



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0124761
(43) 공개일자 2015년11월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 33/50 (2006.01) C12M 3/00 (2006.01)
C12Q 1/04 (2006.01) G01N 27/27 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0051732
(22) 출원일자 2014년04월29일
심사청구일자 2014년04월29일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
이병양
서울특별시 강남구 압구정로 401 한양아파트 53동
1202호
손종렬
서울특별시 성동구 매봉길 15 래미안옥수리버젠1
단지 104동 1302호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이동건

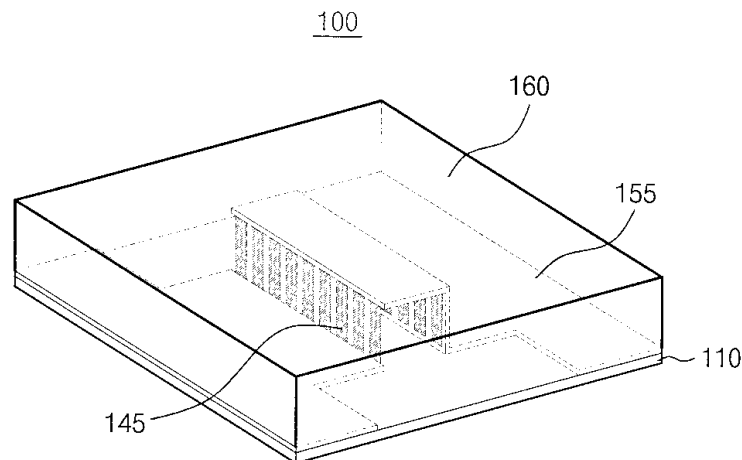
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 미생물 검출 센서 및 이의 제조 방법

(57) 요약

미생물 검출 센서는 절연 영역 및 도전 영역들로 구획된 기판, 상기 기판 상에 수직 방향으로 형성된 수직형 나노 패턴, 상기 도전 영역들에 각각 형성된 한 쌍의 전극들 및 상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들을 덮도록 상기 기판 상에 형성된 배지 구조물을 포함한다.

대표도 - 도8



(72) 발명자

진준형

서울특별시 마포구 동교로38길 8

전태진

경상북도 김천시 양금로 196 동보수정아파트 202호

김준협

서울특별시 영등포구 국회대로 597 반도유보라팰리스 104동 1902호

장호찬

경기도 평택시 송탄로 90 현대아파트 113동 104호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R1306211

부처명 보건과학대학학사지원부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 환경융합 신기술 개발사업

연구과제명 침투평가 기술을 활용한 대형건물 실내공기질 통합관리시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교산학협력단

연구기간 2013.06.01 ~ 2014.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

절연 영역 및 도전 영역들로 구획된 기판 상에 수직형 나노 패턴을 형성하는 단계;
상기 수직형 나노 패턴을 포함하는 기판의 상기 도전 영역들 각각에 한 쌍들의 전극들을 형성하는 단계; 및
상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들을 덮도록 상기 기판 상에 배지 구조물을 형성하는 단계를 포함하는 미생물 검출 센서의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들을 덮도록 상기 기판 상에 배지 구조물을 형성하는 단계는,
배지 물질 및 용매를 혼합하여 혼합액을 형성하는 단계;
상기 혼합액을 고압 멸균하여 배지 용액을 형성하는 단계; 및
상기 배지 용액을 상기 기판 상에 적하하는 것을 특징으로 하는 미생물 검출 센서의 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들이 형성된 상기 기판의 표면을 전처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 미생물 검출 센서의 제조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 기판의 표면을 전처리하는 단계는 세포외기질을 상기 기판의 표면에 코팅하는 것을 특징으로 하는 미생물 검출 센서의 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들을 형성하는 단계는,
상기 기판 상에 상기 도전 영역 및 상기 절연 영역들을 가로지르게 연장된 제1 희생막 패턴을 형성하는 단계;
상기 기판 상에 상기 절연 영역을 덮도록, 상기 제1 희생막 패턴에 대한 식각 선택비를 갖는 물질로 이루어진 제2 희생막 패턴을 형성하는 단계;
상기 제1 및 제2 희생막 패턴들을 포함하는 기판 전체에 자기 조립형 나노 박막을 형성하는 단계;
상기 제1 희생막 패턴의 적어도 하나의 측벽을 제외한 나머지 기판 전체에 상기 나노 박막을 덮도록 금속 박막을 형성하는 단계; 및
상기 제2 희생막 패턴을 리프트 오프하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 미생물 검출 센서의 제조 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 기판 전체에 자기 조립형 나노 박막을 형성하는 단계는 나노 물질이 포함하는 용액에 침지시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 미생물 검출 센서의 제조 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 제1 희생막 패턴은 금속 물질로 형성되며, 상기 제2 희생막 패턴은 감광성 고분자 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 미생물 검출 센서의 제조 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 수직형 나노 패턴은 탄소나노튜브, 그래핀 및 나노 와이어 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 미생물 검출 센서의 제조 방법.

