

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
H01L 27/14

(11) 공개번호 특1998-072425
(43) 공개일자 1998년11월05일

(21) 출원번호	특1997-007259
(22) 출원일자	1997년03월05일
(71) 출원인	삼성전자 주식회사 김광호
	경기도 수원시 팔달구 매탄동 416번지
(72) 발명자	신동수
	경기도 수원시 권선구 금곡동 삼익1차아파트 103동 1503호
(74) 대리인	이영필, 권석흠, 노민식

심사청구 : 있음

(54) 광원소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법 및 그에 사용되는 식각마스크

요약

광원소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법 및 이에 사용되는 식각율이 서로 다른 이중마스크로 된 식각마스크에 관하여 개시한다. 이를 위하여 본 발명은 베이스 구조가 형성된 InP 반도체 기판에 제1 마스크 패턴과 제2 마스크 패턴의 이중마스크로 구성된 식각마스크를 형성하고, 식각마스크를 이용하여 하부의 베이스 구조와 InP 반도체 기판을 식각하여 메사를 형성한다. 이어서 상부의 제2 마스크 패턴을 제거하고 제1 마스크 패턴만을 이용하여 하부의 메사를 매몰하는 블록킹층을 형성한다. 여기서, 제1 마스크 패턴은 Si₃N₄로 형성하고, 제2 마스크 패턴은 SiO₂로 제1 마스크 패턴보다 더 크게 형성하여 블록킹층의 형성 시에 마스크의 크기를 줄일 수 있다.

대표도

도7

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 내지 도 3은 종래기술에 따른 광원소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법을 설명하기 위하여 도시한 단면도들이다.

도 4a 내지 도 4e는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 기판에 베이스(Base) 구조를 형성하는 방법을 설명하기 위하여 도시한 단면도들이다.

도 5 내지 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법을 설명하기 위하여 도시한 단면도들이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 간단한 설명 *

100: InP 반도체 기판, 102: 격자 구조
104: 제1 클래드층, 106: 멀티 퀀텀 웰 액티브층,
108: 제2 클래드층, 110: 콘택버퍼층,
111: 베이스 구조, 112: 제1 마스크 패턴,
114: 제2 마스크 패턴, 116: 제1 블록킹층,
118: 제2 블록킹층, 120: 제3 블록킹층,
122: 제4 블록킹층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 광원 소자의 제조방법에 관한 것으로, 특히 베이스 구조가 형성된 반도체 기판에 메사(MESA)를 형성하고 이를 매몰하여 광원소자를 형성하는 매몰 헤테로우 구조 형성방법에 관한 것이다.

통상, 발광 다이오드(LED)나, 레이저 다이오드(laser diode) 및 광변조기(optical modulator)와 같은 광원소자를 이용하여 수행되는 광통신은 초고속 통신망 시스템을 구축하기 위해서 광신호와 광신호를 직접 또는 간접으로 연결하는 장치가 필수적이다. 이때, 필요로 하는 것이 수Gbps~수십Gbps(Giga Bit Per Second)범위의 광신호를 통제하는 광변조 시스템이다. 이러한 광변조 시스템에는 수Gbps~수십Gbps 광신호에 적합한 레이저 다이오드(laser diode)나 광변조기(optical modulator)와 같은 광원소자가 필수적이다.

일반적으로 레이저 다이오드나 광변조기 같은 광원소자의 제조공정에 널리 사용되고 있는 방법은 매몰 헤테로우 구조(buried hetero structure)이다. 이러한 매몰 헤테로우 구조는 반도체 기판에 베이스(base) 구조를 형성하고 식각마스크를 사용하여 깊은 메사(MESA)를 형성한 후, 다시 동일한 식각마스크를 사용하여 식각된 영역을 커패시턴스를 낮출 수 있는 물질로 재성장시켜 매몰함으로써 형성한 구조를 말한다.

도 1 내지 도 3은 종래기술에 따른 광원소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법을 설명하기 위하여 도시한 단면도들이다.

도 1은 InP 반도체 기판(1)에 베이스 구조(3)를 형성하고, 상기 베이스 구조상에 식각마스크(5) 패턴을 형성하였을 때의 단면도이다. 이때, 상기 식각마스크 패턴은 단일 유전체막, 즉 산화막(SiO₂)을 이용하여 폭이 5~6 μ m, 두께가 2000~3000 Å 이 되도록 형성한다.

