(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0114401
(43) 공개일자 2018년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) *H01L 29/06* (2006.01)
B82Y 40/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/02603 (2013.01)
H01L 29/0669 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0046075
(22) 출원일자 2017년04월10일
심사청구일자 2017년04월10일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김태성
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김동주
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

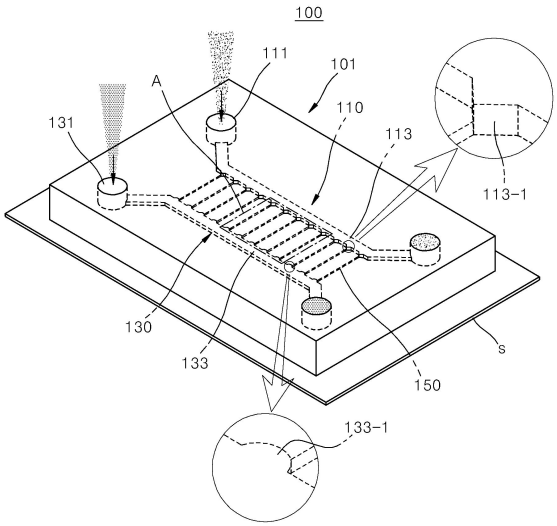
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **금속 나노와이어 제조장치 및 이를 이용한 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은, 금속 나노와이어 제조장치 및 이를 이용한 제조방법에 관한 것으로서, 외부에서 공급된 금속용액이 유동되는 제1 유로가 형성된 금속용액 채널부; 상기 금속용액 채널부로부터 설정 거리 이격되며, 외부에서 공급된 환원용액이 유동되는 제2 유로가 형성된 환원용액 채널부; 및 상기 금속용액 채널부와 상기 환원용액 채널부를 연통하도록 상기 금속용액 채널부와 상기 환원용액 채널부를 연결하고 있으며, 상기 금속용액 채널부를 유동하는 상기 금속용액이 분기되어 유동되고 상기 환원용액 채널부를 유동하는 상기 환원용액이 분기되어 유동되어 상기 금속용액과 상기 환원용액이 혼합되면 환원반응에 의하여 금속 나노와이어가 형성되는 금속 나노와이어 형성채널을 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B82Y 40/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711044394
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인연구지원
연구과제명 나노 패터닝을 위한 “크랙-포토리소그래피” 공정기술 개발
기 여 율 1/2
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2016.11.01 ~ 2017.10.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1395045988
부처명 농촌진흥청
연구관리전문기관 농촌진흥청
연구사업명 차세대바이오그린21
연구과제명 초미세유체 플랫폼을 이용한 개량 균주 라이브러리 스크리닝 기술 개발
기 여 율 1/2
주관기관 국립대학법인 울산과학기술대학교 산학협력단
연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

외부에서 공급된 금속용액이 유동되는 제1 유로가 형성된 금속용액 채널부;

상기 금속용액 채널부로부터 설정 거리 이격되며, 외부에서 공급된 환원용액이 유동되는 제2 유로가 형성된 환원용액 채널부; 및

상기 금속용액 채널부와 상기 환원용액 채널부를 연통하도록 상기 금속용액 채널부와 상기 환원용액 채널부를 연결하고 있으며, 상기 금속용액 채널부를 유동하는 상기 금속용액이 분기되어 유동되고 상기 환원용액 채널부를 유동하는 상기 환원용액이 분기되어 유동되어 상기 금속용액과 상기 환원용액이 혼합되면 환원반응에 의하여 금속 나노와이어가 형성되는 금속 나노와이어 형성채널을 포함하는 금속 나노와이어 제조장치.

청구항 2

베이스 기판; 및

상기 베이스 기판 상에 구비되며, 일면으로부터 타면을 향해 설정 깊이를 갖는 제1 유로가 형성된 금속용액 채널부와, 상기 일면으로부터 상기 타면을 향해 설정 깊이를 갖는 제2 유로가 형성된 환원용액 채널부 및 상기 일면으로부터 상기 타면을 향해 설정 깊이를 갖고 상기 금속용액 채널부와 상기 환원용액 채널부가 연통되도록 연결하는 금속 나노와이어 형성채널을 포함하는 금속 나노와이어 제조몰드를 포함하며,

외부에서 상기 금속용액 채널부로 금속용액이 공급되고, 외부에서 상기 환원용액 채널부로 환원용액이 공급되면 상기 금속용액 및 상기 환원용액은 상기 제1 유로 및 상기 제2 유로를 따라 유동하다가 상기 금속 나노와이어 형성채널로 분기되어 상기 금속 나노와이어 형성채널 상에서 상기 금속용액과 상기 환원용액이 혼합되어 환원반응에 의하여 금속 나노와이어가 형성되는 금속 나노와이어 제조장치.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 금속 나노와이어 형성채널은 상기 제1 유로 및 상기 제2 유로의 길이방향을 따라 설정 간격 이격되어 복수개 형성되는 금속 나노와이어 제조장치.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 금속용액 채널부는,

외부로부터 상기 금속용액이 공급되며, 상기 제1 유로와 연통되게 형성되는 금속용액 주입공간을 포함하는 금속 나노와이어 제조장치.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 환원용액 채널부는,

외부로부터 상기 환원용액이 공급되며, 상기 제2 유로와 연통되게 형성되는 환원용액 주입공간을 포함하는 금속 나노와이어 제조장치.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 제1 유로는 상기 제2 유로를 향하는 측면에 상기 제1 유로의 길이 방향을 따라 설정 간격 이격되는 복수

개의 채널시작 노치들이 형성되는 금속 나노와이어 제조장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 제2 유로는 상기 제1 유로를 향하는 측면에 상기 제2 유로의 길이 방향을 따라 설정 간격 이격되는 복수개의 채널종료 돌기들이 형성되는 금속 나노와이어 제조장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 금속 나노와이어 형성채널은 각각의 상기 채널시작 노치와 상기 채널종료 돌기를 연통하며 연결 형성되는 금속 나노와이어 제조장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 금속용액은 질산은 용액인 금속 나노와이어 제조장치.

청구항 10

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 금속용액 채널부, 상기 환원용액 채널부 및 상기 금속 나노와이어 형성채널은 포토리소그래피(photo lithography) 공정을 통해 형성되는 금속 나노와이어 제조장치.