청구항 9

절연 영역 및 도전 영역들로 구획된 기판;

상기 기판 상에 수직 방향으로 형성된 수직형 나노 패턴;

상기 도전 영역들에 각각 형성된 한 쌍의 전극들; 및

상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들을 덮도록 상기 기판 상에 형성된 배지 구조물을 포함하는 미생물 검출 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미생물 검출 센서 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 나노 구조물을 이용하여 미생물 활동의 변화를 검출하는 미생물 검출 센서 및 상기 미생물 검출 센서의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 미생물이란 단일 세포 동물로부터 진화해 온 생물군으로서, 일반적으로 박테리아, 바이러스, 아메바와 같은 단세포 동물들을 포함하는 용어이다. 상기 미생물은 주변 환경에 민감하게 반응하면서 성장 및 번식을 하면서 나안으로 관찰이 가능한 군락(colony)을 보인다. 이를 통해 미생물의 활동도에 대한 간접적인 정보를 얻을 수 있다.

[0003] 상기 미생물은 성장 및 번식 과정에서 주변 숙주 물질의 생화학적 성질을 변화시키므로, 이러한 숙주의 변화를 통해서도 미생물 활동에 대한 정보를 얻을 수 있다.

[0004] 현재 미생물을 검출하기 위한 방법으로는 포집배양 방법이 대표적이다. 이를 위해서는 일단 포집된 미량의 미생물을 증폭해야 한다. 즉, 우선 미생물을 여과 장치 등을 이용하여 포집하고, 이들을 배양접시(culture dish)에 키운 다음, PCR 법과 같은 염기 서열법을 이용하여 미생물의 종류와 양을 검출하게 된다. 그러나 이러한 방법은 숙련된 기술을 가진 인력과 고가의 장치 구비가 필요하며, 긴 시간 동안의 공정 등을 필요로 한다.

[0005] 즉, 현재까지 개발된 기술만으로는 미생물을 배양함에 있어서 나타나는 생화학적 부산물 및 물리화학적 변화를 검출할 수 있는 배양 및 검출시스템을 갖추기에는 한계가 있다. 따라서 나노 물질을 이용한 나노 구조체를 이용하는 새로운 미생물 배양 시스템을 갖추는 것이 필요하다.

[0006] 결과적으로, 미생물의 활동도와 신진대사에 대한 연구에서는 다양한 미세신호 검출을 용이하게 할 수 있고, 미세한 변화에도 민감하게 반응하여야 하는 미생물 배양 및 신호 검출시스템의 기술개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 목적은 미생물 배양 및 미생물 검출을 용이하게 할 수 있는 미생물 검출 센서를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 상기 미생물 검출 센서의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 실시예들에 따른 미생물 검출 센서의 제조 방법에 따르면, 절연 영역 및 도전 영역들로 구획된 기판 상에 수직형 나노 패턴을 형성한다. 또한, 상기 수직형 나노 패턴을 포함하는 기판의 상기 도전 영역들 각각에 한 쌍의 전극들을 형성한다. 이후, 상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들을 덮도록 상기 기판 상에 배지 구조물을 형성한다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들은, 상기 기판 상에 상기 도전 영역 및 상기 절연 영역들을 가로지르게 연장된 제1 회생막 패턴을 형성하고, 상기 기판 상에 상기 절연 영역을 덮도록,

