

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2011-0096379 (43) 공개일자 2011년08월30일
(51) Int. Cl. <i>B82B 3/00</i> (2006.01) <i>H01L 21/027</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2010-0015799 (22) 출원일자 2010년02월22일 심사청구일자 2010년02월22일	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가 1 (72) 발명자 신건철 서울특별시 성북구 안암동5가 128-12 408호 하정숙 서울특별시 강남구 대치동 선경아파트 1-302 (74) 대리인 특허법인이지	

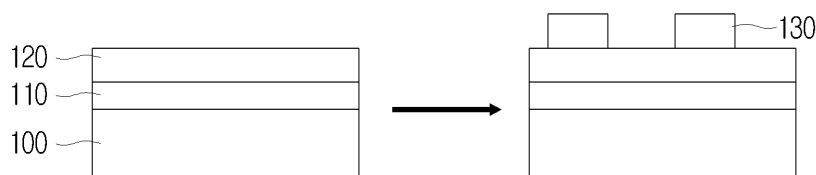
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법 및 이를 이용하여 수평 성장된 나노선의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법 및 이를 이용하여 수평 성장된 나노선의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 기판 위에 적층된 서로 다른 종류의 박막을 선택적으로 식각하여 나노선 성장을 위한 촉매를 박막의 패턴층 측면에 선택적으로 증착할 수 있게 함으로써 수평방향으로 나노선을 성장시킬 수 있어 수평 성장된 나노선을 보다 효율적으로 제조할 수 있는 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 성장역 제층을 별도로 사용하지 않더라도 수평방향으로 성장된 나노선을 제조할 수 있어 수평소자의 제작에 필요한 나노선을 보다 효율적으로 제조할 수 있고, 이를 다이오드 등 다양한 소자에 응용이 가능하다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 MEST 2007-0056879

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 SIP 소자 응용을 위한 상향식 다층 패터닝 공정

기여율

주관기관 한국연구재단

연구기간 2007년 07월 01일 ~ 2012년 06월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

서로 다른 종류의 식각가능한 제1박막 및 제2박막이 순차적으로 적층된 기판을 준비하는 단계;

상기 기판의 제2박막 상면에 포토레지스트 패턴층을 형성하는 단계;

상기 제2박막을 선택적으로 식각하여 상기 기판에 형성된 포토레지스트 패턴에 따라 제2박막 패턴층을 형성하는 단계;

상기 포토레지스트 패턴층 및 제2박막 패턴층의 측면에 금속 촉매를 증착시키는 단계;

상기 금속 촉매가 패턴층의 측면에 증착된 기판의 제1박막을 선택적으로 식각하여 상기 패턴층에 따라 제1박막 패턴층을 형성하는 단계; 및

상기 포토레지스트, 제2박막 및 제1박막으로 이루어지는 패턴층으로부터 포토레지스트를 선택적으로 제거하여 패턴상에 남아있는 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함하는 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 포토레지스트 패턴층은 포토레지스트 조성물을 제2박막의 상부에 도포한 포토레지스트층 위에 소정의 패턴을 갖는 마스크를 덮어준 후 자외선을 조사하고 현상함으로써 형성하는 것을 특징으로 하는 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 포토레지스트 패턴층 및 제2박막 패턴층의 측면에 금속 촉매를 증착시키는 단계는

상기 기판을 기울여 포토레지스트 및 제2박막으로 이루어지는 패턴층의 측면이 상부를 향하도록 한 상태에서 금속 증착기에 넣고 금속촉매를 증착시키는 것을 특징으로 하는 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 기판을 기울이는 각도는 85° ~ 90° 의 범위임을 특징으로 하는 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 서로 다른 종류의 제거가능한 제1박막 및 제2박막이 순차적으로 적층된 기판은 실리콘-실리콘 옥사이드-실리콘 기판임을 특징으로 하는 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 기판의 실리콘으로 이루어진 제2박막의 선택적 식각은 반응성 이온 식각(Reactive Ion Etching)법으로 수행하는 것을 특징으로 하는 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 기관의 실리콘 옥사이드로 이루어진 제1박막의 선택적 식각은 HF 용액을 이용하여 수행하는 것을 특징으로 하는 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 HF 용액의 농도는 10~80% 임을 특징으로 하는 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 포토레지스트의 제거는 아세톤을 이용하는 것을 특징으로 하는 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 방법으로 패턴층의 측면에 금속촉매가 증착된 기관을 제조하는 단계; 및

상기 패턴층의 측면에 증착된 금속촉매로부터 나노선을 성장시키는 단계를 포함하는 수평성장된 나노선의 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 성장되는 나노선은 SnO_2 로 이루어지는 것을 특징으로 하는 수평성장된 나노선의 제조방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 나노선의 성장은 CVD(Chemical Vapor Deposition)법을 이용하는 것을 특징으로 하는 수평성장된 나노선의 제조방법.

