



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0098236
(43) 공개일자 2010년09월06일

(51) Int. Cl.

B82B 3/00 (2006.01) B82B 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0017294

(22) 출원일자 2009년02월27일

심사청구일자 2009년02월27일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

하정숙

서울특별시 노원구 월계동 930 우남@ 101-2203

신건철

경기도 화성시 태안읍 기산동

행림마을삼성래미안1차아파트

김대일

서울특별시 성북구 안암동4가 29-3 304호

(74) 대리인

특허법인대아

전체 청구항 수 : 총 19 항

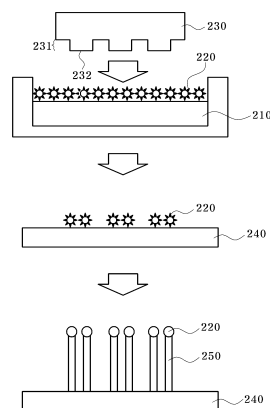
(54) 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법, 이를 이용한 나노선 형성 방법 및 그 방법으로 형성된 나노선을 이용한 나노선 소자

(57) 요약

랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법과 미세접촉 인쇄법을 이용한 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법 및 이를 이용한 나노선 형성 방법에 대하여 개시한다.

본 발명에 따른 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법은 (a)랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 나노입자 단분자막을 형성하는 단계; (b)표면에 패턴이 형성된 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 나노입자를 흡착시키는 단계; 및 (c)기판에 상기 고분자 스탬프의 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 프린팅하는 단계를 포함하여 이루어진다. 이때, 나노입자 단분자막은 (a1)제1용매에 나노입자가 분산된 나노입자 용액을 제조하는 단계; (a2)상기 제1용매와 비혼합성으로 상기 제1용매보다 비중 및 끓는점이 높은 제2용매에 상기 나노입자 용액을 포어링(pouring)하여, 상기 제2용매 상부에 상기 나노입자 용액이 혼합되지 않은 상태로 층을 형성하도록 하는 단계; 및 (a3)상기 제1용매를 제거하여, 상기 제2용매 상부에 상기 나노입자로 이루어진 단분자막을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R0A20070002010202008

부처명 한국과학재단

연구관리전문기관

연구사업명 국가지정연구실사업(NRL)

연구과제명 SiP(System in Package) 소자 응용을 위한 상향식(bottom-up) 다층 패터닝 공정

기여율

주관기관 한국과학재단

연구기간 2008년07월01일~2009년06월30일

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 랑뮈어-셰퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 나노입자 단분자막을 형성하는 단계;
- (b) 표면에 패턴이 형성된 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 나노입자를 흡착시키는 단계; 및
- (c) 기판에 상기 고분자 스탬프의 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 프린팅하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (a)단계는

- (a1) 제1용매에 나노입자가 분산된 나노입자 분산액(dispersion)을 제조하는 단계;
- (a2) 상기 제1용매와 비혼합성으로 상기 제1용매보다 비중 및 끓는점이 높은 제2용매에 상기 나노입자 분산액을 포어링(pouring)하여, 상기 제2용매 상부에 상기 나노입자 분산액이 혼합되지 않은 상태로 층을 형성하도록 하는 단계; 및
- (a3) 상기 제1용매를 제거하여, 상기 제2용매 상부에 상기 나노입자로 이루어진 단분자막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1용매는 클로로포름인 것을 특징으로 하는 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제2용매는 증류수인 것을 특징으로 하는 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 나노입자는 평균입경이 1~10nm인 금 입자인 것을 특징으로 하는 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 고분자 스탬프는 PDMS(poly dimethyl siloxane) 재질로 이루어진 것을 특징으로 하는 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법.

청구항 7

- (a) 랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 나노입자 단분자막을 형성하는 단계;
- (b) 표면에 패턴이 형성된 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 나노입자를 흡착시키는 단계;
- (c) 기판에 상기 고분자 스탬프의 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 프린팅하는 단계; 및
- (d) 상기 기판에 프린팅된 나노입자를 축매로 하여 나노선을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노선 형성 방법.

청구항 8

- (a) 랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 나노입자 단분자막을 형성하는 단계;
- (b1) 표면에 특정 방향으로 패턴이 형성된 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 상기 나노입자를 흡착시키는 단계;
- (c1) 기판에 상기 고분자 스탬프 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 1차 프린팅하는 단계;
- (b2) 상기 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 상기 나노입자를 흡착시키는 단계;
- (c2) 상기 기판에 상기 고분자 스탬프 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 2차 프린팅하되, 상기 (c1) 단계에서의 프린팅 방향과 교차하는 방향으로 프린팅하는 단계; 및
- (d) 상기 기판에 1차 및 2차 프린팅된 나노입자를 축매로 하여 나노선을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노선 형성 방법.

청구항 9

- (a) 랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 나노입자 단분자막을 형성하는 단계;
- (b1) 표면에 특정 방향으로 패턴이 형성된 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 상기 나노입자를 흡착시키는 단계;
- (c1) 기판에 상기 고분자 스탬프 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 1차 프린팅하는 단계;
- (d1) 상기 기판에 1차 프린팅된 나노입자를 축매로 하여 제1나노선을 형성하는 단계;
- (b2) 상기 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 상기 나노입자를 흡착시키는 단계;
- (c2) 상기 기판에 상기 고분자 스탬프 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 2차 프린팅하되, 상기 (c1) 단계에서의 프린팅 방향과 교차하는 방향으로 프린팅하는 단계; 및
- (d2) 상기 기판에 2차 프린팅된 나노입자를 축매로 하여 제2나노선을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노선 형성 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1나노선과 제2나노선은 서로 다른 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 나노선 형성 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 (c2)단계는 상기 고분자 스탬프의 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 제거하고, 상기 고분자 스탬프의 음각 부분에 흡착된 나노입자를 프린팅하는 것을 특징으로 하는 나노선 형성 방법.

