(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0110010
(43) 공개일자 2009년10월21일

(51) Int. Cl.
B82B 1/00 (2006.01) *H01L 21/324* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0035569
(22) 출원일자 2008년04월17일
심사청구일자 2008년04월17일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제캠퍼스내
(72) 발명자
김진교
서울 중구 신당6동 푸르지오아파트 104동 804호
오태건
서울 관악구 봉천6동 1679-11
(74) 대리인
오세중

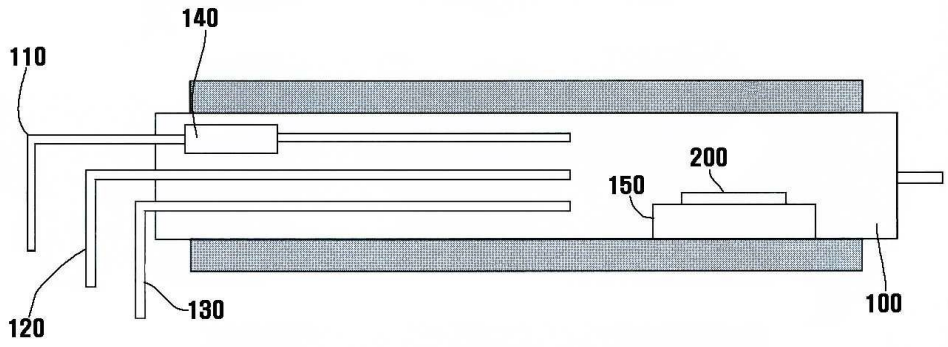
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 기판의 전처리를 통한 나노 구조체 제조 방법

(57) 요 약

본 발명은 HVPE법을 이용한 나노 구조체 제조방법에 관한 것으로, 특히 나노 구조체가 성장하는 기판을 HVPE법을 이용한 나노 구조체 제조장치의 기판홀더에 장착한 상태에서 불활성 가스를 주입하고 고온의 열처리를 통해 불순물층을 제거하는 기판의 전처리 단계를 포함하여서 별도의 불순물 제거공정 없이도 기판 상부에 양질의 나노 구조체를 제조하는 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10583
부처명	서울특별시
연구사업명	서울시 산학연 협력사업(기술기반구축사업)
연구과제명	나노공정 기술 및 장비 개발 산학연 혁신 클러스터
주관기관	국민대학교 산학협력단
연구기간	2005년 12월 1일 ~ 2010년 11월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

나노 구조체 제조 장치를 이용하여 나노 구조체를 제조하는 방법에 있어서,

상기 나노 구조체 제조장치의 기판홀더에 기판을 장착하는 단계와;

상기 기판이 장착된 나노 구조체의 반응로 내부로 불활성 가스를 주입하면서 상기 기판의 온도를 고온으로 유지하는 단계를 포함하여서,

상기 주입되는 불활성 가스와 기판에 가해지는 고온에 의해 기판 상부의 불순물 층을 제거하는 것을 특징으로 하는 기판 전처리를 통한 나노 구조체의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기판은 실리콘, 비소화갈륨(GaAs) 그리고 사파이어 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 기판의 전처리를 통한 나노 구조체 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 불활성 가스는 질소(N_2), 아르곤(Ar), 수소(H_2) 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 기판의 전처리를 통한 나노 구조체 제조 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 주입하는 불활성 가스의 양은 1 내지 20slm인 것을 특징으로 하는 기판의 전처리를 통한 나노 구조체 제조 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 기판의 온도는 800 ~ 1200℃인 것을 특징으로 하는 기판의 전처리를 통한 나노 구조체 제조방법.

청구항 6

제 1 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 기판의 온도는 5 ~ 60분 동안 유지하는 것을 특징으로 하는 기판의 전처리를 통한 나노 구조체 제조방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 기판의 전처리 단계에서 나노 구조체 제조 장치의 내부 압력은 0.5~1.2 기압(atm)인 것을 특징으로 하는 기판의 전처리를 통한 나노 구조체 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 HVPE법을 이용한 나노 구조체 제조방법에 관한 것으로, 특히 나노 구조체가 성장하는 기판을 HVPE법을 이용한 나노 구조체 제조장치의 기판홀더에 장착한 상태에서 불활성 가스를 주입하고 고온의 열처리를 통해 불순물층을 제거하는 기판의 전처리 단계를 포함하여서 별도의 불순물 제거공정 없이도 기판 상부에 양질의 나

노 구조체를 제조하는 방법을 제공한다.

