



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0099546  
(43) 공개일자 2008년11월13일

(51) Int. Cl.

B82B 3/00 (2006.01) B82B 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0045217

(22) 출원일자 2007년05월09일

심사청구일자 2007년05월09일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

김진교

서울 중구 신당6동 푸르지오아파트 104동 804호

손유리

서울 중랑구 면목4동 393-126

(74) 대리인

오세중

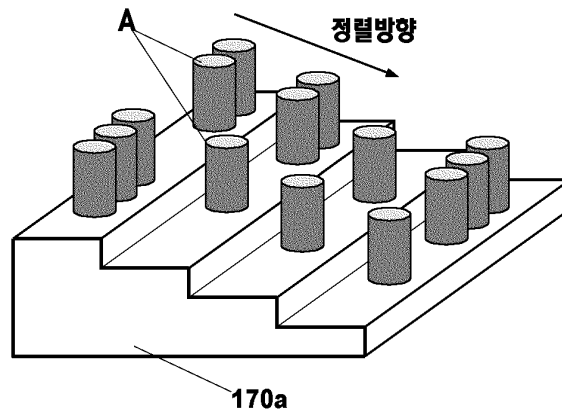
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 미스컷 기판을 이용한 나노 구조체의 제조방법

### (57) 요약

본 발명은 다층으로 미스컷(miscut)된 기판을 이용하여 정렬 및 밀도를 조절할 수 있는 나노 구조체의 제조방법에 관한 것으로, 특히 다층으로 미스컷된 기판의 평평한 부분인 테라스(terrace) 부분에 나노 구조체들이 잘 성장되기 때문에 하나의 기판에 밀도와 정렬을 조절할 수 있도록 미스컷을 실시하여 기판을 형성하고, 이를 HVPE법 등을 이용한 나노 구조체 제조장치에 설치하여 원하는 방향으로 정렬되고, 원하는 밀도를 갖도록 형성되는 나노 구조체의 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도2



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

화합물 나노 구조체를 제조하는 방법에 있어서,

나노 구조체가 성장하는 기판은 다수개의 평평한 부분인 테라스를 갖도록 미스컷된 기판을 사용하는 것을 특징으로 하는 미스컷 기판을 이용한 나노 구조체의 제조방법

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 나노 구조체는 질화갈륨 나노 구조체인 것을 특징으로 하는 미스컷 기판을 이용한 나노 구조체 제조방법.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 나노 구조체는 나노로드 또는 나노와이어인 것을 특징으로 하는 미스컷 기판을 이용한 나노 구조체 제조방법.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 미스컷 기판은 계단형상을 갖도록 일방향으로 미스컷된 기판을 사용하는 것을 특징으로 하는 미스컷 기판을 이용한 나노 구조체 제조방법.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 미스컷 기판은 양방향(2차원) 계단형상으로 미스컷된 기판을 사용하는 것을 특징으로 하는 미스컷 기판을 이용한 나노 구조체 제조방법.

### 청구항 6

제 2 항, 제 4 항 또는 제 5 항중 어느 한항에 있어서,

상기 기판은 사파이어, SiC, Si, GaAs 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 미스컷 기판을 이용한 나노 구조체 제조방법.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<11> 본 발명은 다층으로 미스컷(miscut)된 기판을 이용하여 정렬 및 밀도를 조절할 수 있는 나노 구조체의 제조방법에 관한 것으로, 특히 다층으로 미스컷된 기판의 평평한 부분인 테라스(terrace) 부분에 나노 구조체들이 잘 성장되기 때문에 하나의 기판에 밀도와 정렬을 조절할 수 있도록 미스컷을 실시하여 기판을 형성하고, 이를 HVPE 법 등을 이용한 나노 구조체 제조장치에 설치하여 원하는 방향으로 정렬되고, 원하는 밀도를 갖도록 형성되는 나노 구조체의 제조방법을 제공한다.