상기 제1 희생막 패턴에 대한 식각 선택비를 갖는 물질로 이루어진 제2 희생막 패턴을 형성한다. 이후, 상기 제1 및 제2 희생막 패턴들을 포함하는 기판 전체에 자기 조립형 나노 박막을 형성하고, 상기 제1 희생막 패턴의 적어도 하나의 측벽을 제외한 나머지 기판 전체에 상기 나노 박막을 덮도록 금속 박막을 형성한다. 상기 제2 희생막 패턴을 리프트 오프함으로써 형성될 수 있다. 여기서, 상기 기판 전체에 자기 조립형 나노 박막은 나노 물질이 포함하는 용액에 침지시켜 형성될 수 있다. 또한, 상기 제1 희생막 패턴은 금속 물질로 형성되며, 상기 제2 희생막 패턴은 감광성 고분자 물질로 이루어질 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 수직형 나노 패턴은 탄소나노튜브, 그래핀 및 나노 와이어 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들을 덮도록 상기 기판 상에 배지 구조물은, 배지 물질 및 용매를 혼합하여 혼합액을 형성하고, 상기 혼합액을 고압 멸균하여 배지 용액을 형성한 후, 상기 배지 용액을 상기 기판 상에 적하하여 형성될 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들이 형성된 상기 기판의 표면을 전처리하는 공정이 추가적으로 수행될 수 있다. 여기서, 상기 기판의 표면을 전처리하기 위하여, 세포외기질을 상기 기판의 표면에 코팅할 수 있다.

[0014] 본 발명의 실시예들에 따른 미생물 검출 센서는 절연 영역 및 도전 영역들로 구획된 기판, 상기 기판 상에 수직 방향으로 형성된 수직형 나노 패턴, 상기 도전 영역들에 각각 형성된 한 쌍의 전극들 및 상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들을 덮도록 상기 기판 상에 형성된 배지 구조물을 포함한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예들에 따른 미생물 검출 센서 및 이의 제조 방법에 따르면, 탄소나노튜브, 나노선, 그래핀과 같은 나노 물질의 이용하여 만들어진 수직으로 정렬된 수직형 나노 패턴 및 미생물이 성장 번식을 할 수 있는 배지 구조물을 결합함으로써, 최종적으로 미생물의 활동도를 실시간으로 검지할 수 있다.

[0016] 즉, 상기 배지 구조물이 주로 Agar, Hydrogel 등의 친수성 고분자 성분으로 되어 있기 때문에, 기존의 일반적인 세포배양법에 사용되던 다양한 미생물에 적용이 가능하다. 이와 더불어 배지의 성분 조절을 통해 미생물 배양시 변화되는 배지의 특성이나, 미생물간의 상호작용에 따른 다양한 미세신호 측정이 가능하다. 또한, 기존의 배양 및 분석방법과 달리 실시간으로 미생물의 활동도를 검출할 수 있도록 되어 있다. 상기 미생물 검출 센서는 수직 정렬된 수직형 나노 패턴을 갖는 어레이 형태로 제작이 가능하기 때문에 서로 다른 미생물의 배양 및 신호검출을 동시에 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 미생물 검출 센서의 제조 방법을 설명하기 위한 사시도들이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 미생물 검출 센서를 설명하기 위한 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[0019] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0020] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부