청구항 13

제10항에 따라 제조된 수평성장된 나노선을 포함하는 기관을 구비하는 전자 소자.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법 및 이를 이용하여 수평 성장된 나노선의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 기관 위에 적층된 서로 다른 종류의 박막을 선택적으로 식각하여 나노선 성장을 위한 촉매를 박막의 패턴층 측면에 선택적으로 증착할 수 있게 함으로써 수평방향으로 나노선을 성장시킬 수 있어 수평 성장된 나노선을 보다 효율적으로 제조할 수 있는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 고집적 반도체 기술의 하나의 해결책으로서 나노물질을 직접 소자에 이용하는 나노테크놀로지에 대한 연구가 활발하다. 그 중에서도 1차원 물질로서 나노 크기의 직경을 갖고 있으며, 수 마이크로에서 수 밀리미터의 길

이를 갖게 되는 각종 나노선들이 각광을 받고 있다. 나노선은 부피에 비해 표면적이 매우 커서 표면에서 일어나는 반응들에 대한 감도가 매우 크며, 나노 크기의 직경으로 인하여 현재의 하향식 반도체 제작 기술의 한계인 수십 나노미터를 넘어 궁극적인 나노소자 제작을 가능하게 하며, 전자 소자로서의 특성 또한 매우 우수하다.

- [0003] 나노선을 제작하는 방법으로는 전구체가 들어있는 용액 속에서 합성시키는 졸-겔(sol-gel) 방법과 촉매를 기반으로 핫 퍼니스(hot furnace) 내에 피드 가스(feed gas)를 공급하거나 원료 금속을 기화시켜서 성장하는 CVD 방법이 있다. 일반적으로 CVD 로 성장된 나노선이 졸-겔 방법으로 만든 동일 나노선에 비해 구조적으로나 전기적 특성면으로 볼 때 우수하다고 알려져 있으며, 나노선 직경 및 길이 와 결정도 등을 제어하기가 수월한 장점이 있다.
- [0004] 상기 CVD를 이용한 나노선 성장 방법에는 나노선의 성장 시점이 되며, VLS(Vapor-Liquid-Solid) 반응이 일어날 수 있게 도와주는 금속 촉매가 필요하며, 가스나 금속 형태로 제공되는 원료(source)를 받아 촉매 내에서 반응 및 확산(reaction & diffusion)을 통해 나노선을 성장 하게 된다. 해당 촉매는 주로 전이 금속을 사용하며, 금 촉매가 대표적으로 쓰인다.
- [0005] 금 촉매의 크기는 나노선 성장 시 나노선의 직경과 결정도에 큰 영향을 미치는 변수로 알려져 있으며, 촉매의 크기와 나노선의 직경과는 어느 정도 비례관계를 갖고 있다.
