

| | | |
|---|--|--|
|  | (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A) | (11) 공개번호 10-2009-0069911 (43) 공개일자 2009년07월01일 |
| (51) Int. Cl. <i>B82B 3/00</i> (2006.01) | (21) 출원번호 10-2007-0137737 (22) 출원일자 2007년12월26일 심사청구일자 2007년12월26일 | (71) 출원인 연세대학교 산학협력단 서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교 (72) 발명자 임상우 서울 강남구 압구정2동 구현대아파트 91-104 백성훈 서울 서대문구 신촌동 연세대학교 제1공학관 150호 |

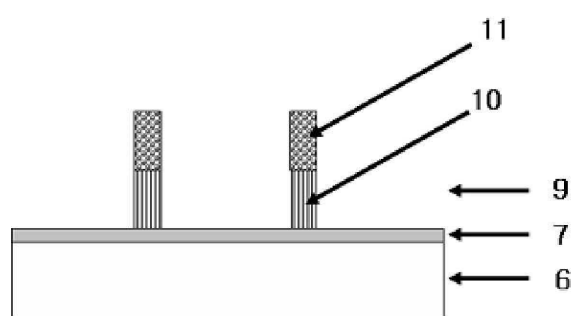
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 성장방향으로 적층된 이중구조 및 이중 도핑 구조의 나노선제조 방법

(57) 요약

본 발명은 선택적인 영역에 수열합성을 이중구조의 나노선 및 이중 도핑 구조의 나노선을 제조하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 기판 상에 포토레지스트를 이용한 패터닝을 템플레이트로 삼거나 혹은 기타 나노 크기의 pore로 이루어진 템플레이트를 통해 나노선을 제작하고 템플레이트 존재 하에서 최초 성장된 나노선 위에 이중구조의 나노선을 추가로 성장시켜 이중의 금속산화물 나노선, 혹은 다른 도핑물질이 첨가된 나노선들을 나노선의 성장방향으로 적층시켜 결합된 형태로 제작하여 하나의 나노선으로 만드는 방법이다. 이를 통해 나노소자의 제작에 이중구조 및 이중 도핑 구조의 나노선을 이용할 수 있다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

금속 산화물 반도체 및 Silicon, Germanium 등의 반도체, 혹은 Carbon nanotube 등의 나노선 제조 가능 물질을 포토레지스트 패턴을 이용하여 이중의 물질을 순차적으로 합성하여 적층시킨 이중구조의 나노선 제조 방법.

청구항 2

청구항 1에서 이중의 나노선의 적층 단계에서 이중의 도핑물질을 각각 순차적으로 첨가하여 제조된 이중 도핑 구조의 나노선 제조 방법

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 나노소자의 응용을 위하여 이중의 금속산화물 및 다른 도핑물질이 첨가된 나노선을 순차적으로 성장시켜 하나의 나노선을 제조하는 방법에 관한 것이다. 예를 들어 하단에 일차적으로 금속산화물 반도체 물질인 산화아연 나노선을 제조하고 상부에 다시 추가로 산화주석 나노선을 성장시키는 등의 일련의 과정을 통해 이중 구조의 나노선을 제조하는 방법이다.

배경 기술

- <2> 금속산화물 반도체 ZnO, SnO₂ 등은 반도체 소자로서의 광학적 성질 및 전기적 성질을 응용한 다양한 소자로서 응용되고 있는 물질로서 이러한 금속 산화물 나노선들의 합성이 보고된 바 있다. 금속 산화물 나노선의 경우 용액합성에 기반을 둔 수열합성법 및 졸-겔법 등과 기상에서의 합성에 기반을 둔 VLS (vaporliquid-solid) 방법이 알려져 있다. 나노선은 부피 대비 표면적 비가 상당히 커서 기체센서 및 광학 소자로서의 관심이 증가되고 있으며 이러한 소자화를 위해서는 나노선을 선택적으로 정렬시키고 다양한 나노구조를 제작할 수 있는 기술이 요구되어 진다. 이에 따라 본 발명은 나노선을 소자화 하기 위한 구조체 제작 기술 중에서 단일 나노선에 이중의 금속 산화물 혹은 다른 도핑 물질이 적용된 이중구조 및 이중 도핑 구조의 나노선 제조에 관한 것이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <3> 일반적으로 나노선은 단일종의 금속산화물로서 만들어지며 이에 소자로서의 성능 부여를 위하여 불순물의 첨가 등이 이루어진다. 본 발명은 금속산화물 나노선의 소자 응용위한 이중구조의 나노선 제작에 관한 것이다. 이중 구조 나노선은 하나의 나노선에 두가지 금속산화물 나노선이 연결되거나 적층되어 구성될 수 있으며 또한 하나의 나노선 상하부에 다른 도핑 물질을 첨가하여 구성될 수 있다. 하지만 기존 알려진 수열합성법 및 기상법을 통하여 나노선을 기판 위에 합성한 후 성장된 나노선 상부에 다른 물질 혹은 도핑 물질을 적용하여 재합성할 경우 처음 성장된 나노선 상부 이외에도 기존에 기판 위에 성장을 위해 증착된 씨앗층 위로의 추가적인 나노선 성장을 제어하지 못할 뿐 아니라 수열합성에 이용된 성장 시간의 증가에 따른 나노선의 밀도 및 직경의 증가를 제어하지 못함으로 인하여 균일한 나노선 제작에 어려움이 있다. 또한 수직방향으로 추가적인 나노선의 성장 뿐 아니라 측면 방향으로의 성장을 제어할 수 없다. 따라서 기상법을 통한 나노선의 에피택시 성장의 경우 나노선이 수직 성장을 이루지 못하고 일종의 가지모양을 형성하거나 혹은 처음 합성된 나노선의 측면에 필름을 형성하는 등의 문제를 일으킬 수 있다. 이에 본 발명은 나노선의 직경 및 밀도 제어와 균일하게 수직방향으로 나노선의 구조가 적층된 이중구조의 나노선 제작을 위하여 도출되었다.