청구항 12

제7항 내지 제11항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 (a)단계는

(a1)제1용매에 나노입자가 분산된 나노입자 분산액을 제조하는 단계;

(a2)상기 제1용매와 비혼합성으로 상기 제1용매보다 비중 및 끓는점이 높은 제2용매에 상기 나노입자 분산액을 포어링(pouring)하여, 상기 제2용매 상부에 상기 나노입자 분산액이 혼합되지 않은 상태로 층을 형성하도록 하는 단계; 및

(a3)상기 제1용매를 제거하여, 상기 제2용매 상부에 상기 나노입자로 이루어진 단분자막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노선 형성 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1용매는 클로로포름인 것을 특징으로 하는 나노선 형성 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 제2용매는 증류수인 것을 특징으로 하는 나노선 형성 방법.

청구항 15

제7항 내지 제11항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 나노입자는 평균입경이 1~10nm인 금 입자인 것을 특징으로 하는 나노선 형성 방법.

청구항 16

제7항 내지 제11항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 고분자 스탬프는 PDMS(poly dimethyl siloxane) 재질로 이루어진 것을 특징으로 하는 나노선 형성 방법.

청구항 17

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 (d)단계는 CVD 증착 방법으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 나노선 형성 방법.

청구항 18

제9항 내지 제11항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 (d1)단계 및 상기 (d2)단계는 CVD 증착 방법으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 나노선 형성 방법.

청구항 19

제7항 내지 제11항 중 어느 하나의 방법으로 형성된 나노선을 이용한 나노선 소자.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 수 나노미터의 직경을 갖는 나노선(nano wire) 성장용 촉매 패턴 형성 방법 및 이를 이용한 나노선 형성 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 금 나노입자와 같은 나노선 성장을 위한 촉매를 랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법과 미세접촉 인쇄법을 이용하여 원하는 기판 위에 단분자막으로 패터닝하고, 이를 나노선 성장의 촉매로 사용하여 동종 혹은 이종의 나노선을 패터닝하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지난 10여 년간 많은 연구 집단에서는 현재 반도체 소자의 해상도의 한계를 극복할 수 있는 대안으로 나노물질을 고려하고 있으며, 그에 관련한 많은 연구가 진행되고 있다.

[0003] 그 중에서도 수십 나노미터(nm)로부터 수 나노미터(nm)의 직경을 갖는 1차원 나노 물질인 나노선(nano wire)은 현재의 반도체 물질, 금속 물질 모두를 대체할 수 있을 것으로 기대하고 있으며, 궁극적으로 나노선만으로 이루어진 반도체 소자, 즉 나노선 소자(nano wire device)를 제작하기 위하여 많은 연구가 이루어지고 있다.

[0004] 종래의 나노선 성장 방법은 금(Au)과 같은 촉매 금속을 고가의 증착장비 등을 이용하여 고진공 내에서 증착하는 방법 등을 통하여 진행하였다. 또한 성장된 나노선을 패터닝(patterning)시 마스크 얼라이너(Mask Aligner) 장비 등을 이용하여 패터닝하였다.

[0005] 그러나 이러한 방법은 증착장비 내에서 나노선을 성장하는데 짧지 않은 시간이 요구되며, 또한 성장된 나노선을 별도로 패터닝(patterning)하여야 하는 번거로움이 있었다.

[0006] 이러한 문제점을 해결하고자, 증착된 얇은 금속 필름을 이용하지 않고 촉매입자를 용액 상에서 화학결합 또는 반데르발스 힘을 통해 기판 위에 올리고 이를 패터닝하는 연구가 진행되기도 했으나, 이 방법은 기본적으로 드라이 프로세스(dry process) 공정보다 용매 사용 측면에서 여러 불리한 점을 갖고 있다.

[0007] 또한, 미리 패터닝된 고분자 스탬프(Polymer Stamp) 위에 얇은 금속 필름을 증착하여 패터닝하는 방법이 제시되기도 하였지만, 이 방법 고분자 스탬프 상에 금속 필름을 증착하기 위해서는 증착장비의 사용이 불가피하며, 공정 시간이 오래 소요되는 문제점이 있다.

[0008] 따라서, 증착장비를 이용하지 않고도 짧은 시간 내에 미리 패터닝할 수 있으며, 이종의 나노선을 성장할 때 크로스 형태로 집합된 나노선 어레이(nano wire array)를 나노선 성장 단계에서 제작하는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0009] 본 발명의 목적은 나노선 성장을 위한 촉매 패턴을 형성함에 있어 증착장비 등의 고가의 장비를 필요로 하지 않으면서 또한 별도의 패터닝 공정을 요하지 않는 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 다른 목적은 상기의 촉매 패턴 형성 방법을 이용하여 동종의 물질 뿐만 아니라 이종 물질 간의 나노

