



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년04월03일
(11) 등록번호 10-1132546
(24) 등록일자 2012년03월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/20 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-7002599
(22) 출원일자(국제) 2004년08월04일
심사청구일자 2009년03월20일
(85) 번역문제출일자 2006년02월07일
(65) 공개번호 10-2006-0034723
(43) 공개일자 2006년04월24일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2004/011531
(87) 국제공개번호 WO 2005/015617
국제공개일자 2005년02월17일
(30) 우선권주장
JP-P-2003-00290862 2003년08월08일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2000349336 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 코하
일본국 도쿄도 네리마쿠 코우야마 2-6-8
(72) 발명자
이제노세 노보루
일본 1690072 도쿄도 신주꾸꾸 오오꾸보 3쵸메 4
방 1고각꼬오호오진 와세다 다이가꾸 리꼬오가꾸
부 내
시마무라 기요시
일본 1690051 도쿄도 신주꾸꾸 니시와세다 2쵸메
8방 26고각꼬오호오진 와세다다이가꾸 가가미기넨
자이료오기쥬쯔겐꾸우쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
성재동, 장수길

전체 청구항 수 : 총 1 항

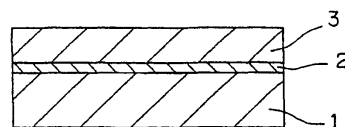
심사관 : 정성중

(54) 발명의 명칭 **반도체층**

(57) 요약

본 발명의 과제는 결정 품질이 높은 GaN계 에피택셜층을 얻을 수 있는 반도체층을 제공하는 것이다. 이 반도체층은 β -Ga₂O₃ 단결정으로 이루어지는 β -Ga₂O₃ 기판(1)과, β -Ga₂O₃ 기판(1)의 표면에 질화 처리를 실시하여 형성된 GaN층(2)과, GaN층(2)에 MOCVD법에 의해 에피택셜을 성장시켜 형성된 GaN 성장층(3)을 구비한다. GaN층(2)과 GaN 성장층(3)의 격자 정수가 일치하고, GaN 성장층(3)은 GaN층(2)이 높은 결정성을 이어받아 성장하기 때문에, 결정성이 높은 GaN 성장층(3)이 얻어진다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

아오끼 가즈오

일본 1760022 도쿄도 네리마쿠 코우야마 2-6-8 가
부시키가이샤코하 내

가르시아 비요라 엔카르네시온 안토니아

일본 1760022 도쿄도 네리마쿠 코우야마 2-6-8 가
부시키가이샤코하 내

특허청구의 범위

청구항 1

기관과,

상기 기관 상에 성장된 GaN 성장층(3)을 포함하고,

상기 기관은, β -Ga₂O₃ 단결정의 제1층(1)과, 상기 제1층(1)의 표면에 질화 처리를 실시하여 그 표면의 산소 원자의 일부 혹은 전부를 질소 원자로 치환함으로써 형성되는 GaN층(2)을 구비하는, 반도체층.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은 일본 특허 출원(특허 출원 제2003-290862호)을 기초로 하고, 이 일본 출원의 전체 내용은, 본 출원에 있어서 참조되어 도입된다.

[0002] 본 발명은 반도체층에 관한 것으로, 특히 결정 품질이 높은 GaN계 에피택셜층을 얻을 수 있는 반도체층에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 도3은, 종래의 반도체층을 도시한다. 이 반도체층은 Al₂O₃으로 이루어지는 Al₂O₃ 기관(11)과, Al₂O₃ 기관(11)의 표면에 형성된 AlN층(12)과, AlN층(12) 상에 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)법에 의해 에피택셜을 성장시켜 형성된 GaN 성장층(13)을 구비한다(예를 들어, 일본 특허 공고 소52-36117호 공보 참조).

[0004] 이 반도체층에 따르면, Al₂O₃ 기관(11)과 GaN 성장층(13) 사이에 AlN층(12)을 형성함으로써, 격자 정수의 불일치를 저감하여 결정 불량을 감할 수 있다.

