



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년05월06일
(11) 등록번호 10-1260790
(24) 등록일자 2013년04월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 5/14 (2006.01) B82B 1/00 (2006.01)
B82B 3/00 (2006.01) C23C 14/24 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0029236
(22) 출원일자 2012년03월22일
심사청구일자 2012년03월22일
(56) 선행기술조사문헌
JP2007059647 A
KR100791352 B1

(73) 특허권자
한국표준과학연구원
대전 유성구 도룡동 1
(72) 발명자
이우
대전광역시 유성구 관평동 한화꿈에그린아파트
1007동 102호
한희
대전광역시 서구 변동 254-102
(74) 대리인
김종관, 박창희, 권오식

전체 청구항 수 : 총 10 항

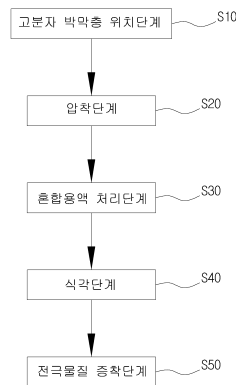
심사관 : 김창주

(54) 발명의 명칭 나노선 어레이 상부전극 형성방법 및 상부전극이 형성된 나노선 어레이

(57) 요약

본 발명은 나노선 어레이 상부전극 형성방법 및 상부전극이 형성된 나노선 어레이에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고분자 박막층 위치단계, 압착단계, 혼합용액 처리단계, 식각단계 및 전극물질 증착단계를 포함하여, 나노선의 일부에 고분자 박막층이 형성된 상태로 상부전극이 신뢰성 있게 형성됨으로써, 대면적의 실리콘 기판위에 정렬된 나노선 어레이를 기반으로 하는 다양한 나노소자를 구현할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-0030200

부처명 교육과학기술부

연구사업명 국가그린나노기술사업

연구과제명 반도체 공정기반 수직정렬 나노선 열전소자 원천기술개발

주관기관 한국표준과학연구원

연구기간 2010.09.01 ~ 2015.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

판 형상의 실리콘 기관(20) 상에 복수 개의 나노선(11)들이 배열된 나노선 어레이 상부전극 형성방법에 있어서, 상기 나노선 어레이(10)를 가열하고, 가열된 상기 나노선 어레이(10)의 상부에 고분자 박막층(40)을 위치하는 고분자 박막층 위치단계(S10);

상기 고분자 박막층 위치단계(S10)에서 상기 나노선 어레이(10)의 상부에 위치한 상기 고분자 박막층(40)에 압력을 가하는 압착단계(S20);

상기 고분자 박막층(40)이 상부에 압착된 상기 나노선 어레이(10)를 혼합용액에 담가 상기 고분자 박막층(40) 중의 일부를 제거하는 혼합용액 처리단계(S30);

상기 나노선(11)들의 일부분이 상기 고분자 박막층(40)을 통과하여 외부로 노출되도록 상기 고분자 박막층(40)을 식각하는 식각단계(S40); 및

상기 식각단계(S40)에서 외부로 노출된 상기 나노선(11)의 상부에 전극물질(50)을 증착하는 전극물질 증착단계(S50);를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노선 어레이 상부전극 형성방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고분자 박막층(40)은 고분자 층(41)과, 상기 고분자 층(41)의 상부에 구비되는 알루미늄 층(42)을 포함하여 형성되는 것을 특징으로 하는 나노선 어레이 상부전극 형성방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 고분자 층(41)은 열가소성 고분자로 형성되는 것을 특징으로 하는 나노선 어레이 상부전극 형성방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 혼합용액 처리단계(S30)는 상기 혼합용액이 $\text{CuCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 과 HCl 의 혼합용액이며, 상기 고분자 박막층(40)의 알루미늄 층(42)을 제거하는 것을 특징으로 하는 나노선 어레이 상부전극 형성방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 고분자 박막층 위치단계(S10) 이전에 상기 나노선(11)들을 수직으로 정렬하는 수직정렬 단계(S60)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 나노선 어레이 상부전극 형성방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 압착단계(S20)는 상기 고분자 박막층(40)을 10초 미만으로 압착하는 것을 특징으로 하는 나노선 어레이 상부전극 형성방법.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 고분자 박막층 위치단계(S10)는 상기 나노선 어레이(10)를 상기 고분자 층(41)을 이루는 열가소성 고분자