- [0006] 나노선을 소자에 이용하기 위해서는 성장된 나노선을 옮기거나 원하는 곳에 패터닝하는 공정이 요구된다. 현재 대부분의 나노선 소자는 성장된 나노선을 적절한 용매에 분산시킨 후 원하는 기판에 뿌리고 말리는 과정을 통해 무작위로 대면적에 패터닝을 하거나 개개의 나노선을 일일이 찾아 개별로 소자를 제작하는 방법을 주로 사용하고 있으며, 실제 상용 소자를 제작하기 위해서는 대면적에 원하는 곳에만 나노선을 성장하거나 패터닝하는 기술이 요구된다. 또한 나노선을 성장시 미리 패터닝된 촉매를 이용하여 나노선을 패터닝하는 기술이 알려져 있으나 촉매를 기준으로 기판에 대해 일반적으로 수직으로 성장하는 특성으로 인하여 성장된 나노선이 패터닝이 되어 있더라도 소자로 구현하기에는 많은 어려움이 따르고 있다. 이는 일반적인 소자 구조가 공정의 한계로 인하여 수평방향으로 있으며, 수직방향으로의 소자 제작은 쉽지 않기 때문이다. 따라서 CVD로 바로 성장된 나노선을 소자에 이용하는 것은 어려움이 있다.
- [0007] 이와 관련하여 선행특허인 한국등록특허 제593835호에는 촉매의 패터닝을 통한 ZnO 나노선의 수평방향 성장방법이 개시되어 있으나, 수평방향으로 성장시키기 위하여 성장억제층을 사용할 수밖에 없는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 이에 본 발명자들은 보다 간단하고 효율적인 방법으로 수평방향으로 성장된 나노선을 제조하는 방법을 개발하고자 예의 노력한 결과, 서로 다른 종류의 박막이 적층된 기판을 선택적으로 식각하는 방법을 적용함으로써 성장억제층을 사용하지 않고도 수평방향으로 성장된 나노선을 제조할 수 있음을 알아내고 본 발명을 완성하기에 이르렀다.
- [0009] 결국 본 발명의 목적은 기판 위에 적층된 서로 다른 종류의 박막을 선택적으로 식각하여 나노선 성장을 위한 금속촉매를 박막의 패터닝 측면에 선택적으로 증착할 수 있는 방법을 제공하는데 있다.
- [0010] 본 발명의 다른 목적은 상기 패터닝 측면에 선택적으로 금속촉매를 증착하는 방법을 이용하여 수평방향으로 성장된 나노선을 제조하는 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는, 서로 다른 종류의 식각가능한 제1박막 및 제2박막이 순차적으로 적층된 기판을 준비하는 단계; 상기 기판의 제2박막 상면에 포토레지스트 패터닝을 형성하는 단계; 상기 제2박막을 선택적으로 식각하여 상기 기판에 형성된 포토레지스트 패터닝에 따라 제2박막 패터닝을 형성하는 단계; 상기 포토레지스트 패터닝 및 제2박막 패터닝의 측면에 금속 촉매를 증착시키는 단계; 상기 금속 촉매가 패터닝의 측면에 증착된 기판의 제1박막을 선택적으로 식각하여 상기 패터닝에 따라 제1박막 패터닝을 형성하는 단계; 및 상기 포토레지스트, 제2박막 및 제1박막으로 이루어지는 패터닝으로부터 포토레지스트를 선택적으로 제거하여