청구항 11

베이스 기판 상에 제1 유로가 형성된 금속용액 채널부와, 제2 유로가 형성된 환원용액 채널부 및 상기 금속용액 채널부와 상기 환원용액 채널부를 연결하는 금속 나노와이어 형성채널을 포함하는 금속 나노와이어 제조몰드가 구비되어 제작된 금속 나노와이어 제조장치를 준비하는 단계;

상기 금속용액 채널부로 금속용액을 공급하는 단계;

상기 환원용액 채널부로 환원용액을 공급하는 단계; 및

상기 금속용액 및 상기 환원용액이 각각 상기 제1 유로와 상기 제2 유로를 유동하는 동안, 상기 금속 나노와이어 형성채널로 분기되어 상기 금속용액과 상기 환원용액이 혼합하면 환원반응에 의하여 금속 나노와이어가 형성되는 단계를 포함하는 금속 나노와이어 제조방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 금속용액을 공급하는 단계에서 공급되는 상기 금속용액은 질산은 용액인 금속 나노와이어 제조방법.

청구항 13

청구항 11에 있어서,

상기 금속용액 채널부는 상기 제1 유로와 연통되는 금속용액 주입공간을 포함하며,

상기 금속용액을 공급하는 단계에서는 상기 금속용액 주입공간으로 상기 금속용액을 공급하는 금속 나노와이어 제조방법.

청구항 14

청구항 11에 있어서,

상기 환원용액 채널부는 상기 제2 유로와 연통되는 환원용액 주입공간을 포함하며,

상기 환원용액을 공급하는 단계에서는 상기 환원용액 주입공간으로 상기 환원용액을 공급하는 금속 나노와이어 제조방법.

청구항 15

청구항 11에 있어서,

상기 금속 나노와이어가 형성되는 단계에서는 상기 금속 나노와이어 형성채널에 열을 가하여 상기 환원반응 속도를 조절하는 금속 나노와이어 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 금속 나노와이어 제조장치 및 이를 이용한 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 나노 사이즈의 미세채널을 이용하며 금속물질과 환원물질의 환원반응에 의해 금속 나노와이어가 제조될 수 있는 금속 나노와이어 제조장치 및 이를 이용한 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 전자 부품 소자들은 그 크기가 매우 집적화 되어가고 있다. 특히, 반도체 기술의 발달로 인하여 더욱 집적화 되어가고 있다. 전자 부품 소자들의 집적화가 진행됨에 따라 소자들의 선폭은 미세하게 줄어들고 있는 추세이며, 동일한 면적 내에 집적도가 높은 회로를 구성하는 것이 필요하다. 즉, 집적도가 높은 회로를 구현하기 위해서는 나노 크기의 와이어가 필요하다.

[0003] 나노와이어는 대체로 10nm 미만의 지름을 가지는 것에서부터 수백 nm 지름을 갖는 것까지 다양한 크기를 갖는다. 이러한 나노와이어는 특정 방향에 따른 전자 이동 특성이나 편광 현상을 나타내는 광학 특성을 이용할 수 있는 장점이 있다.

[0004] 그러나 현재 나노 입자(nano partible)에 대한 제조방법과 물성에 대한 연구는 상당히 활성화되어 있는 것에 비해, 나노와이어의 제조방법에 대한 연구는 미비한 실정이다. 기존의 대표적인 나노와이어의 제조방법으로는 촉매를 이용하여 나노와이어 금속을 성장시키는 방법, 템플릿(template)을 이용하여 나노와이어를 형성하는 방법이 있다. 먼저, 템플릿(template)을 이용하여 나노와이어 물질을 형성하는 방법은, 수십 나노의 직경과 수 마이크로 깊이를 가지는 구멍들로 이루어진 알루미나 맴브레인을 아노다이징에 의해 제조한 후, 상기 형성된 구멍들에 나노 와이어 물질을 채우는 방법과, 나노 와이어 물질을 기체 상태로 만들어 상기 구멍에 증착시키는 방법이 있다.

[0005] 그러나 종래의 나노와이어를 제조하는 방법으로는 최대 형성 길이에 한계가 있는 문제점, 고온 열처리 과정이 필수적임에 따라 대량생산에 적합하지 않은 문제점을 갖고 있다. 또한, 금속 촉매의 직역 및 그 분포에 제한되어 나노와이어가 성장되는 바, 정확한 폭(두께) 및 그 분포를 조절하기 어려운 문제점 및 나노와이어 내에 금속 촉매에 의한 불순물 오염(contamination)이 생기는 문제점도 내포하고 있다.

[0006] 그리고 금속 촉매를 이용하는 성장법은 장비가 고가임에 따라 공정비용도 높으며, 성장 시간도 느리기 때문에 양산성도 떨어지는 문제가 있어 나노와이어의 대량생산에 부적합한 한계점이 존재한다.

[0007] 즉, 기존에 알려진 대부분의 나노와이어 제조방법들은 물성이 우수한 나노와이어를 저렴한 비용으로 대량생산하는데 적합하지 않으므로, 새로운 나노와이어 제조방법의 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국공개특허 제10-2010-0025366호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 나노 사이즈의 미세채널을 이용하며 금속물질과 환원물질의 환원반응에 의해 금속 나노와이어가 제조될 수 있는 금속 나노와이어 제조장치 및 이를 이용한 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은, 외부에서 공급된 금속용액이 유동되는 제1 유로가 형성된 금속용액 채널부; 상기 금속용액 채널부로부터 설정 거리 이격되며, 외부에서 공급된 환원용액이 유동되는 제2 유로가 형성된 환원용액 채널부; 및 상기 금속용액 채널부와 상기 환원용액 채널부를 연통하도록 상기 금속용액 채널부와 상기 환원용액 채널부를 연결하고 있으며, 상기 금속용액 채널부를 유동하는 상기 금속용액이 분기되어 유동되고 상기 환원용액 채널부를 유동하는 상기 환원용액이 분기되어 유동되어 상기 금속용액과 상기 환원용액이 혼합되면 환원반응에 의하여 금속 나노와이어가 형성되는 금속 나노와이어 형성채널을 포함하는 금속 나노와이어 제조장치를 제공한다.

[0011] 본 발명의 다른 측면에 따르면 본 발명은, 베이스 기판; 및 상기 베이스 기판 상에 구비되며, 일면으로부터 타면을 향해 설정 깊이를 갖는 제1 유로가 형성된 금속용액 채널부와, 상기 일면으로부터 상기 타면을 향해 설정 깊이를 갖는 제2 유로가 형성된 환원용액 채널부 및 상기 일면으로부터 상기 타면을 향해 설정 깊이를 갖고 상기 금속용액 채널부와 상기 환원용액 채널부가 연통되도록 연결하는 금속 나노와이어 형성채널을 포함하는 금속 나노와이어 제조몰드를 포함하며, 외부에서 상기 금속용액 채널부로 금속용액이 공급되고, 외부에서 상기 환원용액 채널부로 환원용액이 공급되면 상기 금속용액 및 상기 환원용액은 상기 제1 유로 및 상기 제2 유로를 따라 유동하다가 상기 금속 나노와이어 형성채널로 분기되어 상기 금속 나노와이어 형성채널 상에서 상기 금속용액과 상기 환원용액이 혼합되어 환원반응에 의하여 금속 나노와이어가 형성되는 금속 나노와이어 제조장치를 제공한다.