의 유리전이온도 $\pm 10^\circ\text{C}$ 범위 내의 온도까지 가열시키는 것을 특징으로 하는 나노선 어레이 상부전극 형성 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 식각단계(S40)는 산소 플라즈마 장치로 상기 고분자 박막층(40)을 식각하는 것을 특징으로 하는 나노선 어레이 상부전극 형성방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 전극물질 증착단계(S50)는 상기 전극물질(50)이 금인 것을 특징으로 하는 나노선 어레이 상부전극 형성방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의

나노선 어레이 상부전극 형성방법으로 형성되는 상부전극이 형성된 나노선 어레이.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 나노선 어레이 상부전극 형성방법 및 상부전극이 형성된 나노선 어레이에 관한 것으로서, 상기 나노선 어레이의 일부에 고분자 박막층을 형성시켜 상부전극을 상기 나노선 어레이에 형성함으로써, 나노선의 큰 비표면적을 활용하는 센서, 광전자소자와 같은 첨단 나노소자로 이용 가능한 나노선 어레이를 형성할 수 있는 나노선 어레이 상부전극 형성방법 및 상부전극이 형성된 나노선 어레이에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 지난 수년간 일차원 나노선은 독특한 전기적, 물리적, 화학적 특성에서 비롯한 과학적 연구의 중요성뿐만 아니라 최첨단 전자소자, 생화학 센서, 광전자소자 그리고 미래의 에너지 소자 등 다양한 차세대 나노 소자로의 응용 가능성 때문에 수많은 연구자들의 관심을 받아왔다. 그 결과 다양한 재료 및 형태의 나노선을 제조할 수 있는 기술의 발전이 크게 이루어졌다. 특히, 나노선이 어레이의 형태로 대면적의 실리콘 기판표면에 대해 임의의 각도로 정렬된 구조는 나노선의 종횡비와 집적도를 증가시킬 수 있는 기회를 제공하여 나노선의 비표면적을 최대로 활용할 수 있고, 나노 소자의 효율을 증가시킬 수 있게 된다. 그래서 최근에 이러한 구조의 나노선 기반 소자를 제작하기 위한 노력이 이루어지고 있다.

[0003] 이와 더불어, 나노선 기반 소자가 실용화되기 위해서는 대면적에 정렬되어 있는 나노선 각각의 물리적, 화학적 특성들이 효과적으로 수집되어 적절한 소자의 성능을 구현할 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 대면적의 실리콘 기판 표면 위에 정렬되어 있는 모든 나노선들이 하부 및 상부전극과 균일하고 안정한 접촉을 이루며 집적될 수 있는 기술의 개발이 선행되어야 한다. 또한 소자의 특성을 효율적으로 분석, 평가할 수 있는 기술도 개발되어야 한다. 하지만 종래의 기술로는 고집적도를 갖는 나노선 어레이를 균일한 길이로 대면적에 성장시키기 어렵다. 뿐만 아니라, 나노선 어레이에 신뢰성 있는 전극 형성 또한 기술적으로 한계가 있다. 이러한 이유로 지금까지의 나노선을 이용한 소자 제작은 주로 실리콘 기판에 평행하게 분산되어 있는 나노선에 전극을 리소그래피 공정을 통해 패터닝하여 접촉하는 방식이 주로 사용되어 왔다. 최근에 리소그래피를 이용하여 미리 형성된 브릿지(bridge) 형태의 상, 하부 전극에 선택적으로 나노선을 성장시켜서 나노선의 전극 접촉을 형성시킨 보고가 있었다. 하지만 이러한 방식은 복잡한 제작 공정과 고비용뿐만 아니라 집적도의 한계를 가지고 있다.

[0004] 가장 널리 이용되었던 방법은 실리콘 기판 표면에 성장시킨 나노선 어레이에 고분자 절연체를 몰딩 한 후 산소 플라즈마 처리를 통해 고분자를 식각함으로써 나노선의 팁 (tip) 부분만 선택적으로 노출시켜서 원하는 금속이나 반도체 물질과의 접촉을 형성시키는 방식이다. 그러나 이러한 방식은 고분자에 의해 나노선 표면들이 완전히 코팅되어서 나노선의 큰 비표면적을 활용하는 센서, 광전자소자와 같은 첨단 나노소자로는 응용하기가 어렵다는

단점이 있다. 또한 나노선 어레이의 중횡비가 커질 경우, 고분자 몰딩 과정에서 나노선들이 서로 뭉치게 되고, 정렬된 구조가 무너지기 때문에 이러한 공정들을 적용시키기 어렵다는 문제점이 있다.

