



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월10일
 (11) 등록번호 10-1078187
 (24) 등록일자 2011년10월25일

(51) Int. Cl.
 G01N 27/12 (2006.01) HO1L 21/311 (2006.01)
 G01N 27/02 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-0016104
 (22) 출원일자 2009년02월26일
 심사청구일자 2009년02월26일
 (65) 공개번호 10-2010-0097257
 (43) 공개일자 2010년09월03일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR100643682 B1
 JP2005024400 A
 KR100710864 B1
 KR100721261 B1

(73) 특허권자
 전자부품연구원
 경기도 성남시 분당구 야탑동 68번지
 (72) 발명자
 최광용
 서울특별시 성북구 하월곡1동 아남A 102동 1605호
 박준식
 경기도 군포시 산본동 동성아파트 952동 903호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 윤석운, 홍순우, 김해중

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 송종민

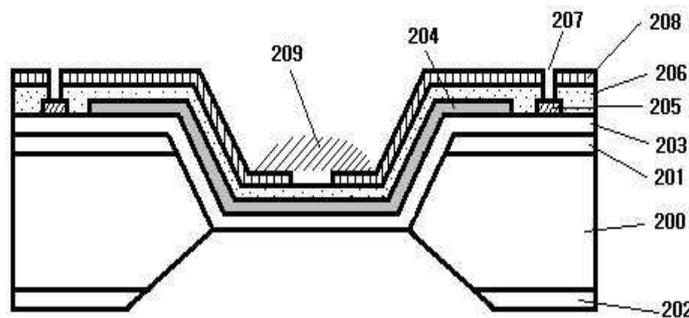
(54) 마이크로 가스 센서 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 실리콘 기판의 에칭 정도에 따라 감지 물질의 양과 면적을 정량화시킬 수 있고 마이크로 히터를 기판 상의 식각된 부분에 증착하고 그 위에 감지물질을 형성함으로써 고밀도 초소형의 구조를 갖는 마이크로 가스 센서 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 마이크로 가스 센서는 기판; 상기 기판상에 형성되는 제 1 절연층 및 제 2 절연층; 상기 기판 및 상기 제1 절연층이 식각되어 상부 캐비티가 형성된 후 상기 상부 캐비티 및 식각되지 않은 제1 절연층의 상부에 형성되는 제 3 절연층; 상기 제3 절연층상의 일부에 형성되는 마이크로 히터; 상기 마이크로 히터와 전기적으로 연결되어 상기 제 3 절연층상의 일부에 형성되는 전원 전극; 상기 마이크로 히터 및 상기 전원 전극을 감싸고, 상기 전원 전극의 상부가 노출되도록 형성되는 제 4 절연층; 상기 제 4 절연층 상에 형성되는 감지 전극; 및 상기 감지 전극상에 도포되는 감지 물질을 포함하고, 상기 기판의 배면과 상기 제 2 절연층에는 상기 제 3 절연층의 하부 일부분이 외부에 노출되도록 식각되어 하부 캐비티가 형성되는 것을 구성적 특징으로 한다.

대표도 - 도2e



(72) 발명자

박광범

경기도 용인시 기흥구 마북동 연원마을 현대아파트
102동 904호

김성동

경기도 용인시 기흥구 상하동 풍림아파트 101-1503

이민호

서울특별시 영등포구 여의도동 28 (14/1) 광장아파
트 8-1001

김현재

서울특별시 종로구 경운동 SK 허브 A 904호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2006-S-078-03

부처명 지식경제부

연구관리전문기관

연구사업명 IT원천기술개발사업

연구과제명 나노선 나노튜브 환경 검지 경보 시스템

기여율

주관기관 전자부품연구원

연구기간 2008년03월01일~2009년02월28일

특허청구의 범위

청구항 1

기관;

상기 기관상에 형성되는 제 1 절연층 및 제 2 절연층;

상기 기관 및 상기 제1 절연층이 식각되어 상부 캐비티가 형성된 후 상기 상부 캐비티 및 식각되지 않은 제1 절연층의 상부에 형성되는 제 3 절연층;

상기 제3 절연층상의 일부에 형성되는 마이크로 히터;

상기 마이크로 히터와 전기적으로 연결되어 상기 제 3 절연층상의 일부에 형성되는 전원 전극;

상기 마이크로 히터 및 상기 전원 전극을 감싸고, 상기 전원 전극의 상부가 노출되도록 형성되는 제 4 절연층;