[0012] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면 본 발명은, 베이스 기판 상에 제1 유로가 형성된 금속용액 채널부와, 제2 유로가 형성된 환원용액 채널부 및 상기 금속용액 채널부와 상기 환원용액 채널부를 연결하는 금속 나노와이어 형성채널을 포함하는 금속 나노와이어 제조몰드가 구비되어 제작된 금속 나노와이어 제조장치를 준비하는 단계; 상기 금속용액 채널부로 금속용액을 공급하는 단계; 상기 환원용액 채널부로 환원용액을 공급하는 단계; 및 상기 금속용액 및 상기 환원용액이 각각 상기 제1 유로와 상기 제2 유로를 유동하는 동안, 상기 금속 나노와이어 형성채널로 분기되어 상기 금속용액과 상기 환원용액이 혼합하면 환원반응에 의하여 금속 나노와이어가 형성되는 단계를 포함하는 금속 나노와이어 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따른 금속 나노와이어 제조장치 및 이를 이용한 제조방법은 다음과 같은 효과가 있다.

[0014] 첫째, 나노 사이즈의 미세채널인 금속 나노와이어 형성채널을 이용하며, 금속 나노와이어 형성채널에서 금속용액과 환원용액이 혼합하면서 발생하는 환원반응을 통해 금속 나노와이어가 만들어지기 때문에 나노 크기의 금속 나노와이어를 손쉽게 제조할 수 있다.

[0015] 둘째, 금속용액 채널부와 환원용액 채널부 사이에 형성되는 금속 나노와이어 형성채널이 설정 간격 이격되어 복수 개 형성되기 때문에 금속 나노와이어를 대량생산할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 나노와이어 제조장치가 도시된 사시도이다.

도 2는 도 1의 "A" 부분이 확대 도시된 부분 확대도이다.

도 3은 도 2의 "B"부분을 확대 도시한 부분 확대도이다.

도 4는 본 발명에 따른 금속 나노와이어 제조장치의 구조를 활용하여 대량생산용 제조장치를 구현한 사진이다.

도 5는 가열 온도에 따른 금속 나노와이어 제조과정이 도시된 사진이다.

도 6은 본 발명에 따른 금속 나노와이어 제조장치를 통해 제조된 금속 나노와이어를 이용한 실험 장치가 도시된 사진이다.

도 7 및 도 8은 도 6에 따른 실험 장치를 이용한 실험 결과가 도시된 그래프이다.

도 9는 본 발명에 따른 금속 나노와이어 제조장치의 제조과정이 도시된 공정도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 도 1 내지 도 9는 본 발명에 따른 금속 나노와이어 제조장치 및 제조방법에 대해 도시되어 있다.

[0018] 먼저, 도 1 및 도 2를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 나노와이어 제조장치를 살펴보면, 상기 금속 나노와이어 제조장치(100)는, 베이스 기판(S), 상기 베이스 기판(S) 상에 구비되는 금속 나노와이어 제조몰드(101)를 포함한다.

[0019] 상기 금속 나노와이어 제조몰드(101)는 금속용액 채널부(110), 환원용액 채널부(130) 및 금속 나노와이어 형성채널(150)을 포함한다. 상기 금속 나노와이어 제조몰드(101)는 폴리메틸실록산(Polydimethylsiloxane(PDMS))으로 제조된다.

[0020] 상기 금속용액 채널부(110)는 상기 금속 나노와이어 제조몰드(101)의 상면으로부터 하면을 향해 설정 깊이를 가지며 외부에서 금속용액이 주입되는 금속용액 주입공간(111)과, 상기 금속용액 주입공간(111)과 연통되며 상기 금속용액이 유동되는 제1 유로(113)가 형성된다.

[0021] 상기 제1 유로(113)에는 후술될 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)과 연통되는 채널시작 노치(113-1)가 형성되어 있다. 보다 구체적으로는 후술되는 상기 제2 유로(133)를 향하는 측에 상기 채널시작 노치(113-1)가 형성되어 있다. 상기 제1 유로(113)의 폭의 크기와 및 깊이의 크기는 수 마이크로미터 내지 수십, 수백 마이크로미터의 범위 내에서 형성된다.

[0022] 한편, 도면을 참조하여 보면 상기 제1 유로(113)의 높이는 상기 금속용액 주입공간(111)의 높이보다 더 낮게 형성되는데, 이는 본 실시예에 한정되는 것일 뿐 상기 제1 유로(113)의 높이와 상기 금속용액 주입공간(111)의 높이는 동일하게 형성될 수 있다.

[0023] 상기 환원용액 채널부(130)는 상기 금속용액 채널부(110)와 설정 거리 이격되어 형성된다. 상기 환원용액 채널부(130)도 상기 금속용액 채널부(110)와 마찬가지로 상기 금속 나노와이어 제조몰드(101)의 상기 상면으로부터 상기 하면을 향해 설정 깊이를 가지며 외부에서 환원용액이 주입되는 환원용액 주입공간(131)과, 상기 환원용액 주입공간(131)과 연통되며 상기 환원용액이 유동되는 제2 유로(133)가 형성된다.

[0024] 상기 제2 유로(133)에는 후술될 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)과 연통되는 채널종료 돌기(133-1)하 형성되어 있다. 보다 구체적으로는 상기 제1 유로(113)를 향하는 측에 상기 채널종료 돌기(133-1)가 형성되어 있다. 상기 제2 유로(133)의 폭의 크기 및 깊이의 크기는 상기 제1 유로(113)와 마찬가지로 수 마이크로미터 내지 수십, 수백 마이크로미터의 범위 내에서 형성된다.

[0025] 한편, 상기 제2 유로(133)의 높이도 상기 환원용액 주입공간(131)의 높이보다 더 낮게 형성되는데, 이를 본 실시예에 한정되는 것일 뿐 상기 제2 유로(133)의 높이와 상기 환원용액 주입공간(131)의 높이는 동일하게 형성될 수 있다.

[0026] 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)은 상기 금속용액 채널부(110)와 상기 환원용액 채널부(130)를 연결한다. 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)은 상기 제1 유로(113) 및 상기 제2 유로(133)의 길이 방향을 따라 설정 간격 이격되어 복수 개 형성된다.

[0027] 전술한 바와 같이 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)은 상기 채널시작 노치(113-1) 및 상기 채널종료 돌기(133-1)와 연통되게 형성된다. 한편, 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)은 상기 금속용액 채널부(110)의 높이보다 짧게 형성된다.