[0005] 따라서, 나노선 기반 소자가 실용화되기 위해서는 대면적에 정렬된 중횡비가 큰 나노선 어레이를 경제적으로 제작할 수 있는 기술과, 나노선 어레이의 큰 비표면적 손실 없이, 우수한 신뢰성을 갖는 상, 하부 전극 형성 기술의 개발이 요구된다.

[0006] 이와 관련된 선행기술은 한국공개특허 제2012-0010465호('나노선 정렬 방법')에 게시된 바 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2012-0010465호(특허공개일 2012.02.03)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 나노선 어레이의 구조를 유지하고, 나노선의 표면이 노출된 상태에서 신뢰성 있도록 상부전극이 형성됨으로써, 대면적 실리콘 기판위에 정렬된 나노선 어레이를 기반으로 하는 다양한 나노소자를 구현할 수 있는 나노선 어레이 상부전극 형성방법 및 상부전극이 형성된 나노선 어레이를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은 판 형상의 실리콘 기판(20) 상에 복수 개의 나노선(11)들이 배열된 나노선 어레이(10) 상부에 전극을 형성하는 방법에 관한 것으로, 본 발명인 나노선 어레이 상부전극 형성방법은 상기 나노선 어레이(10)를 가열하고, 가열된 상기 나노선 어레이(10)의 상부에 고분자 박막층(40)을 위치하는 고분자 박막층 위치단계(S10);와, 상기 고분자 박막층 위치단계(S10)에서 상기 나노선 어레이(10)의 상부에 위치한 상기 고분자 박막층(40)에 압력을 가하는 압착단계(S20);와, 상기 고분자 박막층(40)이 상부에 압착된 상기 나노선 어레이(10)를 혼합용액에 담가 상기 고분자 박막층(40)을 중 일부를 제거하는 혼합용액 처리단계(S30);와, 상기 나노선(11)들의 일부분이 상기 고분자 박막층(40)을 통과하여 외부로 노출되도록 상기 고분자 박막층(40)을 식각하는 식각단계(S40); 및 상기 식각단계(S40)에서 외부로 노출된 상기 나노선(11)의 상부에 전극물질(50)을 증착하는 전극물질 증착단계(S50);를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 상기 고분자 박막층(40)은 고분자 층(41)과, 상기 고분자 층(41)의 상부에 구비되는 알루미늄 층(42)을 포함하되, 상기 고분자 층(41)은 열가소성 고분자로 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 혼합용액 처리단계(S30)는 상기 혼합용액이 $CuCl_2 \cdot H_2O$ 과 HCl의 혼합용액이며, 상기 고분자 박막층(40)의 알루미늄 층(42)을 제거하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 고분자 박막층 위치단계(S10) 이전에 상기 나노선(11)들을 수직으로 정렬하는 수직정렬 단계(S60)를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 압착단계(S20)는 상기 고분자 박막층(40)을 10초 미만으로 압착하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 고분자 박막층 위치단계(S10)는 상기 나노선 어레이(10)를 상기 고분자 층(41)을 이루는 열가소성 고분자의 유리전이온도 $\pm 10^\circ C$ 범위 내의 온도까지 가열시키는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 식각단계(S40)는 산소 플라즈마 장치로 상기 고분자 박막층(40)을 식각하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 전극물질 증착단계(S50)는 상기 전극물질(50)이 금인 것을 특징으로 한다.