상기 제 4 절연층 상에 형성되는 감지 전극; 및

상기 감지 전극상에 도포되는 감지 물질을 포함하고,

상기 기관의 배면과 상기 제 2 절연층에는 상기 제 3 절연층의 하부 일부분이 외부에 노출되도록 식각되어 하부 캐비티가 형성되는 것을 특징으로 하는

마이크로 가스 센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기관은 실리콘 기관인 것을 특징으로 하는

마이크로 가스 센서.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제1 절연층, 제2 절연층 및 제 3 절연층은 실리콘질화막(Si_3N_4)으로 구성되는 것을 특징으로 하는

마이크로 가스 센서.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1, 제 2 및 제 3 절연층은 열산화 방식 또는 LPCVD 방식에 의해 구성되는 것을 특징으로 하는

마이크로 가스 센서.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로 히터는 상기 상부 캐비티 영역의 측면 및 상부에 구성되는 것을 특징으로 하는

마이크로 가스 센서.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 마이크로 히터는 백금(Pt) 또는 금(Au)으로 구성되는 것을 특징으로 하는
마이크로 가스 센서.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 마이크로 히터는 스퍼터(Sputter) 장비 또는 전자-빔 증착 시스템(e-beam evaporator system) 장비를 이
용하여 형성하는 것을 특징으로 하는
마이크로 가스 센서.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 전원 전극에 인가되는 전원은 정전류 전원인 것을 특징으로 하는
마이크로 가스 센서.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 4 절연층은 $\text{SiO}_2\text{-Si}_3\text{N}_4\text{-SiO}_2$ 로 구성되는 것을 특징으로 하는
마이크로 가스 센서.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 4 절연층은 인-시투 PECVD 방식에 의해 구성되는 것을 특징으로 하는
마이크로 가스 센서.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 감지 전극은 금(Au), 백금(Pt), 및 금-크롬 합금(Au/Cr) 중 하나를 사용하여 형성되는 것을 특징으로 하는
마이크로 가스 센서.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 감지 전극은 스퍼터(Sputter) 또는 전자-빔 증착기(E-beam Evaporator)를 이용하여 형성하는 것을 특징으
로 하는

마이크로 가스 센서.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 감지 전극에 인가되는 전원은 정전류 전원인 것을 특징으로 하는

마이크로 가스 센서.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 감지 물질은 드롭(drop), 스크린 프린팅(screen printing), 포토리소그래피, 콘택트 인쇄(contact printing), 및 나노 임프린팅(nano imprint) 방식 중 하나에 의해 구성되는 것을 특징으로 하는

마이크로 가스 센서.

청구항 15

(a) 기판의 전면 및 배면에 제 1 및 제 2 절연층을 각각 형성하는 단계;

(b) 상기 기판의 상기 전면의 일부분이 노출되도록 상기 제 1 절연층의 일부를 제거하는 단계;

(c) 상기 제 1 절연층을 마스크로 상기 노출된 기판을 식각하여, 상기 기판 상부에 상부 캐비티를 형성하는 단계;

(d) 단계 c)에 이어 상기 상부 캐비티가 형성된 상기 기판 상에 제 3 절연층을 형성하는 단계;

(e) 상기 제 3 절연층 상에 마이크로 히터 및 전원 전극을 형성하는 단계;

(f) 상기 마이크로 히터 및 전원 전극상에 상기 전원 전극 상부가 노출되도록 제 4 절연층을 형성하는 단계;

(g) 상기 제 4 절연층 상에 감지 전극을 형성하는 단계;

(h) 상기 상부 캐비티 내부의 상기 감지 전극 상에 감지 물질을 형성하는 단계; 및

(i) 상기 기판의 배면에 하부 캐비티를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

마이크로 가스 센서 제조 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 단계 c)는 소정의 식각률을 갖는 KOH 또는 TMAH 용액을 이용하는 것을 특징으로 하는

마이크로 가스 센서 제조 방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 기판의 배면에 하부 캐비티를 형성하는 (i) 단계는,

상기 기판의 상기 배면의 일부분이 노출되도록 상기 제 2 절연층의 일부를 제거하는 단계; 및

상기 제 2 절연층을 마스크로 상기 노출된 기판을 상기 제 3 절연층의 일부가 노출되도록 식각하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

마이크로 가스 센서 제조 방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 (i) 단계는 상기 (h) 단계 전에 수행될 수 있는 것을 특징으로 하는