[0005] 그러나, 종래의 반도체층에 따르면, AlN층(12)과 GaN 성장층(13)과의 격자 정수를 완전히 일치시킬 수 없어 GaN 성장층(13)의 결정 품질을 더 향상시키는 것은 어렵다. 또한, 발광 소자에 적용한 경우에는 발광층의 결정성이 열화되어 발광 효율이 감소된다.

[0006] 따라서, 본 발명의 목적은 결정 품질이 높은 GaN계 에피택셜층을 얻을 수 있는 것이 가능한 반도체층을 제공하는 데 있다.

발명의 상세한 설명

[0007] 본 발명은, 상기 목적을 달성하기 위해, Ga₂O₃계 반도체로 이루어지는 제1 층과, 상기 제1 층의 산소 원자의 일부 혹은 전부를 질소 원자로 치환함으로써 얻어지는 제2 층에 의해 구성된 것을 특징으로 하는 반도체층을 제공한다.

[0008] 본 발명의 반도체층에 따르면, Ga₂O₃계 반도체로 이루어지는 제1 층상에 제1 층의 산소 원자의 일부 혹은 전부를 질소 원자로 치환함으로써 얻어지는 제2 층을 형성함으로써 완충층을 개재시키는 일 없이 결정성이 높은 GaN계 화합물 반도체로 이루어지는 제2 층이 얻어진다.

실시 예

[0012] 본 발명의 실시 형태에 관한 반도체층을 설명한다. 본 실시 형태는, Ga₂O₃계 반도체로 이루어지는 제1 층과, 제1 층의 표면에 질화 처리 등을 실시하여 제1 층상에 제1 층의 산소 원자의 일부 혹은 전부를 질소 원자로 치환함으로써 얻어지는 GaN계 화합물 반도체로 이루어지는 제2 층과, 제2 층상에 GaN계 에피택셜층으로 이루어지는 제3 층으로 구성된다. 여기서, 「Ga₂O₃계 반도체」에는 Ga₂O₃, (Al_xGa_{1-x})₂O₃(단, 0 ≤ x < 1), (Al_xGa_{1-x})₂O₃(단, 0 ≤ X < 1), (In_xAl_yGa_{1-x-y})₂O₃(단, 0 ≤ x < 1, 0 ≤ y < 1, 0 ≤ x + y < 1) 등으로 이루어지는 것이 포함되고, 이들에 대해 원자 치환 혹은 원자 결합에 의해 n형 도전성 혹은 p형 도전성을 나타내는 것도 포함된다. 또한, 「GaN계 화합물 반도체」 및 「GaN계 에피택셜층」에는 GaN, In_zGa_{1-z}N(단, 0 ≤ z < 1), Al_zGa_{1-z}N(단, 0 ≤ z < 1) 또는 In_zAl_pGa_{1-z-p}N(단, 0 ≤ z < 1, 0 ≤ p < 1, 0 ≤ z + p < 1) 등으로 이루어지는 것이 포함되고, 이들에 대해 원자 치환 혹은 원자 결합에 의해 n형 도전성 혹은 p형 도전성을 도시키는 것도 포함된다.

[0013] 예를 들어, 제1 예로서 Ga₂O₃으로 이루어지는 제1 층과, GaN으로 이루어지는 제2 층과, GaN으로 이루어지는 제3 층과 같이, 제2 층과 제3 층을 동일 화합물 반도체에 의해 구성할 수 있다. 또, 제2 예로서 Ga₂O₃으로 이루어지는 제1 층과, GaN으로 이루어지는 제2 층과, In_zGa_{1-z}N(단, 0 ≤ z < 1)으로 되는 제3 층과 같이, 제2 층과 제3 층을 다른 화합물 반도체에 의해 구성할 수도 있다. 또한, 제3 예로서(In_xGa_{1-x})₂O₃(단, 0 ≤ x < 1)으로 되는 제1 층과, In_zAl_pGa_{1-z-p}N(단, 0 ≤ z < 1, 0 ≤ p < 1, 0 ≤ z + p < 1)으로 되는 제2 층과, Al_zGa_{1-z}N(단, 0 ≤ z < 1)으로 되는 제3 층과 같이, 제2 층과 제3 층을 다른 화합물 반도체에 의해 구성하고, 제1 층과 제2 층을 제1 예 및 제2 예와 다른 조합으로 할 수도 있다.