도 2는 상기 식각마스크(5)를 사용하여 하부의 베이스 구조(3) 및 InP 반도체 기판(1)을 이방성(isotropic)으로 습식식각하여 메사를 형성하였을 때의 단면도이다. 상기 습식식각은 브롬화수소(HBr)계의 식각액을 사용하여 식각한다. 이때, 상기 폭이 5~6 μ m의 산화막으로 된 식각마스크(5)의 아래로 언더컷(undercut)이 발생하면서 폭이 0.8~1.0 μ m이고, 깊이가 약 4 μ m인 메사가 형성되게 된다. 상기 식각마스크의 폭을 5~6 μ m으로 형성하는 이유는 습식식각시에 언더컷을 고려하여 메사의 모양이 폭 0.8~1.0 μ m, 깊이가 약 4 μ m이 되게 하기 위해서이다.

도 3은 상기 식각마스크(5)를 선택성장용 마스크로 다시 사용하여 MOCVD(Metal Organic CVD)법으로 상기 식각된 영역을 다층구조로 된 블록킹층(blocking layer, 7, 9, 11, 13)을 재성장하여 매몰하였을 때의 단면도이다. 상기 블록킹층을 매몰함으로서 매몰 헤테로우 구조의 형성공정을 완료한다. 여기서, 상기 블록킹층은 광원소자의 구동전류나 광의 경로를 제한하는 역할을 하며 제1, 제2, 제3, 제4 블록킹층의 다층 구조를 갖는 광원소자의 커패시턴스를 낮출 수 있는 물질층이다.

그러나, 상술한 종래에 있어서의 광원소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다.

첫째로, MOCVD법으로 다층으로 구성된 블록킹층(7, 9, 11, 13)을 재성장할 때, 메사의 폭인 0.8~1.0 μ m에 비해서 식각마스크의 폭이 5~6 μ m으로 너무 크기 때문에 블록킹층이 불균일해 진다. 더욱이 가장 최상부에 있는 제4 블록킹층(13)을 재성장하는 공정에서는 식각마스크(5)의 폭이 큰 문제로 인하여 식각마스크(5)의 하단에서 제4 블록킹층(13)이 끊어지는 문제점(도3의 15)이 발생한다. 이러한 단락된 제4 블록킹층(13)을 갖는 광원소자는 내부의 구동전류나 광의 경로를 효율적으로 제한하지 못하여 소자의 특성을 저하시키거나, 심한 경우에는 광원소자가 아예 동작하지 않는 치명적인 결함으로 연결된다.

둘째로, 상기 메사의 좁은 폭과 그 상부에 있는 5~6 μ m의 폭으로 형성된 식각마스크(5)의 하단 부근에서 오염이 쉽게 발생하여 광원 소자의 전체적인 특성을 저하시키는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 광원소자의 제조공정에서 메사를 형성하고 블록킹층을 재성장할 때에 사용되는 식각마스크를 개선하여 블록킹층의 재성장할 때에 발생하는 블록킹층이 불균일해 지는 문제를 해결하고 식각마스크 부근에서 발생하는 오염을 억제할 수 있는 광원소자의 매몰 헤테로우 구조의 형성방법을 제공하는데 있다.

본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 상기 매몰 헤테로우 구조의 형성방법에 사용되는 개선된 형태를 갖는 식각마스크를 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기의 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은, 베이스 구조가 형성된 InP 반도체 기판에 제1 마스크 패턴과 제2 마스크 패턴의 이중마스크로 구성된 식각마스크를 형성한다. 상기 식각마스크를 이용하여 하부의 베이스 구조와 InP 반도체 기판을 식각하여 메사를 형성한다. 이어서 상기 제2 마스크 패턴을 제거하고 상기 제1 마스크 패턴만을 이용하여 하부의 메사를 매몰하는 블록킹층을 형성한다.

여기서, 상기 제1 마스크 패턴은 Si₃N₄로 형성하고, 제1 마스크 패턴의 상부에 있는 상기 제2 마스크 패턴은 제1 마스크 패턴보다 크게 5~6 μ m의 폭으로 SiO₃를 사용하여 형성한다.

상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은, 제1 마스크 패턴과, 제2 마스크 패턴의 이중마스크로 구성된 광원소자의 메사를 형성하는데 사용되는 식각마스크를 제공한다.

