



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0083600
(43) 공개일자 2009년08월04일

(51) Int. Cl.

B82B 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0009500

(22) 출원일자 2008년01월30일

심사청구일자 2008년01월30일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

김진교

서울 중구 신당6동 푸르지오아파트 104동 804호

전재원

서울 중구 신당4동 삼성아파트 104동 403호

(74) 대리인

오세중

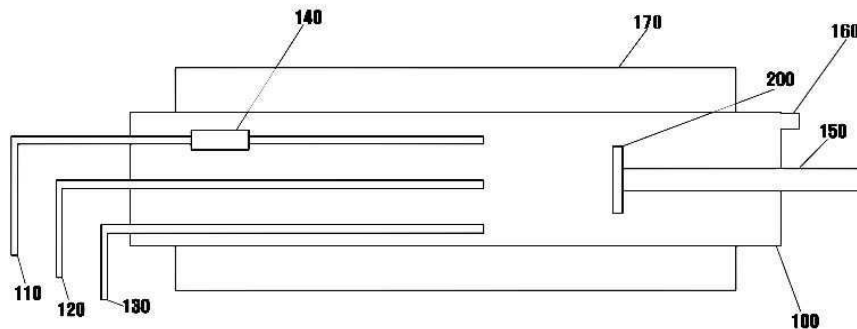
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 인듐을 이용한 저온에서의 나노 구조체 제조방법

(57) 요약

본 발명은 질화갈륨 나노 구조체를 저온에서 제조할 수 있는 방법에 관한 것으로, 특히 질화갈륨 나노 구조체를 제조하기 위한 장치를 이용하여 Ga 원소가 담기는 용기에 인듐(In)을 혼합하여 담고 종래의 질화갈륨 나노 구조체의 성장온도보다 상대적으로 저온인 400 ~ 500℃로 이 용기의 온도를 유지하면서 HCl과 반응 시키고 기판의 온도를 300 ~ 450℃ 범위로 유지하여 질화갈륨 나노 구조체를 제조할 수 있는 인듐을 이용한 저온에서의 나노 구조체 제조방법을 제공한다.

대표도 - 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

질화갈륨 나노 구조체 제조장치를 이용하여 기관 성장한 질화갈륨 나노 구조체를 제조하는 방법에 있어서,

상기 질화갈륨 나노 구조체 제조장치의 III-족 원소 용기에 갈륨과 인듐을 혼합하여 담는 것을 특징으로 하는 인듐을 이용한 저온에서의 나노 구조체 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 III-족 원소용기에 담는 갈륨과 인듐의 혼합비는 3:2인 것을 특징으로 하는 인듐을 이용한 저온에서의 나노 구조체 제조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 질화갈륨 나노 구조체 제조장치 내부로 공급되는 반응가스는 HCl 및 HN_3 그리고 불활성 가스로 질소(N_2), 수소(H_2), 아르곤(Ar) 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 인듐을 이용한 저온에서의 나노 구조체 제조방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 질화갈륨 나노 구조체는 나노 막대인 것을 특징으로 하는 인듐을 이용한 저온에서의 나노 구조체 제조방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 III-족 원소 용기의 온도는 400 내지 600℃인 것을 특징으로 하는 인듐을 이용한 저온에서의 나노 구조체 제조방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 기관의 온도는 300 내지 450℃인 것을 특징으로 하는 인듐을 이용한 저온에서의 나노 구조체 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 질화갈륨 나노 구조체를 저온에서 제조할 수 있는 방법에 관한 것으로, 특히 질화갈륨 나노 구조체를 제조하기 위한 장치를 이용하여 갈륨(Ga) 원소가 담기는 용기에 인듐을 혼합하여 담고 종래의 질화갈륨 나노 구조체의 성장온도보다 상대적으로 저온인 400 ~ 500℃로 이 용기의 온도를 유지하면서 염화수소(HCl)와 반응 시키고 기관의 온도를 300 ~ 450℃ 범위로 유지하여 질화갈륨 나노 구조체를 제조할 수 있는 인듐을 이용한 저온에서의 나노 구조체 제조방법을 제공한다.

배경 기술

- <2> 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, 에피택시(epitaxy) 형태로 성장시켜 사용하고 있다.