마이크로 가스 센서 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 마이크로 가스 센서 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 실리콘 기판의 에칭 정도에 따라 감지 물질의 양과 면적을 정량화시킬 수 있고 마이크로 히터를 기판상의 식각된 부분에 증착하고 그 위에 감지물질을 형성함으로써 고밀도 초소형의 구조를 갖는 마이크로 가스 센서 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 우리의 생활환경에는 대단히 많은 종류의 가스가 존재하고 있으며, 특히, 산업 및 교통의 발전에 따라 발생하는 대기 오염은 짧은 시간 내에 불특정 다수에게 치명적 피해를 줄 수 있을 뿐만 아니라 장기적으로 이상 기후의 원인이 되어 지구상에서의 존재하는 생명체에 위협이 되고 있다. 그러나 이러한 대기 오염은 대부분 인간의 감각 기관으로는 위험 가스의 농도를 정량하거나 가스의 종류를 판별할 수 없다. 따라서 대기 오염원을 지속적으로 다양한 장소에서 감시할 필요가 있으며, 최근의 전자 산업의 발전에 힘입어 소형의 가스 센서 개발이 이루어지고 있다.

[0003] 도 1a는 종래 기술에 따른 마이크로 가스 센서의 단면도이고, 도 1b는 도 1a에 도시된 마이크로 가스 센서의 평면도이다.

[0004] 도 1a 및 1b를 참조하면, 종래의 마이크로 가스 센서는 실리콘 기판(20) 상부에 형성된 멤브레인(Membrane: 30), 상기 실리콘 기판(20)의 배면에 형성된 관통홀(21), 상기 멤브레인(30) 상부에 형성된 마이크로 히터(40), 상기 마이크로 히터(40)를 감싸며, 상기 멤브레인(30) 상부에 형성되는 절연막(50), 상기 히터(40)에 전원을 공급하기 위한 히터 패드(60), 상기 절연막(50) 상부에 형성되어 가스 감지 영역을 형성하는 감지 전극(70), 및 상기 감지 전극(70) 및 상기 절연막(50) 상부에 형성된 감지 물질(80)로 구성된다.

[0005] 도 1a 및 1b와 같은, 종래의 가스 센서 구조에서는 SnO₂, ZnO 등과 같은 가스를 감지하기 위해, 나노선 또는 나노 입자들을 이용한 고밀도 센서 제조시, 콘택트 인쇄(contact printing) 방식을 이용하여 감지 물질을 형성할 경우, 마이크로 히터 주변의 요철 형상에 의해 콘택트 인쇄 방식에 의한 감지 영역 형성이 어렵다는 문제가 있다. 또한, 감지 물질이 용액타입인 경우, 감지 영역 주위로 감지 물질이 퍼지는 단점이 있으며, 감지 물질을 균일하게 도포하거나 또는 그 도포의 양과 면적을 조절하기가 어려운 문제가 있다. 그리고, 감지 물질이 상부에 노출됨으로써 패키징시나, 외부환경으로부터의 오염이나 손상에 취약한 상태이다. 또한, 마이크로 히터, 감지 전극 및 마이크로 히터 패드의 요철 구간이 많은 관계로 칩의 장기적인 내구성에 문제가 발생할 수 있으며, 감지 물질의 하단 면으로만 열이 전달되는 구조이기 때문에 감지물에 대한 열적 효율성이 저하되는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

