

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2009-0110012 (43) 공개일자 2009년10월21일
(51) Int. Cl. <i>H01L 21/20</i> (2006.01) <i>H01L 21/22</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2008-0035571 (22) 출원일자 2008년04월17일 심사청구일자 2008년04월17일	(71) 출원인 경희대학교 산학협력단 경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내 (72) 발명자 김진교 서울 중구 신당6동 푸르지오아파트 104동 804호 이상화 서울 관악구 남현동 1071-37 남현빌라 201호 (74) 대리인 오세중	

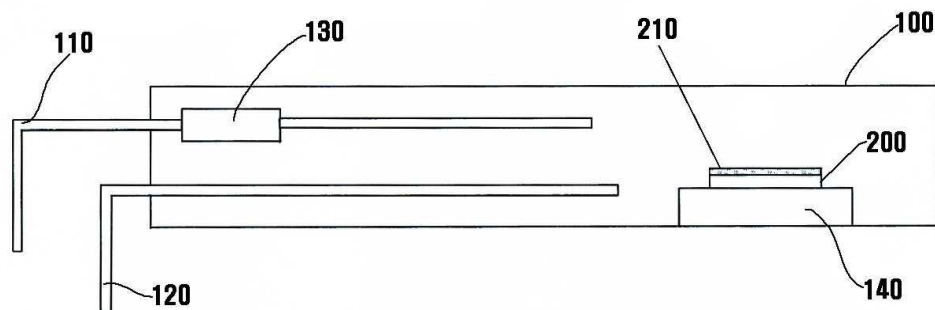
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 에이치브이피이법을 이용한 피형 반도체 제조방법

(57) 요약

본 발명은 HVPE를 이용한 p형 반도체 제조방법에 관한 것으로, 특히, HVPE를 이용하여 반도체를 제조하는 장치에 p형 도펀트를 박막형태로 기관 상부에 도포하고, 그 기관을 상기 반도체 제조장치 내부에 장착한 후 하나의 주입관을 통해 III-족 원소가 담긴 용기를 통과하는 염화수소 가스를 주입하고, 다른 주입관을 통해서 V-족 원소를 포함하는 기체를 주입하여 상기 p형 도펀트가 도포된 기관 상부에 III-V족 반도체가 형성되면서 도포된 p형 도펀트들이 상기 형성된 반도체 내부로 확산에 의해 도핑(doping)되어 p형 반도체를 제조하는 HVPE법을 이용한 p형 반도체 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도2



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

HVPE법을 이용한 반도체 제조장치를 이용하여,

상기 반도체 제조장치에 장착할 기판에 p형 도펀트를 도포하는 단계와;

상기 p형 도펀트가 도포된 기판을 상기 반도체 제조장치의 기판홀더에 장착하는 단계와;

상기 반도체 제조장치의 III-족 원소가 담긴 용기를 통과하는 주입관으로 할리드 가스를 주입하는 단계와;

상기 반도체 제조장치의 다른 주입관으로 V-족 원소를 포함하는 기체를 주입하는 단계를 포함하여서,

상기 기판 상부에 성장하는 III-V족 반도체에 p형 도펀트들이 확산에 의해 도핑되어서 p형 반도체를 성장시키는 것을 특징으로 하는 HVPE법을 이용한 p형 반도체 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 p형 도펀트는 마그네슘인 것을 특징으로 하는 HVPE법을 이용한 p형 반도체 제조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 할리드 가스를 주입하는 가스 주입관으로는 불활성 가스를 주입하는 것을 특징으로 하는 HVPE법을 이용한 p형 반도체 제조방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 불활성 가스는 질소(N_2), 수소(H_2) 그리고 아르곤(Ar) 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 HVPE법을 이용한 p형 반도체 제조방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 HVPE법을 이용한 반도체 제조장치는 III-V족 나노 구조체 제조장치 또는 수소화 기상 증착 장치 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 HVPE법을 이용한 p형 반도체 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 HVPE를 이용한 p형 반도체 제조방법에 관한 것으로, 특히, HVPE를 이용하여 반도체를 제조하는 장치에 p형 도펀트를 박막형태로 기판 상부에 도포하고, 그 기판을 상기 반도체 제조장치 내부에 장착한 후 하나의 주입관을 통해 III-족 원소가 담긴 용기를 통과하는 염화수소 가스를 주입하고, 다른 주입관을 통해서 V-족 원소를 포함하는 기체를 주입하여 상기 p형 도펀트가 도포된 기판 상부에 III-V족 반도체가 형성되면서 도포된 p형 도펀트들이 상기 형성된 반도체 내부로 확산에 의해 도핑(doping)되어 p형 반도체를 제조하는 HVPE법을 이용한 p형 반도체 제조방법을 제공한다.