선까지 접합 성장 가능한 나노선 형성 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0011] 상기 하나의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법은 (a)랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 나노입자 단분자막을 형성하는 단계; (b)표면에 패턴이 형성된 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 나노입자를 흡착시키는 단계; 및 (c)기판에 상기 고분자 스탬프의 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 프린팅하는 단계를 포함하여 이루어진다.
- [0012] 이때, 나노입자 단분자막은 (a1)제1용매에 나노입자가 분산된 나노입자 분산액을 제조하는 단계; (a2)상기 제1용매와 비혼합성으로 상기 제1용매보다 비중 및 끓는점이 높은 제2용매에 상기 나노입자 분산액을 포어링(pouring)하여, 상기 제2용매 상부에 상기 나노입자 분산액이 혼합되지 않은 상태로 층을 형성하도록 하는 단계; 및 (a3)상기 제1용매를 제거하여, 상기 제2용매 상부에 상기 나노입자로 이루어진 단분자막을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진다.
- [0013] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 형성 방법은 (a)랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 나노입자 단분자막을 형성하는 단계; (b)표면에 패턴이 형성된 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 나노입자를 흡착시키는 단계; (c)기판에 상기 고분자 스탬프의 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 프린팅하는 단계; 및 (d)상기 기판에 프린팅된 나노입자를 촉매로 하여 나노선을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진다.
- [0014] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 일실시예에 따른 나노선 형성 방법은 (a)랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 나노입자 단분자막을 형성하는 단계; (b1)표면에 특정 방향으로 패턴이 형성된 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 상기 나노입자를 흡착시키는 단계; (c1)기판에 상기 고분자 스탬프 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 1차 프린팅하는 단계; (b2)상기 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 상기 나노입자를 흡착시키는 단계; (c2)상기 기판에 상기 고분자 스탬프 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 2차 프린팅하되, 상기 (c1)단계에서의 프린팅 방향과 교차하는 방향으로 프린팅하는 단계; 및 (d)상기 기판에 1차 및 2차 프린팅된 나노입자를 촉매로 하여 나노선을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진다.
- [0015] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 일실시예에 따른 나노선 형성 방법은 (a)랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 나노입자 단분자막을 형성하는 단계; (b1)표면에 특정 방향으로 패턴이 형성된 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 상기 나노입자를 흡착시키는 단계; (c1)기판에 상기 고분자 스탬프 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 1차 프린팅하는 단계; (d1)상기 기판에 1차 프린팅된 나노입자를 촉매로 하여 제1나노선을 형성하는 단계; (b2)상기 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 상기 나노입자를 흡착시키는 단계; (c2)상기 기판에 상기 고분자 스탬프 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기판에 2차 프린팅하되, 상기 (c1)단계에서의 프린팅 방향과 교차하는 방향으로 프린팅하는 단계; 및 (d2)상기 기판에 2차 프린팅된 나노입자를 촉매로 하여 제2나노선을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진다.

효과

- [0016] 본 발명에 따른 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법은 종래의 나노선 성장 시 얇게 증착된 촉매를 이용하는 것에 비해서 증착기 등 고가의 공정장비가 필요하지 않으며, 촉매의 패턴닝 또한 기존의 얼라이너(aligner) 등을 이용한 패턴닝 공정에 비해서 저가이며 매우 쉬운 장점이 있다.
- [0017] 또한 본 발명에 따른 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법을 이용한 나노선 형성 방법은 기존의 기술과 달리 이중의 나노선을 접합하여 성장 가능하며, 이를 바로 나노선 접합 어레이 소자에 응용할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따른 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법을 이용한 나노선 형성 방법은 화학 기상 증착법을 통해 성장되는 많은 나노선에 응용 가능하며, 공정 내에 습식 화학 공정(Wet Chemical Process)이 필요 없으며,