여기서, 상기 제1 마스크 패턴은 Si₃N₄로, 제2 마스크 패턴보다 적게 형성하고, 상기 제2 마스크 패턴은 SiO₃를 사용하여 형성한다.

따라서, 본 발명에 따르면 광원소자의 제조공정에서 이중마스크로 구성된 식각마스크를 사용하여 제2 마스크 패턴을 메사의 식각마스크로 이용하고, 상기 제1 마스크 패턴은 메사를 매몰하는 재성장 마스크로 이용하여 최상부의 블록킹층이 끊어지지 않고, 식각마스크 부분에서의 오염이 억제된다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

도 4a 내지 도 4e는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 기판에 베이스(Base) 구조를 형성하는 방법을 설명하기 위하여 도시한 단면도들이다.

도 4a를 참조하면, InP 반도체 기판(100)에 특정 파장만을 반사시켜 레이징(lasing)하는 역할을 수행하는 격자(grating) 구조(102)를 헬륨과 카드뮴 레이저(He-Cd laser)와 광학 장치를 이용하여 형성한다. 이때, 상기 격자 구조(102)의 피치(Pitch)가 2000~3000 Å 이 되도록 형성한다.

도 4b를 참조하면, 상기 격자 구조(102)의 상부에 저압 MOCVD 장치를 이용하여 1 μ m 두께의 n-타입 InP로 구성된 제1 클래드층(clad layer, 104)을 형성한다.

도 4c를 참조하면, 상기 제1 클래드층(104)의 상부에 5개의 다층구조로 구성된 멀티 쿼텀 웰(multi quantum well) 액티브층(active layer, 106)을 적층한다. 여기서, 상기 멀티 쿼텀 웰(multi quantum well) 액티브층(106)은 InGaAs층이 60 Å 과, 그 상부에 InGaAsP층이 80 Å 의 두께로 교대로 형성된 복합층으로 5층(5 layer)의 다중구조로 형성된 것이다.

도 4d를 참조하면, 상기 멀티 쿼텀 웰(multi quantum well) 액티브층(106)의 상부에 p-타입 InP로 구성된 제2 클래드층(108)을 저압 MOCVD 장비를 이용하여 7000 Å 의 두께로 형성한다.

도 4e를 참조하면, 상기 제2 클래드층(108)의 상부에 후속공정에서 사용될 마스크층과의 접착을 원활하게 하여 식각이 잘되도록 하는 역할을 하는 콘택버퍼층(110)을 InGaAsP를 사용하여 500 Å 의 두께로 형성함으로써 광원소자의 베이스 구조를 완성한다. 본 발명의 바람직한 실시예의 설명에서는 이해를 용이하게 하기 위하여 상기 격자 구조(102)로부터 상기 콘택버퍼층(110)까지를 베이스 구조라고 명명하고 참조부호 111로 하여 설명하기로 한다.

도 5 내지 도 9는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광원소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법을 설명하기 위하여 도시한 단면도들이다.

도 5를 참조하면, 상기 베이스 구조(110) 상에 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)나 스퍼터링(sputtering) 방식으로 Si₃N₄막을 2000~3000 Å 의 두께로 증착한다. 상기 Si₃N₄막의 상부에 포토레지스트를 도포하고 사진 및 식각공정을 진행하여 폭이 2~3 μ m에 해당되는 제1 마스크 패턴(112)을 형성한다. 여기서 상기 Si₃N₄막을 식각하는 방법은 습식식각을 통하여 BOE(Buffered Oxide Etch)용액을 사용하여 수행한다.

도 6을 참조하면, 상기 제1 마스크 패턴(112)이 형성된 결과물의 상부에 SiO₂막을 PECVD나 스퍼터링 방식으로 형성한다. 상기 SiO₂막은 두께가 2000~3000 Å 의 두께로 형성하는 것이 적합하다. 이어서, 상기 SiO₂막의 상부에 포토레지스트를 도포하고 사진 및 습식식각 공정을 진행하여 제2 마스크 패턴(114)을 형성한다. 상기 제2 마스크 패턴을 습식식각할 때, 사용되는 식각액은 BOE 용액이 적합하며, 제2 마스크 패턴의 폭은 5~6 μ m이 되도록 한다.