패턴상에 남아있는 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함하는 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법이 제공된다.

- [0012] 본 발명에 따른 금속촉매의 측면 증착방법의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 포토레지스트 패턴층은 포토레지스트 조성물을 제2박막의 상부에 도포한 포토레지스트층 위에 소정의 패턴을 갖는 마스크를 덮어준 후 자외선을 조사하고 현상함으로써 형성할 수 있다.
- [0013] 본 발명에 따른 금속촉매의 측면 증착방법의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 포토레지스트 패턴층 및 제2박막 패턴층의 측면에 금속 촉매를 증착시키는 단계는 상기 기판을 기울여 포토레지스트 및 제2박막으로 이루어지는 패턴층의 측면이 상부를 향하도록 한 상태에서 금속 증착기에 넣고 금속촉매를 증착시킴으로써 수행될 수 있다.
- [0014] 본 발명에서 사용되기 위한 상기 기관에서 최상부의 제2박막의 두께와 제1박막의 두께에 있어서 특별한 제한은 없으며, 통상의 박막의 제조기술로 형성될 수 있으며 각각의 선택적 식각과정을 방해하지 않는 정도의 두께이면 족하다.
- [0015] 본 발명에 따른 금속촉매의 측면 증착방법의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 서로 다른 종류의 제거가능한 제1박막 및 제2박막이 순차적으로 적층된 기관은 실리콘-실리콘 옥사이드-실리콘 기관일 수 있다.
- [0016] 본 발명에 따른 금속촉매의 측면 증착방법의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 기관의 실리콘으로 이루어진 제2박막의 선택적 식각은 반응성 이온 식각(Reactive Ion Etching)법으로 수행할 수 있다.
- [0017] 본 발명에 따른 금속촉매의 측면 증착방법의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 기관의 실리콘 옥사이드로 이루어진 제1박막의 선택적 식각은 HF 용액을 이용하여 수행할 수 있고, 상기 HF 용액의 바람직한 농도범위는 10~80% 이다.
- [0018] 본 발명에 따른 금속촉매의 측면 증착방법의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 포토레지스트의 제거는 아세톤을 이용할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 다른 측면에 따르면 상기 설명된 방법에 따라 패턴층의 측면에 금속촉매가 증착된 기관을 제조하는 단계; 및 상기 패턴층의 측면에 증착된 금속촉매로부터 나노선을 성장시키는 단계를 포함하는 수평성장된 나노선의 제조방법이 제공된다.
- [0020] 본 발명에 따른 수평성장된 나노선의 제조방법의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 성장되는 나노선은 SnO_2 로 이루어질 수 있다.
- [0021] 본 발명에 따른 수평성장된 나노선의 제조방법의 바람직한 일실시예에 따르면, 상기 나노선의 성장은 CVD(Chemical Vapor Deposition)법을 이용할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 또다른 측면에 따르면 상기 방법에 따라 제조된 수평성장된 나노선을 포함하는 기관을 구비하는 전자소자가 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명에 따르면, 성장억제층을 별도로 사용하지 않더라도 수평방향으로 성장된 나노선을 제조할 수 있어 수평소자의 제작에 필요한 나노선을 보다 효율적으로 제조할 수 있고, 이를 다이오드 등 다양한 소자에 응용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 제2박막(120)-제1박막(110)이 적층된 기관(100)을 준비하고 포토레지스트 패턴층(130)을 형성하는 과정을 도시한 개략도이다.
- 도 2는 반응성 이온 식각법을 이용하여 제2박막(120)을 선택적으로 식각하여 포토레지스트 패턴층에 따라 제2박막 패턴층을 형성하는 과정을 도시한 개략도이다.
- 도 3은 포토레지스트 및 제2박막의 패턴층이 형성된 기관을 기울여 패턴층의 측면이 상부를 향하게 하고 금속증