가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0021] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0022] 미생물 검출 센서의 제조 방법
- [0023] 도 1 내지 도8은 본 발명의 실시예에 따른 미생물 검출 센서의 제조 방법을 설명하기 위한 사시도들이다.
- [0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 미생물 검출 센서의 제조 방법에 있어서, 도전 영역(111) 및 절연 영역(115)으로 구획된 기판(100)을 준비한다.
- [0025] 상기 기판(100)은 실리콘 단결정 기판, 실리콘 온 인슐레이터(silicon on insulator; SOI) 기판, 또는 유리 기판을 포함할 수 있다. 또한 상기 기판(100)은 상호 마주보도록 구비된 절연 영역들(115) 및 상기 절연 영역들(115)을 제외한 나머지 영역에 해당하는 도전 영역(111)으로 구획된다. 상기 도전 영역(111)에는 전극들 및 나노 패터닝이 형성되며, 상기 절연 영역(115)에는 전극 또는 나노 패터닝이 형성되지 않고 노출될 수 있다.
- [0026] 도 2를 참조하면, 상기 도전 영역(111) 및 절연 영역(115)을 가로지르게 연장된 제1 희생막 패터닝(120)이 형성된다. 상기 제1 희생막 패터닝(120)의 일 측면을 따라 수직으로 정렬된 나노 박막이 형성될 수 있다. 상기 제1 희생막 패터닝(120)은 제1 방향으로 연장된 바 형상을 가질 수 있다. 상기 제1 희생막 패터닝(120)은 예를 들면 알루미늄, 구리, 등과 같은 금속 물질로 이루어 질 수 있다.
- [0027] 예를 들면, 먼저 기판 상에 제1 희생막을 형성하고 상기 제1 희생막을 패터닝 함으로써 상기 제1 희생막 패터닝이 형성될 수 있다. 상기 제1 희생막은 예를 들면 열증착 공정(thermal evaporation process) 또는 이온빔 증착 공정(E-beam deposition process)을 통하여 형성될 수 있다.
- [0028] 도 3을 참조하면, 상기 기판(110) 상에 상기 절연 영역(115)을 덮도록 제2 희생막 패터닝(130)이 형성된다. 상기 제2 희생막 패터닝(130)은 후속하는 리프트 오프 공정에 의하여 제거된다. 이때 상기 절연 영역(115)에 형성된 나노 박막이 함께 제거됨으로써 상기 도전 영역(111)에만 선택적으로 나노 패터닝이 형성될 수 있다.
- [0029] 따라서, 상기 도전 영역(111)에만 선택적으로 나노 패터닝을 형성하기 위한 절연 영역(115)에 소수성 분자막 패터닝을 형성하는 공정이 생략될 수 있다. 다시 말하면, 소수성 분자막을 형성하는 공정 및 상기 소수성 분자막을 패터닝하여 소수성 분자막 패터닝을 형성하는 공정이 생략될 수 있다. 특히 소수성 분자막을 패터닝하는 패터닝 공정이 생략됨에 따라 상기 소수성 분자막의 패터닝 공정시 습도의 영향으로 인한 공정 불량률이 억제될 수 있다.
- [0030] 상기 제2 희생막 패터닝(130)은 상기 제1 희생막 패터닝(120)에 대한 식각 선택비를 갖는 물질로 이루어진다. 예를 들면, 제1 희생막 패터닝(120)이 알루미늄과 같은 금속 물질로 이루어질 경우, 상기 제2 희생막 패터닝(130)은 고분자 물질로 이루어 질 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 희생막 패터닝(130)은 감광성 고분자 물질로 형성될 수 있다. 즉, 감광성 고분자 물질로 이루어진 제2 희생막을 형성한 후, 상기 제2 희생막에 대한 노광 공정 및 현상 공정을 통하여 제2 희생막 패터닝(130)이 용이하게 형성될 수 있다.
- [0032] 도 4를 참조하면, 상기 제1 및 제2 희생막 패터닝들(120, 130)을 포함하는 기판 전체에 자기 조립형 나노 박막(140)이 형성된다. 이때 상기 자기 조립형 나노 박막(140)은 제1 희생막 패터닝(120)의 측벽 및 제2 희생막 패터닝(130)의 측벽을 따라 수직으로 연장된 수직 연장부를 포함할 수 있다. 상기 수직 연장부 중 일부는 후속하는 리프트 오프 공정에 의하여 나노 패터닝으로 전환될 수 있다.
- [0033] 상기 자기 조립형 나노 박막(140)은 예를 들면, 나노 물질이 포함하는 용액에 침지시키는 침지 공정을 통하여 형성될 수 있다. 또한 상기 나노 물질의 예로는 탄소나노튜브, 그래핀 및 나노 와이어 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0034] 도 5를 참조하면, 상기 제1 희생막 패터닝(130)의 적어도 하나의 측벽을 제외한 상기 자기 조립형 나노 박막(140)을 포함하는 기판 전체에 걸쳐 도전성 박막(150)을 형성한다. 상기 도전성 박막(150)은 후속하는 리프트 오프

공정으로 통하여 전극으로 변환될 수 있다. 상기 도정성 박막(150)은 예를 들면 경사 금속 증착 공정을 통하여 형성될 수 있다. 이로써 상기 제1 희생막 패턴(120)의 일 측벽 및 제2 희생막 패턴(130)의 일측을 제외한 기관(110) 전체에 걸쳐서 상기 도전성 박막(150)이 형성될 수 있다.

[0035] 한편, 상기 제2 희생막 패턴(130)의 타 측에 수직 정렬된 도전성 박막은 후속하여 상기 제2 희생막 패턴(130)을 제거하는 리프트 오프 공정에서 제거되며, 상기 제1 희생막 패턴(120)의 타측에 수직 정렬된 도전성 박막은 후속하여 상기 제1 희생막 패턴(120)을 제거하는 리프트 오프 공정에서 상기 나노 박막과 함께 잔류할 수 있다.

