(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0083601
(43) 공개일자 2009년08월04일

(51) Int. Cl.
B82B 3/00 (2006.01) *B82B 1/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0009501
(22) 출원일자 2008년01월30일
심사청구일자 2008년01월30일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제캠퍼스내
(72) 발명자
김진교
서울 중구 신당6동 푸르지오아파트 104동 804호
손유리
서울 중랑구 면목4동 393-126
(74) 대리인
오세중

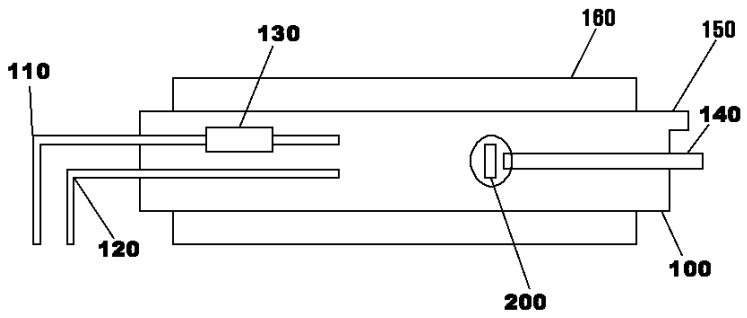
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 염화수소 가스의 유량 조절을 이용한 저온에서의 질화갈륨나노 구조체 제조방법

(57) 요 약

본 발명은 질화갈륨 나노 구조체를 저온에서 제조할 수 있는 방법에 관한 것으로, 특히 질화갈륨 나노 구조체 제조장치를 이용하여 Ⅲ-족 원소에 공급되는 염화수소(HCl) 가스의 유량을 조절함으로써 종래의 질화갈륨 나노 구조체의 성장 온도보다 저온에서 양질의 질화갈륨 나노 구조체를 얻을 수 있는 염화수소 가스의 유량 조절을 이용한 저온에서의 질화갈륨 나노 구조체 제조방법을 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

질화갈륨 나노 구조체 제조장치를 이용하여 모기판에 질화 갈륨 나노 구조체를 제조하는 방법에 있어서,

상기 제조장치에 V-족 원소를 포함하는 기체인 NH_3 가스를 주입하면서, Ⅲ-족 원소 용기에 담긴 Ga 원소에 공급되는 염화수소(HCl) 가스를 40sccm 이하로 주입하는 것을 특징으로 하는 염화수소 가스의 유량 조절을 이용한 저온에서의 질화갈륨 나노 구조체 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기판의 온도는 300 ~ 400℃로 유지하는 것을 특징으로 하는 염화수소 가스의 유량 조절을 이용한 저온에서의 질화갈륨 나노 구조체 제조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 Ⅲ-족 원소 용기의 온도는 400 ~ 600℃로 유지하는 것을 특징으로 하는 염화수소 가스의 유량 조절을 이용한 저온에서의 질화갈륨 나노 구조체 제조방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 모기판은 사파이어 기판, SiC 기판, Si 기판, GaAs 기판 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 염화수소 가스의 유량 조절을 이용한 저온에서의 질화갈륨 나노 구조체 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 질화갈륨 나노 구조체를 저온에서 제조할 수 있는 방법에 관한 것으로, 특히 질화갈륨 나노 구조체 제조장치를 이용하여 Ⅲ-족 원소에 공급되는 염화수소(HCl) 가스의 유량을 조절함으로써 종래의 질화갈륨 나노 구조체의 성장 온도보다 저온에서 양질의 질화갈륨 나노 구조체를 얻을 수 있는 염화수소 가스의 유량 조절을 이용한 저온에서의 질화갈륨 나노 구조체 제조방법을 제공한다.

배 경 기 술

<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 광소자재료로 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 들 뿐 만 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 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 사

파이어 기판과 같은 이종 기판을 사용하고 있다. 상기 이종 기판에 질화갈륨 나노 구조체를 성장시킬 경우에는 격자상수의 부정합에 따른 전위(dislocation)가 생성된다.

<7> 따라서 이종기판에 성장시킨 질화갈륨 나노 구조체를 이용하여 발광 다이오드를 제조할 경우, 전위가 생성되지 않는 질화갈륨 나노 구조체를 이용하여 제조된 발광 다이오드에 비해 광학적 성능이 저하된다는 문제점이 있었다.