<12> 화합물 반도체로 이루어진 나노로드와 나노와이어 등과 같은 1차원 나노 구조체들은 나노 스케일의 가전소자나 전자소자로서의 응용성이 매우 크다. 그 중 질화갈륨을 기반으로 하는 반도체 재료는 매우 큰 직접 천이형 에너지 간격을 가지고 있어 UV에서부터 청색에 이르는 영역까지 빛을 낼 수 있는 광소자재료로 큰 관심을 모으고 있으며, 에피택시(epitaxy) 형태로 성장시켜 사용하고 있다.

- <13> 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.
- <14> 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.
- <15> 또한, HVPE법은 상대적으로 켄썬기 성장 필름(epitaxy grown film)의 특성이 떨어지지만 저렴한 가격으로 반도체 재료를 제조할 수 있고, 반도체 재료의 성장속도가 빨라 질화갈륨 후막과 같은 III-족 원소로 구성된 후막의 제조에 유리하다.
- <16> 상기 질화갈륨 후막은 실리콘과는 달리 단결정을 성장시키기 어렵기 때문에 웨이퍼 형태의 동일한 물질(질화갈륨) 기판을 사용하지 못하고, 사파이어 기판 등을 주로 사용하고 있다. 상기와 같은 이종 기판에 화합물 반도체를 성장시키는 경우에는 격자상수 부정합에 따른 다수의 전위(dislocation)가 생성되기 때문에 전위가 없는 화합물 반도체의 나노 구조체를 이용한 발광 다이오드에 비해 광학적 성능이 저하된다는 문제점이 있었다.
- <17> 따라서, 1차원 나노 구조체의 격자상수 부정합을 줄여 나노소자로서 사용하기 위해서는 이종기판 상부에서 성장되는 나노 구조체를 정렬하고 밀도를 조절하는 것이 중요하고, 상기 나노 구조체를 정렬시키기 위하여 기판 상부에 미리 유전체를 이용하여 패틴을 형성한 후, 반도체 재료를 에피택시의 형태로 성장시키는 MOCVD법, MBE법 또는 HVPE법 등을 사용하여 상기 패틴상에서만 나노 구조체를 성장시킴으로써 나노 구조체의 정렬 및 밀도를 조절하였다.
- <18> 그러나, 상기와 같이 기판 상부에 패틴을 형성하는 공정을 추가할 경우 나노 구조체의 정렬 및 밀도를 조절하기 위한 공정이 복잡하고, 패틴화 공정의 추가에 따른 비용이 많이 소모된다는 문제점이 있었다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <19> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 나노 구조체 제조장치의 기판홀더에 설치되는 기판의 형태를 일방향 또는 양방향으로 미스컷하여 사용함으로써 미스컷된 기판의 테라스 부분에 나노 구조체가 성장되도록 하여 정렬 및 밀도를 조절하기 용이한 나노 구조체 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <20> 또한, 기판 상부에서 성장하는 나노 구조체를 정렬시키고 밀도를 조절하기 위해 종래와 같이 유전체를 이용한 패틴화 공정을 사용하지 않음으로써 나노 구조체의 제조공정의 간소화하여 제조비용을 절감하고 향상된 성능의 나노소자를 구현할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적을 한다.
- <21> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 화합물 나노 구조체를 제조하는 방법에 있어서, 나노 구조체가 성장하는 기판은 다수개의 평평한 부분인 테라스를 갖도록 미스컷된 기판을 사용하는 것을 특징으로 하는 미스컷 기판을 이용한 나노 구조체의 제조방법을 제공한다.

