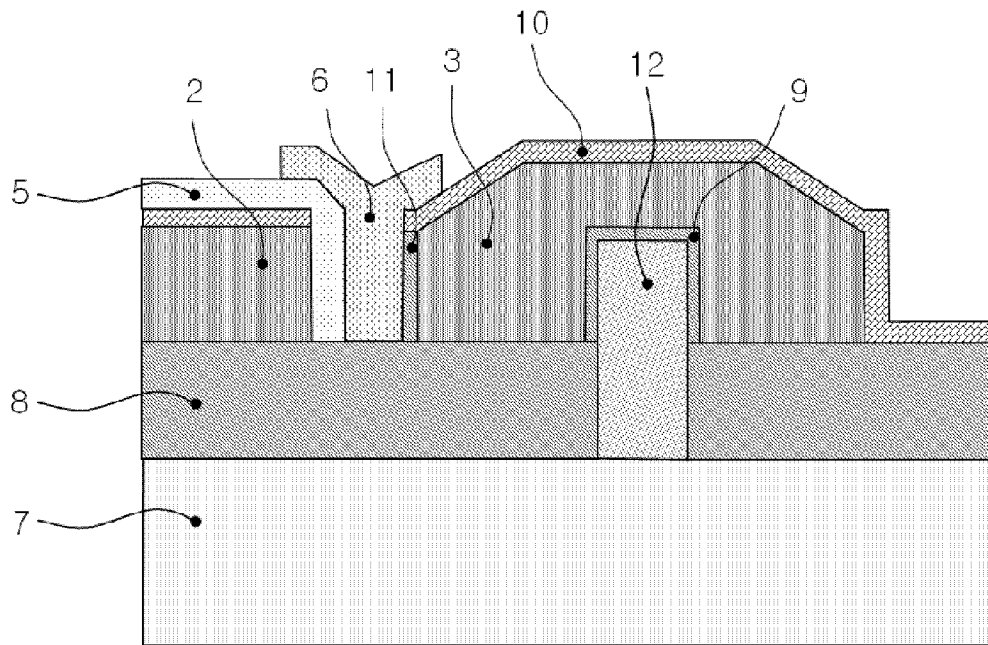
[Fig. 4]



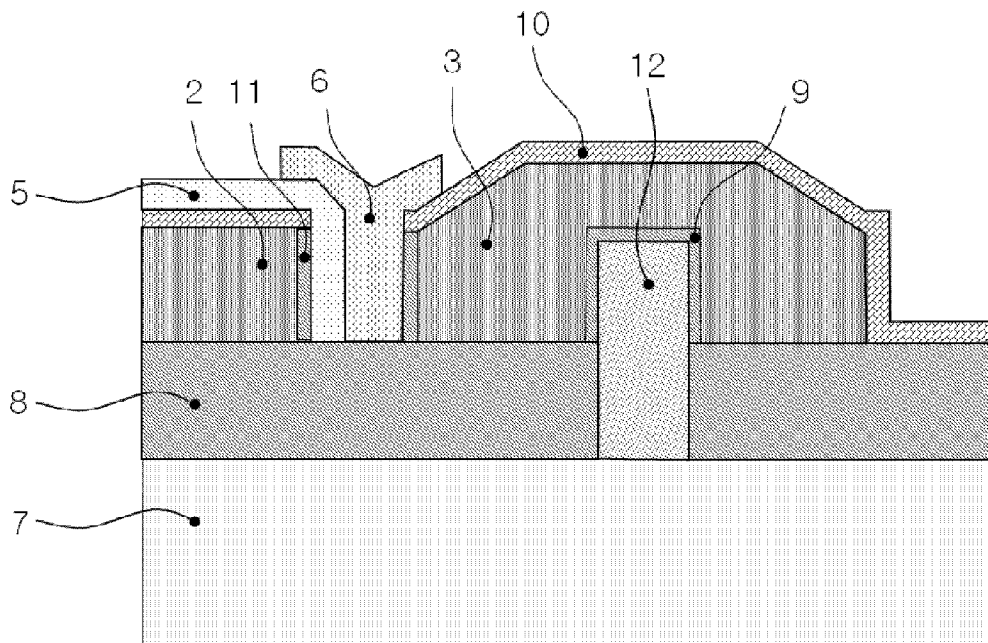
[Fig. 5a]



[Fig. 5b]



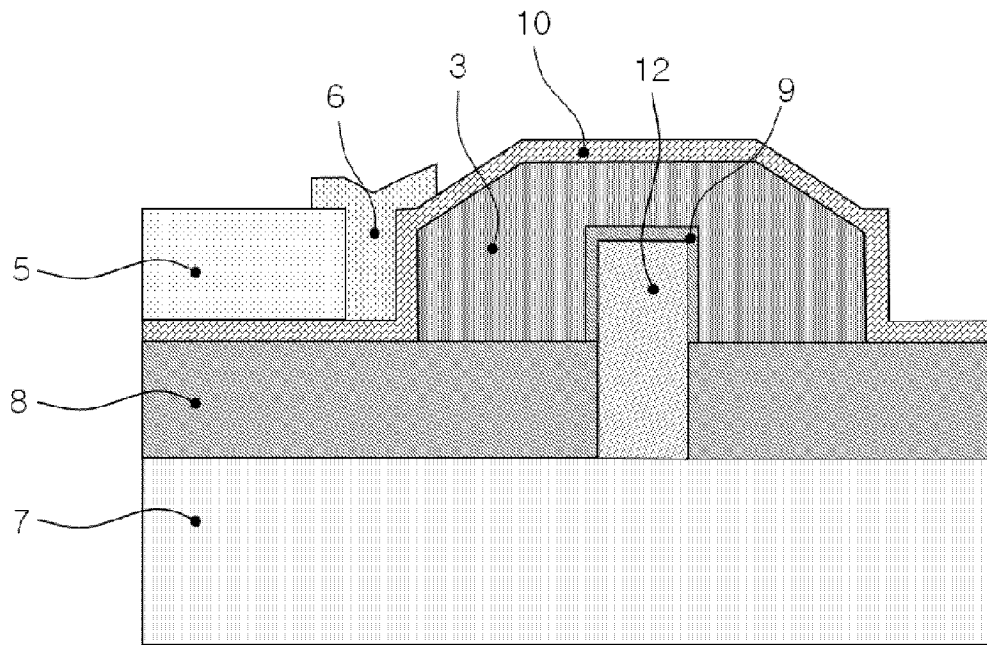
[Fig. 5c]



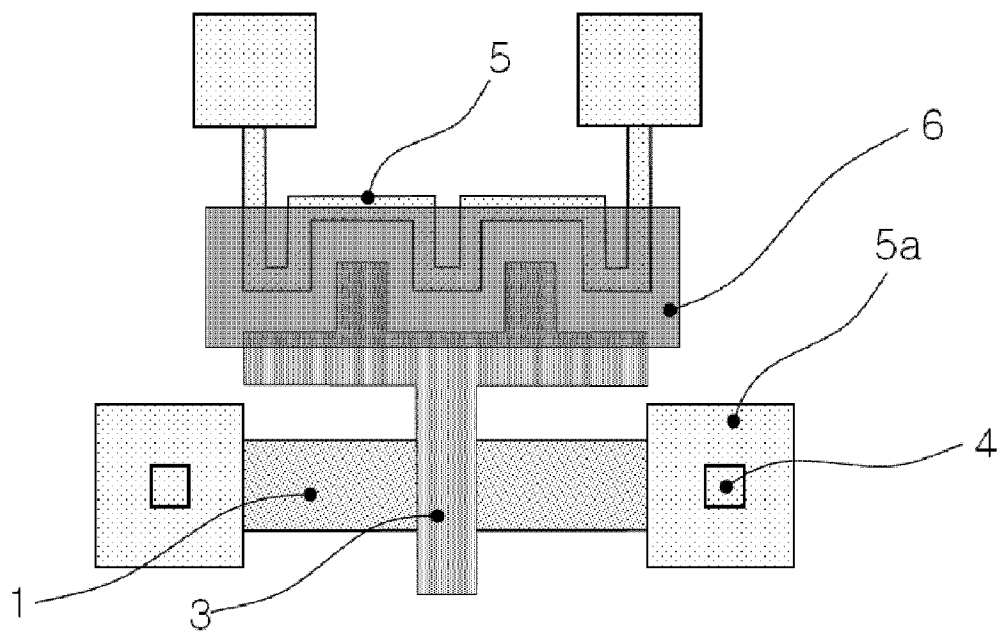
This diagram shows a cross-sectional view of a semiconductor device. A central vertical structure (3) is surrounded by four square pads (1). The pads are connected to a horizontal layer (4) which is part of a larger structure (5). The central structure (3) has a central core (6) and a surrounding layer (5a). The pads (1) are connected to the horizontal layer (4) via vertical connections (2). The central structure (3) is also connected to the horizontal layer (4) via vertical connections (2).

This diagram shows a cross-sectional view of a semiconductor device. A central channel (3) is formed in a substrate (1). The channel is flanked by side gates (4) and a top gate (5). The side gates (4) are connected to a common gate terminal (6). The top gate (5) is connected to a common gate terminal (6). The device is shown in a cross-sectional view, with a dashed line A-A' indicating the plane of the top view.