배 경 기 술

<2> 일반적으로 갈륨(Ga)을 포함하는 Ⅲ-족 원소를 기반으로 하는 질화물 반도체 재료는 매우 큰 직접 천이형 에너지띠 간격을 가지고 있어 UV에서부터 청색에 이르는 영역까지 빛을 낼 수 있는 광소자 재료로 큰 관심을 모으고 있으며, 에피탁시(epitaxy) 형태로 성장시켜 사용하고 있다.

<3> 상기와 같이 반도체 재료를 에피탁시 형태로 성장시키는 대표적인 방법으로는 금속 유기화학 증착법(Metal-Organic Chemical Vapor Deposition; MOCVD), 분자 빔 켜쌓기(Molecular Beam Epitaxy;MBE)법 및 하이드라이드 베이퍼 페이즈 에피탁시(Hydride Vapor Phase Epitaxy;HVPE)법 등이 사용되고 있다.

<4> 상기 MOCVD 또는 MBE법은 고품질의 반도체 에피탁시를 성장시키는데 매우 유리한 장점을 가지고 있으나 반도체 재료를 제조하기 위한 비용이 많이 들뿐만 아니라 반도체 재료의 성장속도가 느리다는 단점이 있다.

<5> 또한, HVPE법은 상대적으로 켜쌓기 성장 필름(epitaxy grown film)의 특성이 떨어지지만 저렴한 가격으로 반도체 재료를 제조할 수 있고, 반도체 재료의 성장속도가 빨라 기판위에 후막(厚膜)을 성장시키는 데 유리하고, 질화갈륨(GaN) 나노 구조체와 같은 Ⅲ-족 원소로 구성된 나노 구조체의 제조에 유리하다.

<6> 상기 질화갈륨(GaN)은 실리콘과는 달리 단결정을 성장시키기 어렵기 때문에 웨이퍼 형태의 동종 기판이 없어 사파이어, 실리콘 기판과 같은 이종 기판을 사용하고 있다. 그런데 기판의 표면 위에 불순물 층(예를 들면, 자연산화막)이 잘 생성되기 때문에 그 불순물 층을 제거하여 웨이퍼 표면을 깨끗이 하는 과정은 양질의 나노 구조체를 성장시키기 위해서 매우 중요한 과정 중의 하나이다.

<7> 상기 산화막과 같은 불순물 층을 제거하기 위한 종래 기술로는 고진공 상태에서 기판을 열처리하여 산화막을 제거하는 방법, 화학물질을 이용하여 습식 식각(wet etching)을 하는 방법 등이 있다.

<8> 그러나, 상기 고진공 상태에서 기판을 열처리하는 방법은 기판 주변환경을 고진공으로 유지하기 어렵고, 고진공을 유지하기 위해서는 비용이 많이 든다는 문제점이 있었다.

<9> 또한, 상기 습식 식각을 통한 기판의 불순물 제거방법은 습식 식각을 하기 위해 식각 용액과 장비들이 필요하고, 습식 식각에 의해 불순물을 제거하더라도 상온, 상압 하에서는 매우 빠르게 산화막이 재생된다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<10> 상기 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은, HVPE법을 이용한 나노 구조체 제조 장치의 기판 홀더에 불순물이 존재하는 기판을 장착하고, 상압에서 불활성 가스를 주입하면서 기판 온도를 소정의 시간동안 고온으로 유지하여 기판 상부의 불순물층을 제거하는 것을 목적으로 한다.