[0017] 한편, 본 발명에 따른 상부전극이 형성된 나노선 어레이(10)는 상기 나노선 어레이 상부전극 형성방법으로 형성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 나노선 어레이 상부전극 형성방법은 단일 나노선에 국한되어 있던 나노선 기반 소자의 제작 기술을 대면적의 나노선 어레이 기반 소자의 제작으로 확대할 수 있도록 할 뿐만 아니라, 소자의 특성 분석에 있어 단일 나노선에서 나노선 어레이 형태의 벌크 특성 분석으로 확장시킬 수 있는 효과가 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 나노선 어레이 상부전극 형성방법 및 상기 나노선 어레이 상부전극 형성방법으로 상부전극이 형성된 나노선 어레이는 나노선 전체가 아닌 나노선 일부에 고분자 박막층이 형성되므로, 큰 비표면적을 활용할 수 있기 때문에 첨단 전자소자, 열전소자, 압전소자, 태양전지 뿐만 아니라, 센서, 광전자소자등 광범위한 나노선 기반 소자에 범용될 수 있는 효과가 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 나노선 어레이 상부전극 형성방법은 많은 비용과 시간을 요구하는 리소그래피 공정을 배제할 수 있으므로, 경제적이고 작업 시간 및 공정이 간소화되는 효과가 있으며, 상기 나노선 어레이의 일부에 형성된 고분자 박막층이 각각의 상기 나노선들을 지지함으로써, 상기 나노선 어레이가 후속공정 동안에도 정렬된 어레이 구조를 계속 유지할 수 있는 효과가 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 나노선 어레이 상부전극 형성방법 및 상기 나노선 어레이 상부전극 형성방법으로 상부전극이 형성된 나노선 어레이는 다른 물질의 증착으로 인한 나노선 표면의 오염을 방지할 수 있으므로, 고품질의 나노선을 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0022] 또한, 본 발명의 나노선 어레이 상부전극 형성방법 및 상기 나노선 어레이 상부전극 형성방법으로 상부전극이 형성된 나노선 어레이는 모든 나노선들이 균일하게 전극과 접촉될 수 있어, 나노선 각각의 물리적, 화학적 특성들이 동시에 수집될 수 있으며, 소자의 효율 또한 높일 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법을 나타낸 단계도.
- 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법을 나타낸 단계도.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법의 고분자 박막층 위치단계가 수행된 나노선 어레이를 나타낸 사시도.
- 도 4은 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법의 압착단계가 수행된 나노선 어레이를 나타낸 사시도.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법의 혼합용액 처리단계가 수행된 나노선 어레이를 나타낸 사시도.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법의 식각단계가 수행된 나노선 어레이를 나타낸 사시도.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법의 전극물질 증착단계가 수행되어 상부전극이 형성된 나노선 어레이를 나타낸 사시도.
- 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법으로 상부 전극이 형성된 나노선의 전기적 특성을 분석한 결과를 나타낸 그래프.
- 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법으로 상부 전극이 형성된 나노선 어레이의 전기적 특성을 분석한 결과를 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 나노선 어레이(10)는 판 형상의 실리콘 기판(20) 상에 복수 개의 나노선(11)이 배열되어 형성되며, 상기 나노선(11)들이 통과하는 복수 개의 홀이 형성된 금속박막(30)을 더 포함한다. 본 발명은 상기 나노선 어레이 상부전극 형성방법 및 상부전극이 형성된 나노선 어레이(10)에 관한 것으로, 이하, 상기한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명의 실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법 및 상부전극이 형성된 나노선 어레이(10)를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.