[0028] 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)의 폭 크기 및 높이 크기는 수 나노마이크로미터 내지 수십, 수백 나노마이크로미터 범위 내에서 형성된다. 즉, 상기 금속 나노와이어 제조장치(100)에 의해 제조되는 상기 금속 나노와이어의 두께는 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)의 크기에 따라 결정된다.

[0029] 도 1을 참조하여 보면, 본 실시예에 따른 상기 금속 나노와이어 제조장치(100)는 상기 금속 나노와이어 제조몰드(101)의 상면과 하면이 반전되어 상기 베이스 기판(S) 상에 배치된다.

[0030] 전술한 바와 같은 상기 금속 나노와이어 제조장치를 이용하는 금속 나노와이어 제조방법을 살펴보면 다음과 같다.

[0031] 먼저, 상기 금속용액 채널부(110)의 상기 금속용액 주입공간(111)으로 금속용액이 공급된다. 상기 금속용액은

예시적으로 질산은 용액이 적용되는데, 이는 본 실시예에 한정되는 것일 뿐 다양한 금속용액이 적용될 수 있다. 상기 금속용액 주입공간(111)으로 공급된 상기 금속용액은 상기 금속용액 주입공간(111)과 연통된 상기 제1 유로(113)로 유동된다.

[0032] 한편, 상기 금속용액이 공급될 때, 상기 환원용액 채널부(130)의 상기 환원용액 주입공간(131)으로는 환원용액이 공급된다. 상기 환원용액은 상기 금속용액에 따라 달라질 수 있는데, 상기 금속용액의 물질을 환원시킬 수 있는 효과를 갖는 용액이 사용된다. 본 실시예에서는 환원용액으로서, 글루코즈를 이용하였으나 알데하이드를 포함하는 화합물이 이용될 수도 있다.

[0033] 상기 환원용액 주입공간(131)으로 공급된 상기 환원용액은 상기 환원용액 주입공간(131)과 연통된 상기 제2 유로(133)를 따라 유동된다.

[0034] 상기 금속용액과 상기 환원용액이 공급된 후에는 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)에서 금속 나노와이어가 형성된다. 상기 금속 나노와이어가 형성되는 과정을 보다 구체적으로 살펴보면, 상기 금속용액과 상기 환원용액은 각각 상기 제1 유로(113) 및 상기 제2 유로(133)를 따라 유동되는 동안 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)로 분기된다.

[0035] 상기 금속용액 및 상기 환원용액이 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)로 분기되어 유동되는 원리는 모세관 현상에 의해 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)에서 상기 금속용액 및 상기 환원용액이 만나고 그 접점에서 각 용액내의 금속물질과 환원물질의 농도 차이로 인한 확산 현상에 의해 이루어진다.

[0036] 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)로 분기되는 상기 금속용액은 상기 제2 유로(133)를 향하는 방향으로 유동되고, 상기 환원용액은 상기 제1 유로(113)를 향하는 방향으로 유동되어 상기 금속용액과 상기 환원용액이 혼합하게 된다. 이때, 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)을 소정 시간 열을 가한다. 상기 금속용액과 상기 환원용액이 혼합하게 되면 환원반응이 발생하게 된다.

[0037] 본 실시예에서는 상기 금속용액으로서 질산은 용액이 공급되고, 상기 환원용액으로는 상기 질산은을 환원시킬 수 있는 용액이 공급되므로 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)에서 환원반응인 은거울 반응이 발생한다.

[0038] 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)에서는 상기 환원반응에 의하여 상기 금속용액이 점차 고체화되면서 금속 나노와이어가 형성된다. 상기 금속 나노와이어 제조몰드(101)는 전술한 바와 같이 폴리메틸실록산(Polydimethylsiloxane(PDMS))으로 형성되어 유연성을 갖는다. 따라서 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)에서 형성된 상기 금속 나노와이어의 손상을 방지하면서도 손쉽게 분리할 수 있다.

[0039] 도 3은 전술한 바와 같은 상기 금속 나노와이어 제조방법으로 상기 금속 나노와이어가 제조되는 과정이 도시된 것이다. 도 3을 참조하는 바와 같이 상기 금속용액이 상기 환원용액과 혼합되면서 환원반응에 의해 금속 나노와이어가 만들어진다.

[0040] 도 3을 참조하여 보면, (a), (b), (c)의 순서대로 상기 금속용액이 고체화된다. (a) 부분은 상기 금속용액이 상기 환원용액과 가장 먼저 접촉하는 동시에 상기 환원용액과 가장 많이 접촉하기 때문에 더 빨리 고체화되며 점성이 높고, (c) 부분으로 향할수록 점성이 낮아진다.

[0041] 도 4는 금속 나노와이어를 대량생산할 수 있는 형태의 금속 나노와이어 제조장치의 다른 형태가 도시된 것이다. 도 4를 참조하는 바와 같이, 상기 제1 유로(131) 및 상기 제2 유로(133)를 다수 회 절곡시키고, 상기 제1 유로(131)와 상기 제2 유로(133) 사이에 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)을 형성하면, 한 번에 대량의 금속 나노와이어를 제조할 수 있는 장점을 갖는다.

[0042] 도 5는 상기 금속 나노와이어를 제조하는 동안 상기 금속 나노와이어 제조장치(100)에 가해지는 온도에 따라 상기 금속 나노와이어가 제조되는 상태가 도시된 것이다. 도 5를 참조하는 바와 같이, 상기 금속 나노와이어 제조장치(100)에 가해지는 온도가 높을 때 상기 금속용액과 상기 환원용액의 혼합에 의한 환원반응이 더 빨리 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0043] 도 6은 전술한 바와 같은 상기 금속 나노와이어 제조장치를 이용하여 제조된 상기 금속 나노와이어를 이용한 실험 장치가 도시된 것이다. 상기 금속 나노와이어의 양 측에 전극(e1, e2)을 형성하고, 하나의 전극(e1)은 접지시킨 상태에서 다른 하나의 전극(e2)에 전압을 가한다.

[0044] 이와 같은 장치에 과산화수소수를 넣으면 전기화학 반응에 의하여 미량의 화학물질들을 감지할 수 있다. 도 7 및 도 8에는 도 6과 같은 실험장치를 이용하여 실험한 결과 값이 도시된 그래프로서 도 7 및 도 8을 참조하여

보면, 도 7에서 알 수 있듯이 나노 와이어의 개수가 5개에서 50개로 증가할수록 저항이 감소하는 것을 확인할 수 있다. 즉, 나노 와이어의 전도성이 좋아 전기가 잘 통하는 것을 알 수 있다.

[0045] 도 8의 경우 과산화수소수를 넣어서 실제로 전기화학 반응을 측정한 것으로 농도가 증가할수록 그에 따라 나타나는 전류 값 또한 증가하므로, 화학물질을 감지할 수 있음을 보여준다.