배경 기술

<2> 일반적으로, 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 문제점이 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 기판위에 후막(厚膜)을 성장시키는 데 유리하고, 질화갈륨(GaN) 나노 구조체와 같은 III-족 원소로 구성된 나노 구조체의 제조에 유리하다.
- <6> 한편, 반도체 재료를 이용한 소자를 제작하기 위해서는, 전자와 정공을 주입하기 위한 n형과 p형 반도체가 기본적으로 필요하게 된다. 따라서 특정한 반도체 재료, 예를 들면 비소화갈륨(GaAs) 혹은 질화갈륨(GaN) 등과 같은 재료를 HVPE법으로 만들 경우 적당한 도펀트를 첨가하여 n형 혹은 p형의 특성을 가지도록 하여야 한다.
- <7> 도1은 HVPE법을 이용한 반도체 제조장치의 하나인 나노 구조체 제조장치를 나타낸 것으로, 상기 나노 구조체 제조장치를 이용하여 p형 반도체를 제조할 수 있다. 상기 나노 구조체 제조장치를 이용한 p형 반도체의 제조방법은, 먼저 제1 가스 주입관(10)을 통해 III-족 원소가 담긴 용기(40)를 통과하도록 염화수소와 같은 할리드(Halide) 가스를 주입하여 III-족 원소를 포함하는 할리드 화합물을 만들어서 기관(70) 상부로 공급하고, V-족 원소를 포함하는 기체를 제2가스 주입관(20)을 통해 상기 기관으로 공급한다.
- <8> 또한, III-족 원소와는 다른 용기(50)를 사용하여 p형 도펀트를 담은 뒤에 제3가스 주입관(30)을 통해 불활성 기체를 상기 p형 도펀트가 담긴 용기를 통과하도록 주입하여 상기 기관 상부로 p형 도펀트를 공급한다.
- <9> 상기와 같이 기관 상부로 유입된 할리드 화합물은 V-족 원소를 포함하는 기체와 반응하여 반도체 재료인 질화물을 생성하여 기관에서 성장되며, 상기 질화물 반도체가 성장하는 동안 주입되는 p형 도펀트들이 상기 질화물 반도체에 결합하여 p형 반도체를 제조하게 된다. 이 때 기관의 온도는 350 ~ 900℃로 유지한다.
- <10> 그 한 실시예로서, p형 질화갈륨(GaN) 반도체의 제조방법을 설명하면, 상기 나노 구조체 제조장치의 용기(40)에 갈륨을 담고, 상기 제1 가스 주입관(10)을 통해 할리드 가스인 염화수소(HCl) 기체를 주입하여 염화갈륨(GaCl)을 생성하여 반응로(80) 내부로 주입하면서, 제2 가스 주입관(20)을 통해 V-족 원소를 포함하는 기체로 암모니아(NH₃)를 상기 반응로 내부로 주입하며, 동시에 제3 가스 주입관(30) 상에 설치된 p형 도펀트 용기(50)에 p형 도펀트인 마그네슘(Mg)을 담고 제3가스 주입관(30)을 통해 불활성 가스인 아르곤(Ar)이나 질소(N₂)를 주입하여 마그네슘 원소와 함께 불활성 가스가 반응로 내부로 주입되어 기관 상부에 p형 도펀트인 마그네슘 입자가 도핑된 질화갈륨 반도체를 제조하게 된다.
- <11> 그러나, 상기와 같이 불활성 가스를 이용하여 p형 도펀트를 기관으로 공급하여 p형 반도체를 제조하는 경우에는 III, V-족 원소가 화학반응을 통해 질화물 반도체를 성장시키는 과정에서 p형 도펀트가 도핑되는 효율이 매우 낮다는 문제점이 있었다.
- <12> 또한, 상기와 같이 도핑 효율이 저하됨으로 인해 도핑농도를 높일 수 없고, 도핑농도의 저하에 따라 정공의 이동도를 높이기 어려워 양질의 p형 반도체를 얻기 어렵다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <13> 상기 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 HVPE법을 이용한 반도체 제조장치에 장착된 기관 상부로 p형 도펀트를 주입하지 않고, 기관 상부에 미리 p형 도펀트를 도포한 후, 상기 반도체 제조장치에는 반응가스들만을 주입하여 p형 도펀트가 도포된 기관 상부에 질화물 반도체가 성장하면서 도포된 p형 도펀트가 확산에 의해 질화물 반도체로 도핑되도록 함으로써 양질의 p형 반도체를 얻을 수 있는 p형 반도체 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <14> 또한, 상기와 같이 기관에 미리 도포된 p형 도펀트들이 확산에 의해 반도체 내부로 도핑되도록 함으로써 반도체 내부의 도펀트 밀도를 높여 도핑효율을 증가시키는 것을 다른 목적으로 한다.