- <3> 상기와 같이 반도체 재료를 에피택시 형태로 성장시키는 대표적인 방법으로는 금속 유기화학 증착법(Metal-Organic Chemical Vapor Deposition; MOCVD), 분자 빔 켄썬기(Molecular Beam Epitaxy; MBE)법 및 하이드라이드 베이퍼 페이즈 에피택시(Hydride Vapor Phase Epitaxy; HVPE)법 등이 사용되고 있다.
- <4> 상기 MOCVD 또는 MBE법은 고품질의 반도체 에피택시를 성장시키는데 매우 유리한 장점을 가지고 있으나 반도체 재료를 제조하기 위한 비용이 많이 들뿐만 아니라 반도체 재료의 성장속도가 느리다는 단점이 있다.
- <5> 또한, HVPE법은 상대적으로 켄썬기 성장 필름(epitaxy grown film)의 특성이 떨어지지만 저렴한 가격으로 반도체 재료를 제조할 수 있고, 반도체 재료의 성장속도가 빨라 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 기판과 같은 이종 기판을 사용하고 있다. 상기와 같은 이종 기판에 질화물 반도체를 성장시킬 경우에는 격자상수 및 열팽창 계수의 차이가 심하여 박막의 결정성이 매우 저하되고 품질이 저하된다는 문제점이 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 기판의 영향을 크게 받지 않으면서 양질의 결정성을 나타내는 나노 구조체 제작이 큰 관심을 끌고 있다.
- <7> 도1은 HVPE법을 이용하여 질화갈륨 나노 구조체를 제조하는 장치의 구성을 나타낸 것으로, 가스를 주입해서 반응시키는 반응관(100)의 일측에 HCl 가스가 주입되는 제1가스 주입관(110)과, NH₃ 등의 V-족 원소를 포함하는 기체가 주입되는 제2가스 주입관(120)과, 불활성 가스를 주입하는 제3가스 주입관(130)이 형성되며, 상기 제1가스 주입관(110) 중간에는 III-족 원소인 Ga를 담기 위한 위한 III-족 원소용기(140)가 설치되어 있다. 또한, 상기 반응관(100) 내부에는 탄화규소 또는 사파이어 등의 기판(200)을 고정시켜 그 위치를 조절할 수 있는 로딩암(150)이 설치되어 있으며, 타 측에는 반응가스들을 배기시키기 위한 배기구(160)가 형성되어 있다. 또한, 상기 반응관(100) 외벽에는 전기로(170)가 설치되어 반응관(100)과 모기판의 온도를 조절할 수 있도록 구성되어 있다.
- <8> 상기 질화갈륨 나노 구조체 제조장치를 이용하여 나노 구조체를 제조하는 방법은, 상기 III-족 원소 용기(140)에 III족 원소인 Ga를 담아두고, 모기판을 설치한 후, 반응관(100)에 가스를 흘리면서 전기로(170)에 전원을 공급하여 반응관(100)을 가열한다. 상기와 같이 반응관(100)이 가열되어 소정의 온도에 도달하게 되면, 제2가스 주입관(120)과 제3가스 주입관(130)을 통해 각각 V-족 원소를 포함하는 기체로 NH₃와 불활성가스를 주입하고, 나노 구조체의 성장온도에 도달하면 HCl 가스를 제1가스 주입관(110)을 통해 주입시킨다. 상기와 같이 제1가스 주입관을 통과하는 HCl 가스는 Ga가 담겨있는 III-족 원소 용기(140)를 통과하면서 반응하여 GaCl을 생성하게 된다. 상기 생성된 GaCl은 모기판(200)의 상부에서 NH₃와 혼합되어 질화갈륨(GaN)을 생성하게 되고, 그 생성된 질화갈륨은 모기판(200) 상부에 부착되어 질화갈륨 나노 구조체로 성장하게 된다.
- <9> 상기와 같은 질화갈륨 나노 구조체 제조 장치를 이용하여 질화갈륨(GaN) 나노 구조체를 성장시킬 경우 기판온도는 450 ~ 600℃로 유지하고, 상기 III-족 원소가 담긴 용기의 온도는 800 ~ 900℃로 유지하여야만 양질의 질화갈륨 나노 구조체를 제조할 수 있으며, 상기 기판으로는 사파이어, SiC 또는 Si 기판 등이 사용되고 있었다.
- <10> 그러나 종래의 실리콘 기술과의 접목을 위해서는 보다 낮은 온도에서 양질의 질화갈륨(GaN) 나노막대와 같은 나노 구조체를 성장시킬 수 있는 성장 방법이 필요하며 현재까지는 이러한 기술이 개발되어 있지 않다는 문제점이 있었다.