[0046] 한편, 도 9를 참조하여 전술한 바와 같은 상기 금속 나노와이어 제조장치(100)의 제조과정을 살펴보면 다음과 같다.

[0047] 상기 금속 나노와이어 제조장치(100)는 먼저, 중앙에 상기 금속용액 채널부(110) 및 상기 환원용액 채널부(130)와 대응되는 패턴이 형성된 포토마스크(1)를 준비한다.

[0048] 상기 패턴에 대해 보다 구체적으로 설명하면, 상기 패턴은 상기 금속용액 채널부(110)와 대응되는 제1 패턴(P1), 상기 환원용액 채널부(130)와 대응되는 제2 패턴(P2) 및 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)과 대응되는 제3 패턴(P3)를 포함한다.

[0049] 상기 제1 패턴(P1) 및 상기 제2 패턴(P2)에는 상기 채널시작 노치(113-1)와 대응되는 노치패턴(P1-1)과 상기 채널종료 돌기(133-1)와 대응되는 돌기패턴(p2-2)도 형성되어 있다.

[0050] 상기 포토마스크(1)가 준비되면, 상기 포토마스크(1)를 기반으로 포토리소그래피(photo lothography) 공정을 진행한다. 상기 포토 리소그래피 공정을 진행하면, 상기 포토마스트(1) 하부에 위치한 제1 몰드블록(1)에는 상기 제1 패턴(P1)과 대응되는 제1 관통부(110`), 상기 제2 패턴(P2)에 대응되는 제2 관통부(130`)가 형성된다.

[0051] 상기 제1 관통부(110`)에는 도면을 참조하는 바와 같이, 상기 금속용액 주입공간(111)과 대응된 제1 관통홀(111`)과, 상기 제1 유로(113)와 대응되는 제2 관통홀(113`)이 상기 제1 관통홀(111`)과 연통 형성되어 있다. 그리고 상기 제2 관통홀(113`)에는 상기 노치패턴(P1-1)과 대응되는 노치홀(113`-1)이 형성되어 있다.

[0052] 상기 제2 관통부(130`)도 도면을 참조하는 바와 같이, 상기 환원용액 주입공간(131)과 대응되는 제3 관통홀(131`)과, 상기 제2 유로(131)와 대응되는 제4 관통홀(133`)이 상기 제3 관통홀(131`)과 연통 형성되어 있다. 상기 제4 관통홀(133`)에도 마찬가지로 상기 돌기패턴(P2-1)과 대응되는 돌기홀(133`-1)이 형성되어 있다.

[0053] 한편, 상기 제1 몰드블록(1)에는 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)과 대응되는 크랙(150`)도 형성된다.

[0054] 상기 포토마스크(10)를 이용하여 상기 제1 몰드블록(1)에 포토 리소그래피 공정을 진행할 때에는 먼저, 기재(S) 상에 상기 제1 몰드블록(1)으로 형성되는 감광물질(미도시)을 도포하고, 상기 감광물질(미도시) 상에 상기 포토마스크(10)를 배치한 상태로 빛을 조사하여 상기 감광물질(미도시)을 경화시킨다.

[0055] 이때, 상기 감광물질은 빛이 조사되는 부분은 경화되고, 빛이 조사되지 않는 부분은 경화되지 않는 네거티브(netative) 감광물질이며, 예시적으로 SU-8 폴리머이다.

[0056] 즉, 상기 포토마스크(10)의 상기 제1 패턴(P1) 및 상기 제2 패턴(P2)이 형성된 부분에는 빛이 투과하지 않고, 상기 제1 패턴(P1) 및 사익 제2 패턴(P2)이 형성되지 않은 부분에만 빛이 투과하여 경화된다.

[0057] 상기 감광물질(미도시)에 빛을 조사한 후에는, 경화되지 않은 부분의 상기 감광물질을 제거하기 위한 현상공정이 이루어진다. 현상액에 상기 감광물질(미도시)을 담그면, 경화되지 않은 상기 감광물질(미도시)은 상기 현상액에 의해 제거된다.

[0058] 경화되지 않은 상기 감광물질(미도시)이 상기 현상액에 의해 제거되면서 상기 제1 관통부(110`) 및 상기 제2 관통부(130`)로 형성되는 것이다. 상기 현상공정이 끝난 후에는 코팅 공정과 노광 공정이 진행되는데, 상기 코팅 공정과 상기 노광 공정이 진행되는 동안 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)에 대응되는 크랙(150`)이 형성된다.

[0059] 상기 크랙(150`)의 발생은 상기 제1 관통부(110`)의 상기 노치홀(113`-1)로부터 시작되고, 상기 크랙(150`)의 종료는 상기 제2 관통부(130`)의 상기 돌기홀(133`-1)로부터 시작된다. 한편, 상기 크랙(150`)의 발생, 전파 및 종료는 다양한 방법에 의해 이루어지는데 이는 본 발명의 출원인이 기 출원한 등록특허 제10-13890700호(미세채널 제조방법)를 통해 공지된 기술을 이용할 수 있다.

[0060] 전술한 바와 같이 상기 제1 관통부(110`), 상기 제2 관통부(130`) 및 상기 크랙(150)이 형성된 상기 제1 몰드블록(1)의 제조가 완료되면, 상기 제1 몰드블록(1)을 이용하여 음각형태의 프리(pre) 몰드(M)를 제조한다.

[0061] 상기 프리 몰드(M)를 제조하기 위해서는 상기 제1 몰드블록(1)에 에폭시(epoxy)를 도포한다. 상기 에폭시를 상

기 제1 몰드블록(1)에 도포하면, 상기 제1 몰드블록(1)에 형성된 상기 제1 관통부(110`), 상기 제2 관통부(130`) 및 상기 크랙(150`)에 상기 에폭시가 채워진다.

[0062] 상기 에폭시는 빛에 의해 경화되는 수지이므로, 상기 에폭시가 도포된 상기 제1 몰드블록(1)에 빛을 조사하여 상기 에폭시를 경화시킨다. 상기 에폭시를 도포할 때에는 상기 제1 몰드블록(1)의 상면 및 측면들에도 설정 두께만큼 고루 도포한다.

[0063] 따라서 상기 에폭시가 경화된 후, 상기 제1 몰드블록(1)을 제거하면 상기 제1 몰드블록(1)의 형상을 갖는 거푸집 형태의 상기 프리 몰드(M)가 형성된다.

[0064] 한편, 상기 프리 몰드(M)의 내부 공간에는 상기 제1 관통부(110`), 상기 제2 관통부(130`) 및 상기 크랙(150`)에 채워진 에폭시가 경화된 제1 채널돌기(110a), 제2 채널돌기(130a) 및 상기 균열돌기(150a)가 형성된다.