상술한 Si₃N₄막으로 구성된 제1 마스크 패턴(112)의 상부에 SiO₂막으로 구성된 제2 마스크 패턴(114)이 형성된 이중마스크 구조를 갖는 식각마스크는 본 발명의 가장 큰 핵심을 이루는 특징이라고 할 수 있다. 이러한 이중마스크로 된 식각마스크에서 제2 마스크 패턴(114)은 폭이 5~6 μ m으로 제1 마스크 패턴의 폭인 2~3 μ m보다 크다. 따라서 제2 마스크 패턴(114)은 하부의 베이스 구조(111)와 반도체 기판(100)을 식각하여 메사를 형성하는 식각공정에서만 사용되고 곧바로 제거하는 것이 가능하다. 상기 이중마스크로 된 식각마스크에서 제2 마스크 패턴(114)만을 제거하는 것은 제1 마스크 패턴(112)과 제2 마스크 패턴(114)의 식각율의 차이를 이용한다. 또한, 제1 마스크 패턴(112)은 폭이 2~3 μ m으로 제2 마스크 패턴(114)과 비교하여 충분히 작아서 메사를 매몰하는 블로킹층을 형성하는데 사용되는 선택적 성장마스크로 유리함과 동시에 종래의 선택적 성장마스크의 폭이 너무 큰 것에 기인하여 발생하는 문제점들을 해결할 수 있다.

도 7을 참조하면, 상기 제1 마스크 패턴(112)과 제2 마스크 패턴(114)의 이중마스크를 식각마스크로 이용하여 하부의 베이스 구조(111) 및 InP로 구성된 반도체 기판(100)을 등방성으로 식각하여 메사를 형성한다. 상기 등방성의 식각은 습식식각법으로 브롬화수소(HBr)계의 식각액을 사용하여 진행한다. 이때, 등방성의 식각과정에서 언더컷(under cut)이 발생하면서 제1 마스크 패턴(112)과 제2 마스크 패턴(114)의 이중마스크로 구성된 식각마스크의 하부에 폭 0.8~1.0 μ m, 깊이가 약 4 μ m의 메사가 형성된다.

도 8을 참조하면, 상기 메사를 형성하고 난 제1 마스크 패턴(112)과 제2 마스크 패턴(114)으로 구성된 식각마스크에서 제2 마스크 패턴을 습식식각을 통하여 제거한다. 이때, 습식식각은 식각액을 BOE용액으로 20초 이상, 예컨대 30초 동안 식각을 진행한다. 여기서, BOE 식각액은 상기 제1 마스크 패턴(112)을 구성하는 Si₃N₄막보다 제2 마스크 패턴(114)을 구성하는 SiO₂막을 약 5배정도 더 빠르게 식각하기 때문에 제2 마스크 패턴(114)만을 선택적으로 제거하는 것이 가능하다. 즉, 제2 마스크 패턴의 식각율이 제1 마스크 패턴의 식각율보다 크게 구성한 구조를 이용한다.

도 9를 참조하면, 상기 2~3 μ m의 폭을 갖는 질화막으로 구성된 제1 마스크 패턴(112)을 선택적 성장마스크 패턴으로 사용하여 저압 MOCVD 장비를 이용하여 상기 식각된 메사를 매몰하는 블로킹층(blocking layer, 116, 118, 120, 122)을 형성한다. 상술한 블로킹층(116, 118, 120, 122)은 완성된 구조에 따라서 P형 불순물층과 N형 불순물층을 사용하여 매몰하는 P-N-P-N 구조와, 반절연층(semi-insulating later)과 N 형 불순물층을 사용한 4 개층을 적층하여 매몰하는 구조 등이 있으나 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면 반절연층과 N 형 불순물층을 사용하여 4의 층으로 적층한 구조를 채택하여 형성하는 적합하다. 왜냐하면, 상기 반절연층(semi-insulating later)과 N 형 불순물층을 사용하여 4개의 층을 적층한 구조를 갖는 블로킹층(116, 118, 120, 122)은 초고속 광통신에 응용되는 광원소자에서 광원소자 자체의 캐패시턴스를 낮추어서 광원소자의 속도 특성을 향상시킬 수 있기 때문이다.