작기 내에서 금속촉매인 금이 상부로부터 하부의 방향으로 증착되도록 하여 패턴층의 측면에 증착되도록 하는 과정을 도시한 개략도이다.

도 4는 포토레지스트 및 제2박막의 패턴층 측면에 금이 증착된 기판을 HF 용액을 이용하여 선택적으로 식각하여 제1박막을 제거하는 과정을 도시한 개략도이다.

도 5는 아세톤을 이용하여 최상부의 포토레지스트를 선택적으로 제거하여 패턴층에 남아 있는 포토레지스트를 제거하는 단계를 도시한 개략도이다.

도 6은 포토레지스트가 제거되어 제2박막 패턴층의 측면에만 금이 증착된 상태의 기판으로부터 나노선을 성장시켜 수평방향으로 성장된 나노선이 제조되는 과정을 도시한 개략도이다.

도 7은 본 발명의 실시예 5에 따라 성장된 나노선을 촬영한 SEM (Scanning Electron Microscope) 이미지이다.

도 8은 본 발명의 실시예 5에 따라 성장된 나노선을 대각선 위에서 촬영한 SEM 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하에서는 첨부되는 도면을 참조하여 본 발명에 대하여 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0026] 본 발명에 따른 나노선 수평 성장을 위한 금속촉매의 측면 증착방법은 도 1 내지 도 5에 도시되어 있다.
- [0027] 먼저 서로 다른 종류의 식각가능한 제1박막(110) 및 제2박막(120)이 순차적으로 적층된 기판을 준비한다(도 1의 좌측 도면). 상기 제1박막(110) 및 제2박막(120)은 서로 다른 종류의 박막으로서 서로 다른 방법에 의해 식각가능하여 각각이 선택적으로 식각될 수 있는 박막이면 어떠한 박막을 사용하더라도 무방하다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에서는 제1박막 및 제2박막이 적층된 기판으로서 시판되고 있는 실리콘(기판)-실리콘 옥사이드(제1박막)-실리콘(제2박막)으로 이루어진 SOI(Silicone On Insulator) 기판을 사용하였다. 시중에서 구입이 가능하기 때문에 다른 종류의 식각가능한 제1박막 및 제2박막이 순차적으로 적층된 기판을 보다 쉽게 준비할 수 있는 장점이 있다.
- [0029] 본 발명에서 사용되기 위한 상기 기판에서 최상부의 제2박막의 두께와 제1박막의 두께에 있어서 특별한 제한은 없으며, 통상의 박막의 제조기술로 형성될 수 있으며 각각의 선택적 식각과정을 방해하지 않는 정도의 두께이면 족하다.
- [0030] 상기 준비된 기판의 제2박막(120) 상면에 포토레지스트 패턴층(130)을 형성한다. 이러한 과정은 도 1에 개략적으로 도시되어 있다. 먼저 포토레지스트 조성물을 제2박막(120)의 상부에 도포하여 포토레지스트층을 만들고, 그 위에 소정의 패턴을 갖는 마스크를 덮어준 후 자외선을 조사하고 현상(develop)하는 과정을 거쳐 마스크의 패턴에 대응되는 포토레지스트 패턴층(130)을 형성한다.
- [0031] 포토레지스트 패턴을 만들기 위하여 사용하는 포토레지스트 조성물은 통상적인 방법으로 사용될 수 있고, 제거가 용이한 포토레지스트라면 어떠한 것을 사용하여도 무방하나 본 발명의 일 실시예에서는 AZ5214(제조사: AZ electronic materials)를 사용하였다. 사용가능한 포토레지스트의 또 다른 예로는 AZ1500 series, AZ3300 series, AZ 5214를 포함하는 AZ5200 series (제조사: AZ electronic materials) 등이 있다.
- [0032] 또한 상기 포토레지스트를 현상하기 위하여 사용한 디벨로퍼(developer)는 AZ500(제조사: AZ electronic materials)이었으나, 사용된 포토레지스트를 현상할 수 있는 디벨로퍼라면 어느 것을 사용하여도 무방하다.
- [0033] 다음으로 도 2에 도시된 바와 같이 제2박막(120)을 선택적으로 식각하여 상기 기판(100)에 형성된 포토레지스트 패턴층과 동일한 패턴이 제2박막에 형성되도록 한다. 이러한 과정을 통해 포토레지스트(130) 및 제2박막(120)으로 이루어진 패턴층이 만들어 진다.
- [0034] 제2박막(120)의 선택적 식각을 위해 제1박막(110)과는 반응하지 않으나 제2박막에만 작용할 수 있는 식각법을 선택한다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에서 사용한 SOI(Silicone On Insulator) 기판에서는 제2박막이 실리콘이고, 이를 선택적으로 식각하기 위하여 반응성 이온 식각법(Reactive Ion Etching)을 이용할 수 있다. 반응성 이온 식각 장비로 SF₆ 가스를 이용하면 제2박막인 실리콘이 선택적으로 식각되어 제2박막 패턴층(120)이 형성될 수 있다.
- [0036] 또 다른 식각방법의 예로는, 추가로 금 박막을 올려서 그 위에 포토레지스트를 다시 올리고 금을 포토레지스트

처럼 패터닝해서 강염기 용액으로 제2박막을 식각할 수도 있다.