[0065] 이와 같이 상기 프리 몰드(M)가 형성된 후에는, 상기 프리 몰드(M)에 수지를 공급하고 상기 수지를 경화하여 상기 금속 나노와이어 몰드(101)를 제조한다. 이때, 상기 제1 채널돌기(110a)에 의하여 상기 금속용액 채널부(110)가 형성되고, 상기 제2 채널돌기(130a)에 의하여 상기 환원용액 채널부(130)가 형성되며, 상기 균열돌기(150a)에 의하여 상기 금속 나노와이어 형성채널(150)이 형성되는 것이다.

[0066] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0067] 100: 벽체매립형 수전장치 110: 수전내함

130: 수전내함 속커버 131: 속커버 몸체

133: 제1 개구부 137: 결합돌기

150: 위치조절커버 151: 커버몸체

151a: 제2 개구부 153: 수전연결구 관통홀

155: 관통홀 157: 수전연결구 고정돌기

170: 수전연결유닛 171: 제1 엘보우

173: 제2 엘보우 175: 수전연결구

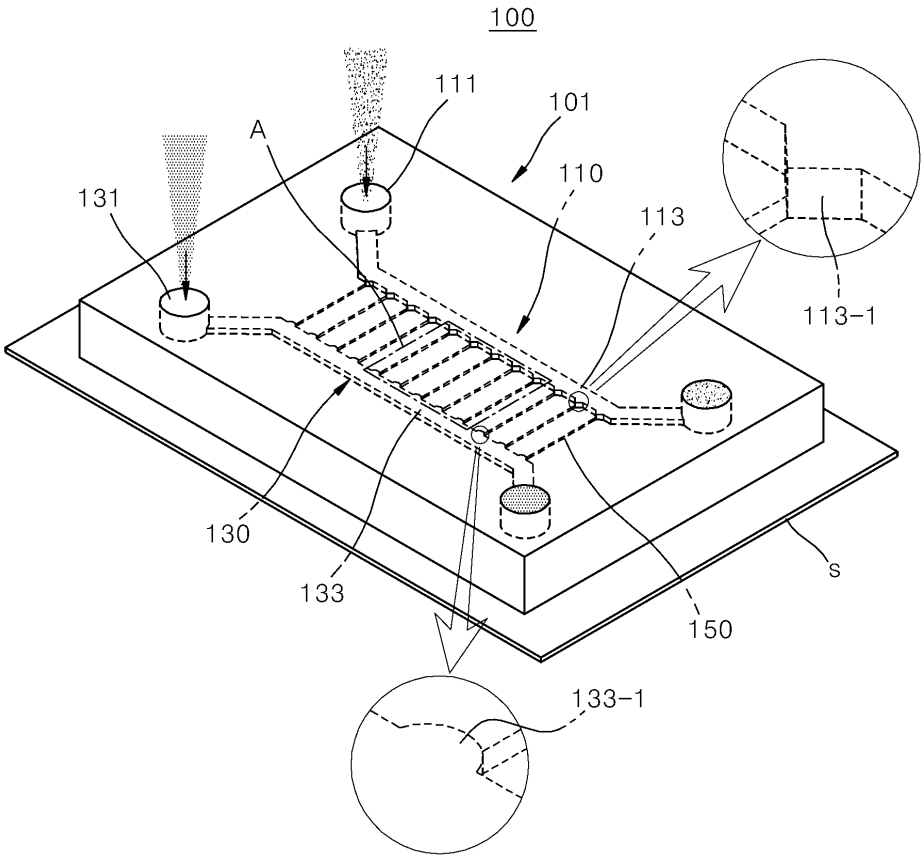