[0014] 본 실시 형태에 따르면, 제2 층과 제3 층의 격자 정수를 일치 혹은 매우 근사시키는 것이 가능해지므로, 결정 품질이 높은 GaN계 에피택셜층이 얻어진다.

[0015] (제1 실시예)

[0016] 도1은 본 발명의 제1 실시예에 관한 반도체층을 도시한다. 본 제1 실시예의 반도체층은 β-Ga₂O₃ 단결정으로 이루어지는 제1 층으로서의 β-Ga₂O₃ 기판(1)과, β-Ga₂O₃ 기판(1)의 표면에 질화 처리를 실시하여 형성된 두께 약 2 nm의 제2 층으로서의 GaN층(2)과, GaN층(2) 상에 예를 들어 MOCVD법에 의해 에피택셜을 성장시켜 형성된 제3 층으로서의 GaN 성장층(3)을 구비한다. 이 질화 처리에 있어서, β-Ga₂O₃ 기판(1)의 산소 원자가 질소 원자에 의해 치환됨으로써, GaN층(2)이 형성된다.

[0017] 도2는 반도체층의 제조 공정을 도시한다. 우선, β-Ga₂O₃ 기판(1)을 FZ(프로팅 영역)법에 의해 제작한다[공정(가)]. 마지막으로, β-Ga₂O₃ 종결정과 β-Ga₂O₃ 다결정 소재를 준비한다.

[0018] β-Ga₂O₃ 종결정은 β-Ga₂O₃ 단결정으로부터 벽면의 이용 등에 의해 잘라 낸 단면 정방형의 각기둥 형상을 갖고, 그 축 방향은 a축 <100> 방위, b축 <010> 방위, 혹은 c축 <001> 방위에 있다.

[0019] β-Ga₂O₃ 다결정 소재는, 예를 들어 순도 4N의 Ga₂O₃의 분말을 고무관으로 충전하고, 그것을 500 MPa에서 냉간 압

축하고, 1500 °C에서 10시간 소결함으로써 얻어진다.