이에 따라 플렉서블 디스플레이(Flexible Display) 등에 사용되는 플라스틱 기관 등 다양한 응용이 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0020] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법 및 이를 이용한 나노선 형성 방법에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법의 순서를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0022] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 나노선 성장용 촉매 패턴은 나노입자 단분자막 형성 단계(S110), 나노입자 흡착 단계(S120) 및 나노입자 프린팅 단계(S130)를 포함하여 이루어진다.
- [0023] 나노입자 단분자막 형성 단계(S110)에서는 랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 나노입자 단분자막(mono layer)을 형성한다.
- [0024] 랑뮈어-쉐퍼 방법은 나노입자가 분산된 분산액(dispersion)을 이용한 단분자막 형성 방법으로, 구체적으로는 제1용매에 나노입자가 분산된 나노입자 분산액을 제조하고, 상기 제1용매와 섞이지 않는 비혼합성으로 상기 제1용매보다 비중 및 끓는점이 높은 제2용매에 상기 나노입자 분산액을 포어링(pouring)하여 상기 제2용매 상부에 상기 나노입자 분산액이 혼합되지 않은 상태로 층을 형성하도록 한 후, 상기 제1용매를 제거함으로써 상기 제2용매 상부에 상기 나노입자로 이루어진 단분자막을 형성하는 과정으로 이루어질 수 있다.
- [0025] 이때, 나노입자는 제1용매에 용해되는 것이 아니라 제1용매에 분산되는 것이며, 나노입자 분산액을 포어링 한 후에는 제1용매를 증발 등을 통해 완전히 제거하여, 나노입자들만으로 이루어진 단분자막을 형성한다.
- [0026] 본 발명에서 나노입자는 나노선을 성장시키기 위한 촉매 물질로서, 평균입경이 1~10nm인 금(Au) 입자일 수 있다.
- [0027] 랑뮈어-쉐퍼 방법으로 나노입자로 이루어진 단분자막을 형성하는 일례로, 증류수와는 혼합되지 않으며 증류수보다 비중이 낮은 클로로포름에 금 나노입자를 분산시키고, 증류수에 단분자막이 형성될 정도로 금 나노입자 분산액을 포어링 한 후, 클로로포름이 완전히 증발될 때까지 10분정도 대기하면, 증류수 상에 금 나노입자 단분자막이 형성된다.
- [0028] 나노입자 흡착 단계(S120)에서는 표면에 패턴이 형성된 고분자 스탬프(Polymer Stamp)를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 고분자 스탬프의 패턴에 나노입자를 흡착시킨다.
- [0029] 고분자 스탬프는 유연한 특성으로 인하여 임프린트 리소그래피 공정 등에 널리 이용되는 PDMS(poly dimethyl siloxane) 재질로 이루어질 수 있으며, 고분자 스탬프 표면의 패턴은 금속 재질의 스탬프로부터 패턴 전사 방법 등을 통하여 형성될 수 있다.
- [0030] 나노입자 프린팅 단계(S130)에서는 고분자 스탬프의 패턴에 나노입자를 흡착시킨 후, 고분자 스탬프 표면의 제2용매를 제거한 후, 나노선을 성장하고자 하는 기관에 고분자 스탬프의 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 즉 미세접촉 인쇄법으로 고분자 스탬프의 패턴 표면의 나노입자를 기관에 프린팅한다.
- [0031] 나노입자를 프린팅한 후 고분자 스탬프를 분리하면 기관 상에는 나노선 성장을 위한 패턴화된 나노입자 촉매가 형성된다.
- [0032] 상기의 단계들을 통해 형성되는 나노선 성장용 촉매 패턴은 랑뮈어-쉐퍼 방법 및 미세접촉 인쇄법을 이용한 것으로, 증착 장비와 같은 고가의 장비를 요하지 않으며, 또한 공정 시간 또한 짧은 장점이 있다. 또한, 종래에는 많은 금 촉매가 소요되었으나, 본 발명에서는 패턴 부분에만 금 촉매가 소요되는 장점이 있다.

- [0033] 도 2는 본 발명에 따른 나노선 형성 방법의 제1실시예를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0034] 본 발명에 따른 나노선 형성 방법은 상술한 촉매 패턴 형성 방법으로 기판 상에 촉매 패턴을 형성한 후, 상기 촉매를 이용하여 CVD 방법 등으로 나노선을 성장시킨다.
- [0035] 도 2를 참조하면, 나노선을 형성하기 위하여, 우선 랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 제2용매(210) 상에 나노입자(220)로 이루어진 단분자막을 형성하고, 표면에 패턴(231)이 형성된 고분자 스탬프(230)를 나노입자 단분자막에 접촉시켜 고분자 스탬프의 패턴에 나노입자를 흡착시킨 후, 기판(240)에 고분자 스탬프(230)의 패턴 표면, 즉 양각 부분(232)에 흡착된 나노입자를 접촉시켜 기판에 프린팅함으로써, 기판(240)에 촉매 패턴을 형성한다. 이후, 기판(240)에 프린팅된 나노입자(220)를 촉매로 하여 나노선을 성장시키는데, 나노선(250)의 성장은 기존의 CVD 방법으로 이루어질 수 있다.
- [0036] 상기 고분자 스탬프(230) 표면에 형성된 패턴(231)은 교차형으로 형성되는 것이 1회의 프린팅으로 기판 상에 촉매 패턴을 형성할 수 있으므로, 가장 바람직하다. 그러나, 고분자 스탬프(230) 표면에 교차형으로 패턴을 형성하는 것은 좌우방향과 같이 특정방향으로 패턴을 형성하는 것보다 제조 비용 측면에서 문제가 될 수 있다.
- [0037] 고분자 스탬프(230)에 교차형으로 패턴이 형성된 것이 아니고, 특정 방향으로만 패턴이 형성된 경우에는 상기의 프린팅을 2회 이상 수행하면 거의 동일한 결과를 얻을 수 있다. 예를 들어, 1차 프린팅시에는 좌우방향으로 프린팅을 행하고, 2차 프린팅시에는 상하방향으로 프린팅을 행하는 경우 교차형의 촉매 패턴을 형성할 수 있다.
- [0038] 도 3은 본 발명에 따른 나노선 형성 방법의 제2실시예를 개략적으로 도시한 순서도이다.
- [0039] 도 3을 참조하면, 본 실시예에 따른 나노선 형성 방법은 나노입자 단분자막 형성 단계(S310), 나노입자 흡착단계(S320), 나노입자 1차 프린팅 단계(S330), 나노입자 재흡착단계(S340), 나노입자 2차 프린팅 단계(S350) 및 나노선 성장 단계(S360)를 포함하여 이루어진다.
- [0040] 나노입자 단분자막 형성 단계(S310)에서는 전술한 바와 같이, 랑뮈어-쉐퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 나노입자 단분자막을 형성한다.
- [0041] 나노입자 흡착단계(S320)에서는 표면에 특정 방향으로 패턴이 형성된 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 상기 나노입자를 흡착시킨다.
- [0042] 나노입자 1차 프린팅 단계(S330)에서는 기판에 상기 고분자 스탬프 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 나노입자를 상기 기판에 특정 방향으로 1차 프린팅한다.
- [0043] 나노입자 재흡착단계(S340)에서는 1차 프린팅 이후, 고분자 스탬프를 나노입자 단분자막에 다시 접촉시켜, 고분자 스탬프의 패턴에 나노입자를 다시 흡착시킨다.
- [0044] 나노입자 2차 프린팅 단계(S350)에서는 1차 프린팅된 기판에 고분자 스탬프 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 다시 접촉시켜, 나노입자를 기판에 1차 프린팅된 방향과 교차하는 방향으로 2차 프린팅한다.
- [0045] 상기 과정들을 통하여 기판 상에 교차형 촉매 패턴을 형성할 수 있다. 이후, 전술한 바와 같이, CVD 방법 등으로 상기 형성된 나노패턴을 촉매로 하여 나노선을 성장시킨다(S360).
- [0046] 도 3에 제시된 나노선 형성 방법은 특정방향으로 패턴이 형성된 고분자 스탬프를 이용하여 2차례에 걸친 프린팅을 통하여 교차형 촉매 패턴을 형성할 수 있으며, 1회의 나노선 성장 과정을 거치게 되므로, 동일한 물질의 나노선을 형성시키는데 적합하다.
- [0047] 도 4 및 도 5는 본 발명에 따른 나노선 형성 방법의 제3실시예를 개략적으로 도시한 것으로, 기판(240)에 1차 프린팅된 촉매 패턴을 이용하여 특정 방향으로 패턴화된 제1나노선(510)을 형성한 후, 1차 프린팅된 촉매 패턴과 교차하도록 2차 프린팅된 촉매 패턴을 이용하여 제1나노선(510)의 패턴 방향과 교차하는 방향으로 패턴화된 제2나노선(520)을 형성하는 것이다.
- [0048] 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 나노선 형성 방법은 나노입자 단분자막 형성 단계(S410), 나노입자 흡착단계(S420), 나노입자 1차 프린팅 단계(S430), 제1나노선 성장 단계(S440), 나노입자 재흡착단계(S450), 나노입자 2차 프린팅 단계(S460) 및 제2나노선 성장 단계(S470)를 포함하여 이루어진다.