<11>

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <12> 상기 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 상기와 같은 질화갈륨 나노 구조체 제조 장치를 이용하여 저온에서도 양질의 질화갈륨 나노 구조체를 제조할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.
- <13> 좀 더 상세하게는, 상기 질화갈륨 나노 구조체 제조 장치의 III-족 원소 용기에 담기는 소스를 갈륨과 인듐을 혼합하여 사용하고, 종래의 질화갈륨 나노 막대 제조 공정에 사용되는 온도보다 저온에서 HCl과 반응시키고, 기판의 온도를 300 내지 450℃범위로 낮추어 질화갈륨 나노 구조체를 제조하는 방법을 제공함으로써 저온에서도 양질의 질화갈륨 나노 구조체를 제조할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

- <14> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 질화갈륨 나노 구조체 제조장치를 이용하여 모기관에 질화갈륨 나노 구조체를 제조하는 방법에 있어서, 상기 질화갈륨 나노 구조체 제조장치의 III-족 원소용기에 갈륨과 인듐을 혼합하여 담는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 인듐을 이용한 저온에서의 나노 구조체 제조방법을 제공한다.

효 과

- <15> 상기와 같이 본 발명에 따라 질화갈륨 나노 구조체 제조장치의 Ga 원소 용기에 담기는 소스를 갈륨과 인듐을 혼합하여 사용하고, HCl과 반응시킴으로써 Ga 원소 용기의 온도와 기관의 온도를 낮추어 질화갈륨 나노 구조체를 제조함으로써 저온 환경에서도 양질의 질화갈륨 나노 구조체를 제조할 수 있다.
- <16> 또한, 상기와 같이 저온 환경에서 질화갈륨 나노 구조체를 제조하는 방법은 실리콘 관련 기술과 접목시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <17> 본 발명은 질화갈륨 나노 구조체 제조 장치를 사용하여 실리콘 관련 기술과 접목 가능한 저온에서 질화갈륨 나노 구조체를 성장시키는 방법에 관한 것으로, 도1의 HVPE법을 이용한 질화갈륨 나노 구조체 제조장치를 이용하여 저온에서 질화갈륨 나노 구조체를 제조하는 방법을 실시예를 들어 설명하기로 한다.
- <18> 먼저, 상기 질화갈륨 나노 구조체 제조장치의 로딩암에 기관(200)을 장착하고, III-족 원소 용기(140)에 III-족 원소의 하나인 갈륨과 인듐을 혼합하여 담고, 상기 III-족 원소 용기(140)의 온도를 400 내지 600℃로 유지한다. 이때, 상기 기관(200)으로는 사파이어, SiC 또는 Si 기관을 사용한다.
- <19> 다음에, 제2가스 주입관(120)을 통해 V-족 원소를 포함하는 가스인 NH_3 를 주입하며, 제3가스 주입관(130)을 통해 불활성 가스인 N_2 , H_2 , 아르곤 중 어느 하나를 주입한다.
- <20> 다음에, 상기 기관(200)의 온도가 300 내지 450℃에 도달하면, III-족 원소가 담긴 용기(140)를 통과하는 제1가스 주입관(110)을 통해 HCl 가스를 통과시켜 상기 III-족 원소 용기(140)에 담긴 갈륨(Ga)과 인듐(In)에 반응시킨다. 이때, 상기 III-족 원소 용기(140)에 담기는 갈륨(Ga)과 인듐(In)의 혼합비는 3:2일 경우 상기 온도에서 양질의 질화갈륨 나노 구조체가 성장하였다.
- <21> 상기 실시예에서와 같이 III-족 원소 용기(140)에 갈륨과 인듐을 혼합하여 담고, HCl 가스를 주입하여 반응시켜 생성된 GaCl과 InCl은 기관 상부로 유입되고, 상기 유입된 GaCl은 제2가스 주입관으로 주입되는 NH_3 가스와 반응하여 GaN을 생성하여 기관에 증착하여 나노 구조체로 성장하게 된다. 이때, 상기 기관의 온도는 III-족 원소 용기(140)에 갈륨(Ga)만을 담아 질화갈륨 나노 구조체를 제조할 때의 온도에 비해 상대적으로 저온인 300 내지 450℃의 범위에서도 양질의 질화갈륨 나노 구조체인 질화갈륨 나노 막대를 얻을 수 있었다.
- <22> 이상과 같이 본 발명을 도면에 도시한 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 발명을 설명하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 고안의 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

- <23> 도1은 HVPE법을 이용한 질화갈륨 나노 구조체 제조장치의 한 실시예를 나타낸 도면.

- <24> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

- | | | |
|------|----------------|----------------|
| <25> | 100 : 반응로 | 110 : 제1가스 주입관 |
| <26> | 120 : 제2가스 주입관 | 130 : 제3가스 주입관 |
| <27> | 140 : 용기 | 150 : 로딩암 |
| <28> | 160 : 배기구 | 170 : 전기로 |
| <29> | 200 : 기관 | |

도면

도면1