### 발명의 구성 및 작용

- <22> 이하, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.
- <23> 도1은 일반적인 화합물 반도체 중 질화갈륨 나노 구조체를 HVPE법으로 제조하는 장치의 한 실시예를 나타낸 것으로, 진공상태로 유지되는 반응로(100)에 할리드 가스(Halide gas)와 같은 불활성 가스가 주입되는 제1가스 주입관(110)과,  $\text{NH}_3$  등의 V-족 원소를 포함하는 기체가 주입되는 제2가스 주입관(120)이 형성되며, 상기 제1가스 주입관(110) 중간에는 Ga 등의 III-족을 담기 위한 용기(130)가 설치되고, 상기 반응로(100) 내부의 기판홀더(140) 상부에는 사파이어 등으로 제조되며 미스컷된 기판(170)을 안치한다. 이때, 미스컷 기판은 일방향 또는 양방향으로 계단형상을 가지며, 다수개의 평평한 부분이 테라스를 갖는 기판을 나타낸다.
- <24> 상기 기판(170)은 일방향의 계단형상으로 각 스텝마다 평평한 부분인 테라스(terrace)를 갖도록 미스컷된 일방향 미스컷 기판(170a)을 사용하거나, 서로 직각을 이루는 양방향(2차원)으로 각 스텝마다 평평한 부분인 테라스를 갖도록 미스컷된 양방향(2차원) 미스컷 기판(170b)을 사용한다.
- <25> 또한, 타측에는 반응 가스들을 배기시키기 위한 배기구(150)가 형성되고, 상기 반응로(100) 외벽에는 전기로(160)가 설치되어 반응로(100)의 온도를 조절할 수 있도록 한다.
- <26> 상기와 같이 구성된 나노 구조체 제조장치를 이용하여 미스컷된 기판 상부에 질화갈륨 기반의 나노 구조체를 정

렬시키고 밀도를 조절하여 성장시키는 방법은, 먼저 기판 홀더(140) 상부에 사파이어, SiC, Si, GaAs 등으로 형성되고 일방향 또는 양방향(2차원)으로 미스컷된 기판(170)을 설치한 후, 상기 용기에 III-족 원소인 Ga를 담는다.

<27> 다음에, 전기로를 작동시켜 반응로 내부 기판 주변 온도를 V-족 원소를 포함하는 기체인  $NH_3$  가스의 분해가 잘 일어나고, GaCl과의 반응도를 높게 유지할 수 있는 온도인  $700 \sim 1200^\circ C$ 로 유지하고, 기판의 온도는 나노 구조체가 성장할 수 있는  $100 \sim 700^\circ C$ 로 유지한다. 이때, 기판의 온도는 그 상부에 정렬되는 나노 구조체의 하나인 나노 로드 또는 나노 와이어의 성장온도인  $300 \sim 700^\circ C$ 로 유지하는 것이 바람직하다.

<28> 다음에, 상기 용기(130)를 통과하는 제1가스 주입관(110)을 통해 할리드 가스를 주입하여 용기속의 Ga와 반응하면서 기판(170) 상부로 투입되도록 한다. 다음에 상기한 온도로 기판이 유지된 상태에서 제2가스 주입관(120)을 통해 V-족 원소인  $NH_3$ 를 투입한다.

<29> 상기와 같이 제1가스 주입관을 통해 기판 상부로 투입된 Ga 원소는 제2가스를 주입관을 통해 주입된 V-족 원소와 반응하여 기판 상부에 III-V족의 분자식을 갖는 나노 구조체를 성장시킨다.

<30> 도2 내지 도3은 상기 나노 구조체 제조장치를 이용하여 미스컷 기판 상부에 형성된 나노 구조체의 실시예들을 나타낸 것으로, 도2는 일방향으로 미스컷된 기판(170a)에서 각 스텝의 평평한 테라스 부분에 한방향으로 정렬된 나노 구조체가 형성된 것을 나타낸 것이고, 도3은 양방향(2차원)으로 미스컷된 기판(170b)에서 각 양방향 스텝의 평평한 테라스 부분에 2차원적으로 정렬된 나노 구조체를 나타낸 것이다. 즉, 기판의 미스컷된 방향과 테라스의 넓이에 따라 나노 구조체를 일방향 또는 2차원적으로 정렬할 수 있고 밀도를 조절할 수 있게 된다.

<31> 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.

### 발명의 효과

<32> 상기한 바와 같이 본 발명은 나노 구조체 제조장치의 기판홀더에 설치되는 기판의 형태를 일방향 또는 양방향으로 미스컷하여 사용함으로써 미스컷된 기판의 테라스부분에 나노 구조체가 성장되도록 하여 정렬 및 밀도를 조절하기 용이하다.