상기 블록킹층(116, 118, 120, 122)을 형성하는 방법은 약 $4\mu\text{m}$ 의 깊이로 형성된 메사에 먼저 InP에 철(Fe)을 도핑한 반절연층(semi-insulating layer)인 제1 블록킹층(116)을 $1\mu\text{m}$ 의 두께로 재성장시킨다. 연속해서, InP에 실리콘(Si)원자를 도핑한 N형 불순물층인 제2 블록킹층(118)을 상기 제1 블록킹층(116)의 상부에 형성한다. 동일한 방법을 사용하여 상기 제2 블록킹층(118)의 상부에 반절연층인 제3 블록킹층(120)을 형성하고, N형 불순물층인 제4 블록킹층(122)을 형성한다. 이상으로 반절연층(semi-insulating layer)과 N형 불순물층을 사용하여 4개의 층으로 적층된 구조를 갖는 블록킹층을 형성함으로써 광원소자의 메몰 헤테로우 구조를 형성한다. 여기서, 상기 각각의 블록킹층(116, 118, 120, 122)은 약 $1\mu\text{m}$ 의 두께로 형성하는 것이 적합하다.

상술한 본 발명에 따른 광원소자의 메몰 헤테로우 구조 형성방법은 종래의 기술과 비교할 때 다음과 같은 장점이 있다.

첫째, 블록킹층을 선택적으로 성장시킬 때 사용되는 마스크의 크기가 종래의 것보다 작게 형성하는 것이 가능하기 때문에, 블록킹층의 막질을 균일하게 재성장시킬 수 있다. 따라서, 최상부의 블록킹층이 끊어지거나 누설전류가 발생하는 것을 방지하여 광원소자의 제조에 있어서 수율을 향상시킨다. 동시에 광원소자의 특성에서 광효율을 향상시키고 전력소모를 줄일 수 있다.

둘째, 블록킹층을 재성장시킬 때 사용되는 마스크의 크기가 작아짐으로 말미암아 종래의 기술에서 문제가 되었던 오염문제를 개선할 수 있다. 따라서, 블록킹층에서 발생하는 오염에 의해 광원소자의 신뢰성이 저하되는 문제점을 개선시킬 수 있다.

셋째, 상기 도 7의 메사를 형성한 후, 통상 브롬화수소(HBr)계의 식각액을 세정하고 건조공정(Dry process)을 진행한다. 이때, N_2 가스를 불어서(N_2 - blow) 건조공정을 수행하는데 식각마스크가 종래와 같이 $5\sim 6\mu\text{m}$ 으로 큰 경우에는 식각마스크가 반도체 기판으로부터 떨어져서 전체 제조공정의 수율을 저하시키는 원인으로 작용한다. 이러한 수율의 저하는 조건에 따라 차이가 있지만, 심한 경우에는 15%까지 수율이 저하되는 문제점이 발생하였지만, 본 발명에서는 마스크의 크기를 $2\sim 3\mu\text{m}$ 수준으로 작게하여 수율을 높일 수 있다.

넷째, 종래기술과 같이 SiO_2 로 구성된 선택적 성장 마스크보다 Si_3N_4 로 구성된 선택적 성장 마스크를 사용하여 블록킹을 재성장시키면 베이스 구조 중에서 멀티 쿼텀 웰(multi quantum well) 엑티브층에서 디소더링(disordering)의 발생을 억제할 수 있다. 여기서 디소더링(disordering)이란, 멀티 쿼텀 웰을 구성하는 $60\sim 80\text{\AA}$ 의 얇은 박막층이 서로 섞여서 광원소자의 특성을 저하하는 현상을 말한다.

상술한 본 발명에 따른 광원소자의 메몰 헤테로우 구조 형성방법은 다음과 같은 특성으로 광원소자의 제조공정에 넓이 응용될 수 있다. 통상 본 발명에 따른 이중마스크는 제1 마스크 패턴은 하부의 식각된 영역을 매몰하는 재성장용마스크로 사용되고, 상기 제1 마스크 패턴의 폭보다 큰 폭을 갖는 제2 마스크 패턴은 하부구조를 효과적으로 식각하는데 사용할 수 있도록 되어 있다. 즉 제1 마스크 패턴의 폭은 식각을 통하여 형성하고자 하는 메사의 폭에 의하여 결정되며, 제2 마스크 패턴의 폭은 언더컷을 고려하여 식각으로 형성하고자 하는 메사의 깊이에 의하여 결정된다. 따라서, 제1 마스크 패턴의 폭과 제2 마스크 패턴의 폭을 조정하여 식각의 깊이에 무관하게 메사의 형태를 만들 수 있으므로 광원소자의 제조공정에서 폭넓게 응용이 가능하다.

본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명이 속한 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 많은 변형이 가능함은 명백하다.