<8> 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, NH_3 등의 V-족 원소를 포함하는 기체가 주입되는 제2가스 주입관(120)이 형성되며, 상기 제1가스 주입관(110) 중간에는 Ⅲ-족 원소인 Ga을 담기 위한 위한 용기(130)가 설치되어 있다. 또한, 상기 반응관(100) 내부에는 탄화규소 또는 사파이어 등의 기판(200)을 고정시켜 그 위치를 조절할 수 있는 로딩암(140)이 설치되어 있으며, 타측에는 반응가스들을 배기시키기 위한 배기구(150)가 형성되어 있다. 또한, 상기 반응관(100) 외벽에는 전기로(160)가 설치되어 반응관(100)과 모기판의 온도를 조절할 수 있도록 구성되어 있다.

<9> 상기 질화갈륨 나노 구조체 제조장치를 이용하여 나노 구조체를 제조하는 방법은, 상기 용기(130)에 Ⅲ족 원소인 Ga를 담아두고, 모기판을 설치한 후, 반응관(100)에 가스를 흘리면서 전기로(160)에 전원을 공급하여 반응관(100)을 가열한다. 상기와 같이 반응관(100)이 가열되어 소정의 온도에 도달하게 되면, 제2가스 주입관(120)를 통해 V-족 원소를 포함하는 기체로 NH_3를 주입하고, 나노 막대의 성장 온도에 도달하면 할리드 가스로 HCl을 제1가스 주입관(110)을 통해 주입시킨다. 상기와 같이 제1가스 주입관을 통과하는 HCl 가스는 갈륨(Ga)이 담겨있는 용기(130)를 통과하면서 반응하여 GaCl을 생성하게 된다. 상기 생성된 GaCl은 모기판(200)의 상부에서 NH_3와 혼합되어 질화갈륨(GaN)을 생성하게 되고, 그 생성된 질화갈륨은 모기판(200) 상부에 부착되어 나노 구조체를 성장시키게 된다.

<10> 상기와 같은 질화갈륨 나노 구조체 제조장치를 이용하여 질화갈륨(GaN) 나노 구조체를 성장 시킬 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.

<11> 그러나 상기 질화갈륨 나노 구조체를 제조하기 위한 성장온도는 질화갈륨 후막의 성장온도(1050℃)에 비해 비교적 저온(약 450 ~ 600℃)이나, 실리콘(Si)을 기반으로 제조된 반도체 재료들을 함께 사용하는 복합 소자 제공하기 위해서는 성장 온도를 더 낮추어야 한다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<12> 상기 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 상기와 같은 질화갈륨 나노 구조체 제조장치를 이용하여 저온에서도 양질의 질화갈륨 나노 구조체를 제조할 수 있는 방법을 제공함으로써 실리콘을 기반으로 하는 반도체 재료와의 복합적인 사용이 가능하도록 하는 것을 목적으로 한다.

<13> 좀 더 상세하게는, 상기 질화갈륨 나노 구조체 제조장치의 Ⅲ-족 원소용기에 담기는 갈륨(Ga)에 HCl 가스 유량을 40sccm 이하로 유입시킴으로써 종래의 질화갈륨 나노 구조체의 성장 온도보다 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 질화 갈륨 나노 구조체를 제조하는 방법에 있어서, 상기 제조장치에 V-족 원소를 포함하는 기체인 NH_3 가스를 주입하면서, Ⅲ-족 원소용기에 담긴 Ga 원소에 공급되는 염화수소(HCl) 가스를 40sccm 이하로 주입하는 것을 특징으로 하는 염화수소 가스의 유량 조절을 이용한 저온에서의 질화갈륨 나노 구조체 제조방법을 제공한다.

효 과

<15> 상기한 바와 같이 질화갈륨 나노 구조체 제조장치의 Ⅲ-족 원소용기에 담기는 갈륨(Ga)에 염화수소(HCl) 가스의 유량을 40sccm 이하인 소량을 지속적으로 공급함으로써 종래의 질화갈륨 나노 구조체의 성장 온도보다 저온에서도 양질의 질화갈륨 나노 구조체를 제조할 수 있다.