[0036] 도 6을 참조하면, 상기 기관(110)으로부터 상기 제2 희생막 패턴(130)을 리프트 오프하여, 상기 제1 희생막 패턴(120)의 측벽에 수직 방향으로 연장된 수직형 나노 패턴(145)이 형성된다. 상기 기관으로부터 상기 제2 희생막 패턴(130)을 리프트 오프하기 위하여 제1 식각액을 이용하는 제1 리프트 오프 공정이 수행될 수 있다. 이때 상기 제2 희생막 패턴(130)을 이루는 물질은 상기 제1 희생막 패턴(120)에 대하여 식각 선택비를 갖는다. 따라서, 상기 제1 리프트 오프 공정을 통하여 상기 제2 희생막 패턴(130)이 선택적으로 제거되는 반면에 상기 제1 희생막 패턴(120)은 상기 기관 상에 잔류할 수 있다.

[0037] 이로써 상기 제1 희생막 패턴(120)의 측부를 따라 도전 영역(111)에 수직으로 연장된 수직형 나노 패턴(145)이 형성된다. 또한 상기 절연 영역(115)에 형성된 제2 희생막 패턴(130)이 제거됨에 따라 상기 절연 영역(115)에 형성된 나노 박막(140)이 상기 제2 희생막 패턴(130)과 함께 기관(110)으로부터 제거될 수 있다. 따라서, 상기 도전 영역(111)에만 선택적으로 수직 정렬된 상기 수직형 나노 패턴(145)이 선택적으로 형성될 수 있다. 이로써 상기 도전 영역(111)에 선택적으로 상기 수직형 나노 패턴(145)을 형성하기 위한 소수성 분자막 패턴을 형성하는 공정이 생략될 수 있다.

[0038] 도 7을 참조하면, 상기 기관(110)으로부터 상기 제1 희생막 패턴(120)이 선택적으로 리프트 오프될 수 있다. 즉, 상기 제1 희생막 패턴(120)을 리프트 오프시키는 제2 리프트 오프 공정이 수행될 수 있다. 상기 제2 리프트 오프 공정에 있어서, 산 용액(acid solution)을 식각액으로 이용하는 습식 딥 아웃(wet dip-out) 공정이 적용될 수 있다. 이로써 상기 기관(110)에 대하여 수직 정렬된 수직형 나노 패턴(145) 및 상기 도전 영역(111)에 형성된 한 쌍의 전극들(155)이 형성될 수 있다. 이때 상기 전극들(155) 중 역전된 L자 형상의 전극 및 나머지 전극이 상기 수직형 나노 패턴을 당김으로써 상기 한 쌍의 전극들(155) 및 수직형 나노 패턴(145)이 상기 기관(110)에 안정적인 3차원 구조를 가질 수 있다.

[0039] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 희생막 패턴(120)의 내부에는 제1 방향으로 연장된 도전성 패턴(미도시)이 형성될 수 있다. 상기 제1 희생막 패턴(120)이 제거될 경우, 상기 도전성 패턴은 잔류할 수 있다. 이로써, 상기 도전성 패턴이 게이트 전극으로 기능하며, 상기 한 쌍의 전극들(155)은 소스/드레인 전극으로 기능함으로써 트랜지스터가 구현될 수 있다.

[0040] 도 8을 참조하면, 상기 한 쌍의 전극들(155) 및 수직형 나노 패턴(145)을 덮도록 상기 기관(110) 상에 배지 구조물(160)을 형성한다.

[0041] 상기 배지 구조물(160)을 형성하기 위하여, 먼저 배지 물질 및 용매를 혼합하여 혼합액을 형성한다.

[0042] 상기 배지 물질은 미생물의 성장을 위한 영양분을 제공하도록 첨가된다. 여러 가지 유형의 미생물에 대한 많은 유형의 배지를 사용할 수 있다. 예를 들면, 미생물이 호기성 생물이라면 배지 물질은 트립톤, 소이톤, 프로테오스 펩톤, 맥아 추출물, 텍스트로스 및 MOPS를 포함한다. 미생물이 혐기성 생물인 경우, 배지 물질은 호기성 생물에 대해 전술한 바와 같은 배지 뿐 아니라, 추가로 헤민, L-시스틴, Na-m-비셀피드 및 메나디온을 포함할 수 있다. 나아가, 미생물이 콜리형인 경우, 배지 물질은 락토스, 담즙 염 #3, K₂HPO₄, KH₂PO₄, (NH₄)₂SO₄, MgSO₄, Na-m-비셀피드 및 SDS를 포함할 수 있다. 효모, 곰팡이 및 기타 내산성 미생물의 경우, 배지 물질의 예는, 텍스트로스, 효모 추출물, (NH₄) 시트레이트 및 pH 5.5까지의 타르타르 산을 들 수 있다. 나아가, 상기 용매로서는 주로 탈이온수가 이용된다.