- [0006] 이에 본 발명은 상기한 사정을 감안하여 창출된 것으로서, 본 발명의 목적은 실리콘 기판의 에칭 비율로써 감지 물질의 양과 면적을 정량화시킬 수 있는 마이크로 가스 센서 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.
- [0007] 본 발명의 다른 목적은 감지 물질이 액체타입인 경우, 감지 영역 외부로 퍼지는 오차를 줄일 수 있는 구조를 갖는 마이크로 가스 센서 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명의 다른 목적은 마이크로 히터로부터 발생된 열이 보다 효율적으로 감지 전극으로 전달될 수 있는 구조를 갖는 마이크로 가스 센서 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.
- [0009] 또한, 본 발명의 다른 목적은 가스 센서의 초소형 설계에 적합하고, 패키징시이나 평시에 외부 환경으로부터 보호할 수 있는 구조를 갖는 마이크로 가스 센서 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0010] 상술한 목적들을 달성하기 위한 본 발명에 따른 마이크로 가스 센서는 기판; 상기 기판상에 형성되는 제 1 절연층 및 제 2 절연층; 상기 기판 및 상기 제1 절연층이 식각되어 상부 캐비티가 형성된 후 상기 상부 캐비티 및 식각되지 않은 제1 절연층의 상부에 형성되는 제 3 절연층; 상기 제3 절연층상의 일부에 형성되는 마이크로 히터; 상기 마이크로 히터와 전기적으로 연결되어 상기 제 3 절연층상의 일부에 형성되는 전원 전극; 상기 마이크로 히터 및 상기 전원 전극을 감싸고, 상기 전원 전극의 상부가 노출되도록 형성되는 제 4 절연층; 상기 제 4 절연층 상에 형성되는 감지 전극; 및 상기 감지 전극상에 도포되는 감지 물질을 포함하고, 상기 기판의 배면과 상기 제 2 절연층에는 상기 제 3 절연층의 하부 일부가 외부에 노출되도록 식각되어 하부 캐비티가 형성되는 것을 구성적 특징으로 한다.
- [0011] 본 발명에 따른 마이크로 가스 센서 제조 방법은 a) 기판의 전면 및 배면에 제 1 및 제 2 절연층을 각각 형성하는 단계; b) 상기 기판의 상기 전면의 일부가 노출되도록 상기 제 1 절연층의 일부를 제거하는 단계; c) 상기 제 1 절연층을 마스크로 상기 노출된 기판을 식각하여, 상기 기판 상부에 상부 캐비티를 형성하는 단계; d) 단계 c)에 이어 상기 상부 캐비티가 형성된 상기 기판 상에 제 3 절연층을 형성하는 단계; e) 상기 제 3 절연층 상에 마이크로 히터 및 전원 전극을 형성하는 단계; f) 상기 마이크로 히터 및 전원 전극상에 상기 전원 전극 상부가 노출되도록 제 4 절연층을 형성하는 단계; g) 상기 제 4 절연층 상에 감지 전극을 형성하는 단계; h) 상기 상부 캐비티 내부의 상기 감지 전극 상에 감지 물질을 형성하는 단계; 및 i) 상기 기판의 배면에 하부 캐비티를 형성하는 단계를 포함한다.
- [0012] 바람직하게는 상기 기판의 배면에 하부 캐비티를 형성하는 단계는, 상기 기판의 상기 배면의 일부가 노출되도록 상기 제 2 절연층의 일부를 제거하는 단계; 및 c) 상기 제 2 절연층을 마스크로 상기 노출된 기판을 상기 제 3 절연층의 일부가 노출되도록 식각하는 단계를 포함한다.

효 과

- [0013] 종래의 가스 센서와 대비할 때, 본 발명의 가스 센서는 상부의 실리콘 기판을 먼저 식각함으로써 특별한 패터닝이 필요하지 않은 마이크로 히터를 제작할 수 있으며 감지 전극도 요철이 거의 없는 구조로 형성되기 때문에 내구성 향상과 초소형 가스 센서의 제작이 가능하게 한다.
- [0014] 또한, 본 발명의 가스 센서에서는, 마이크로 히터가 식각된 실리콘 기판에 증착이 되기 때문에 기판의 하단과 측면으로부터 동시에 감지 물질에 대한 열전달을 효과적으로 제공함으로써, 빠른 응답 및 회복 특성을 갖는다.
- [0015] 또한, 본 발명의 가스 센서는 기판을 식각하여 형성되는 상부 캐비티로 인해 도포되는 감지 물질의 양과 면적을 정량화할 수 있으며, 솔루션(solution) 타입의 감지 물질을 사용하는 경우, 칩 주위로 감지 물질이 퍼지는 오차를 최소화시킬 수 있다.
- [0016] 또한, 멤브레인이 마이크로 히터를 내부적으로 구성하여 평평함을 유지하기 때문에 고감도의 나노 소재를 이용한 콘택트 프린팅(contact printing), 나노 임프린팅(nano imprinting) 방식을 이용한 감지 물질 패터닝이 가

능하여 고밀도, 초소형의 가스센서의 제조를 가능하게 한다.

[0017] 또한, 본 발명의 가스 센서는 멤브레인을 칩의 단면상으로 보았을 때, 중앙부근에 위치함으로써 패키징시에나 평시에 멤브레인을 외부 환경으로부터 보호할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

[0019] 도 2a 내지 도 2e는 본 발명의 일 실시 예에 따른 마이크로 가스 센서 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