<15> 또한, 상기 도펀트 밀도의 증가로 인해 정공의 이동도가 좋은 고품질의 p형 III-V족 반도체를 용이하게 제작할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제 해결수단

<16> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 HVPE법을 이용한 반도체 제조장치를 이용하여, 상기 반도체 제조장치에 장착할 기관에 p형 도펀트를 도포하는 단계와; 상기 p형 도펀트가 도포된 기관을 상기 반도체 제조장치의 기관 홀더에 장착하는 단계와; 상기 반도체 제조장치의 III-족 원소가 담긴 용기를 통과하는 주입관으로 할리드 가스를 주입하는 단계와; 상기 반도체 제조장치의 다른 주입관으로 V-족 원소를 포함하는 기체를 주입하는 단계를 포함하여서, 상기 기관 상부에 성장하는 III-V족 화합물에 p형 도펀트들이 확산에 의해 도핑되어서 p형 반도체를 성장시키는 것을 특징으로 하는 HVPE법을 이용한 p형 반도체 제조방법을 제공한다.

효과

<17> 상기와 같이 본 발명은 p형 도펀트를 별도로 유입하지 하지 않고 기관 상부에 p형 도펀트를 도포한 후 질화물 반도체를 성장시킴으로써 도포된 p형 도펀트들이 성장하는 질화물 반도체로 확산되어 p형 반도체가 형성되도록 함으로써 p형 반도체 내의 도펀트 밀도를 향상시킬 수 있다.

<18> 또한, 상기와 같이 도펀트 밀도가 증가함으로써 도핑 효율이 향상되고, 이로 인해 정공의 이동도가 좋은 고품질의 p형 III-V족 반도체를 용이하게 제조할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<19> 본 발명은 HVPE법을 이용한 반도체 제조장치에 장착되는 기관 상부에 미리 p형 도펀트를 도포한 후, HVPE법에 따라 질화물 반도체를 제조함으로써 기관 상부에 성장하는 질화물 반도체에 기관에 미리 도포된 p형 도펀트들이 확산에 의해 도핑되도록 하여 p형 반도체를 제조하는 방법에 관한 것으로, 이하 도면을 참조하여 본 발명을 좀 더 상세히 설명하기로 한다.

<20> 먼저, HVPE법을 이용한 반도체 제조장치로는 III-V족 나노 구조체 제조장치와 수소화 기상 증착장치가 사용되며, 이하에서는 III-V족 나노 구조체 제조장치를 예로 들어 p형 반도체의 제조방법을 설명하기로 한다.

<21> 도2는 HVPE법을 이용한 III-V족 원소 나노 구조체 제조장치를 나타낸 것으로, 상기 나노 구조체 제조장치를 이용한 p형 반도체의 제조방법은, 먼저 상기 나노 구조체 제조장치의 기관 홀더(140)에 장착되는 기관(200)에 별도의 공정을 통해 p형 도펀트를 도포한다. 이때, 상기 도포되는 p형 도펀트는 일례로 마그네슘을 사용한다.