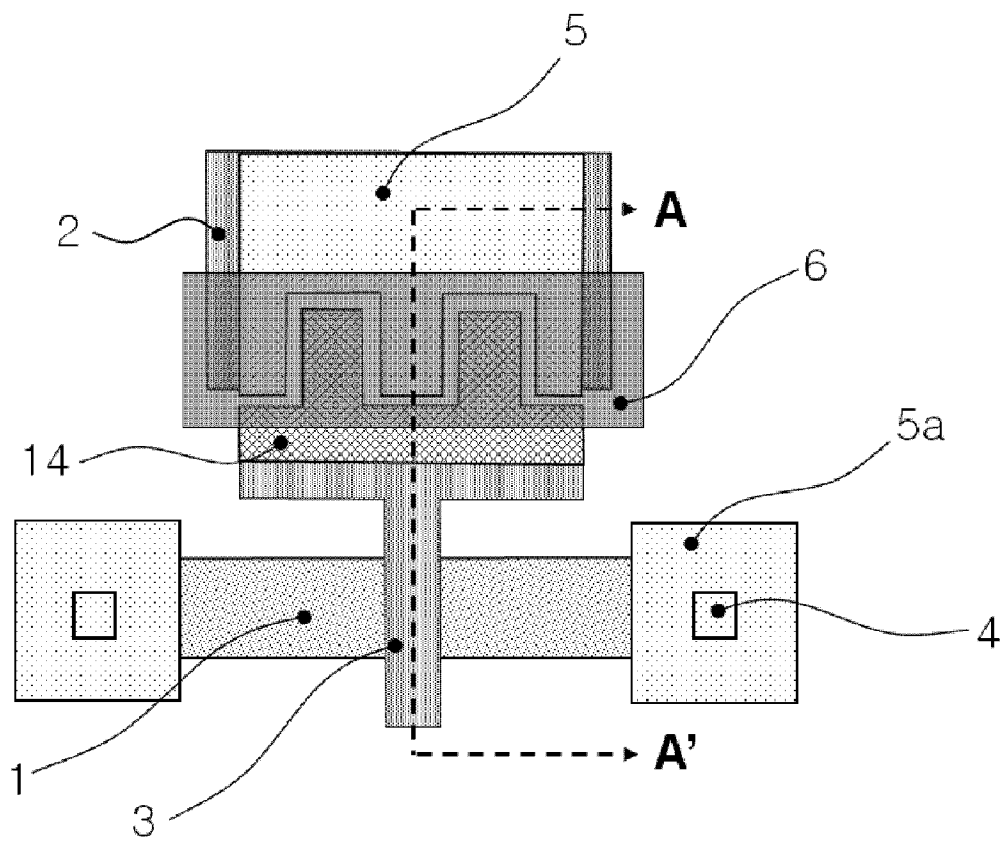
[Fig. 7b]



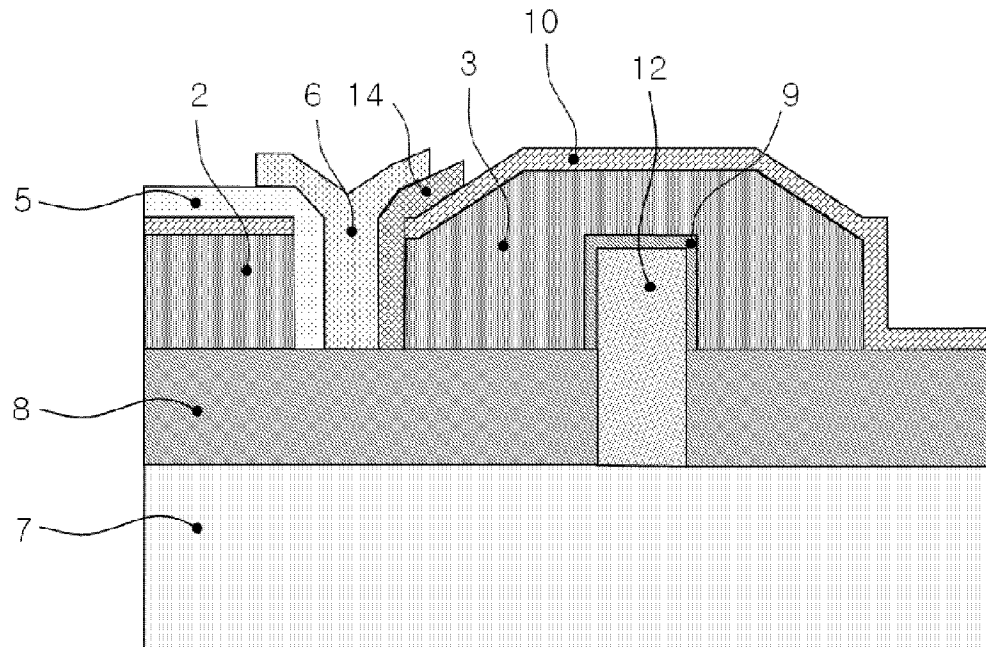
[Fig. 8]



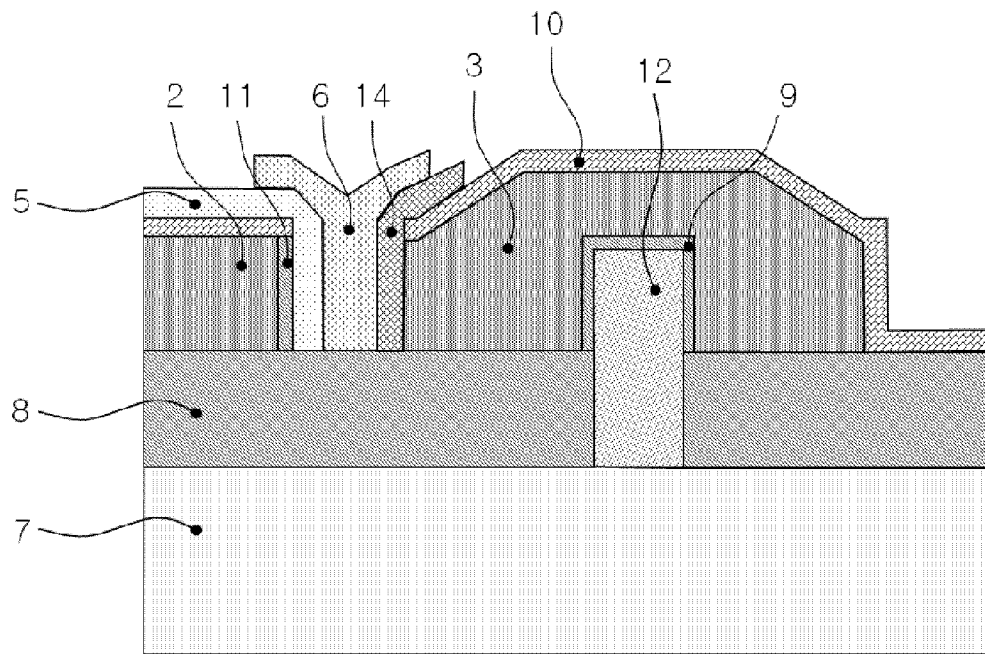
[Fig. 9a]



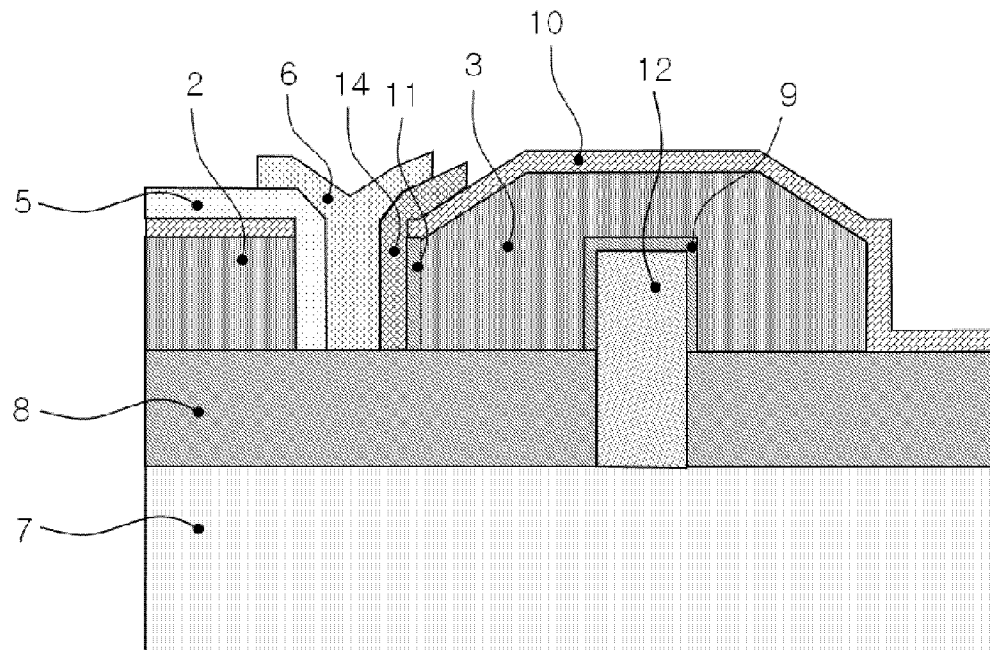
[Fig. 9b]



[Fig. 9c]

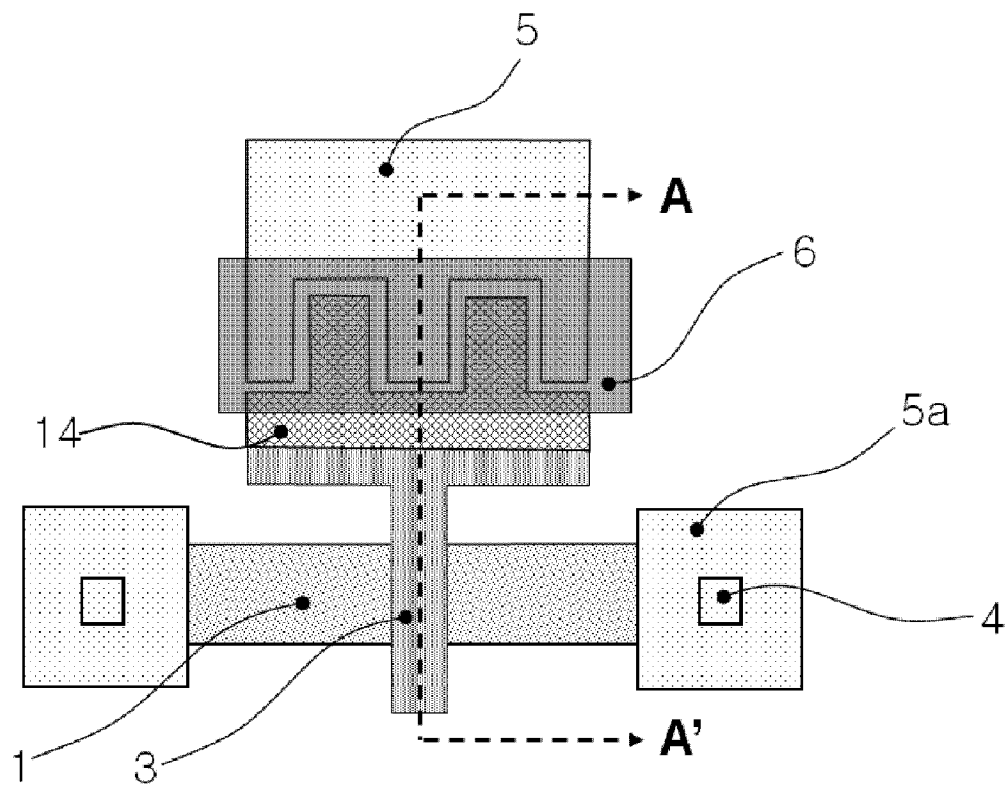


[Fig. 9d]