175b: 수압마개 177: 수정연결구 고정부재

190: 마감커버 191: 마감커버 몸체

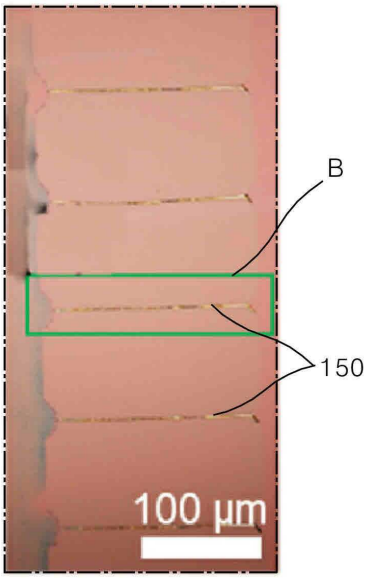
193: 수전 결합홀

도면

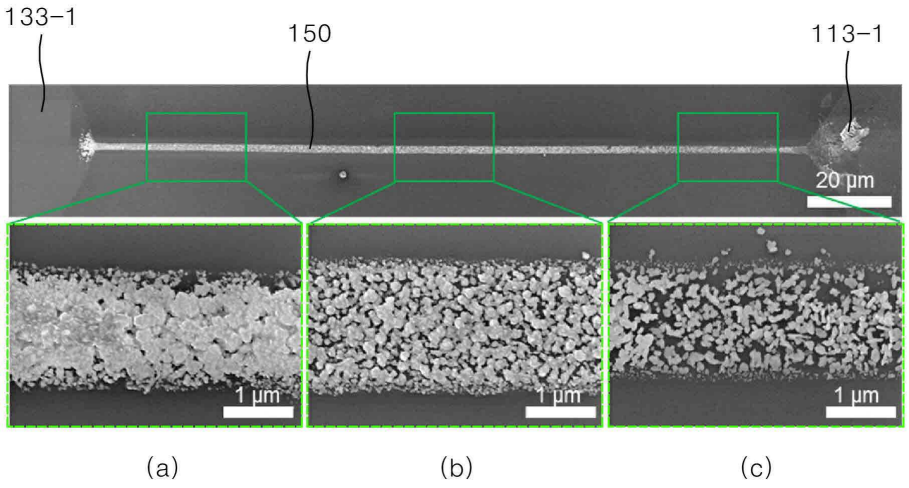
도면1



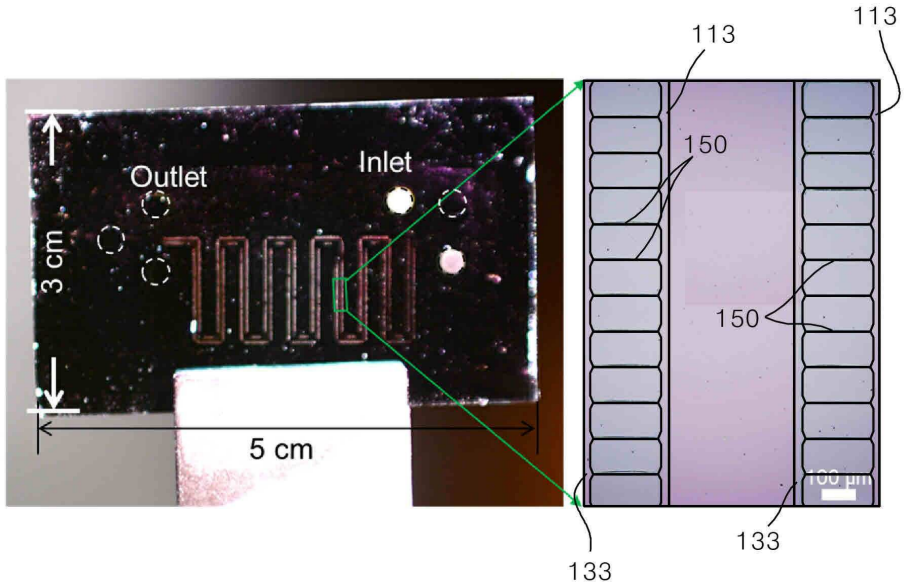
도면2



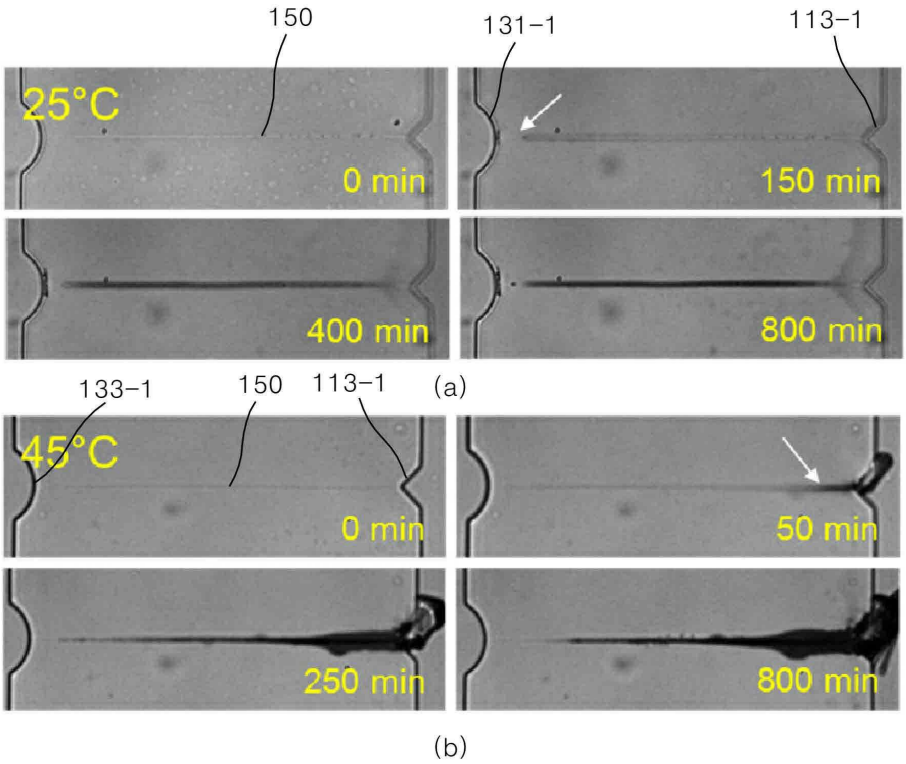
도면3


133-1
150
113-1
20 μm
1 μm
1 μm
1 μm
(a)
(b)
(c)

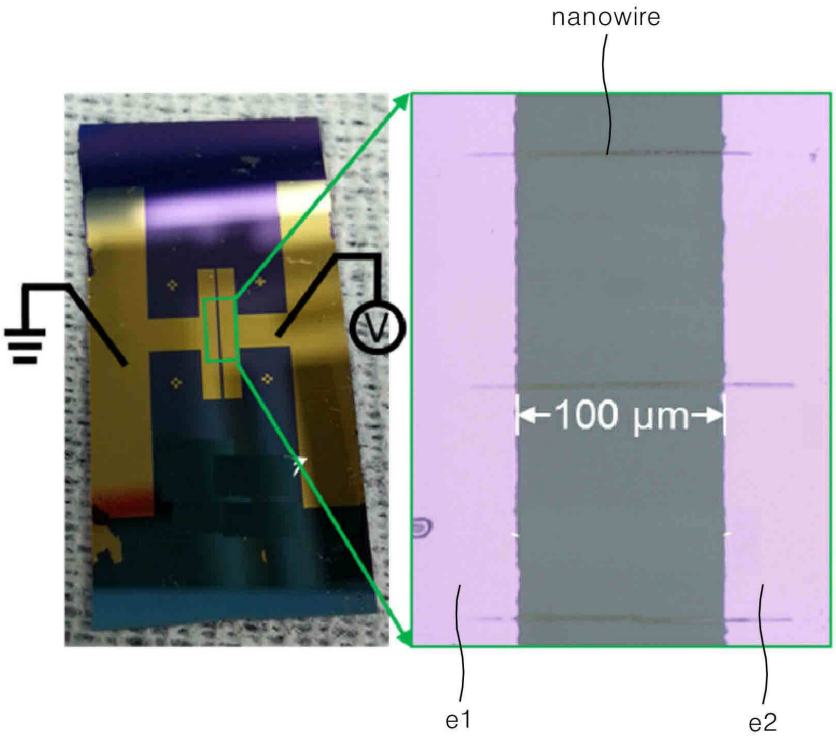
도면4


113
113
150
150
Outlet
Inlet
3 cm
5 cm
133
133

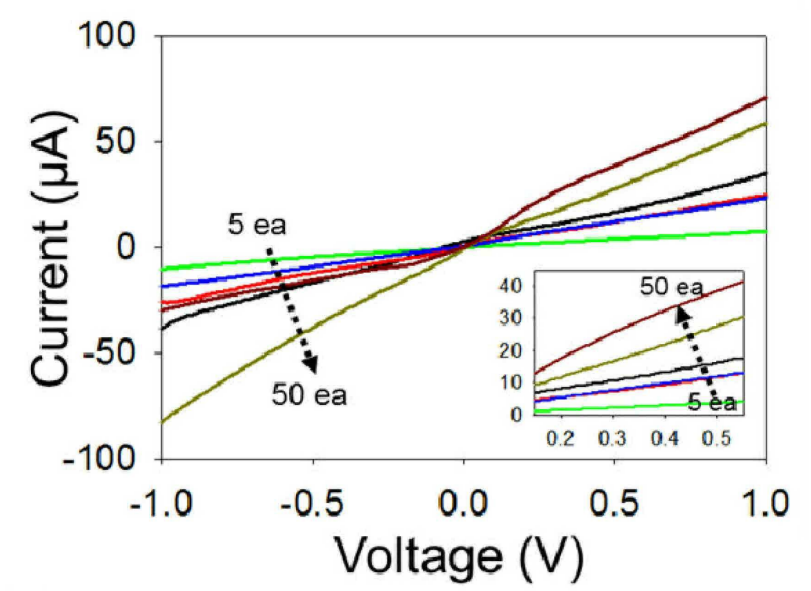
도면5


150
131-1
113-1
25°C
0 min
150 min
400 min
800 min
(a)
133-1
150
113-1
45°C
0 min
50 min
250 min
800 min
(b)