<11> 또한, 상기 나노 구조체 제조장치를 이용하여 나노 구조체를 제조하는 공정중에 상기 기판의 불순물을 제거하는 기판 전처리 공정을 포함시킴으로써, 종래와 같이 별도의 기판에 불순물 제거 공정이 필요 없게 되어 나노 구조체 제조공정을 간소화하고, 그 제조비용을 절감할 수 있도록 하는 것을 다른 목적으로 한다.

<12> 또한, 상기 나노 구조체 제조 장치에서 기판을 장착한 상태에서 고온 열처리를 통해 불순물 층을 제거함으로써 질화갈륨의 수직배향을 향상시켜 양질의 나노 막대를 제조할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제 해결수단

<13> 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 나노 구조체 제조 장치를 이용하여 나노 구조체를 제조하는 방법에 있어서, 상기 나노 구조체 제조장치의 기판홀더에 기판을 장착하는 단계와; 상기 기판이 장착된 나노 구조체의 반응로 내부로 불활성 가스를 주입하면서 상기 기판의 온도를 고온으로 유지하는 단계를 포함하여서, 상기 주입되는 불활성 가스와 기판에 가해지는 고온에 의해 기판 상부의 불순물층을 제거하는 것을 특징으로 하는 기판 전처리를 통한 나노 구조체의 제조방법을 제공한다.

효 과

<14> 본 발명은 불순물이 존재하는 기판을 나노 구조체 제조장치의 기판 홀더에 장착한 상태에서 불활성 가스 주입과 고온에서의 열처리 이용한 기판 전처리 공정을 실시하여 상기 기판 상부의 불순물 층을 간편하게 제거할 수 있다.

<15> 또한, 상기 나노 구조체 제조장치를 이용한 나노 구조체의 제조 공정에 상기 기판의 불순물을 제거하는 기판 전처리 공정을 포함시켜, 종래와 같이 별도의 기판에 불순물 제거 공정이 필요 없게 되어 나노 구조체 제조공정을 간소화하고, 그 제조비용을 절감할 수 있다.

<16> 또한, 상기 나노 구조체 제조 장치에서 기판을 장착한 상태에서 고온 열처리를 통해 불순물 층을 제거함으로써 질화갈륨의 수직배향을 향상시켜 양질의 나노 막대를 제조할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<17> 본 발명은 HVPE를 이용한 나노 구조체 제조 장치에 기판을 장착한 상태에서 불활성 가스를 주입하고 기판의 온도를 고온으로 유지하여 불순물을 처리하는 기판 전처리를 실시한 후, 암모니아(NH_3)와 염화수소(HCl) 등의 반응 가스를 주입하여 나노 구조체를 제조하는 방법에 관한 것으로, 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 좀 더 상세히 설명하기로 한다.

<18> 먼저, 도1에 도시된 HVPE를 이용한 질화갈륨 나노 구조체 제조장치를 이용하여, Ⅲ-족 원소 용기(140)에 Ⅲ-족 원소인 갈륨을 담은 뒤 반응로(100) 내부의 기판홀더(150)에 기판(200)을 장착한다. 다음에, 상기 제1가스 주입관(110)과 제2가스 주입관(120)을 통해 반응가스들을 주입하기 전에, 제3가스 주입관(130)을 통해 불활성 가스를 주입하고, 기판 홀더에 장착된 기판(200)의 온도를 고온으로 상승시켜 일정시간 동안 유지하는 기판 전처리 단계를 실시한다. 이때, 사용되는 기판은 실리콘 기판, 비소화갈륨 기판 또는 사파이어 기판 중 어느 하나를 사용한다.

<19> 또한, 상기 나노 구조체 제조장치의 반응로 내부의 압력은 0.5 내지 1.2 기압 정도의 상압을 유지하고, 상기 불활성 가스로는 질소(N_2), 또는 아르곤(Ar) 가스 또는 수소(H_2) 가스가 사용된다. 이때, 상기 불활성 가스는 1 내지 20slm(standard liter per minute)를 공급하며, 상기 공급되는 불할성 가스는 상기 기판에 산화막이 생성되는 것을 방지한다.