<22> 다음에, 상기 p형 도펀트가 도포된 기관(200)을 반응로(100) 내부의 기관 홀더(140)에 장착한 다음, III-족 원소 용기(130)에 III-족 원소인 갈륨을 담고, 그 III-족 원소 용기(130)를 통과하는 제1가스 주입관(110)으로 할리드 가스인 염화수소(HCl) 기체를 주입한다. 또한, 상기 염화수소 가스를 주입하는 동시에 제2가스 주입관(120)으로 V-족 원소를 포함하는 기체인 암모니아 가스를 주입한다.

<23> 상기와 같이 제1가스 주입관을 통해 주입된 염화수소는 III-족 원소 용기에 담긴 갈륨과 반응하여 기관 상부로 염화갈륨을 주입하게 되고, 상기 염화갈륨은 기관 상부에서 암모니아 gas와 반응하여 질화갈륨을 생성하여 기관 상부에 부착되어 성장하게 된다.

<24>

<25> 또한, 상기 제1가스 주입관(110)으로 할리드 가스를 대신하여 불활성 가스인 질소, 수소, 아르곤 중 어느 하나를 주입할 수 있으며, 상기 주입된 가스는 III-족 원소인 갈륨을 기관 상부로 운반하여 V-족 원소를 포함하는 기체인 암모니아와 반응하여 질화갈륨 반도체를 기관 상부에 성장시킬 수도 있다.

<26> 상기와 같이 질화갈륨이 성장됨에 따라 기관 상부에 이미 도포되어 있는 p형 도펀트가 확산을 통해 질화갈륨 내부로 도핑되어 p형 질화갈륨 반도체를 제조하게 된다.

<27> 상술한 바와 같이 질화갈륨 나노 구조체 제조장치 이외에도 HVPE법을 이용한 반도체 제조장치에 p형 도펀트가 도포된 기관을 장착하고, 그 상부에서 반응가스와 III-족 원소를 반응시켜 질화물 반도체를 성장시키고 도포된 p형 도펀트가 확산에 의해 질화물 반도체 내부로 도핑되도록 함으로써 p형 반도체를 제조할 수 있다.

<28> 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

<29> 도1은 HVPE법을 이용한 종래 기술에 의해 p형 반도체를 제조하는 반도체 제조 장치의 한 실시예를 나타낸 도면.

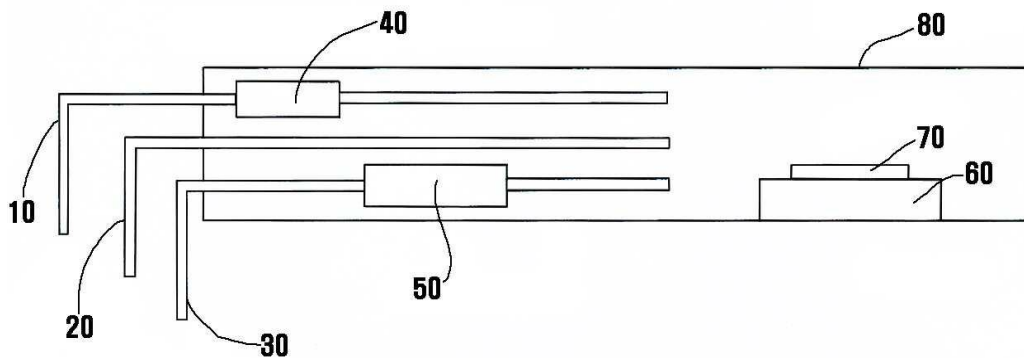
<30> 도2는 HVPE법을 이용한 본원 발명에 의해 p형 반도체를 제조하는 반도체 제조 장치의 한 실시예를 나타낸 도면.

<31> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

<32> 10,110 : 제1가스 주입관	20,120 : 제2가스 주입관
<33> 30 : 제3가스 주입관	40,130 : III-족 원소 용기
<34> 50 : p형 도펀트 용기	60,140 : 기관홀더
<35> 70,200 : 기관	80,100 : 반응로
<36> 210 : p형 도펀트	

도면

도면1



도면2