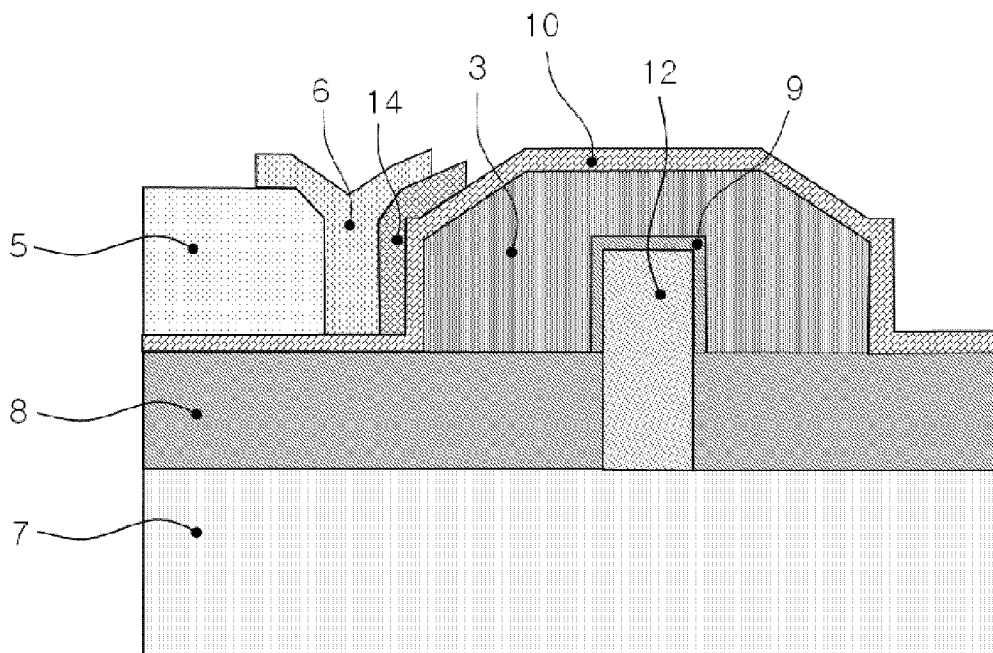




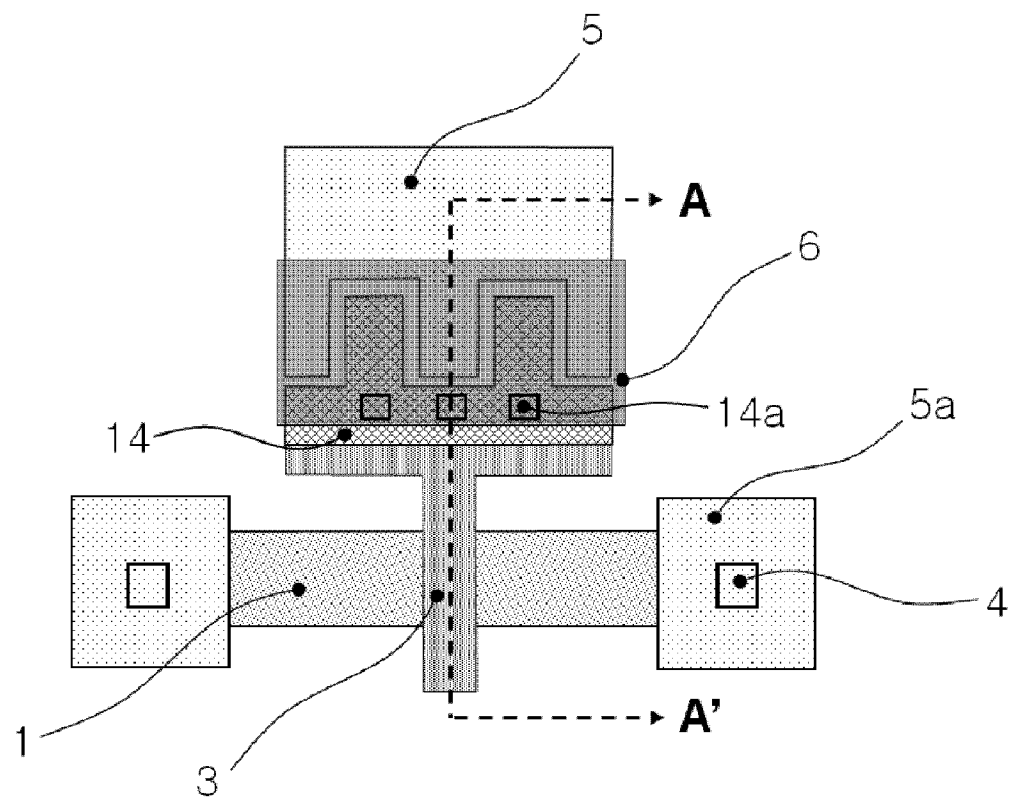
[Fig. 11a]



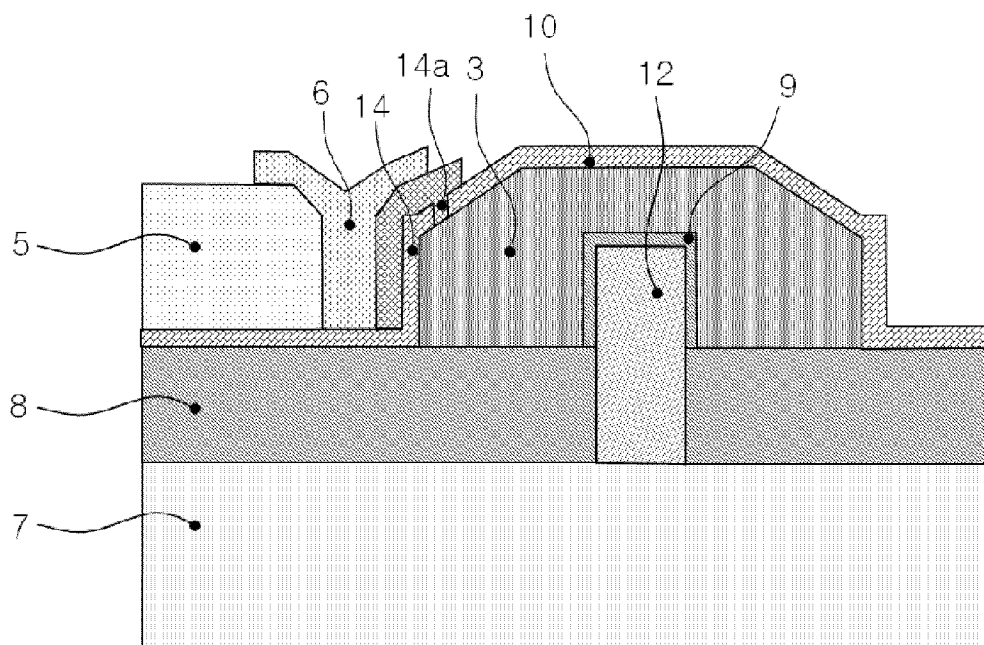
[Fig. 11b]



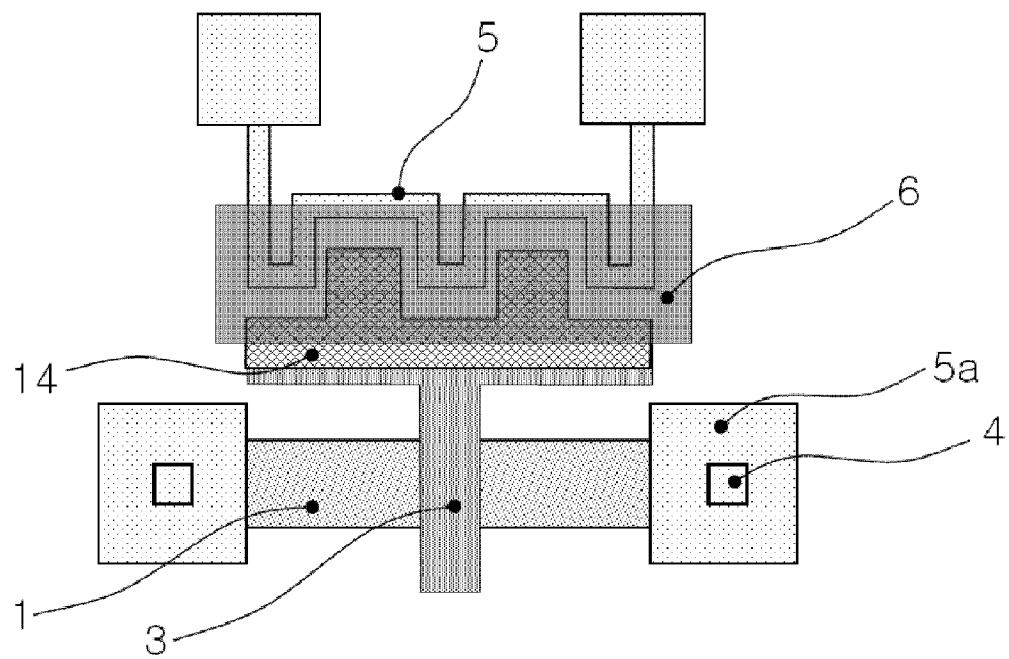
[Fig. 12a]