[0020] 먼저, 도 2e를 참조하면, 본 발명에 따른 마이크로 가스 센서는, 기판(200); 상기 기판상에 형성되는 제 1 절연층(201) 및 제 2 절연층(202); 상기 기판(200) 및 상기 제 1 절연층(201)이 식각되어 상부 캐비티가 형성된 후 상기 상부 캐비티 및 식각되지 않은 제 1 절연층의 상부에 형성되는 제 3 절연층(203); 상기 제 3 절연층(203)상의 일부에 형성되는 마이크로 히터(204); 상기 마이크로 히터와 전기적으로 연결되어 상기 제 3 절연층(203)상의 일부에 형성되는 전원 전극(205); 상기 마이크로 히터(204) 및 상기 전원 전극(205)을 감싸고, 상기 전원 전극(205)의 상부가 노출되도록 형성되는 제 4 절연층(206); 상기 제 4 절연층(206) 상에 형성되는 감지 전극(208); 및 상기 감지 전극(208)상에 도포되는 감지 물질(209)을 포함하여 구성되고, 상기 기판(200)의 배면과 상기 제 2 절연층(202)에는 상기 제 3 절연층(201)의 하부 일부분이 외부에 노출되도록 식각되어 하부 캐비티가 형성된다.

[0021] 이하, 도 2a 내지 도 2e를 참조로 본 발명의 상기 마이크로 가스 센서의 제조 방법을 보다 상세히 설명한다.

[0022] 먼저, 도 2a에 도시된 바와 같이, 기판(200) 예컨대, 실리콘 기판(200) 전면 및 배면에 소정 두께의 제 1 절연층(201) 및 제 2 절연층(202)을 각각 형성한다. 제 1 및 제 2 절연층(201 및 202)은 열산화 방식(thermal oxidation) 또는 LPCVD(Low Pressure Chemical Vapor Deposition, 수평저압화학증착) 방법에 의해 구성되는 실리콘산화막 또는 실리콘질화막(Si_3N_4)일 수 있으며, 바람직하게는 실리콘질화막(Si_3N_4)이다.

[0023] 이어, 도 2b에 도시된 바와 같이, 실리콘 기판(200)의 일부분이 노출되도록 제 1 절연층(201)의 일부를 제거하여 패터닝한다. 제 1 절연층(201) 일부의 제거에 의해 노출되는 실리콘 기판(200)의 면적은 이 후, 마이크로 히터의 형성(또는 증착) 및 감지 면적을 고려하여 수행한다.

[0024] 이어, 제 1 절연층(201)을 마스크로 하여 노출된 부분의 실리콘 기판을 식각하여, 실리콘 기판(200) 상부에 상부 캐비티를 형성한다.

[0025] 이때, 실리콘 기판의 식각 속도는 추후 도포할 감지물의 두께, 정량 및 감지 면적을 고려하여 수행하는 것이 바람직하다. 예컨대, 1분당 1마이크로미터를 식각할 수 있는 농도로 조성된 수산화칼륨(KOH) 용액 또는 TMAH(Tetramethylammonium Hydroxide, 테트라메틸 암모늄 하이드록사이드)에서 식각한다.

[0026] 이어, 그 상부에 상부 캐비티가 형성된 실리콘 기판(200) 상에 제 3 절연층(203)을 형성한다.

[0027] 제 3 절연층(203)은 실리콘질화막으로 구성될 수 있다.

[0028] 즉, 실리콘 기판(200)을 식각한 후, 실리콘질화막으로 구성된 제 3 절연층(203)을 동일면에 다시 증착함으로써, 멤브레인 형성시 배면의 기판(200)의 에칭-스톱 층(etch-stop layer)로 사용될 수 있으며 열 방출과 열 손실을 효율적으로 설계할 수 있다. 이는 제조 전에 감지 물질의 정량을 계산하고 식각된 실리콘 기판 내의 감지 물질 도포량을 감안하여 깊이와 면적을 조절함으로써 이루어진다.

[0029] 이어, 도 2c에 도시된 바와 같이, 제 3 절연층(203)이 형성된 후에, 제 3 절연층(203) 상에 소정 두께로 마이크로 히터(204)를 형성한다.

[0030] 마이크로 히터(204)의 재질은 백금(Pt) 또는 금(Au)으로, 스퍼터(Sputter) 장비 또는 전자-빔 증착 시스템(e-beam evaporator system) 장비를 사용하여 구성할 수 있다.

[0031] 마이크로 히터(204)가 제 3 절연층(203) 상에 형성되기 전에 제 3 절연층과 마이크로 히터(204) 사이에 탄탈륨(Ta)으로 이루어진 버퍼층(buffer layer)이 구성되는데(도시되지 않음), 이는 마이크로 히터(204)에서 발생한

열로 인한 스트레스를 완화시켜 고온에서의 마이크로 히터(204)의 안정화를 달성할 수 있다.