- [0025] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법을 나타낸 단계도이며, 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법을 나타낸 단계도로 도 1 및 도 2를 참조로 하여 본 발명의 실시예에 따른 나노선 어레이(10)의 상부전극 형성방법을 상세하게 설명한다.
- [0026] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법은 크게 고분자 박막층 위치단계(S10), 압착단계(S20), 혼합용액 처리단계(S30), 식각단계(S40) 및 전극물질 증착단계(S50)를 포함한다.
- [0027] 도 3은 상기 고분자 박막층 위치단계(S10)가 수행된 나노선 어레이(10)를 나타낸 사시도로, 도 3을 참조로 하여 상기 고분자 박막층 위치단계(S10)에 대하여 상세하게 설명한다. 상기 고분자 박막층 위치단계(S10)는 상기 나노선 어레이(10)를 가열하고, 가열된 상기 나노선 어레이(10)의 상부에 고분자 박막층(40)을 위치하는 단계이다.
- [0028] 또한, 상기 고분자 박막층(40)은 고분자 층(41)과 상기 고분자 층(41)의 상부에 형성된 알루미늄 층(42)을 포함하여 이루어진다. 상기 고분자 박막층(40)은 알루미늄 포일에 고분자 물질을 스펀코팅 처리함으로써 형성되며, 상기 고분자 물질은 열가소성 고분자인 것이 바람직하다. 즉, 상기 고분자 층(41)은 열가소성 고분자로 형성된다.
- [0029] 본 발명의 일실시예에 따른 고분자 박막층(40)은 알루미늄 포일에 열가소성 고분자인 폴리스타이렌을 5000rpm의 속도로 60초 동안 스펀코팅 처리하여 형성된 것으로, 두께는 1.3 μ m로 형성된다. 또한, 상기 고분자 층(41)은 폴리스타이렌 이외에도 열가소성 고분자라면 폴리메틸메타크릴레이트 등 본 발명의 목적에 벗어남 없이 다양한 물질로 형성될 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 고분자 박막층 위치단계(S10)는 상기 나노선 어레이(10)를 상기 고분자 층(41)을 이루는 열가소성 고분자의 유리전이온도 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 범위 내의 온도까지 가열시키는 것이 바람직하다. 본 발명의 일실시예에 따른 고분자 층(41)은 폴리스타이렌으로 형성되고 폴리스타이렌은 유리전이온도가 101 $^{\circ}\text{C}$ 이므로, 95 $^{\circ}\text{C}$ 이상 110 $^{\circ}\text{C}$ 이하로 가열되는 것이 가장 바람직하다.
- [0031] 즉, 상기 나노선 어레이(10)의 온도가 110 $^{\circ}\text{C}$ 를 초과할 경우, 상기 고분자 박막층(40)이 상기 나노선(11)의 하측 부분까지 빠르게 형성될 수 있으므로, 상기 나노선 어레이(10)는 95 $^{\circ}\text{C}$ 이상 110 $^{\circ}\text{C}$ 이하로 가열되는 것이 바람직하다.
- [0032] 도 4는 상기 압착단계(S20)가 수행된 나노선 어레이(10)를 나타낸 사시도로, 도 4를 참조하여 상기 압착단계(S20)를 설명한다. 상기 압착단계(S20)는 상기 고분자 박막층(40)에 압력을 가하여 상기 고분자 박막층(40)을 상기 나노선 어레이(10)에 압착하는 단계이다. 상기 압착단계(S20) 이후, 상기 고분자 박막층(40)은 상기 나노선(11)들의 상부 일부에 형성된다.
- [0033] 이 때, 상기 고분자 박막층(40)은 균일한 압력이 10초 미만으로 가해지는 것이 바람직하다. 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법의 압착단계(S20)는 상기 고분자 박막층(40)에 10N/cm²의 균일한 압력을 10초 미만으로 가한 것으로, 상기 압착단계(S20) 결과, 상기 고분자 박막층(40)이 상기 나노선(11)들의 상부 800nm에 형성된다.
- [0034] 도 5는 상기 혼합용액 처리단계(S30)가 수행된 나노선 어레이(10)를 나타낸 사시도로, 도 5를 참조하여 상기 혼합용액 처리단계(S30)를 상세하게 설명한다. 상기 혼합용액 처리단계(S30)는 상기 고분자 박막층(40)이 상부에 압착된 상기 나노선 어레이(10)를 혼합용액에 담가 상기 고분자 박막층(40) 중의 일부를 제거하는 단계이다.
- [0035] 이 때, 상기 혼합용액은 CuCl₂·H₂O과 HCl의 혼합용액일 수 있으며, 이는 상기 고분자 박막층(40)의 알루미늄 층(42)을 제거한다. 도 5에 도시한 바와 같이, 상기 혼합용액 처리단계(S30) 이후, 상기 고분자 박막층(40)의 알루미늄 층(42)이 제거되고, 상기 나노선(11)들의 상부 일부에 상기 고분자 층(41)이 형성된 상태가 된다.
- [0036] 도 6은 상기 식각단계(S40)가 수행된 나노선 어레이(10)를 나타낸 사시도로, 도 6을 참조하여 상기 식각단계

(S40)를 상세하게 설명한다. 상기 식각단계(S40)는 상기 나노선(11)들의 일부분이 상기 고분자 박막층(40)을 통과하여 외부로 노출되도록 상기 고분자 박막층(40)을 식각하는 단계이다.

[0037] 이 때, 산소 플라즈마 장치로 상기 나노선(11)들을 식각할 수 있으며, 상기 나노선(11)들을 식각하는 장치는 산소 플라즈마 장치 이외에도 본 발명의 목적에 벗어남 없이 다양하게 변형 실시 될 수 있다.

[0038] 본 발명의 일실시예에 따른 식각단계(S40)는 상기 산소 플라즈마 장치로 45W의 플라즈마 발생 파워와 0.15 mbar의 산소분압에서 3분 동안 상기 고분자 박막층(40)을 식각한 것으로, 상기 식각단계(S40)의 결과 상기 나노선(11)들의 상부 400 nm가 노출되는 것을 볼 수 있다.

[0039] 도 7은 상기 전극물질 증착단계(S50)가 수행되어 상부전극이 형성된 나노선 어레이(10)를 나타낸 사시도로, 도 7을 참조하여 상기 전극물질 증착단계(S50)를 상세하게 설명한다. 상기 전극물질 증착단계(S50)는 상기 나노선(11)들과 전극 상기 식각단계(S40)에서 외부로 노출된 상기 나노선(11)의 상부에 전극물질(50)을 증착하는 단계이다.