- [0049] 나노입자 단분자막 형성 단계(S410)에서는 랑뮈어-셰퍼(Langmuir-Schaffer) 방법으로 나노입자 단분자막을 형성한다. 나노입자 흡착단계(S420)에서는 표면에 특정 방향으로 패턴이 형성된 고분자 스탬프를 나노입자 단분자막에 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 상기 나노입자를 흡착시킨다. 나노입자 1차 프린팅 단계(S430)에서는 나노선을 형성하고자 하는 기관에 상기 고분자 스탬프 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 접촉시켜, 상기 나노입자를 기관에 1차 프린팅한다. 제1나노선 성장 단계(S440)에서는 CVD 등의 방법으로 기관에 1차 프린팅된 나노입자를 촉매로 하여 특정 방향으로 패턴화된 제1나노선(510)을 형성한다.
- [0050] 제2나노선(520)은 상술한 제1나노선을 형성하는 단계(S420~S440)를 반복 수행하여 형성할 수 있다. 즉, 나노입자 재흡착단계(S450)에서는 상기 고분자 스탬프를 상기 나노입자 단분자막에 다시 접촉시켜, 상기 고분자 스탬프의 패턴에 상기 나노입자를 재흡착시킨다.
- [0051] 나노입자 2차 프린팅 단계(S460)에서는 제1나노선이 성장된 기관에 상기 고분자 스탬프 패턴 표면에 흡착된 나노입자를 1차 프린팅한 방향과 교차하는 방향으로 다시 접촉시켜, 상기 나노입자를 상기 기관에 2차 프린팅한다.
- [0052] 이때, 2차 프린팅은 경우에 따라서는 도 5에 도시된 바와 같이, 고분자 스탬프의 음각 부분에 흡착된 나노입자를 프린팅하여 이루어질 수 있다. 이는, 고분자 스탬프 패턴에 나노입자를 흡착한 후, 고분자 스탬프의 패턴 표면, 즉 양각 부분의 나노입자를 나노선을 형성하기 위한 다른 기관에 프린팅한 후, 음각 부분이 제1나노선이 성장된 기관에 접촉할 정도의 힘을 가해 고분자 스탬프의 음각 부분에 흡착된 나노입자를 프린팅하여 이루어질 수 있다.
- [0053] 제2나노선 성장 단계(S470)에서는 제1기관에 2차 프린팅된 나노입자를 촉매로 하여 제1나노선과 교차하는 방향으로 패턴화된 제2나노선(520)을 형성한다.
- [0054] 본 실시예에서는 2회에 걸친 나노선의 성장이 있게 되므로, 동일한 물질 뿐만 아니라, 이종의 물질들의 나노선을 성장시킬 수 있다. 예를 들어 좌우방향으로는 SnO_2 나노선을 성장시키고, 상하방향으로는 Ga_2O_3 나노선을 성장시킬 수 있다. 교차되는 부분에서는 2가지 물질 모두의 나노선이 성장된다.
- [0055] 도 6a는 본 발명의 제1실시 예에 따른 방법으로 형성된 SnO_2 나노선의 이미지를 나타낸 것이고, 도 6b는 이를 확대한 사진이다.
- [0056] 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 형성된 SnO_2 나노선은 좌우방향을 따라 패턴닝되어 형성되어 있음을 확인할 수 있다.
- [0057] 도 7a는 본 발명의 제2실시 예에 따른 방법으로 형성된 Ga_2O_3 나노선의 이미지를 나타낸 것이고, 도 7b는 도 7a를 확대한 사진이다. 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 형성된 Ga_2O_3 나노선은 수직방향 및 수평방향으로 형성되어 있음을 확인할 수 있다.
- [0058] 도 8a는 본 발명의 제3실시 예에 따른 방법으로 형성된 $\text{SnO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3$ 나노선의 이미지를 나타낸 것이고, 도 8b는 도 8a의 교차하는 부분을 확대한 사진이다.
- [0059] 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 기관 상에 교차형으로 SnO_2 및 Ga_2O_3 나노선이 각각 수평방향 및 수직방향을 따라서 성장되어 있음을 알 수 있고, 교차하는 부분에서는 SnO_2 및 Ga_2O_3 각각의 나노선 모두가 성장되어 있음을 알 수 있다.
- [0060] 이상에서는 본 발명의 일 실시예를 중심으로 설명하였지만, 당업자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