- [0032] 백금과 탄탈륨은 상기 기판(200)이 특별한 패턴을 갖지 않기 때문에 상기 기판(200)의 형태에 따라 평평하게 증착될 수 있다. 전도성의 백금으로 이루어진 마이크로 히터 영역은 외부에서 인가되는 전원에 의해 주열 열(Joule heat)이 발생하게 됨으로써 마이크로 히터로써 작동하게 된다. 또한, 제 3 절연층(203) 상의 마이크로 히터(204)는 요철 구조가 없고, 실리콘 기판(200)을 식각하여 패턴이 형성되어 있기 때문에, 멤브레인을 평평히 유지시킬 수 있다. 따라서, 접촉 프린팅(contact printing) 또는, 나노 임프린팅(nano imprinting) 방법을 사용하여 고감도의 감지 물질을 이용한 고밀도 가스센서 제조가 가능하다.
- [0033] 또한, 제3 절연층(203) 상의 일부에 상기 마이크로 히터(204)와 전기적으로 연결되어 있는 전원 전극(205)이 형성되어 마이크로 히터(204)에 외부 전원을 인가할 수 있게 한다.
- [0034] 이어, 도 2d에 도시된 바와 같이, 상기 마이크로 히터(204) 및 전원 전극(205)을 감싸도록 소정의 두께로 제 4 절연층(206)을 형성한다. 이 때, 상기 제 4 절연층(206)에는 상기 전원 전극(205)의 상부가 노출되도록 전원 전극 접촉 홀(207)이 형성되어 도시되지 않은 인쇄회로기판의 전극 패드들에 상기 전원 전극(105)가 와이어 본딩되어 마이크로 히터에 전원을 공급할 수 있게 한다. 이때 전원 전극(205)에 인가되는 전원은 정전류 전원이다.
- [0035] 제 4 절연층(206)은 예컨대, SiO₂-Si₃N₄-SiO₂로 구성되며, 인-시투(in-situ) PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, 플라즈마 화학 증착)방식을 사용하여 증착한다. 제 4 절연층(206)은 마이크로 히터(204)와 감지 전극(208) 사이에 구성되어 마이크로 히터(204), 감지 전극(208) 및 감지 물질(209)을 전기적으로 절연시킨다.
- [0036] 이어, 도 2e에 도시된 바와 같이, 제 4 절연층(206) 상에 감지 전극(208)을 형성하고, 상부 캐비티 내 및 감지 전극(208) 상에 감지 물질(209)을 형성한다.
- [0037] 감지 전극(208)의 재질은 금(Au), 백금(Pt), 또는 금-크롬 합금(Au/Cr)이 이용될 수 있으며, 본 발명에 따르는 감지 전극(208)은 스퍼터(Sputter) 장비 또는 전자-빔 증착 시스템(e-beam evaporator system) 장비를 사용하여 미세 패턴으로 제조가 가능하다. 감지 전극(208)과 연결된 감지 전극 단자(도시되지 않음)가 노출되어, 도시되지 않은 인쇄회로기판의 전극 패드들에 와이어 본딩됨으로써 감지 전극(208)에 전원을 공급할 수 있게 되며, 이때 감지 전극(208)에 공급되는 전원은 정전류 전원이다.
- [0038] 가스를 감지하기 위한 감지 물질(209)은 제4 절연층(206) 상에 드롭(drop), 스크린 프린팅(screen printing), 포토리소그래피, 콘택트 프린팅(contact printing), 또는 나노 임프린팅(nano imprint) 등의 공정을 이용하여 형성할 수 있다. 특히, 고감도의 나노 감지 물질들을 사용하여 콘택트 인쇄, 나노 임프린팅(nano imprinting) 방법을 사용하는 경우에 있어서, 본 발명에 따른 감지 물질 영역의 표면이 평평한 평면 구조로 되어 있기 때문에, 고밀도 감지 센서 제조가 가능함을 알 수 있다.
- [0039] 본 발명에 따르는 마이크로 가스 센서는 실리콘 기판(200)의 상부 캐비티에 경사면(209)이 존재함으로써, 마이크로 히터(204)가 상부 캐비티 영역의 상부 및 측면에 증착할 수 있게 된다.
- [0040] 마이크로 가스 센서가 원활하게 가스를 감지하기 위해서는 마이크로 히터에 의해 적정한 동작 온도로 가열되어 가스가 감지 물질에 흡착되어 반응이 이루어져 저항이 증가 또는 감소하게 되며, 따라서 가스 흡착에 의해 발생하는 감지 물질의 저항 변화를 감지 전극(208)을 사용하여 측정함으로써 가스의 농도를 측정하게 된다. 따라서 캐비티의 상부 및 측면부에 구성된 마이크로 히터는 감지 물질(209)로의 열전달을 밀면 및 좌/우 측면으로부터 가능하게 하여 종래의 밀면으로부터의 열전달 방식보다 효율적인 열 절단을 할 수 있다.
- [0041] 이어, 감지 전극(208)이 형성된 후, 실리콘 기판(200)의 배면에 하부 캐비티를 형성한다. 예컨대, 하부 캐비티를 형성하기 위해, 우선 RIE(Reaction Ion Etching, 반응성 이온 에칭) 방식으로 실리콘 기판(200)의 배면을 패터닝하기 위해 제 2 절연층(202)의 일부를 제거한 후, KOH 또는 TMAH 용액에서 제 3 절연층(203)이 나타날 때까지 실리콘 기판(200)의 배면을 식각한다. 하부 캐비티는 마이크로 히터(204)에서 발생하는 열이 주변 구조물로 열 전달되는 것을 최소화한다. 이때, 상부의 실리콘 질화막, 즉 제 3 절연층(203)은 실리콘 기판(200)의 상부에 구성된 마이크로 히터(204)의 위치까지 식각되는 것을 방지하는 에칭-스톱 층(etch-stop layer)으로 이용되며, 사전에 계산된 양만큼 실리콘 기판(200) 배면의 식각을 진행한다.
- [0042] 또한, 하부 캐비티는 상부 캐비티에 감지 물질(209)을 도포하는 단계 전에 구성될 수도 있다.