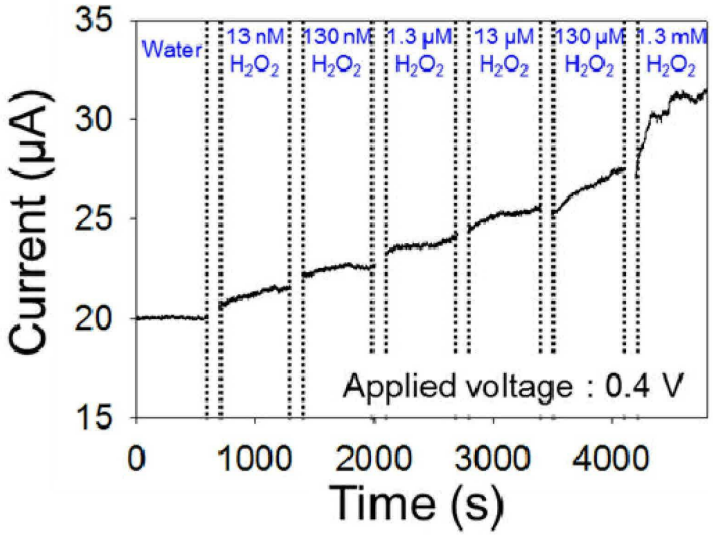
도면6


nanowire
V
100 μm
e1
e2

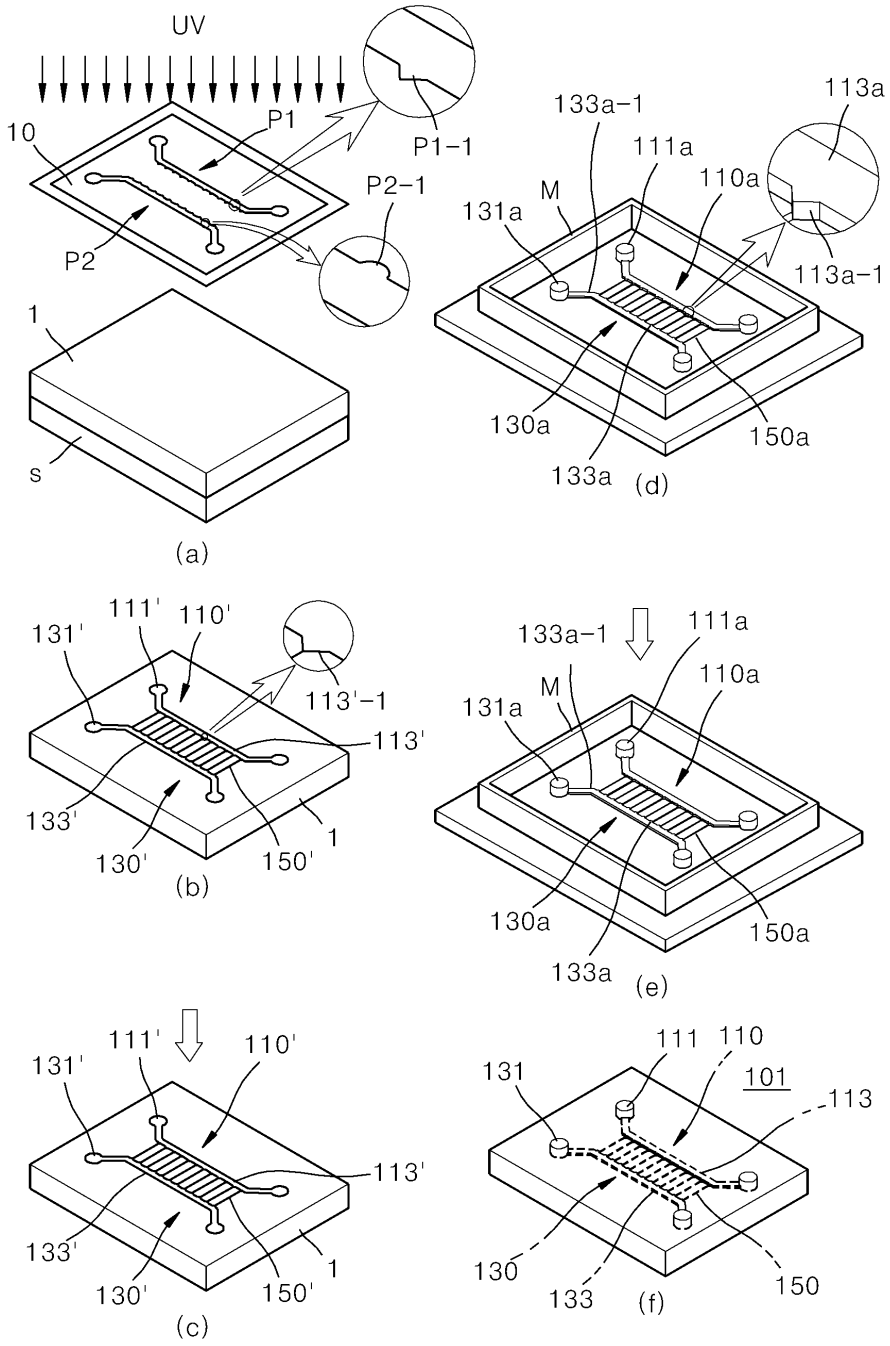
도면7


100
50
0
-50
-100
Current (μA)
5 ea
50 ea
-1.0
-0.5
0.0
0.5
1.0
Voltage (V)
40
30
20
10
0
50 ea
5 ea
0.2
0.3
0.4
0.5

도면8


35
30
25
20
15
Current (μA)
Water
13 nM H2O2
130 nM H2O2
1.3 μM H2O2
13 μM H2O2
130 μM H2O2
1.3 mM H2O2
Applied voltage : 0.4 V
0
1000
2000
3000
4000
Time (s)

도면9


UV
10
P1
P1-1
P2-1
P2
1
s
(a)
133a-1
111a
113a
M
131a
110a
113a-1
130a
150a
133a
(d)
111'
131'
110'
113'-1
113'
133'
130'
150'
1
(b)
133a-1
111a
M
110a
131a
130a
150a
133a
(e)
111'
131'
110'
113'
133'
130'
150'
1
(c)
111
110
131
101
113
130
133
150
(f)