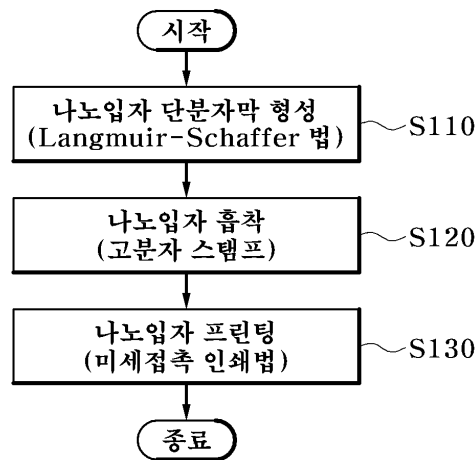
도면의 간단한 설명

- [0061] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 나노선 성장용 촉매 패턴 형성 방법의 순서를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0062] 도 2는 본 발명에 따른 나노선 형성 방법의 제1실시예를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0063] 도 3은 본 발명에 따른 나노선 형성 방법의 제2실시예를 개략적으로 도시한 순서도이다.

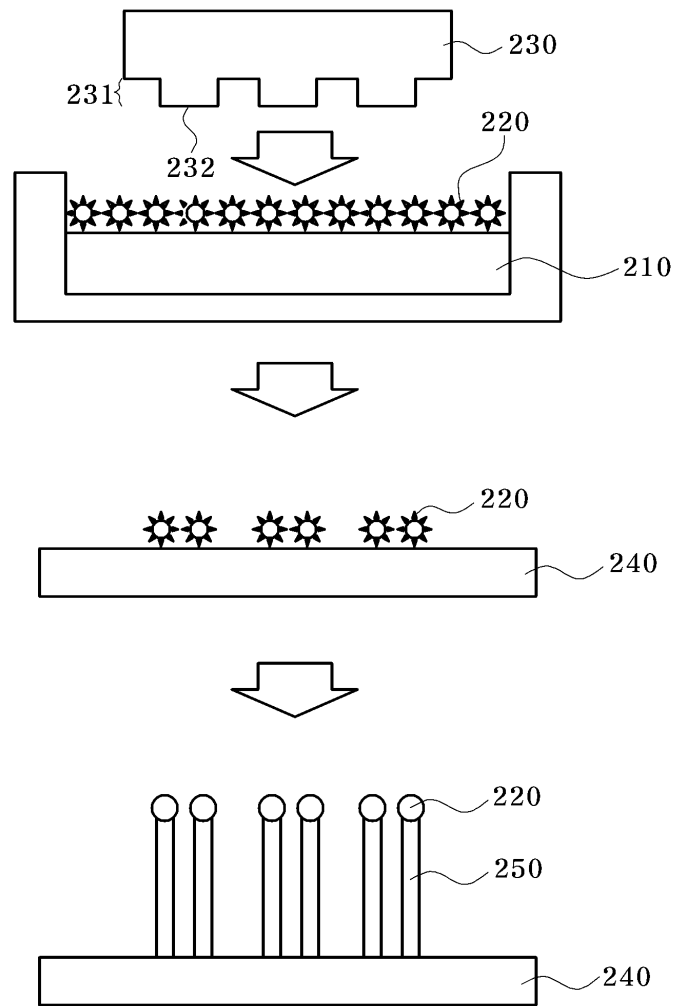
- [0064] 도 4 및 도 5는 본 발명에 따른 나노선 형성 방법의 제3실시예를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0065] 도 6a는 본 발명의 제1실시예에 따른 방법으로 형성된 SnO_2 나노선의 이미지를 나타낸 것이고, 도 6b는 도 6a의 점선으로 도시된 부분을 확대한 사진이다.
- [0066] 도 7a는 본 발명의 제2실시예에 따른 방법으로 형성된 Ga_2O_3 나노선의 이미지를 나타낸 것이고, 도 7b는 도 7a를 확대한 사진이다.
- [0067] 도 8a는 본 발명의 제3실시예에 따른 방법으로 형성된 $\text{SnO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3$ 나노선의 이미지를 나타낸 것이고, 도 8b는 도 8a의 교차하는 부분을 확대한 사진이다.