- [0037] 다음으로 상기 포토레지스트 패터층 및 제2박막 패터층의 측면에 금속 촉매를 증착시킨다. 패터층의 측면에 금속촉매를 증착시키기 위하여 도 3에 도시된 바와 같이 기판을 기울여 포토레지스트(130) 및 제2박막(120)으로 이루어진 패터층의 측면이 상부를 향하도록 한 후 금속 증착기에 넣고 금속촉매를 증착한다. 금속증착기에 넣으면 상부로부터 하부방향으로 금속촉매가 증착되면서 상기 패터층의 측면에 집중적으로 증착된다.
- [0038] 상기와 같이 패터층의 측면이 상부를 향하도록 하기 위하여 기판을 기울이는 각도는 85~90°가 적절한 수준으로 이 범위 내의 각도로 기울일 때 패터층의 측면에 금속촉매가 집중적으로 도포될 수 있다.
- [0039] 본 발명에서 사용가능한 금속촉매는 나노선의 성장을 촉진하기 위한 촉매로서 작용이 가능하면 어떠한 것을 사용해도 무방하다. 즉, 증기 상태로 날아오는 재료물질(source)을 금속 표면에서 활발히 반응시켜 나노선의 성장에 필요한 성분을 아래로 확산(diffusion)시킴으로써 금속 촉매 아래로 나노선을 성장시킬 수 있는 것이면 어떠한 것을 사용해도 무방하다. 이러한 반응을 잘 수행하는 금속들이 사용될 수 있는데, 보통 전이금속이 사용될 수 있으며, 그 예로는 니켈, 철, 금, 은 등이 있다. 본 발명의 일실시예에서는 금을 금속촉매로서 사용하였다.
- [0040] 상기 금속촉매는 5~10 nm로 도포되도록 증착하는 것이 적절하다. 상기 범위는 일반적인 나노선 성장을 위한 두께이며, 더 두껍게 증착되는 경우에는 나노선이 아닌 판형이나 막대형의 물질이 성장될 수 있어 바람직하지 않으며, 상기 범위보다 얇게 증착되는 경우에는 촉매효과가 충분히 일어나지 않아 바람직하지 않다.
- [0041] 상기와 같이 패터층의 측면에 금속촉매가 집중적으로 증착되었다 하더라도 무작위적으로 증착되는 것이기 때문에 금속촉매가 기판의 모든 면에 남아 있는 상태이다. 즉, 도 3에서 패터층의 측면에 도포된 금속촉매(140)로 도식된 면 뿐 아니라 포토레지스트 패터층(130)이나 제1박막(110)의 상면에도 금속촉매가 일부 증착되어 있는 상태이다.
- [0042] 따라서 나노선을 성장시키고자 하는 면(제2박막)에만 금속촉매가 선택적으로 증착된 상태로 두기 위하여 금속촉매가 일부 증착되어 있는 제1박막(110)층 및 포토레지스트(130)층을 제거한다.
- [0043] 도 4에는 상기 금속 촉매가 패터층의 측면에 증착된 기판으로부터 제1박막(110)을 선택적으로 식각하는 과정이 개략적으로 도시되어 있다. 제1박막만을 선택적으로 식각하여 상기 포토레지스트 및 제2박막으로 이루어진 패터층과 동일한 패터층이 제1박막에도 형성될 수 있다.
- [0044] 제1박막의 선택적 식각을 위하여 제2박막과는 반응하지 않으나 제1박막에만 작용하는 방법을 이용하여 외부로 노출된 부분의 제1박막을 제거한다.
- [0045] 본 발명의 일 실시예에서 사용되는 SOI 기판의 제1박막은 실리콘 옥사이드 층이므로 실리콘 옥사이드에만 작용할 수 있는 HF 용액에 기판을 넣고 노출된 부분에 존재하는 실리콘 옥사이드가 선택적으로 제거되도록 하면 도 4에 나타난 바와 같이 포토레지스트, 제2박막 및 제1박막(110)으로 이루어진 패터층이 만들어진다. 이 때 사용되는 HF 용액은 50%의 농도범위의 용액을 사용하는 것이 바람직한데, 10% 미만의 농도를 사용하면 식각 시간이 수 시간 정도로 너무 길어지게 되고 균일하게 식각이 되지 않아 얼룩이 생기게 되어 바람직하지 않고, 80%를 초과하는 농도로 사용하면 식각 속도를 제어하기가 힘들고 증발이 너무 잘되는 문제가 있기 때문에 바람직하지 않다.
- [0046] 다음으로 제2박막의 상부에 존재하는 포토레지스트층을 제거한다. 이 과정은 도 5에 도시되어 있다. 포토레지스트, 제2박막 및 제1박막으로 이루어지는 패터층으로부터 포토레지스트 패터층(130)을 선택적으로 제거함으로써 패터상에 남아있는 포토레지스트를 제거하는 과정을 거쳐 나노선을 성장시키고자 하는 제2박막의 측면에만 금속촉매가 증착된 상태가 될 수 있도록 한다.
- [0047] 본 발명의 일실시예에서는 포토레지스트를 제거하기 위하여 아세톤을 사용한다. 물로 중탕 가열한 아세톤에 기판을 넣고 가열하면 포토레지스트가 선택적으로 제거된다. 이때 가열 온도는 대략 70℃에서 1시간 정도 가열하면 적절하다.
- [0048] 본 발명에서는 포토레지스트를 제거하기 위하여 아세톤을 사용하였으나 사용된 포토레지스트를 제거할 수 있는 용매라면 어떠한 것을 사용하여도 무방하며, AZ 100(제조사: AZ electronic materials)와 같은 스트리퍼(stripper)도 사용이 가능하다.
- [0049] 상기와 같은 과정을 거치면 나노선을 성장시키고자 하는 제2박막의 측면에만 선택적으로 금속촉매가 증착된 기판이 제조된다.