[0043] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 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 실시예는 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이런 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

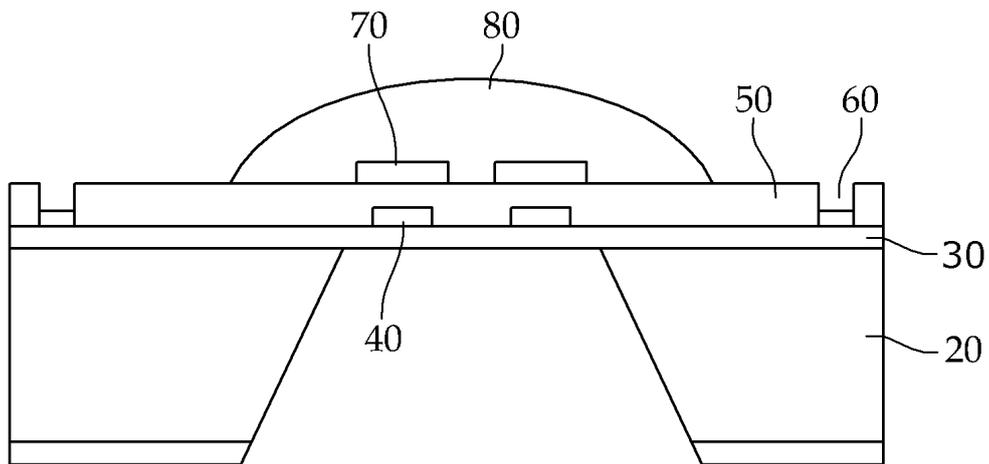
[0044] 도 1a는 종래 기술에 따른 마이크로 가스 센서의 단면도이다.

[0045] 도 1b는 도 1a에 도시된 마이크로 가스 센서의 평면도이다.