[0043] 이어서, 상기 혼합액을 고압 멸균하여 배지 용액을 형성한다. 상기 혼합액에 대한 고압 멸균을 위하여 autoclave 공정이 수행될 수 있다. 상기 autoclave 공정은 고압 상태의 증기를 이용하여 상기 혼합액을 멸균처리할 수 있다.

[0044] 이어서, 상기 배지 용액을 상기 기관(110) 상에 적하하여 상기 전극들(155) 및 수직형 나노 패턴(145)을 덮도록 상기 기관(110) 상에 배지 구조물이 형성된다.

[0045] 이로써 상기 미생물 검출 센서는 배지 구조물(160)을 포함함으로써 사용자가 별도로 배지 용액에 미생물 검출

센서를 침지시켜 배지를 형성해야 하는 절차가 생략될 수 있다. 나아가, 상기 미생물 검출 센서(100)는 수직형 나노 패턴을 포함함으로써 수평형과 대비할 때 생화학적 신호에 대한 상대적으로 우수한 민감도를 확보할 수 있다.

[0046] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 수직형 나노 패턴(145) 및 상기 전극들이 형성된 상기 기관의 표면을 전처리할 수 있다. 이로써 상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들이 형성된 상기 기관과 후속하여 형성되는 배지 구조물 간의 접착력이 개선될 수 있다.

[0047] 상기 기관의 표면을 전처리하기 위하여 세포외기질(extra cellular matrix)을 상기 기관의 표면에 코팅할 수 있다. 상기 세포외기질은 콜라겐, 엘리스틴 등의 섬유성 단백질 및 세포접착성 단백질을 포함함으로써 기관 및 배지 구조물 간의 접착력을 개선할 수 있다.

[0048] 미생물 검출 센서

[0049] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 미생물 검출 센서를 설명하기 위한 사시도이다.

[0050] 도 9를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 미생물 검출 센서는 기관, 수직형 나노 패턴, 한 쌍의 전극들 및 배지 구조물을 포함한다.

[0051] 상기 기관(100)은 실리콘 단결정 기관, 실리콘 온 인슐레이터(silicon on insulator; SOI) 기관, 또는 유리 기관을 포함할 수 있다. 또한 상기 기관(100)은 상호 마주보도록 구비된 절연 영역들(115) 및 상기 절연 영역들(115)을 제외한 나머지 영역에 해당하는 도전 영역(111)으로 구획된다. 상기 도전 영역(111)에는 전극들 및 나노 패턴이 형성되며, 상기 절연 영역(115)에는 전극 또는 나노 패턴이 형성되지 않고 노출될 수 있다.

[0052] 상기 수직형 나노 패턴은 상기 기관 상에 수직 방향으로 형성된다.

[0053] 상기 수직형 나노 패턴을 이루는 물질의 예로는 탄소나노튜브, 그래핀 및 나노 와이어 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 상기 수직형 나노 패턴이 어레이 형태로 형성될 수 있기 때문에 서로 다른 미생물의 배양 및 신호검출을 동시에 수행할 수 있다.

[0054] 상기 전극들은 상기 도전 영역들에 각각 형성된다. 상기 전극들(155) 중 역전된 L자 형상 및 플레이트 형상을 각각 가질 수 있다. 이로써 전극들이 상기 수직형 나노 패턴을 당김으로써 상기 한 쌍의 전극들(155) 및 수직형 나노 패턴(145)이 상기 기관(110)에 안정적인 3차원 구조를 가질 수 있다.

[0055] 상기 전극들에 전원이 인가됨으로써 미생물 접종후 배양이 이루어짐에 따라 전류가 변화할 수 있다. 이로써 상기 미생물 검출이 가능해질 수 있다.