발명의 효과

따라서, 상술한 본 발명에 따르면, 광원소자의 제조공정에서 메사를 형성하고 블록킹층을 재성장할 때 사용되는 식각마스크를 개선하여 블록킹층의 재성장할 때 발생하는 블록킹층이 불균일해 지는 문제를 해결함과 동시에 식각마스크 부근에서 발생하는 오염을 억제할 수 있는 광원소자의 메몰 헤테로우 구조의 형성방법을 제공하는데 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

InP 기판에 베이스 구조를 형성하는 제1 단계;

상기 베이스 구조 상에 제1 마스크층을 형성하는 제2 단계;

상기 제1 마스크층을 패터닝하여 제1 마스크 패턴을 형성하는 제3 단계;

상기 제1 마스크 패턴의 상부에 제2 마스크층을 형성하는 제4 단계;

상기 제2 마스크층을 패터닝하여 제2 마스크 패턴을 형성하는 제5 단계;

상기 제1 마스크 패턴 및 제2 마스크 패턴을 식각마스크로 하부의 베이스 구조 및 InP 기판을 식각하여 메사(MESA)를 형성하는 제6 단계;

상기 식각마스크에서 제2 마스크 패턴을 제거하는 제7 단계; 및

상기 제1 마스크 패턴을 선택적 성장 마스크층으로 이용하여 하부의 메사를 매몰하는 블록킹층(blocking layer)을 형성하는 제8 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 광원 소자의 메몰 헤테로우(buried hetero) 구조 형성방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 베이스 구조를 형성하는 단계는,

InP 기판에 격자 구조를 형성하는 제1 공정;

상기 격자 구조 상에 제1 클래드(clad)층을 형성하는 제2 공정;

상기 제1 클래드층 상에 멀티 쿼텀 웰(multi-quantum well) 액티브층(active layer)을 형성하는 제3 공정;

상기 멀티 쿼텀 웰(multi-quantum well) 액티브층(active layer) 상에 제2 클래드층을 형성하는 제4 공정; 및

상기 제2 클래드층 상에 콘택버퍼층을 형성하는 제5 공정을 포함하여 형성하는 것을 특징으로 하는 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1, 2클래드층은 저압 MOCVD(metal organic CVD)법으로 형성하는 것을 특징으로 하는 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 쿼텀 웰(multi-quantum well) 액티브층(active layer)은 InGaAs층과 InGaAsP층이 교대로 복합층을 이루도록 형성하는 것을 특징으로 하는 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 마스크층을 형성하는 방법은 Si_3N_4 막을 사용하여 형성하는 것을 특징으로 하는 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제2 마스크층을 형성하는 방법은 SiO_2 막을 사용하여 형성하는 것을 특징으로 하는 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제2 마스크 패턴은 폭이 $5\sim 6\mu\text{m}$ 의 범위로 형성하는 것을 특징으로 하는 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1 식각마스크층과 제2 식각마스크층을 형성하는 방법은 PECVD(Plasma Enhanced CVD) 또는 스퍼터링(sputtering) 방식으로 형성하는 것을 특징으로 하는 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 제1 마스크 패턴과 제2 마스크 패턴을 형성하는 방법은 B0E(Buffered Oxide Etch) 용액을 식각액으로 사용하여 형성하는 것을 특징으로 하는 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제6 단계의 식각마스크는 식각율이 다른 제1 마스크 패턴과 제2 마스크 패턴으로 구성된 이중마스크를 사용하여 형성하는 것을 특징으로 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 식각마스크는 제2 마스크 패턴의 식각율이 제1 마스크 패턴의 식각율보다 더 큰 것을 특징으로 하는 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 식각마스크는 제2 마스크 패턴의 폭이 제1 마스크 패턴의 폭보다 더 큰 것을 특징으로 하는 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 제7 단계의 제2 마스크 패턴을 제거하는 단계를 B0E용액을 사용하여 습식식각으로 제거하는 것을 특징으로 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 B0E 용액을 사용하여 습식식각을 하는 시간은 20초 이상 진행하는 것을 특징으로 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 제8 단계의 블록킹층은 저압 MOCVD법으로 다층구조로 형성하는 것을 특징으로 하는 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 다층구조는 InP에 철(Fe)을 도핑시킨 반절연층(semi-insulating layer)과 InP에 실리콘(Si) 원자를 도핑시킨 n층(N-InP layer)이 연속적으로 적층된 구조로 형성하는 것을 특징으로 하는 광원 소자의 매몰 헤테로우 구조 형성방법.