과제 해결수단

- <4> 본 발명은 균일하게 이중구조의 나노선이 접합된 형태로 성장된 이중구조 나노선 제작 방법에 관한 것으로서 리소그래피 공정을 통해 나노선 높이 이상으로 성장된 포토레지스트 패턴들을 나노선의 성장 지지대 및 측면 성장을 제어하기 위한 템플레이트로 삼거나 기타 나노사이즈의 pore를 가진 템플레이트를 이용하여 일차적으로 수열합성을 통해 나노선을 성장시킨 후 추가적으로 다른 전구체를 포함한 성장용액을 이용한 수열합성법을 사

용하여 기존 나노선 위로 새로운 나노선을 에피택시 성장시킴으로서 원하는 이중구조의 나노선을 제작할 수 있게 된다.

효 과

- <5> 본 발명은 이중구조의 나노선 제작하는 방법으로서 나노선에 부분적으로 도핑 물질의 첨가 및 이중의 금속산화물 나노선을 결합시킬 수 있어 나노선의 소자활용에 필요한 구조체 제작기술에 응용되어 질 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <6> 본 발명은 균일하게 이중구조의 나노선이 접합된 형태로 성장된 이중구조 나노선 제작 방법에 관한 것이다. 우선 기판 위에 나노선 성장을 위한 씨앗층을 RF 스퍼터 및 졸겔법 등 통하여 증착시킨다. 성장을 위한 씨앗층의 도포는 나노선 성장을 위한 Au와 같은 촉매의 경우를 포함한다. 이후 리소그래피 공정을 통해 나노선 높이 이상으로 포토레지스트 패턴을 제작한다. 포토레지스트 패턴은 나노선의 성장 지지대 및 측면 성장을 제어하기 위한 템플레이트의 역할을 담당하게 된다. 포토레지스트 패턴을 통해 노출된 씨앗층으로부터 일차적으로 수열합성 및 기타 합성방법을 통해 나노선을 성장시키고 추가적으로 다른 전구체를 이용하여 성장시킴으로써 기존 나노선 위로 새로운 나노선을 에피택시 성장시킴으로서 원하는 이중구조의 나노선을 제작할 수 있게 된다.
- <7> 이하, 본 발명에 대하여 첨부된 도면 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 그러나 하기의 설명은 오로지 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로 하기 설명에 의해 본 발명의 범위를 한정하는 것은 아니며 이중 구조 나노선의 합성 방법의 예시로 산화아연 수열합성법을 나타내었으며 이중 도핑 구조에 대한 예시로 각각 Fe, Ga이 도핑 물질로서 적용된 나노선을 나타내었다.
- <8> 실리콘 등의 기판(12) 위에 RF스퍼터 등으로 씨앗층(13)을 도포한 후 포토레지스트 패턴을 제작하여 씨앗층의 일부가 노출되도록 한다. 이에 도 3와 같이 포토레지스트(14)를 패터닝 통해 선택적 영역에 노출된 씨앗층의 상부로 산화아연 나노선을 성장시킨다. 산화아연 나노선의 수열합성은 zinc sulfate, zinc nitrate 등의 zinc 이온을 포함한 물질을 사용하며 이에 OH^- 가 포함된 NH_4OH 등의 용액을 함께 사용하여 산화아연 나노선의 성장 pH 구간인 10 이상으로 용액 제조 후 60°C 이상의 공정 온도 조건에서 합성할 수 있다. 이러한 합성 용액에 일차적으로 Fe, Ga 등의 금속 이온을 포함한 물질을 첨가하여 도핑된 산화아연 나노선을 제작한다.
- <9> 다음으로 일차적으로 성장된 나노선 위로 새로운 수열합성 단계를 도입하여 이중의 나노선을 도 4와 같이 성장시킨다. 이때 도 3의 단계에서 합성된 도핑된 산화아연 나노선을 기판으로 삼아 나노선의 합성법을 재사용한다. 이때 사용되는 합성법은 도 3의 단계와 일치할 필요는 없으며 기타 졸겔법 및 기상법을 포함하며 또한 이때의 나노선의 경우도 도 3과 다른 물질, 예를 들어 산화주석 나노선 등이 사용될 수 있다. 수열합성의 경우 다른 도핑 물질을 포함한 성장용액을 재준비하고 앞선 용액 제조방법 및 공정 조건을 통해 이중 도핑 구조를 제작한다. 예를 들어 도 3에서 Fe 도핑된 산화아연 나노선이 제조되었다면 도 4에서는 기타 도핑 물질, Ga를 첨가한 수열합성법을 통해 Ga 도핑된 산화아연 나노선을 적층시킨다.
- <10> 그 후 상기 기판에서 패터닝된 포토레지스트(15) 혹은 기타 템플레이트를 제거시켜 기판 위에 성장된 이중 도핑 구조의 나노선 남아있는 개념도이다.