<20> 또한, 상기 기판홀더에 장착된 기판의 온도는 800~1200℃로 상승시켜 5 내지 60분 동안 유지하며, 상기 온도에서 일정시간 동안 노출된 기판은 열적 탈착(thermal desorption)에 의해 산화막과 같은 불순물 층을 제거하게 된다.

<21> 상기와 같이 기판의 불순물 층을 제거하는 기판 전처리 공정이 완료되면, Ⅲ-족 원소가 담긴 용기(140)를 통과하는 제1가스 주입관(110)을 통해 염화수소(HCl) 가스를 주입하면서 제2가스 주입관(120)을 통해 Ⅴ-족 원소를 포함하는 가스인 암모니아(NH_3)를 주입한다.

<22> 상기와 같이 반응가스들이 주입되면 전처리된 기판 상부에서 갈륨(Ga)과 염화수소(HCl) 가스의 반응으로 생성된 염화갈륨(GaCl)과 암모니아(NH_3)가 반응하여 기판 상부에 질화갈륨 나노 구조체가 성장하게 된다. 이때 상기 나노 구조체는 나노 막대로 성장하게 된다.

<23> 다음에, 도2는 본 발명에 따른 기판 전처리를 실시하지 않은 기판 상부에 형성된 나노 구조체와 본 발명에 따라 기판 전처리를 실시한 기판 상부에 형성된 나노 구조체가 제조된 상태를 나타낸 실험 사진으로, 종래의 전처리 되지 않은 기판을 사용할 경우 도2의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이 군집을 이뤄 나노 막대가 무작위하게 방향성이 없는 형태로 성장하였다.

<24> 반면, 본 발명에 따라 나노 구조체 제조장치에서 전처리를 실시한 기판을 사용할 경우 도2의 (c) 및 (d)에 도시된 바와 같이, 기판 전체에 걸쳐 고르게 수직한 방향으로 성장한 것을 볼 수 있다. 즉, 본 발명에 따라 기판을 전처리한 경우에는 성장하는 나노 구조체가 수직 배향성을 가지는 나노 막대로 성장하게 된다.

<25> 이상과 같이 본 발명을 도면에 도시한 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 발명을 설명하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 발명의 상세한 설명으로부터 다양한 변형 또는 균등한 실시예가 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 권리범위는 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 결정되어야 한다.

도면의 간단한 설명

<26> 도1은 HVPE법을 이용한 질화갈륨 나노 구조체 제조장치의 한 실시예를 나타낸 도면.

<27> 도2의 (a) 및 (b)는 전처리되지 않은 기판 상부에 성장한 나노 구조체의 실험예를 나타낸 확대 사진이고, (c) 및 (d)는 본 발명에 따라 나노 구조체 제조장치에서 전처리된 기판 상부에 성장한 나노 구조체의 실험예를 나타낸 확대사진.

<28> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

<29> 100 : 반응로 110 : 제1 가스 주입관

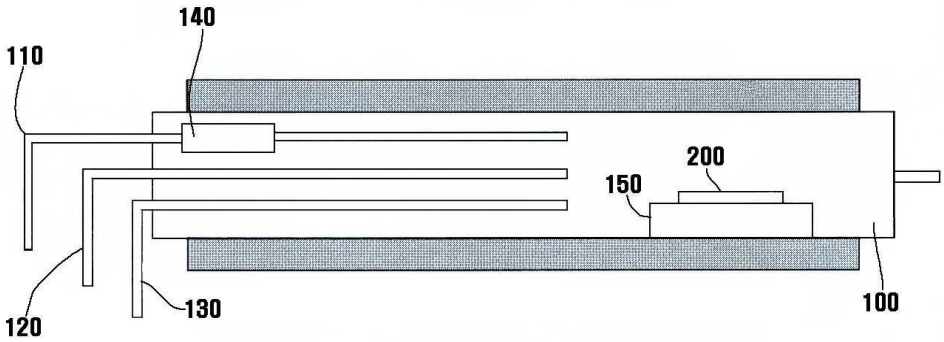
<30> 120 : 제2 가스 주입관 130 : 제3 가스 주입관

<31> 140 : 용기 150 : 기판홀더

<32> 200 : 기판

도면

도면1



도면2