청구항 17

광원소자에 매몰 헤테로우 구조에 응용되는 메사를 형성하기 위하여 하부막을 식각할 때 사용되는 식각마스크에 있어서,

상기 식각마스크는 제1 마스크 패턴 상에 식각율이 다른 제2 마스크 패턴을 형성한 이중마스크 패턴인 것을 특징으로 식각마스크.

청구항 18

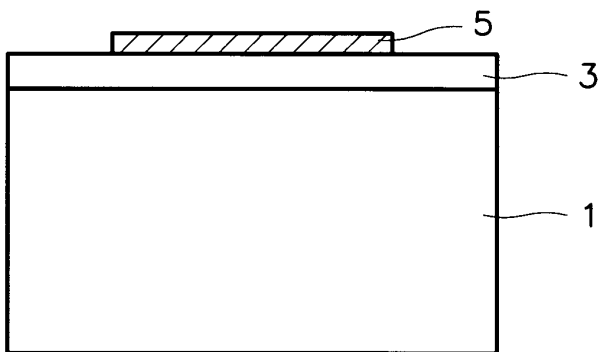
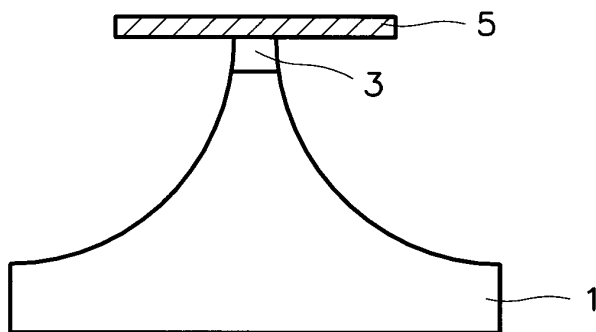
제17항에 있어서, 상기 제1 마스크 패턴은 Si_3N_4 로 구성된 것을 특징으로 하는 식각마스크.

청구항 19

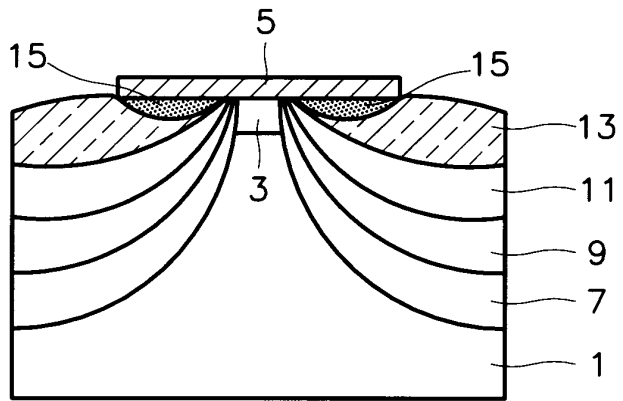
제17항에 있어서, 상기 제2 마스크 패턴은 SiO_2 로 구성된 것을 특징으로 하는 식각마스크.

청구항 20

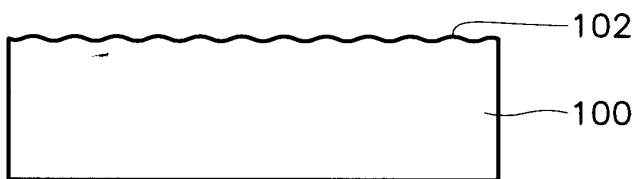
제17항에 있어서, 상기 제2 마스크 패턴은 제1 마스크 패턴보다 폭이 더 큰 것을 특징으로 하는 식각마스크.