- [0020] 다음에, 석영관 중에 있어서, 전압이 1 내지 2 기압의 질소와 산소의 혼합 기체(100 % 질소로부터 100 % 산소 사이에서 변화)의 분위기 하, β -Ga₂O₃ 종결정과 β -Ga₂O₃ 다결정과와 선단부를 서로 접촉시키고, 그 접촉 부분을 가열 용융시켜 β -Ga₂O₃ 다결정의 용해물을 냉각함으로써, β -Ga₂O₃ 단결정이 생성된다. β -Ga₂O₃ 단결정은 b축 <010> 방위에 결정 성장시킨 경우에는, (100)면의 벽개성이 강해지기 때문에, (100)면에 평행한 면과 수직인 면에서 절단하여 β -Ga₂O₃ 기판(1)을 제작한다. 또, a축 <100> 방위 혹은 c축 <001> 방위에 결정 성장시킨 경우에는, (100)면 및 (001)면의 벽개성이 약해지기 때문에, 모든 면의 가공성이 좋아지고, 상기와 같은 절단면의 제한은 없다.
- [0021] 다음에, 60 °C의 초산 수용액 속에서 보일링함으로써 β -Ga₂O₃ 기판(1)을 에칭하고[공정(나)], 이 β -Ga₂O₃ 기판(1)을 에탄올에 침지하여 초음파 세정하고[공정(다)], 또 물에 침지하여 초음파 세정한 후[공정(라)], 건조시키고[공정(마)], MOCVD 장치의 성장로 내에서 1000 °C에서 진공 세정하여[공정(바)], β -Ga₂O₃ 기판(1)의 표면을 청정화시킨다.
- [0022] 다음에, β -Ga₂O₃ 기판(1)의 표면에 질화 처리를 실시한다[공정(사)]. 즉, MOCVD 장치의 성장로 내에서 β -Ga₂O₃ 기판(1)을 소정의 분위기 속에서, 소정의 시간 가열한다. 분위기(기압 포함), 가열 온도, 가열 시간을 적절하게 선택함으로써, β -Ga₂O₃ 기판(1)의 표면에 원하는 GaN층(2)이 얻어진다. 예를 들어, β -Ga₂O₃ 기판(1)을 300 torr의 NH₃ 분위기 속에서 1050 °C, 5분 가열함으로써, β -Ga₂O₃ 기판(1)의 표면에 두께가 2 nm 정도의 얇은 GaN층(2)이 형성된다.
- [0023] 다음에, MOCVD법에 의해 GaN을 성장시켜 GaN 성장층(3)을 얻는다[공정(아)], 즉 MOCVD 장치의 성장로 내를 100 torr까지 감압하고, 성장로 내에 N 공급 원료로서 암모니아 가스와 Ga 공급 원료로서 트리메틸 갈륨(TMГ)을 공급하면 GaN층(2) 상에, 예를 들어 두께 100 nm 정도의 GaN 성장층(3)이 성장한다. GaN 성장층(3)의 두께는 공급 원료의 농도 및 가열 온도 등을 조정함으로써 제어할 수 있다.
- [0024] 제1 실시예에 있어서, TMГ와 함께 트리메틸 알루미늄(TMA)을 공급하면, 제2 층으로서 GaN층(2) 대신에 AlGaN층을 형성할 수 있다. 또한, TMГ와 함께 트리메틸 인듐(TMI)을 공급하면, 제2 층으로서 GaN층(2) 대신에 InGaN층을 형성할 수 있다.
- [0025] 본 제1 실시예에 따르면, 이하의 효과가 얻어진다.
- [0026] (가) 결정성이 높은 β -Ga₂O₃ 기판(1)이 얻어지기 때문에, 그 위에 형성한 GaN층(2)도 관통 전위 밀도가 낮고, 결정성이 높은 GaN층(2)이 얻어진다. 또한, 이 GaN층(2)과 GaN 성장층(3)과는 격자 정수가 일치하고, 게다가 GaN 성장층(3)은 GaN층(2)이 높은 결정성을 이어받아 성장하기 때문에, 관통 전위가 적고 결정성이 높은 GaN 성장층(3)이 얻어진다.
- [0027] (나) n형 GaN 성장층과 p형 GaN 성장층 사이에, 예를 들어 InGaN층을 형성함으로써, 발광 다이오드 및 반도체 레이저 등의 발광 소자를 제작할 수 있다.
- [0028] (다) 본 발명을 발광 소자에 적용한 경우, 결정성이 높은 발광층이 얻어지기 때문에, 발광 효율이 높아진다.
- [0029] (라) β -Ga₂O₃ 기판(1)은 도전성을 갖기 때문에, 발광 소자를 제작한 경우, 층 구조의 상하 방향으로부터 전극을 취출하는 수직형의 구조를 채용할 수 있어, 층 구성 및 제조 공정의 간소화를 도모할 수 있다.
- [0030] (마) β -Ga₂O₃ 기판(1)은 투광성을 갖기 때문에, 기판측으로부터도 빛을 취출할 수 있다.
- [0031] (바) MOCVD 장치의 성장로 내에서 상기 진공 세정[공정(바)], 질화 처리[공정(사)], GaN 에피택셜 성장[공정(아)]을 연속하여 행할 수 있으므로, 반도체층을 효율적으로 생산할 수 있다.
- [0032] 또, GaN 성장층(3) 대신에 InGaN, AlGaN 혹은 InGaAlN을 성장시켜도 좋다. InGaN 및 AlGaN인 경우는 GaN층(2)과의 격자 정수를 거의 일치시킬 수 있어, InAlGaN인 경우는 GaN층(2)과의 격자 정수를 일치시키는 것이 가능하다.
- [0033] 예를 들어, 박막의 GaN층(2) 상에 Si 도프 GaN층을 형성하고, 그 위에 비도프 InGaN층을 형성하고, 그 위에 Mg 도프 GaN층 혹은 AlGaN층을 형성하면, 더블 헤테로형 발광 소자가 얻어진다. 이 때, 비도프 InGaN층을 In 조성