- [0050] 본 발명에서는 상기와 같은 방법으로 제조된 제2박막의 측면에만 선택적으로 금속촉매가 증착된 기판으로부터 나노선을 성장시켜 수평으로 성장된 나노선을 제조하는 방법이 제공될 수 있다.
- [0051] 도 6에는 포토레지스트가 제거되어 제2박막 패턴층의 측면에만 금이 증착된 상태의 기판으로부터 나노선을 성장시켜 수평방향으로 성장된 나노선(150)이 제조되는 과정이 개략적으로 도시되어 있다.
- [0052] 본 발명의 일실시예에 따르면 상기 나노선은 SnO_2 로 이루어지는 것으로 제조할 수 있고, SnO_2 나노선을 성장시키기 위하여 CVD(Chemical Vapor Deposition)법을 이용할 수 있다.
- [0053] CVD를 이용하여 SnO_2 나노선을 제조하기 위하여 패턴층의 측면에 금속촉매가 증착된 기판을 퍼니스(furnace)에 알루미늄나 보트에 담긴 Sn 금속 원료와 함께 넣고 산소를 주입하면서 가열하면 SnO_2 나노선이 성장된다. 이때 상기와 같은 과정을 거쳐 성장된 나노선은 기판 위의 박막 패턴층 측면에만 증착된 금속촉매로부터 성장되기 때문에 기판의 수평방향으로만 성장된다.
- [0054] 이하에서는 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 다만, 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는다 할 것이다.
- [0055] **실시예 1: 포토레지스트 패턴이 형성된 기판 제조 및 제2박막 식각**
- [0056] 실리콘-실리콘옥사이드-실리콘으로 이루어지는 SOI (Silicon On Insulator, 제조사: Soitec.)기판으로서, 각각 최상면의 실리콘이 700nm, 가운데 실리콘 옥사이드가 1000nm인 기판과 최상면의 실리콘이 1250nm, 가운데 실리콘 옥사이드가 400nm인 기판으로 두 개의 기판을 준비하고 그 위에 포토레지스트로서 AZ5214(제조사:AZ electronic materials)를 도포하고, 마이크론 크기의 사각형 형태의 패턴을 갖고 있는 마스크를 기판위에 덮고 자외선을 조사한 후 AZ500(제조사: AZ electronic materials)로 현상하여 동일 형태의 포토레지스트 패턴을 만들었다. 이후 반응성 이온 식각 (Reactive Ion Etching, RIE) 장비로 SF_6 가스를 이용하여 SOI 기판의 상면에 위치한 실리콘(제2박막)을 식각하여 패턴층을 형성하였다. 반응성 이온 식각시의 조건은 flow rate 20sccm, RF power는 100W이었고, 처리 시간은 3분(최상면의 실리콘이 700nm, 가운데 실리콘 옥사이드가 1000nm인 기판)과 5분(최상면의 실리콘이 1250nm, 가운데 실리콘 옥사이드가 400nm인)으로 하였다.
- [0057] **실시예 2: 패턴층에 금 증착**
- [0058] 실시예 1에서 패턴층이 형성된 기판을 90° 가량 기울인 상태로 전자 빔 금속 증착기에 넣고 금속촉매로서 금을 5 nm 증착하여 패턴층의 측면에 금이 증착되도록 하였다.
- [0059] **실시예 3: 제1박막의 식각**
- [0060] 금이 패턴층의 측면에 증착된 기판을 50% HF 용액에 약 10분간 넣고 SOI 기판에서 노출된 실리콘 옥사이드 부분(제1박막)을 제거하였다.
- [0061] **실시예 4: 포토레지스트 제거**
- [0062] 실시예 3의 기판을 아세톤 200ml가 들어있는 500 ml 비커를 물 500 ml 가 들어있는 1000 ml 수조에 넣고 핫플레이트를 이용하여 물이 들어 있는 비커를 70°C 로 1시간동안 가열하여 남은 포토레지스트 패턴을 제거하였다.
- [0063] **실시예 5: 나노선 성장**
- [0064] 실시예 1 내지 4로부터 실리콘 박막의 패턴층 측면에만 금 촉매가 증착된 기판을 퍼니스(furnace)에 알루미늄나 보트에 담긴 99%이상의 Sn 파우더 소스와 함께 넣고 산소를 0.5 sccm으로 넣어주며 750°C 로 20분간 가열하여

SnO₂ 나노선을 성장시켰다.

[0065] 도 7에는 실시예 5에서 성장된 나노선을 촬영한 SEM (Scanning Electron Microscope) 이미지가 도시되어 있고, 도 8에는 상기 과정으로 성장된 나노선을 대각선 위에서 촬영한 SEM 이미지가 도시되어 있다.