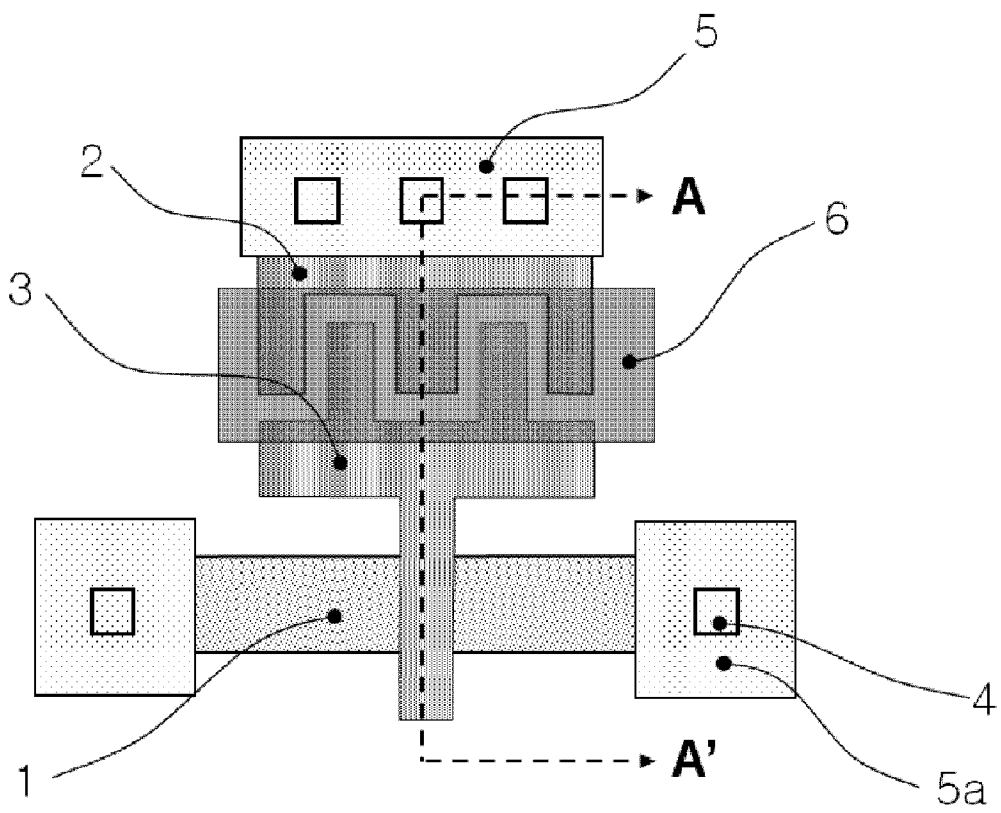
[Fig. 12b]



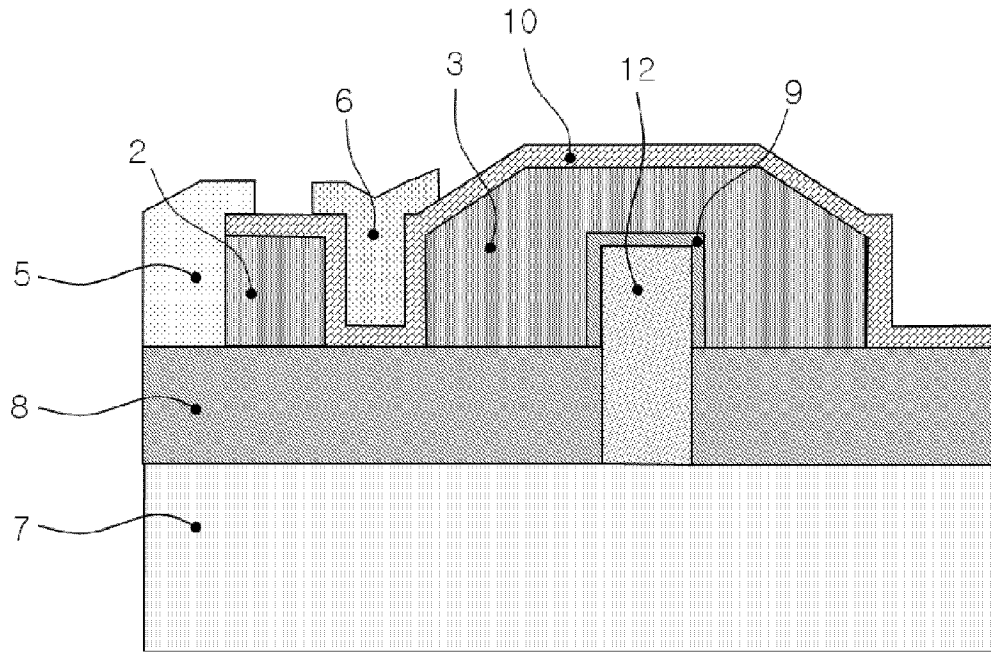
[Fig. 13]



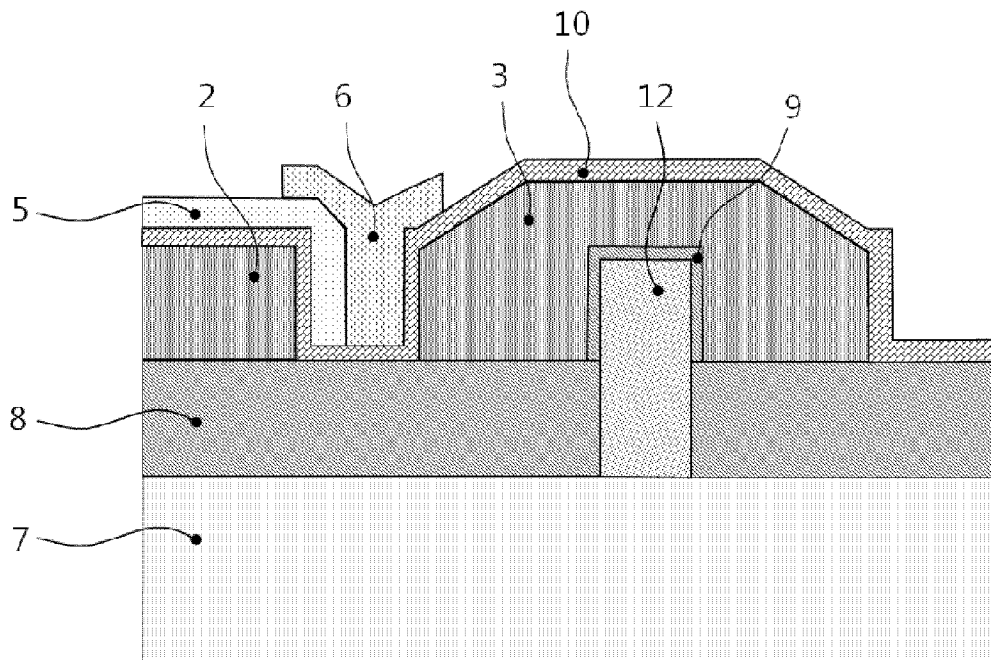
[Fig. 14a]



[Fig. 14b]

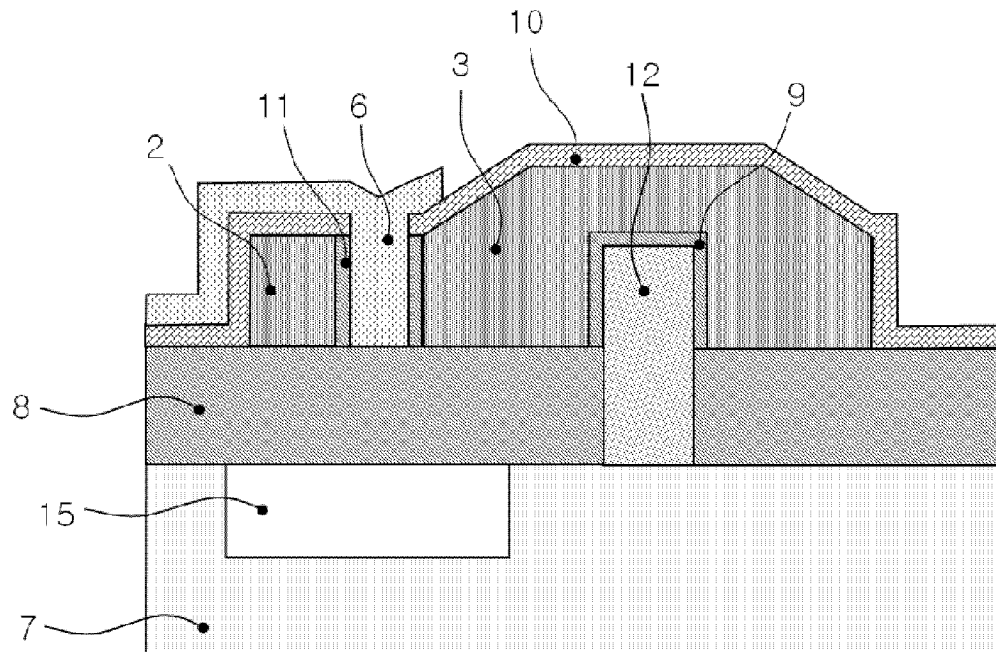


[Fig. 14c]