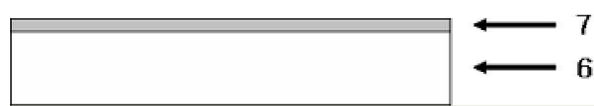
도면의 간단한 설명

- <11> 도 1은 실리콘 기판(12) 위에 RF스퍼터 등으로 씨앗층(13)을 도포한 개념도이다.
- <12> 도 2는 씨앗층(13)이 도포된 실리콘 기판(12) 위에 포토레지스트(14)가 씌워진 개념도이다.
- <13> 도 3은 씌워진 포토레지스트(14)를 패터닝 통해 선택적 영역에 나노선을 성장시킨 개념도이다.
- <14> 도 4는 일차적으로 성장된 나노선 위로 새로운 수열합성 단계를 도입하여 이중의 나노선이 성장된 개념도이다.
- <15> 도 5는 상기 기판에서 패터닝된 포토레지스트(15) 혹은 기타 템플레이트를 제거한 후 성장된 이중구조의 나노선이 남아있는 개념도이다.
- <16> <도 1의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- <17> 6: 실리콘 기판
- <18> 7: 나노선의 씨앗층

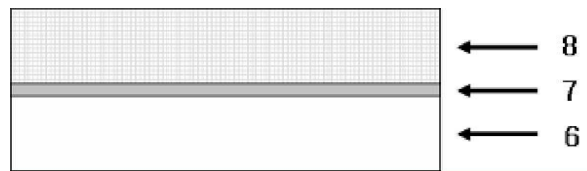
- <19> 8: 포토레지스트
- <20> 9: 패터닝된 포토레지스트
- <21> 10: 일차성장된 나노선
- <22> 11: 이차성장된 나노선

도면

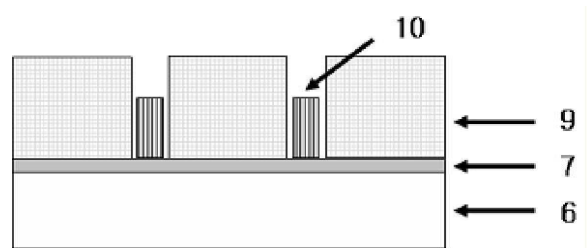
도면1



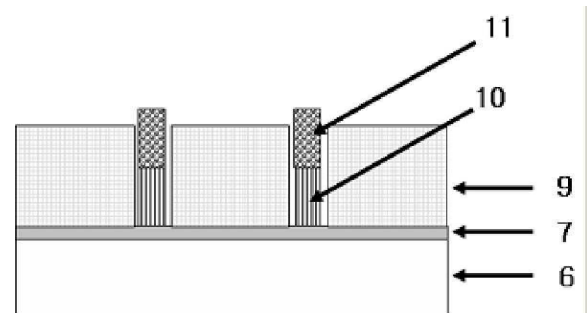
도면2



도면3



도면4



도면5