도면

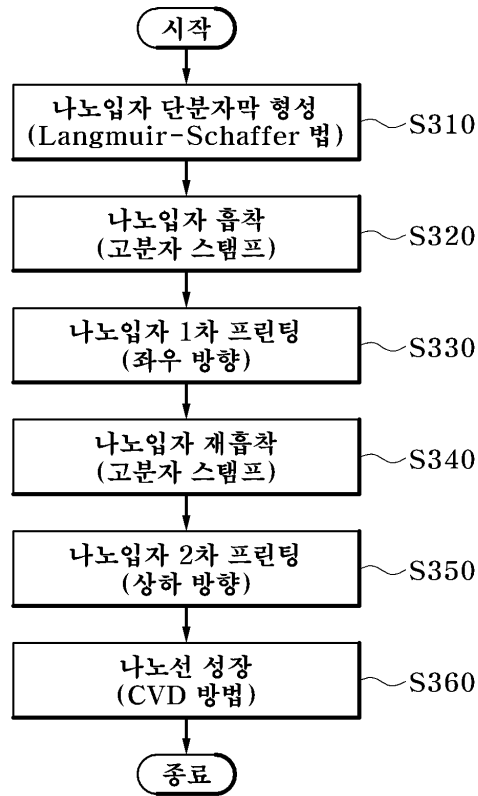
도면1



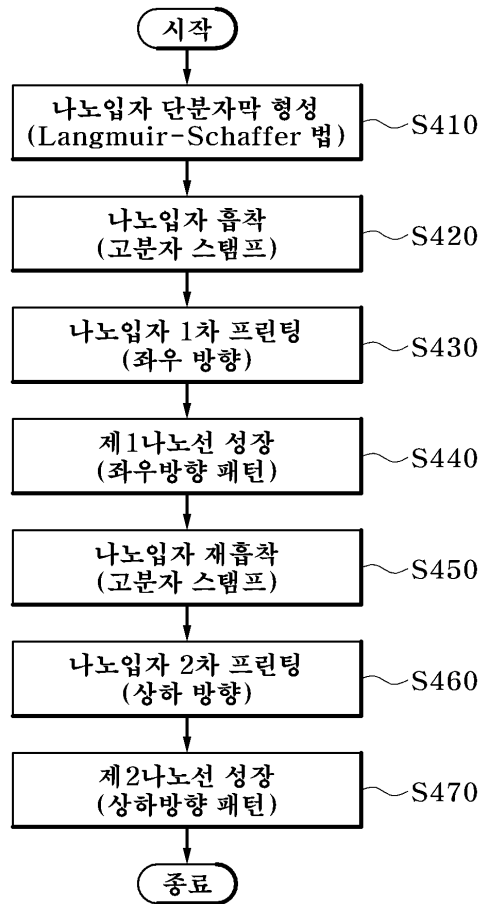
도면2



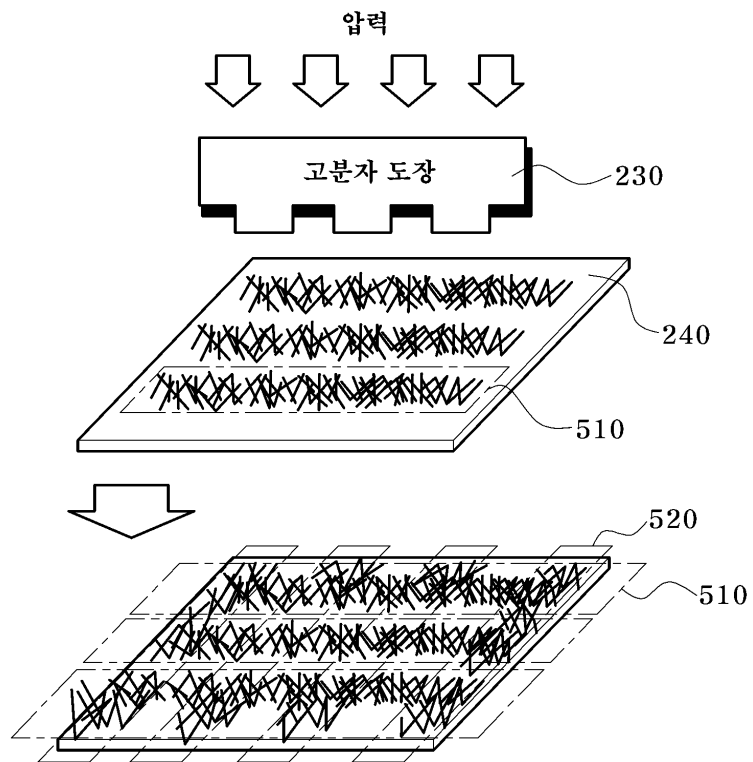
도면3



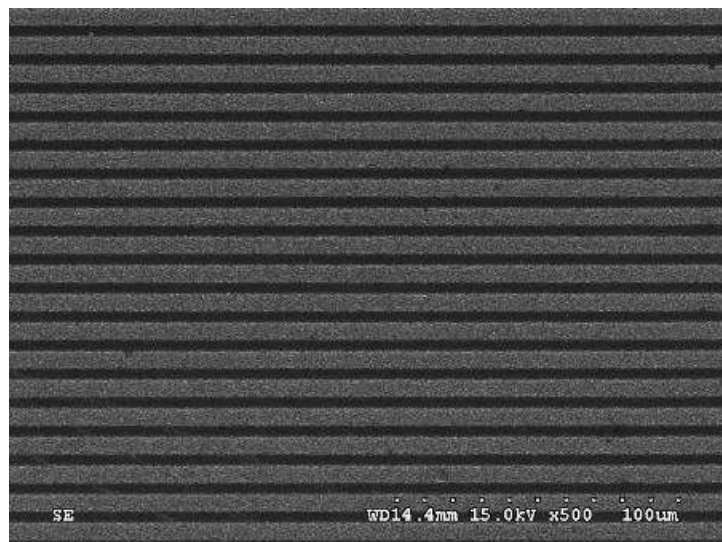
도면4