[0040] 이 때, 상기 나노선(11)들과 상기 전극물질(50)이 증착되어 형성되는 전극 사이에 저항 접촉을 이룰 수 있도록 하기 위하여, 상기 전극물질(50)은 금일 수 있으며, 금 이외에도 상기 전극물질(50)은 본 발명의 목적에 벗어남 없이 다양하게 변형 실시 가능하다. 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 상기 전극물질 증착단계(S50)는 200nm 두께의 금을 상부 전극으로 형성시킨 것이다.

[0041] 또한, 상기 나노선 어레이 상부전극 형성방법은 도 2의 단계도에 도시한 것과 같이, 상기 고분자 박막층 위치단계(S10) 이전에 수행되는 수직정렬 단계(S60)를 더 포함할 수 있다. 상기 나노선 어레이(10)는 제작과정 중 건조과정에서 상기 나노선(11)들이 표면장력으로 인해 다발을 이루어 수직정렬 구조가 무너지게 된다. 따라서, 상기 수직정렬 단계(S60)는 상기 나노선(11)들을 수직으로 정렬하는 단계로, 액체 이산화탄소 초임계 건조장치를 이용하여 상기 나노선(11)들을 수직으로 정렬한다.

[0042] 도 8은 단일 상기 나노선의 전기적 특성을 분석한 결과를 나타낸 그래프이며, 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법으로 상부 전극이 형성된 상기 나노선 어레이(10)의 전기적 특성을 분석한 결과를 나타낸 그래프이다. 도 8 및 도 9를 참조로 하여 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법으로 상부전극이 형성된 나노선 어레이(10)의 전기적 특성을 설명한다.

[0043] 도 8은 실리콘 기판에 대해 수평하게 놓인 단일 상기 나노선의 양단에 리소그래피 공정으로 전극물질(Au)을 패터닝한 후 그 전기적 특성을 분석한 것을 나타낸 그래프이며, 도 9는 상기 나노선 어레이 상부전극 형성방법으로 상부전극이 형성된 나노선 어레이(10)의 전기적 특성을 분석한 것을 나타낸 그래프로, 분석 장비는 일반적으로 사용되는 반도체 분석장치(Semiconductor Parameter Analyzer, Keithley)를 사용하였다.

[0044] 도 8 및 도 9는 전압(V)에 따른 전류(I)를 보여주는 그래프로, 도 9는 상기 나노선 어레이(10)의 그래프와 함께 상기 나노선 어레이(10)를 형성하는 원재료인 모재 실리콘 기판의 전기적 특성을 함께 도시하였다.

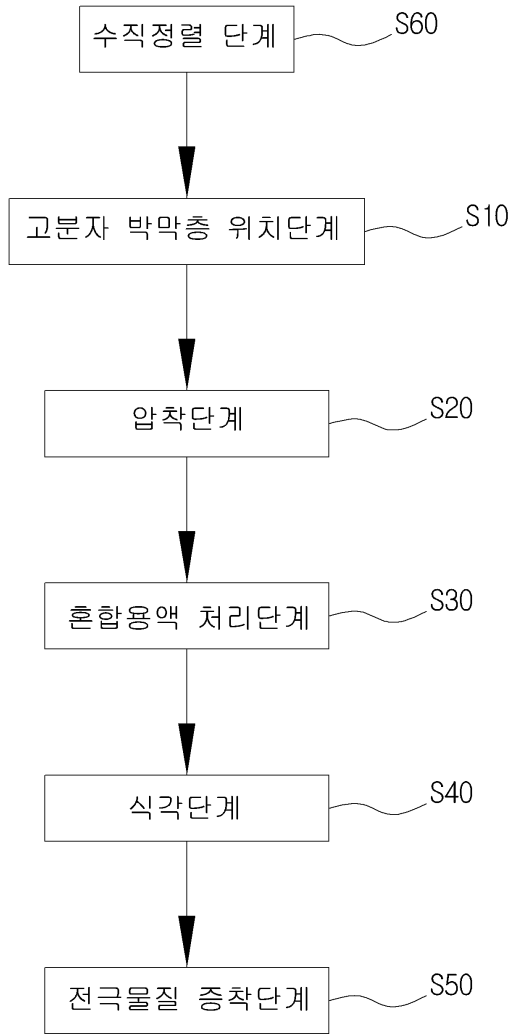
[0045] 도 8 및 도 9를 참조할 때, 상기 나노선(11), 나노선 어레이(10), 실리콘 기판(20) 모두 인가된 전압에 대해 선형적으로 전류가 증가하는 것을 보였으며, 이를 통해 세 가지 모두 저항접촉을 이루고 있는 것을 확인할 수 있다.