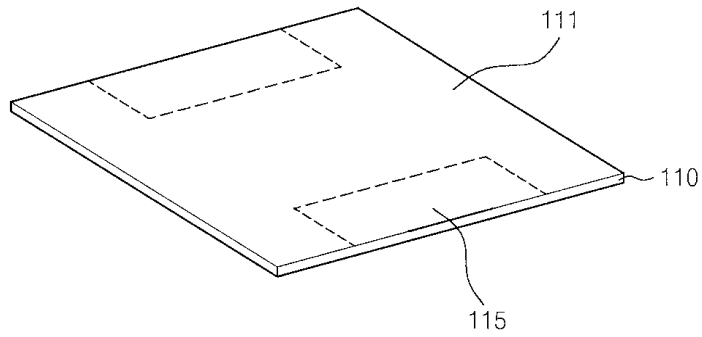
[0056] 상기 배지 구조물을 상기 수직형 나노 패턴 및 상기 전극들을 덮도록 상기 기관 상에 형성된다. 상기 배지 구조물은 미생물의 성장을 위한 영양분을 제공한다.

[0057] 상기 배지 구조물은 여러 가지 유형의 미생물에 대한 많은 유형의 배지를 사용할 수 있다. 예를 들면, 미생물이 호기성 생물이라면 배지 물질은 트립톤, 소이톤, 프로테오스 펩톤, 맥아 추출물, 텍스트로즈 및 MOPS를 포함한다. 미생물이 혐기성 생물인 경우, 배지 물질은 호기성 생물에 대해 전술한 바와 같은 배지 뿐 아니라, 추가로 헤민, L-시스틴, Na-m-비설피드 및 메나디온을 포함할 수 있다. 나아가, 미생물이 콜리형인 경우, 배지 물질은 락토스, 담즙 염 #3, K₂HPO₄, KH₂PO₄, (NH₄)₂SO₄, MgSO₄, Na-m-비설피드 및 SDS를 포함할 수 있다. 효모, 곰팡이 및 기타 내산성 미생물의 경우, 배지 물질의 예는, 텍스트로즈, 효모 추출물, (NH₄) 시트레이트 및 pH 5.5까지의 타르타르 산을 들 수 있다.

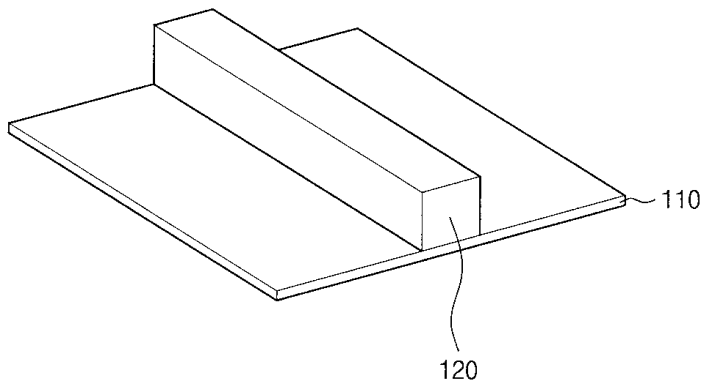
[0058] 따라서, 본 발명의 실시예들에 따른 미생물 검출 센서는, 탄소나노튜브, 나노선, 그래핀과 같은 나노 물질의 이용하여 만들어진 수직으로 정렬된 수직형 나노 패턴 및 미생물이 성장 번식을 할 수 있는 배지 구조물을 결합함으로써, 최종적으로 미생물의 활동도를 실시간으로 검지할 수 있다.