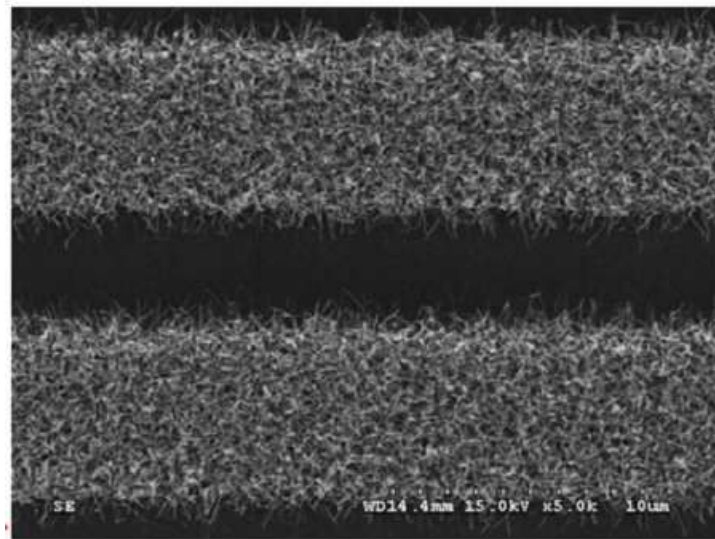
도면5



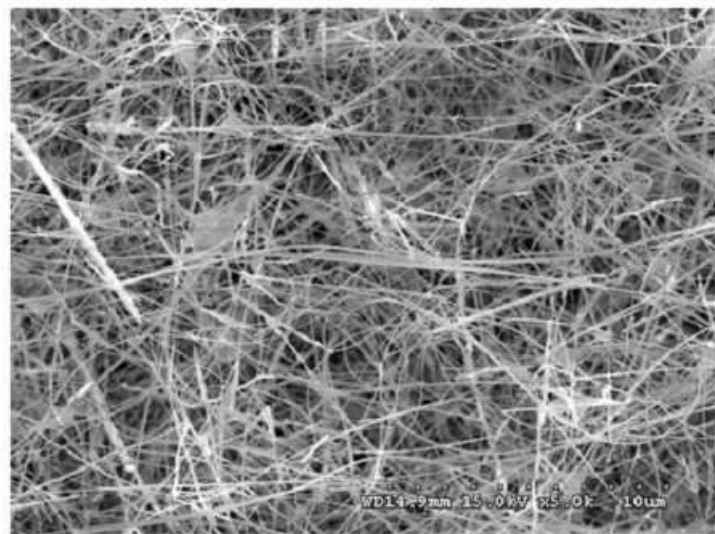
도면6a



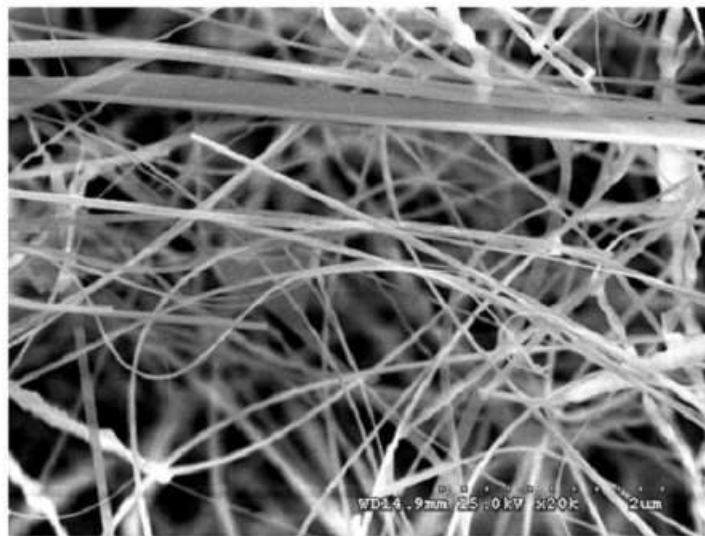
도면6b



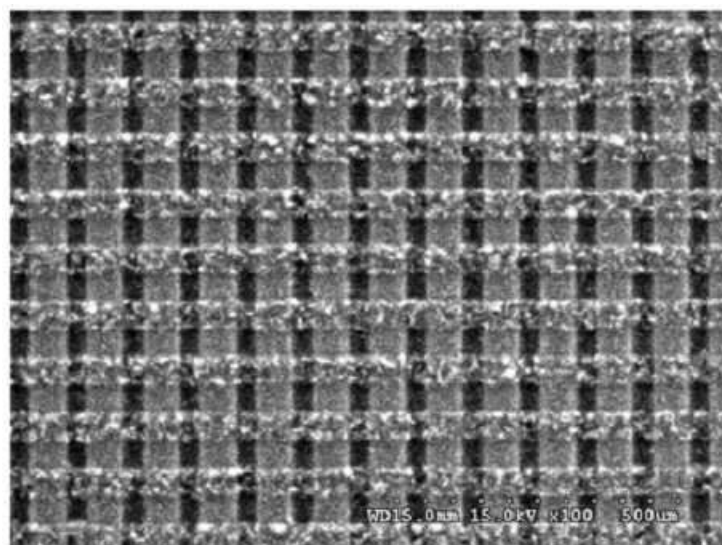
도면7a



도면7b



도면8a



도면8b