[0066] 도 7 및 도 8을 통해 확인할 수 있는 바와 같이 본 발명의 일실시예 따라 성장된 나노선은 기판의 수평방향으로 성장되어 있었다.

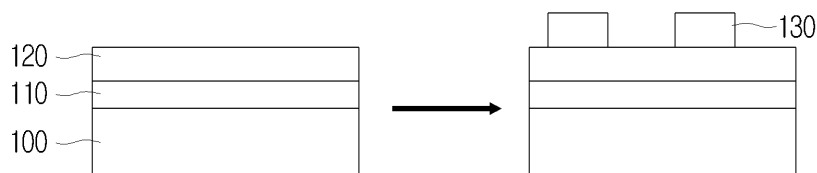
[0067] 이상으로 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시 양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

부호의 설명

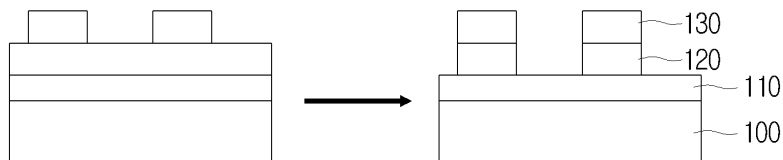
[0068] 100 : 기판
110 : 제1박막
120 : 제2박막
130 : 포토레지스트
140 : 금속촉매
150 : 나노선

도면

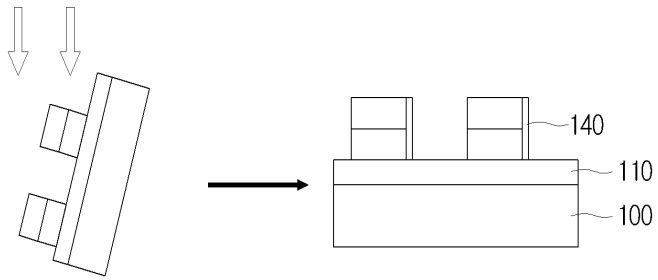
도면1



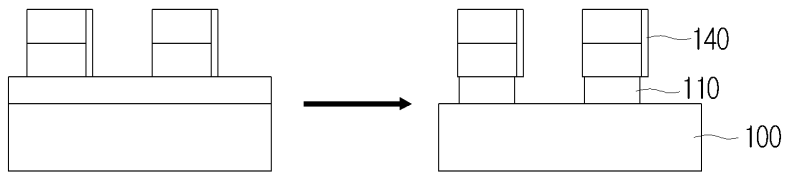
도면2



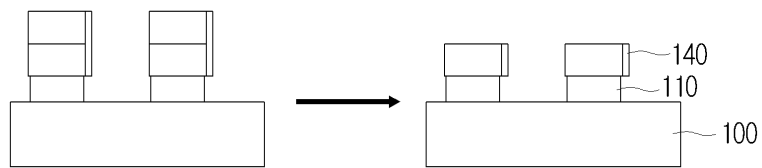
도면3



도면4



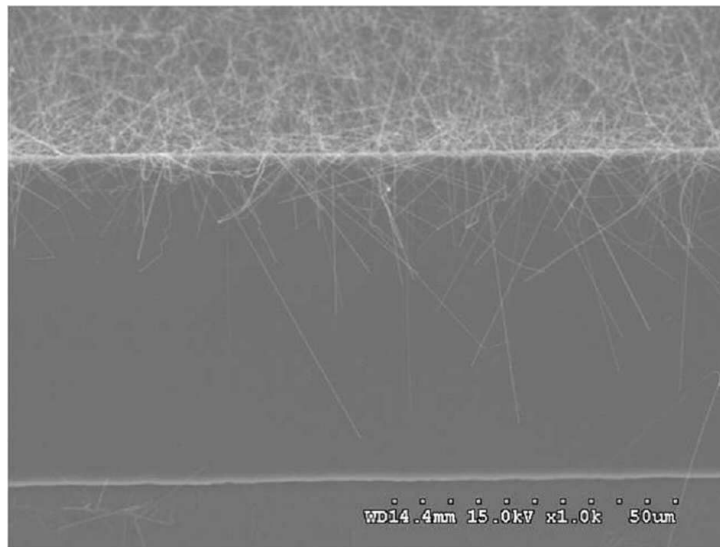
도면5



도면6



도면7



도면8