도면

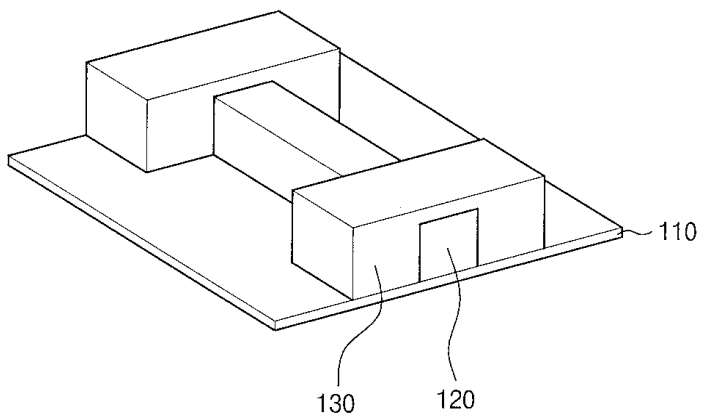
도면1



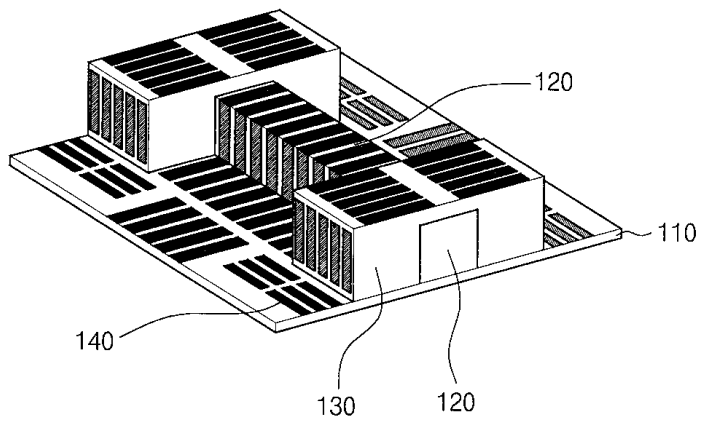
도면2



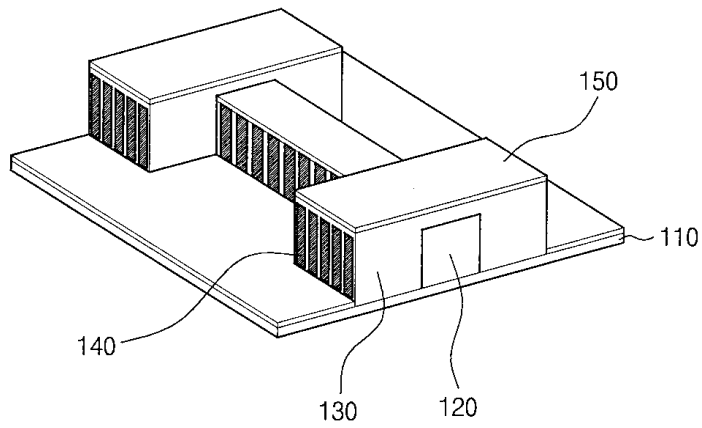
도면3



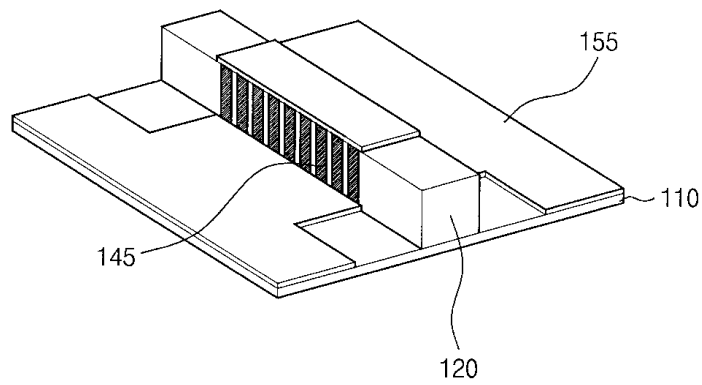
도면4



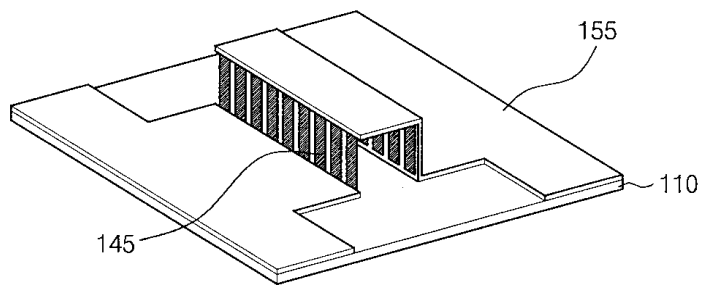
도면5



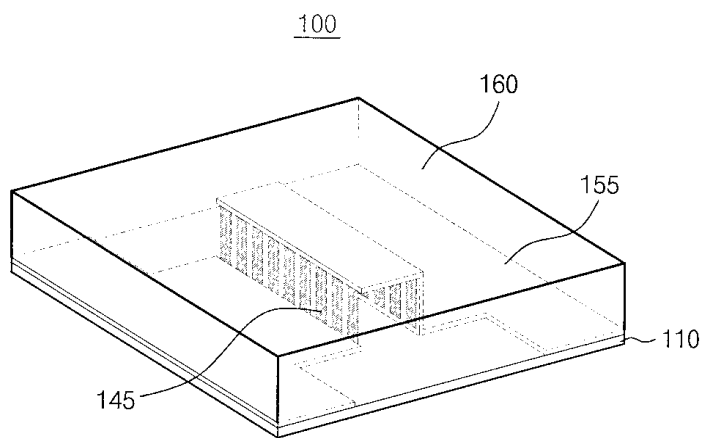
도면6



도면7



도면8



도면9