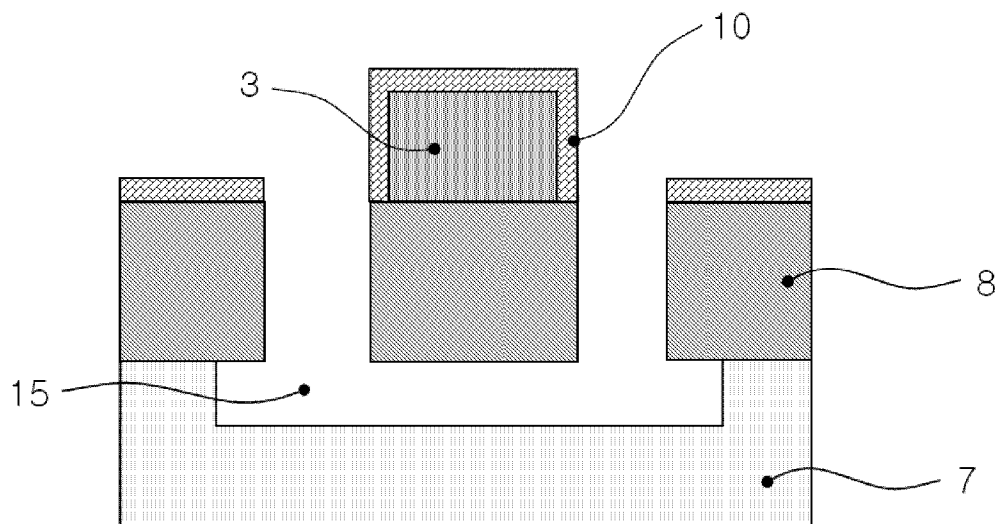




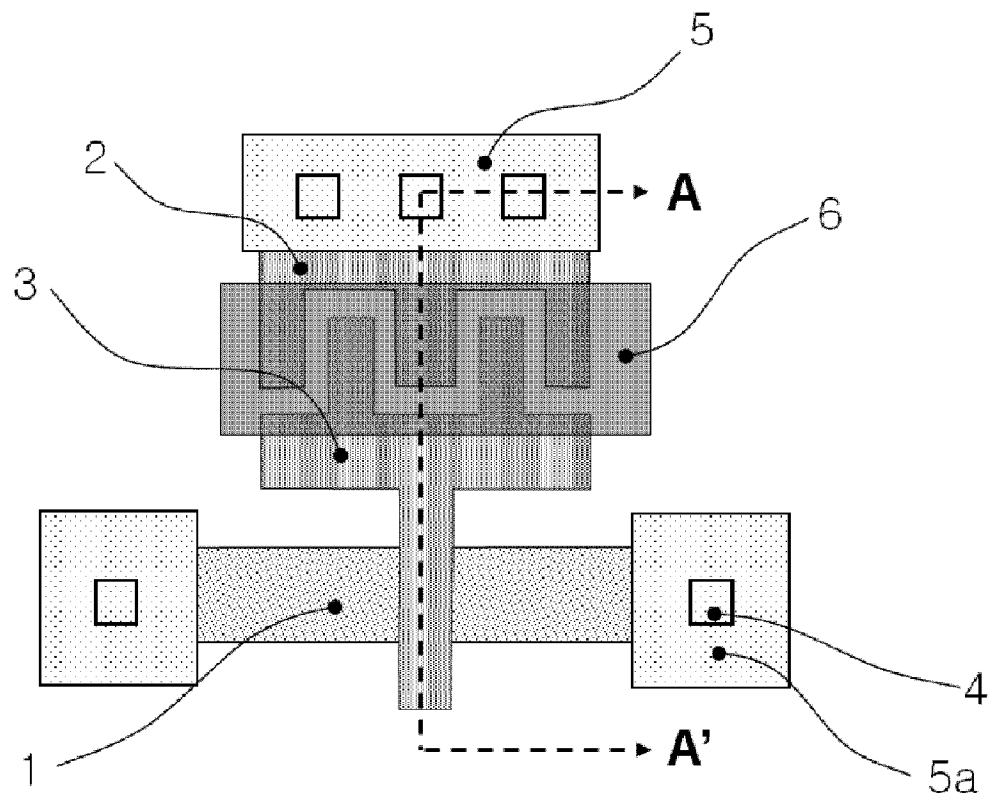
[Fig. 15b]



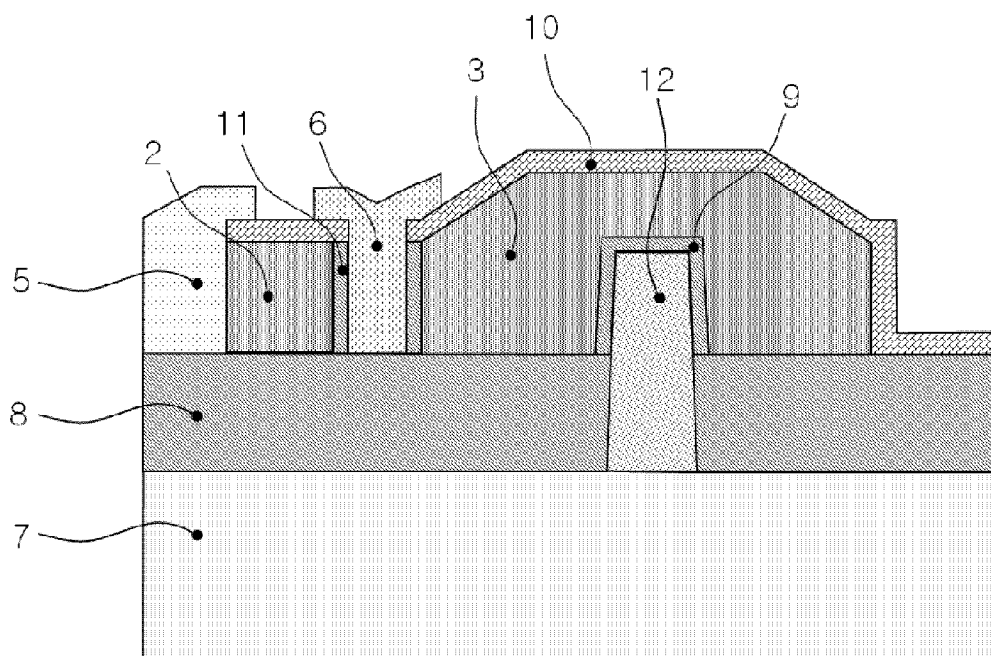
[Fig. 15c]



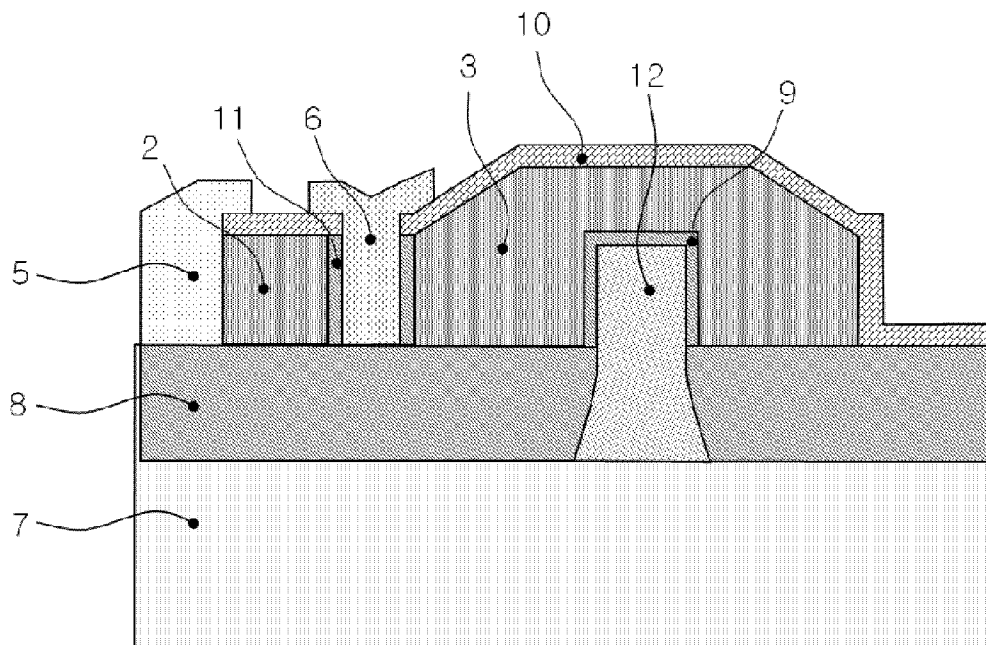
[Fig. 16a]



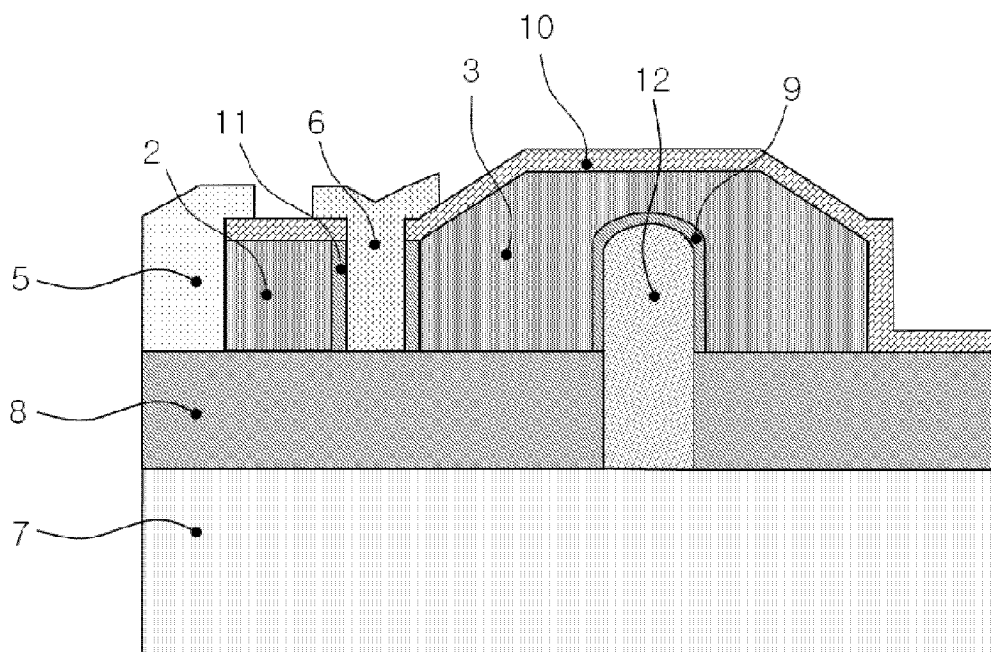
[Fig. 16b]