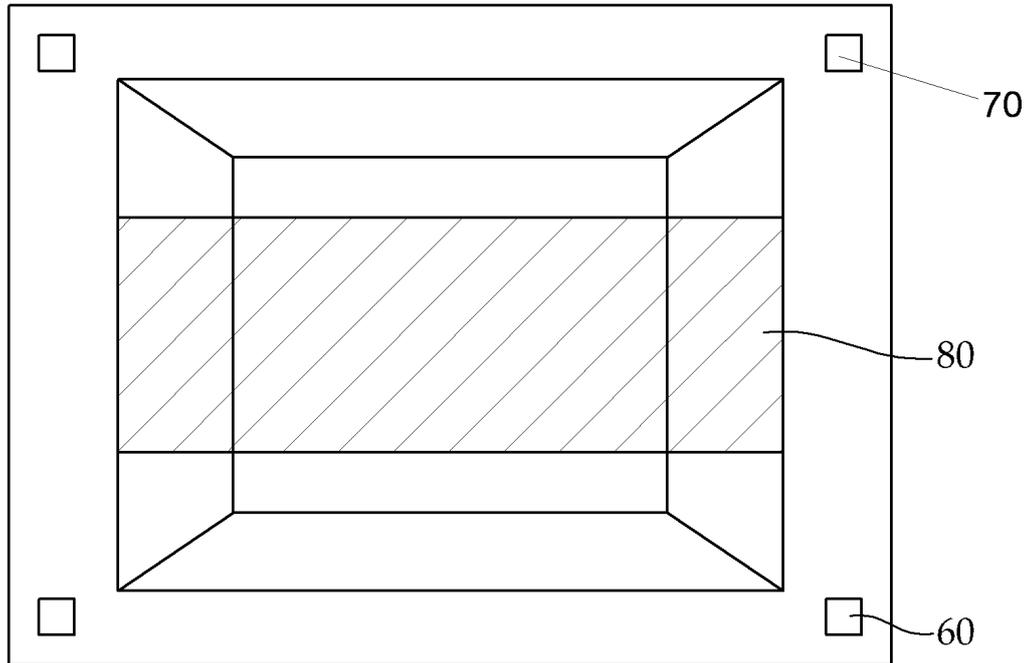
[0046] 도 2a 내지 도 2e는 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 가스 센서 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

도면

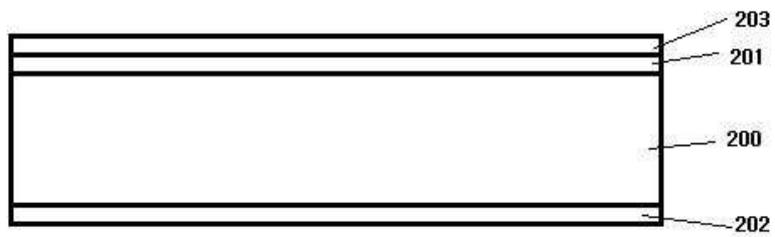
도면1a



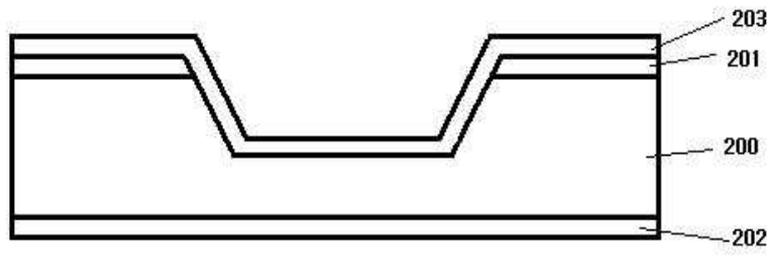
도면1b



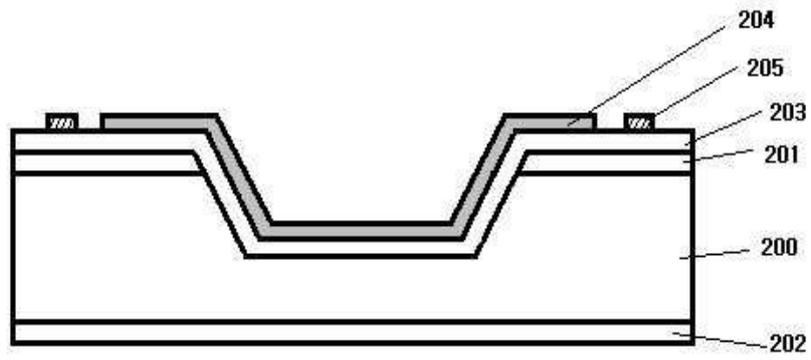
도면2a



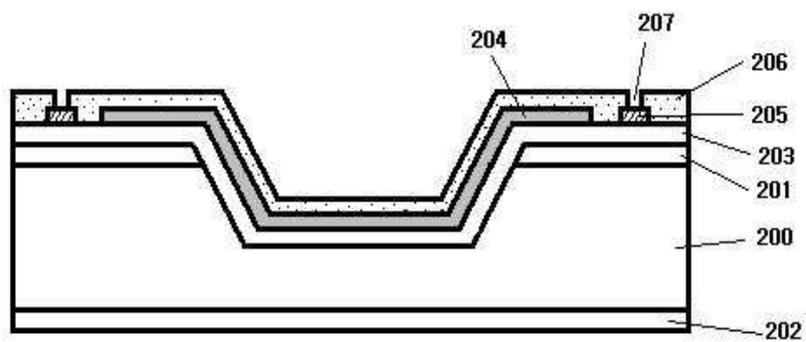
도면2b



도면2c



도면2d



도면2e