[0046] 또한, 단일 상기 나노선(11)은 그래프로부터 저항이 약 15.6 Ω cm로 측정되었으며, 이는 상기 나노선(11)을 제작하는데 사용되었던 모재 실리콘 기판 자체의 저항과 비슷한 값을 나타낸다. 상기 나노선 어레이(10) 역시 상기 실리콘 기판(20)과 유사한 전기 전도도를 갖는 것을 그래프를 통해 확인할 수 있다.

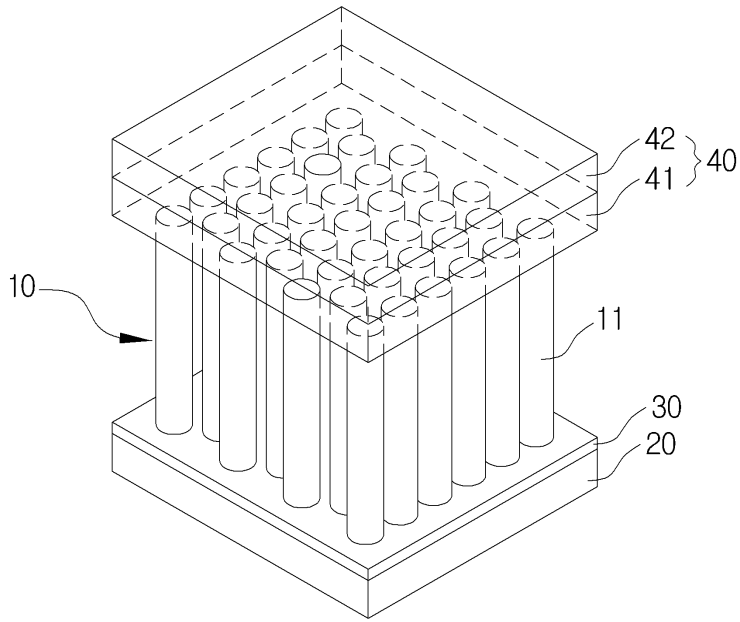
[0047] 따라서, 도 8 및 도 9를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 어레이 상부전극 형성방법으로 상부전극이 형성된 나노선 어레이(10)는 대면적에 정렬되어 각각의 상기 나노선(11)들의 물리적, 화학적 특성들이 효과적으로 수집되어 적절한 소자의 성능을 구현할 수 있음을 알 수 있다.