<33> 또한, 기판 상부에서 성장하는 나노 구조체를 정렬시키고 밀도를 조절하기 위해 종래와 같이 유전체를 이용한 패터닝 공정을 사용하지 않음으로써 나노 구조체의 제조공정을 간소화하여 제조비용을 절감하고 향상된 성능의 나노소자를 구현할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

<1> 도1은 HVPE법을 이용한 나노 구조체 제조장치의 한 실시예를 나타낸 도면.

<2> 도2는 본 발명에 따라 일방향으로 미스컷된 기판 상에 나노 구조체가 형성된 상태를 나타낸 도면.

<3> 도3은 본 발명에 따라 양방향으로 미스컷된 기판 상에 나노 구조체가 형성된 상태를 나타낸 도면.

<4> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

<5> 100 : 반응로 110 : 제1가스 주입관

<6> 120 : 제2가스 주입관 130 : 용기

<7> 140 : 기판 홀더 150 : 배기구

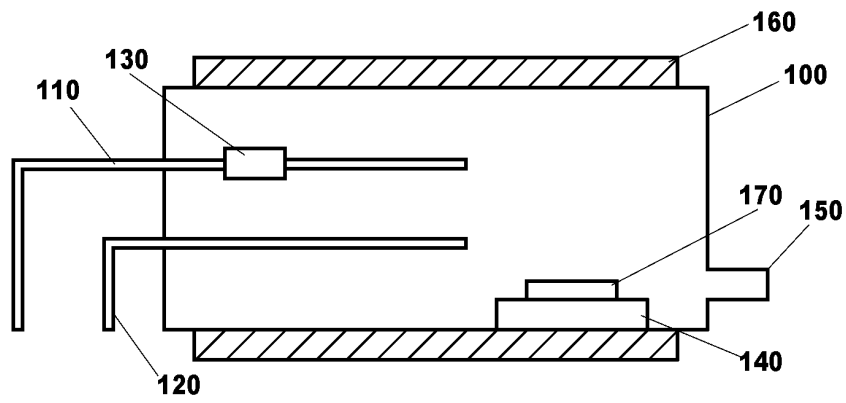
<8> 160 : 전기로 170 : 기판

<9> 170a : 일방향 미스컷 기판 170b : 양방향 미스컷 기판

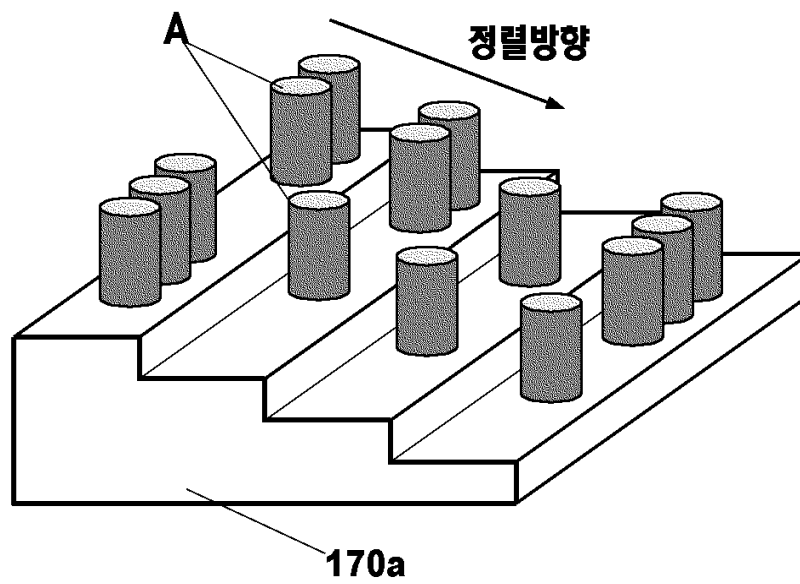
<10> A : 나노 구조체

도면

도면1



도면2



도면3