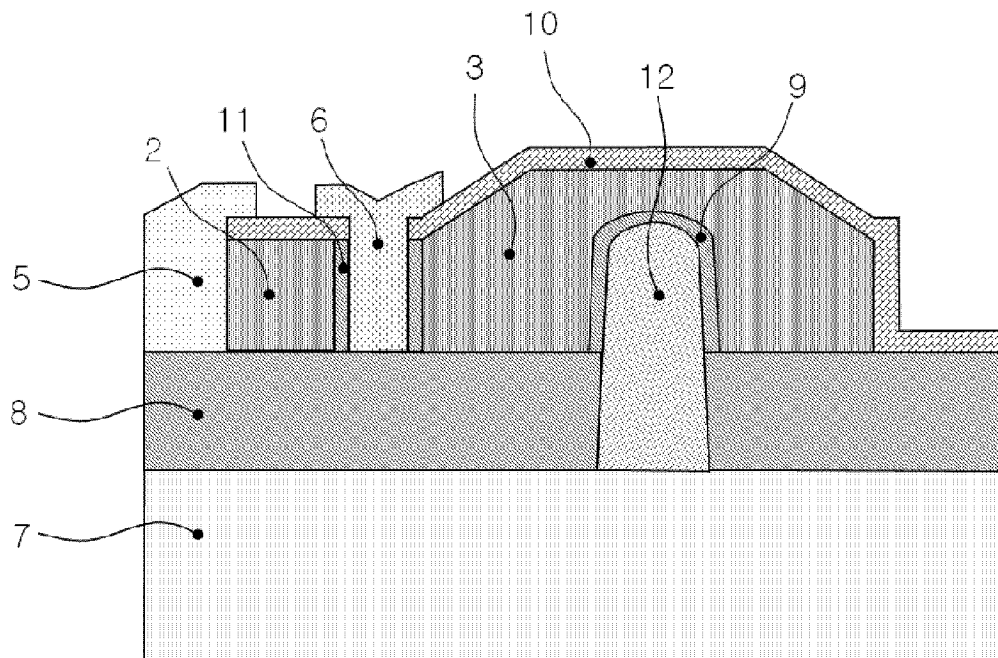
[Fig. 16c]



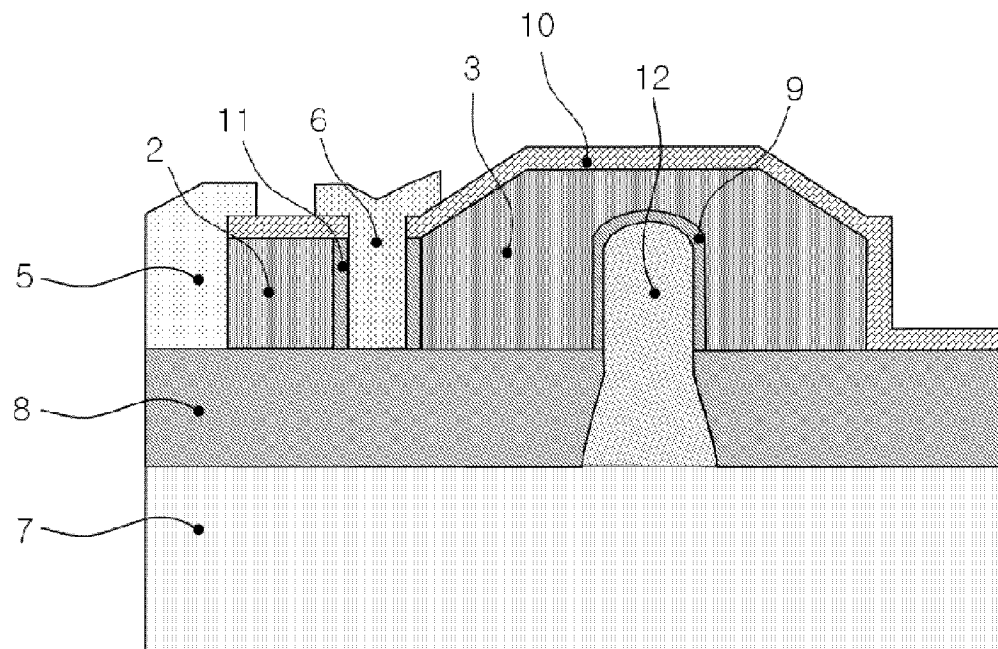
[Fig. 16d]



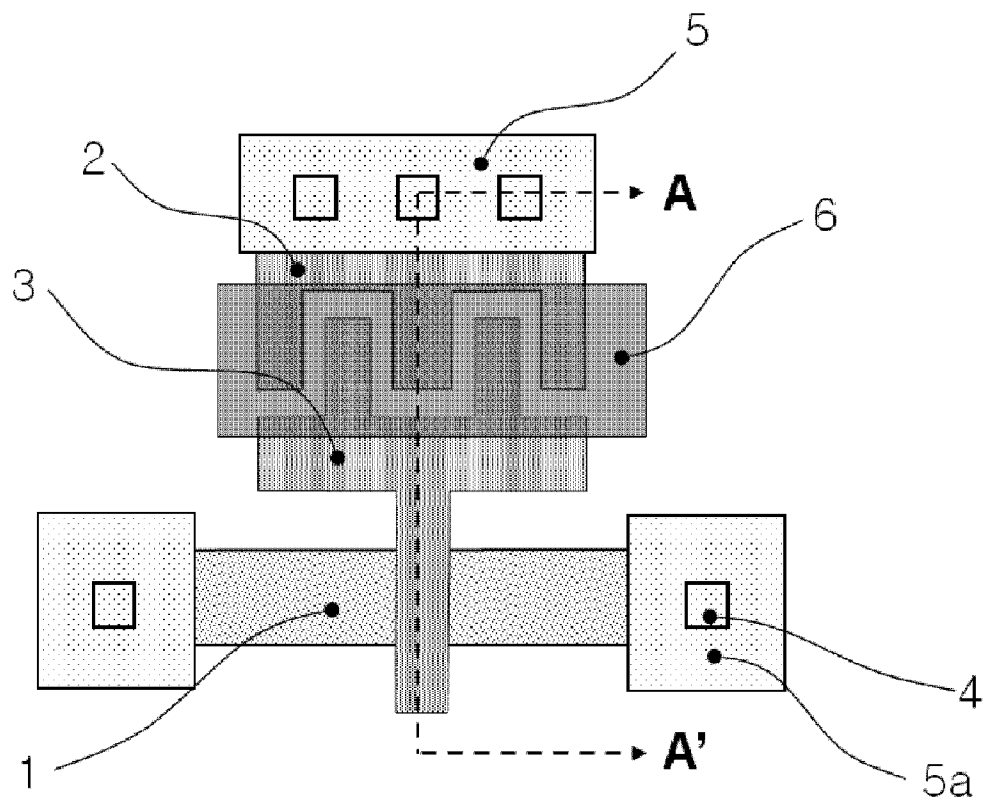
[Fig. 16e]



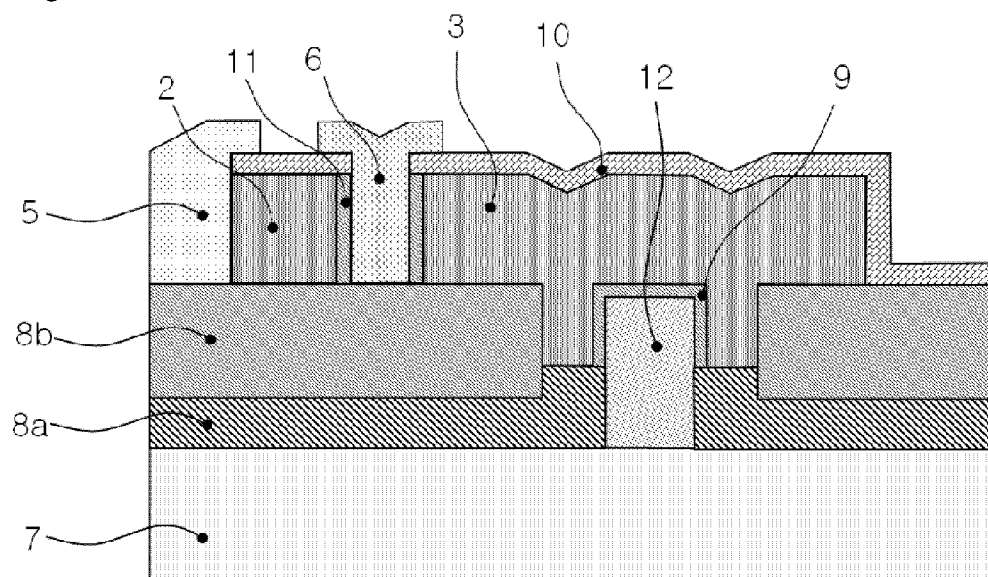
[Fig. 16f]



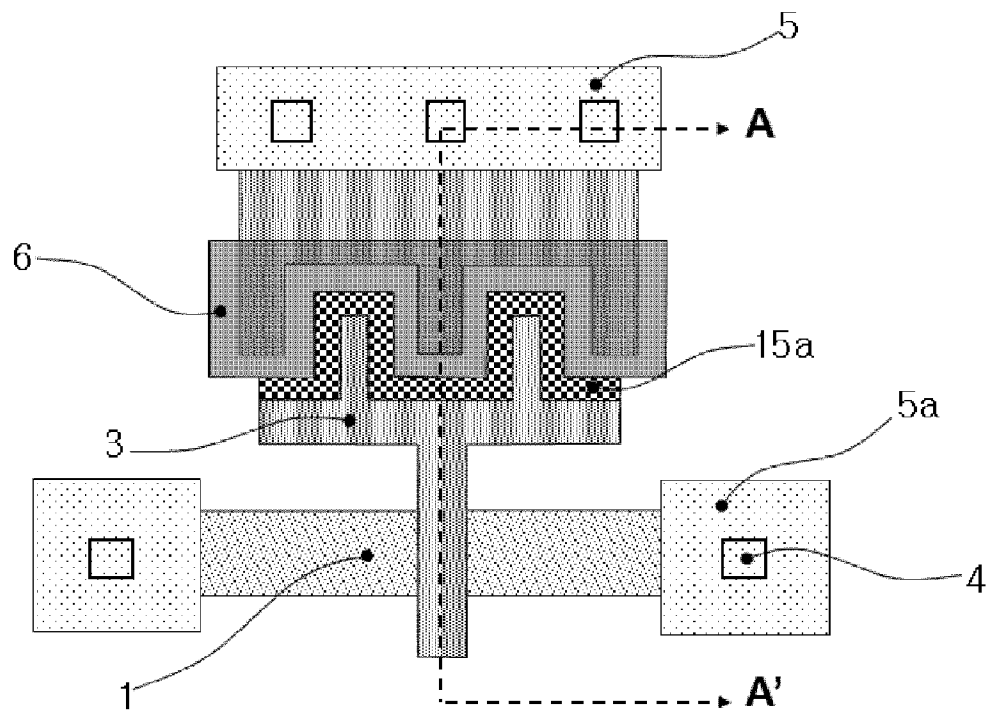
[Fig. 17a]