비가 다른 우물층과 장벽층을 교대로 적층하면, MQW(다중양자 우물층)을 가진 레이저 다이오드 소자가 얻어진다.

[0034] 한편, 도1에 있어서 GaN 성장층(3)을 소정의 두께로 하여 그 후, GaN층(2) 및 기판(1)을 삭제하면 GaN 기판이 얻어진다. 마찬가지로 하여, GaN 성장층(3) 대신에 InGaN층, AlGaIn층 혹은 InGaAlN층을 형성함으로써, 각각의 기판을 얻을 수 있다.

[0035] 또한, β -Ga₂O₃ 기판(1)의 성장법으로서 FZ법에 대해 설명하였지만, EFG(Edge-defined Film-fed Growth method)법 등의 다른 성장법이라도 좋다. 또한, GaN계 에피택셜층의 성장법으로서 MOCVD법에 대해 설명하였지만, PLD(Pulsed Laser Deposition)법 등의 다른 성장법이라도 좋다.

[0036] 또한, 본 발명의 반도체층은 발광 소자로 한정되지 않고, 여러 가지 종류의 반도체 부품에 적용할 수 있다.

산업상 이용 가능성

[0037] 본 발명의 반도체층에 따르면, Ga₂O₃계 반도체로 이루어지는 제1 층상에 제1 층의 산소 원자의 일부 혹은 전부를 질소 원자로 치환함으로써 얻어지는 제2 층을 형성함으로써, 완충층을 개재시키는 일 없이 결정성이 높은 GaN계 화합물 반도체로 이루어지는 제2 층이 얻어지기 때문에, 제2 층상에 GaN계 에피택셜층을 형성한 경우에, 제2 층과 GaN계 에피택셜층의 격자 정수를 일치 혹은 매우 근사시키는 것이 가능해져 결정 품질이 높은 GaN계 에피택셜층이 얻어진다.

도면의 간단한 설명

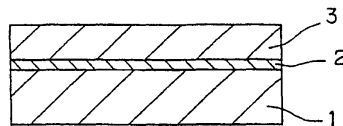
[0009] 도1은 본 발명의 제1 실시예에 관한 반도체층의 단면도이다.

[0010] 도2는 본 발명의 제1 실시예에 관한 반도체층의 제조 공정을 도시하는 도면이다.

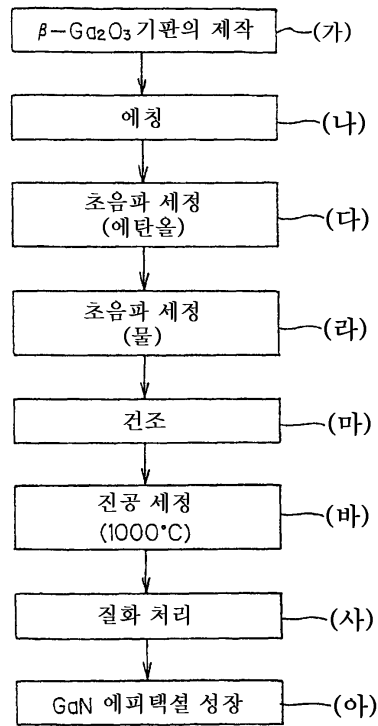
[0011] 도3은 종래의 반도체층의 단면도이다.

도면

도면1



도면2



도면3