<16> 또한 상기와 같이 저온에서 질화갈륨 나노 구조체를 성장시킴으로써 실리콘에 기반한 반도체 재료들과 혼합하여 복합 소자를 제작할 수 있도록 한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<17> 본 발명은 질화갈륨 나노 구조체 제조장치를 사용하여 실리콘에 기반한 재료들과의 복합 소자 제작이 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 기판(200)을 장착하고, Ⅲ-족 원소 용기(130)에 Ⅲ-족 원소인 갈륨(Ga) 담고, 상기 Ⅲ-족 원소 용기(140)의 온도를 400 내지 600℃로 유지한다. 이때, 상기 기판(200)으로는 사파이어, SiC, Si 또는 GaAs 기판을 사용한다.

<19> 다음에, 상기 제2가스 주입관(120)을 통해 V-족 원소를 포함하는 가스인 NH_3를 주입한다.

<20> 다음에, 상기 기판의 온도가 질화갈륨 나노 구조체의 성장온도인 300 ~ 400℃에 도달하면, 상기 제1가스 주입관(110)을 통해 Ⅲ-족 원소 용기(130)를 통과하는 HCl 유량을 40sccm(standard cubic centimeters per minute) 이하로 조절하여주입한다. 이때, 상기 제1가스 주입관으로 주입되는 염화수소 가스는 MFC(Mass Flow controller)를 이용하여 조절한다.

<21> 상기와 같이 40sccm 이하로 주입되는 HCl 가스는 Ⅲ-족 원소 용기(130)에 담긴 갈륨(Ga)과 반응하여 염화갈륨(GaCl)을 생성하고, 상기 생성된 염화갈륨(GaCl)은 상기 기판(200) 상부에서 제2가스 주입관으로 주입된 NH_3와 반응하여 질화갈륨(GaN)을 지속적으로 생성하고, 상기 생성된 질화갈륨은 기판에 증착되어 질화갈륨 나노 구조체로 성장한다.

<22> 상기와 같이 질화갈륨 나노 구조체 제조장치에 40sccm 이하로 HCl 가스를 지속적으로 공급하면, 기판의 온도를 종래의 질화갈륨 나노 구조체를 제조하기 위한 온도보다 낮은 400℃ 이하에서도 도2에 도시된 바와 같이 초기 나노 막대(A)의 상태를 유지하면서 원하는 길이로 성장한 질화갈륨 나노 막대(A')를 제조할 수 있다.

<23> 상기와 같은 방법으로 기판의 온도를 조절하여 기판 상부에 형성되는 질화갈륨 나노 구조체는 질화갈륨 나노 막대 뿐만이 아니라 질화갈륨 나노 와이어도 제조할 수 있다.

<24> 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

<25> 도1은 HVPE법을 이용한 질화갈륨 나노 구조체 제조장치의 한 실시예를 나타낸 도면.

<26> 도2는 본 발명에 따라 저온에서 HCl의 유량을 조절하여 기판 상부에 질화갈륨 나노 막대가 형성되는 과정을 나타낸 도면.

<27> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

<28> 100 : 반응로 110 : 제1가스 주입관

<29> 120 : 제2가스 주입관 130 : 용기

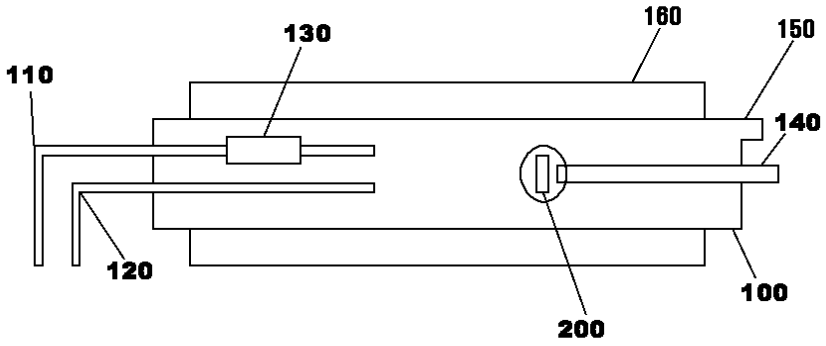
<30> 140 : 로딩암 150 : 배기구

<31> 160 : 전기로 200 : 기판

<32> A : 초기 나노 막대 A' : 성장한 나노 막대

도면

도면1



도면2