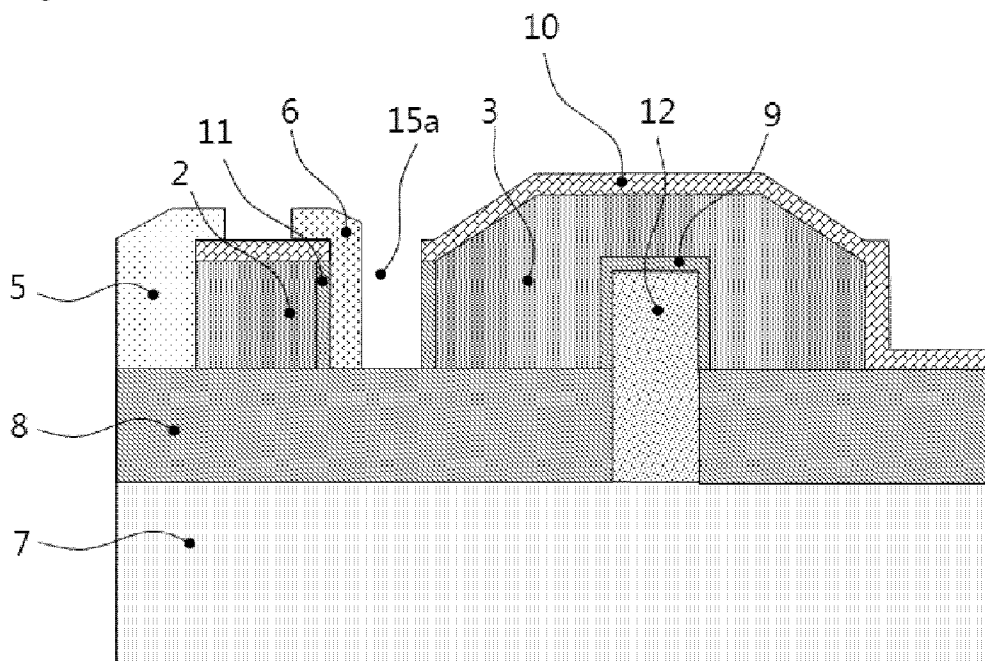
[Fig. 17b]



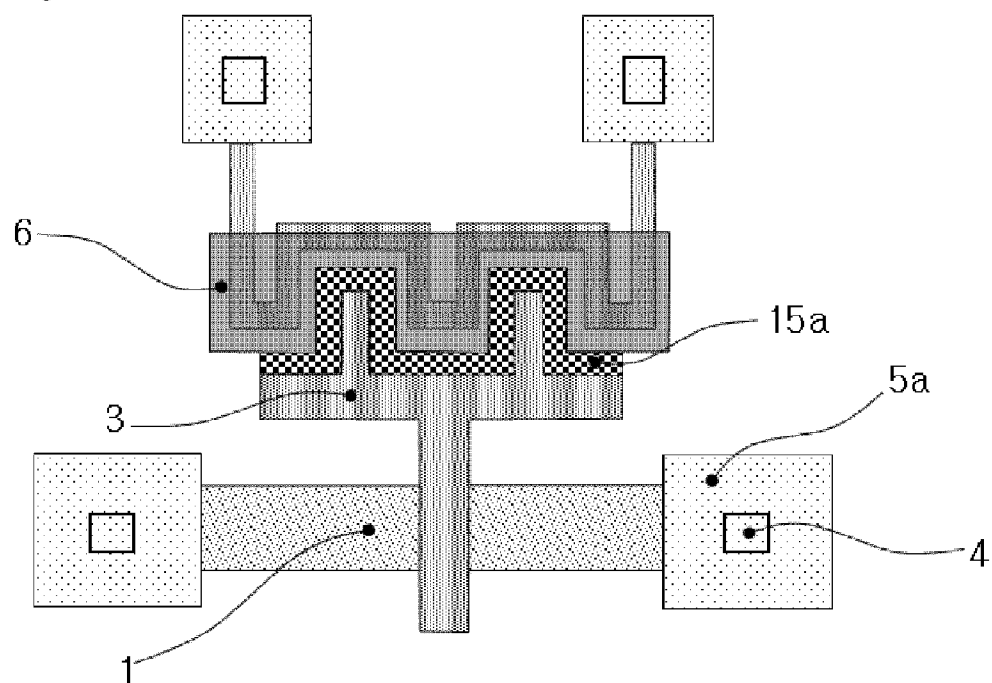
[Fig. 18a]



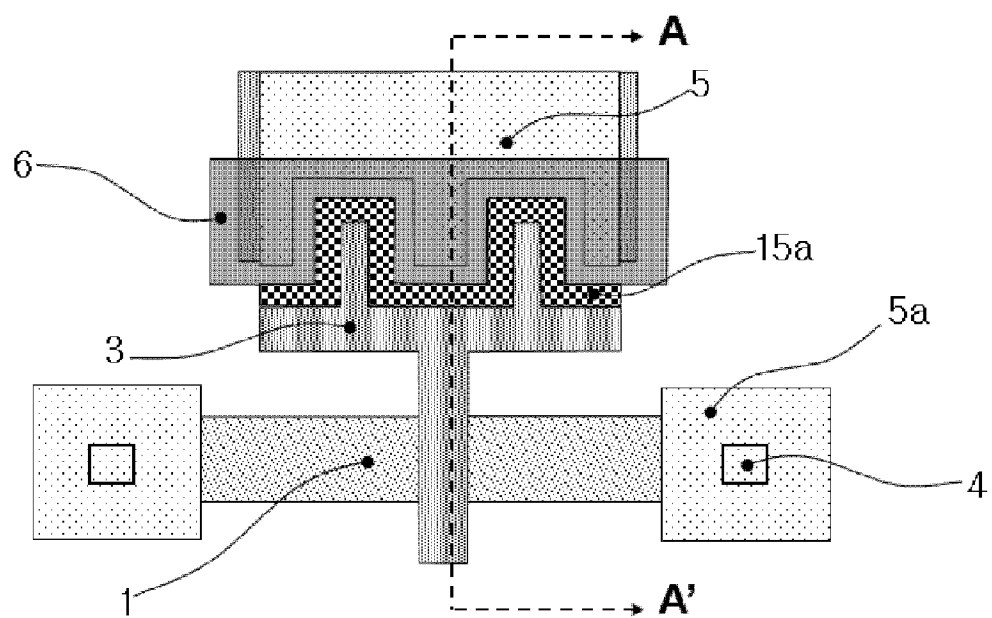
[Fig. 18b]



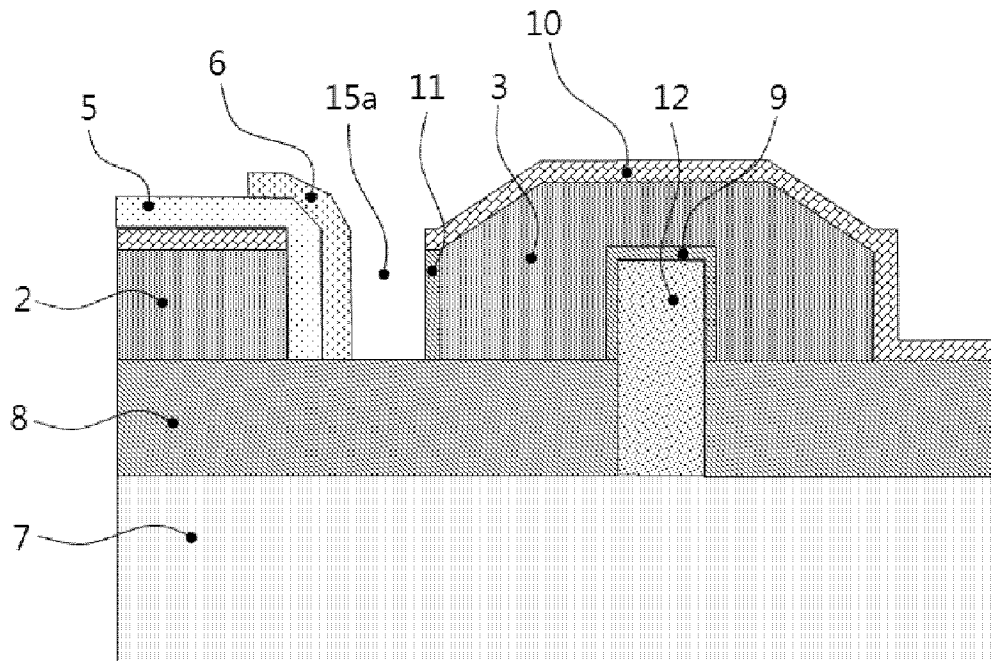
[Fig. 19]