[0048] 즉, 본 발명의 나노선 어레이 상부전극 형성방법 및 상부전극이 형성된 나노선 어레이(10)는 단일 상기 나노선

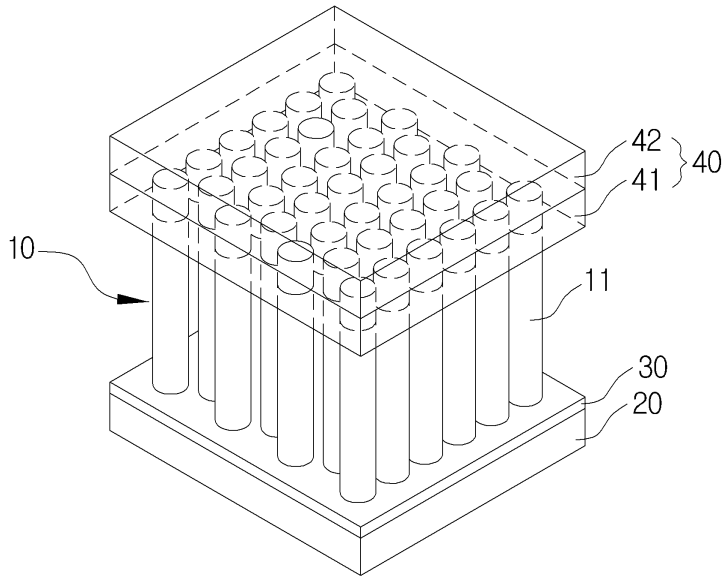
도면2



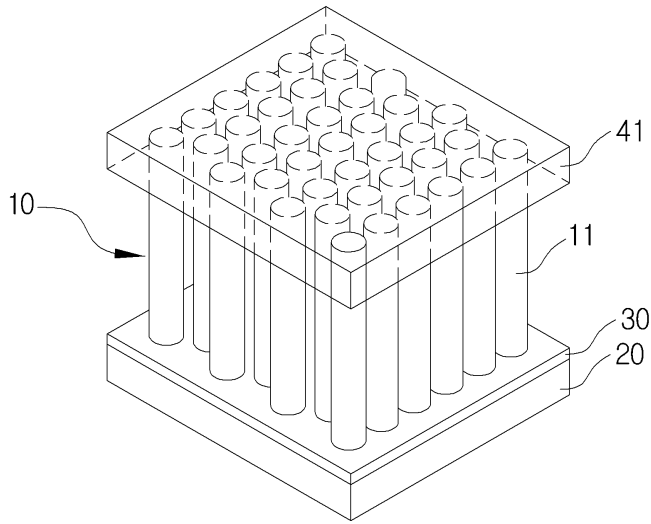
도면3



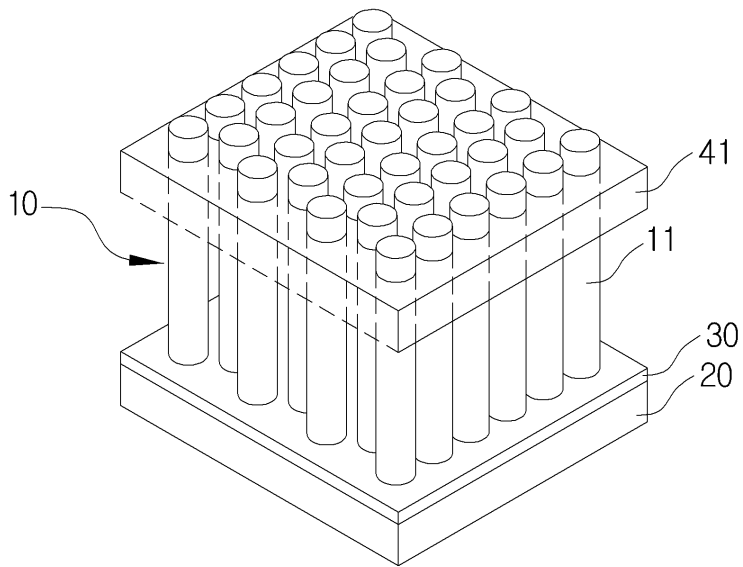
도면4



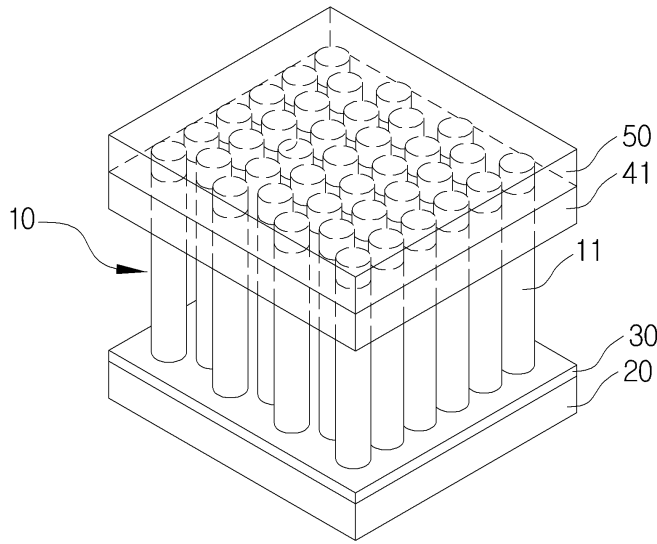
도면5



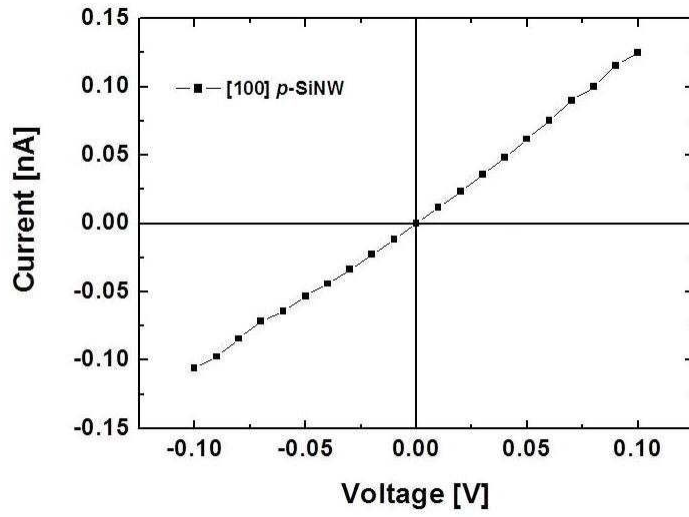
도면6



도면7



도면8



도면9