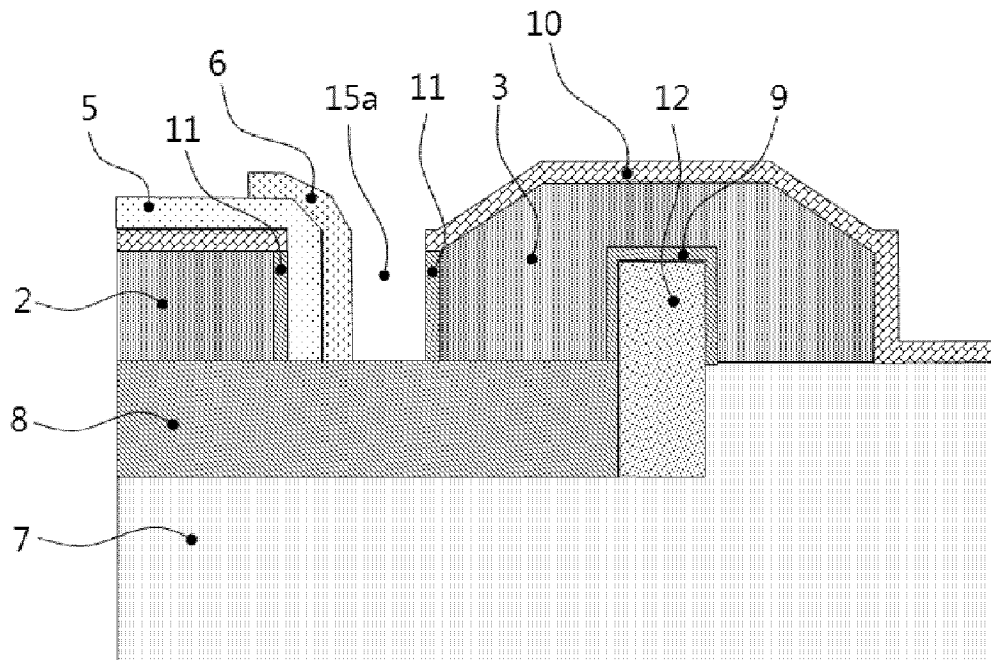
[Fig. 20a]



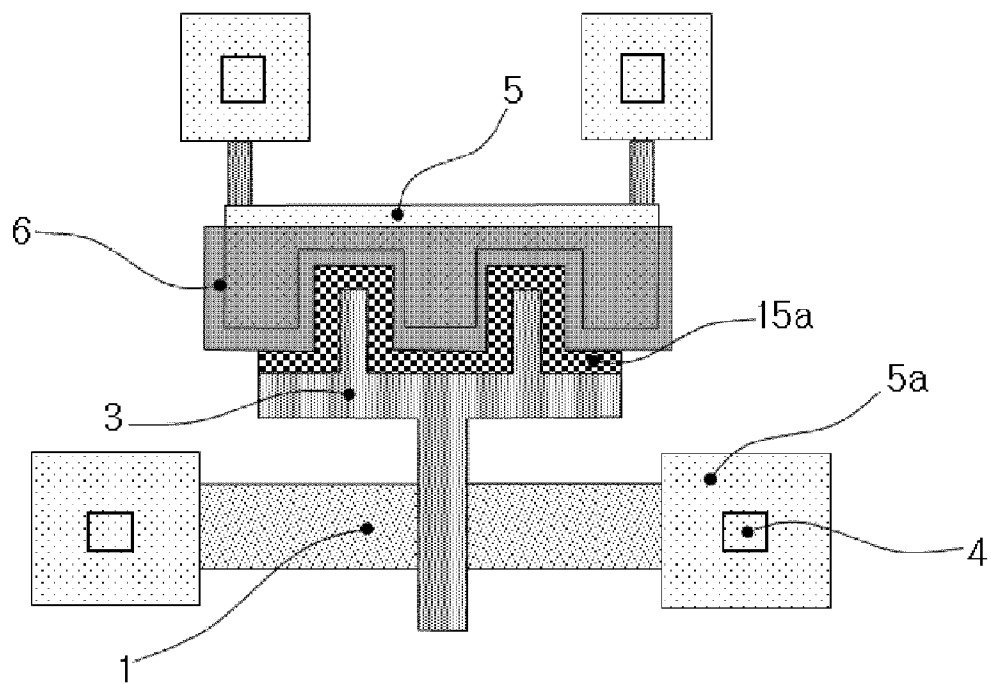
[Fig. 20b]



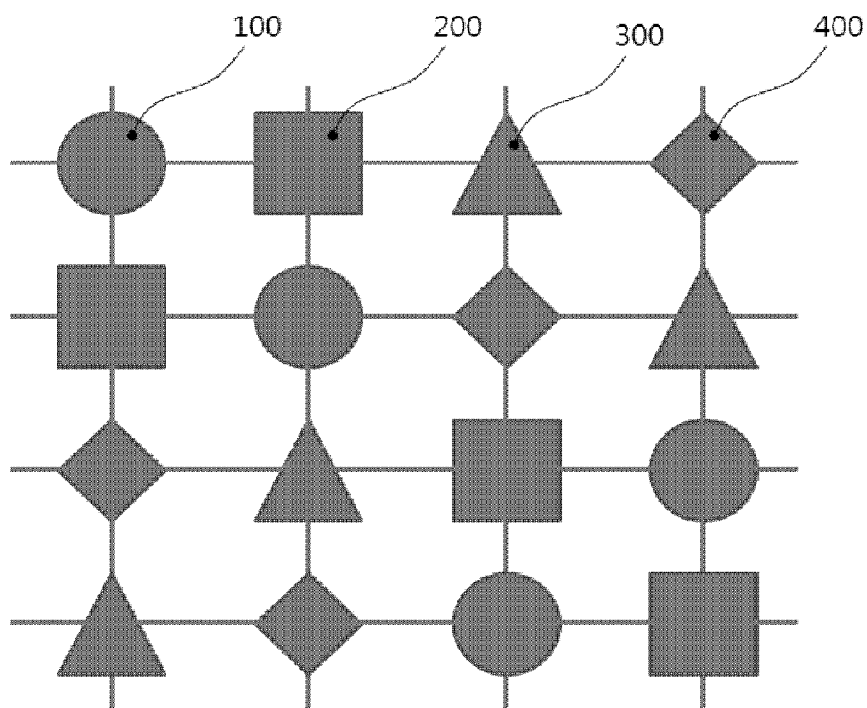
[Fig. 20c]



[Fig. 21]



[Fig. 22]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/001502

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*G01N 27/403(2006.01)i, G01N 27/407(2006.01)i, G01N 27/416(2006.01)i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N 27/403; G01N 27/00; H01L 29/78; G01N 27/12; G01N 27/414; G01N 27/407; G01N 27/416

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; Keywords: semiconductor, gas, detection, source, drain, gate, insulation

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                 | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2007-017312 A (HITACHI LTD) 25 January 2007<br>See abstract, claim 1, figures 1-17.                             | 1-37                  |
| A         | JP 2007-163253 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 28 June 2007<br>See abstract; claim 1; figures 1, 10, 11, 14.    | 1-37                  |
| A         | JP 2008-145128 A (OKAYAMA UNIV) 26 June 2008<br>See abstract; claim 1; figures 1, 6.                               | 1-37                  |
| A         | KR 10-2007-0004171 A (DONGSEO TECHNOLOGY HEADQUARTERS) 09 January 2007<br>See abstract; claims 1, 2; figures 1, 2. | 1-37                  |
| A         | JP 10-505911A (FORSKARPATENT I LINKOPING AB) 09 June 1998<br>See abstract; claim 1; figures 1, 10, 11, 14.         | 1-37                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 JUNE 2014 (17.06.2014)

Date of mailing of the international search report

17 JUNE 2014 (17.06.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,  
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2014/001502**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member                                             | Publication<br>date                                  |
|-------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| JP 2007-017312 A                          | 25/01/2007          | EP 1742044 A2<br>EP 1742044 A3<br>US 2007-0007546 A1                | 10/01/2007<br>07/03/2007<br>11/01/2007               |
| JP 2007-163253 A                          | 28/06/2007          | NONE                                                                |                                                      |
| JP 2008-145128 A                          | 26/06/2008          | JP 4389031 B2                                                       | 24/12/2009                                           |
| KR 10-2007-0004171 A                      | 09/01/2007          | NONE                                                                |                                                      |
| JP 10-505911A                             | 09/06/1998          | EP 0783686 A1<br>JP 03-744539 B2<br>US 06109094 A<br>WO 96-09534 A1 | 16/08/2001<br>15/02/2006<br>29/08/2000<br>28/03/1996 |

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**

G01N 27/403(2006.01)i, G01N 27/407(2006.01)i, G01N 27/416(2006.01)i

**B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01N 27/403; G01N 27/00; H01L 29/78; G01N 27/12; G01N 27/414; G01N 27/407; G01N 27/416

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC  
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 반도체, 가스, 감지, 소스, 드레인, 게이트, 절연

**C. 관련 문헌**

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                        | 관련 청구항 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| A     | JP 2007-017312 A (HITACHI LTD) 2007.01.25<br>요약, 청구항 제1항, 도면 1-17 참고.                             | 1-37   |
| A     | JP 2007-163253 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 2007.06.28<br>요약; 청구항 제1항; 도면 1, 10, 11, 14 참고. | 1-37   |
| A     | JP 2008-145128 A (OKAYAMA UNIV) 2008.06.26<br>요약; 청구항 제1항; 도면 1, 6 참고.                            | 1-37   |
| A     | KR 10-2007-0004171 A (동서대학교산학협력단) 2007.01.09<br>요약; 청구항 제1, 2항; 도면 1, 2 참고.                       | 1-37   |
| A     | JP 10-505911A (FORSKARPATENT I LINKOPING AB) 1998.06.09<br>요약; 청구항 제1항; 도면 1, 10, 11, 14 참고.      | 1-37   |



추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.



대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

\* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 06월 17일 (17.06.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 06월 17일 (17.06.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

 대한민국 특허청  
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,  
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

차영란

전화번호 +82-42-481-3471



| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌                                                              | 공개일                                                  |
|-----------------------|------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| JP 2007-017312 A      | 2007/01/25 | EP 1742044 A2<br>EP 1742044 A3<br>US 2007-0007546 A1                | 2007/01/10<br>2007/03/07<br>2007/01/11               |
| JP 2007-163253 A      | 2007/06/28 | 없음                                                                  |                                                      |
| JP 2008-145128 A      | 2008/06/26 | JP 4389031 B2                                                       | 2009/12/24                                           |
| KR 10-2007-0004171 A  | 2007/01/09 | 없음                                                                  |                                                      |
| JP 10-505911A         | 1998/06/09 | EP 0783686 A1<br>JP 03-744539 B2<br>US 06109094 A<br>WO 96-09534 A1 | 2001/08/16<br>2006/02/15<br>2000/08/29<br>1996/03/28 |