도면**도면1****도면2**

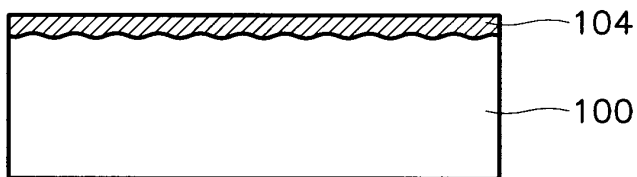
도면3



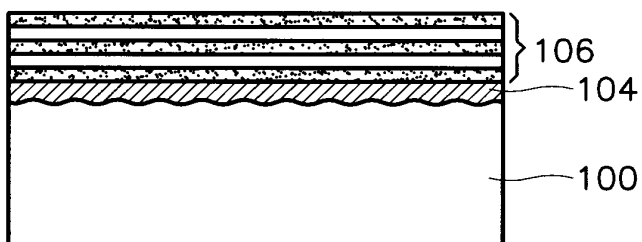
도면4a



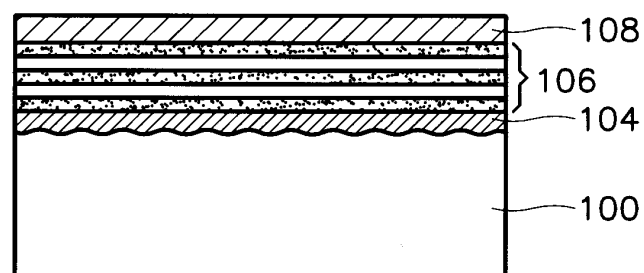
도면4b



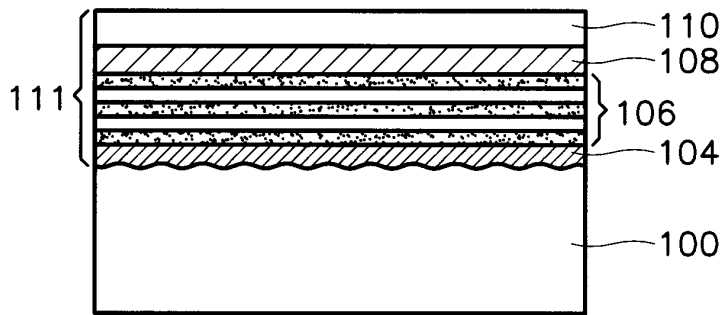
도면4c



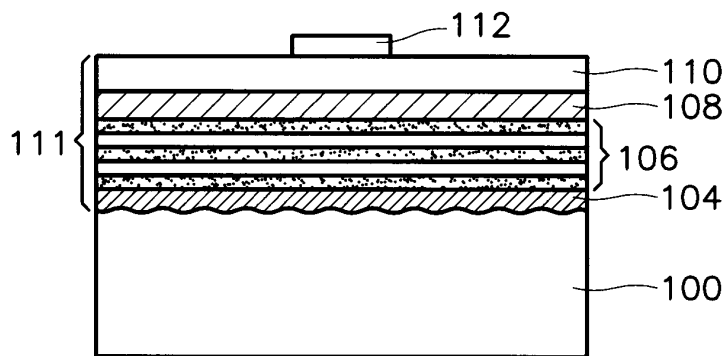
도면4d



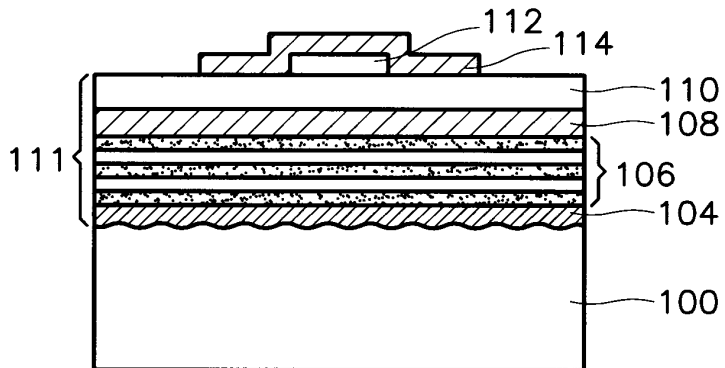
도면4e



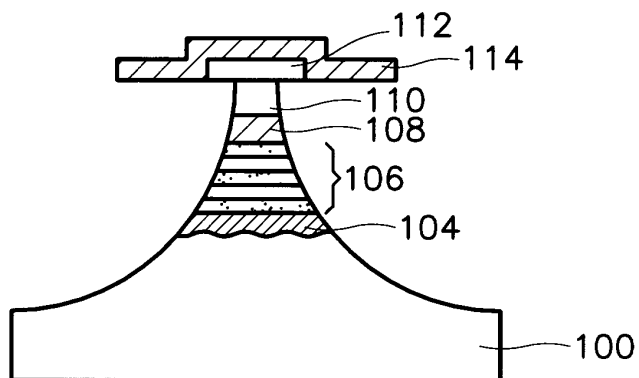
도면5



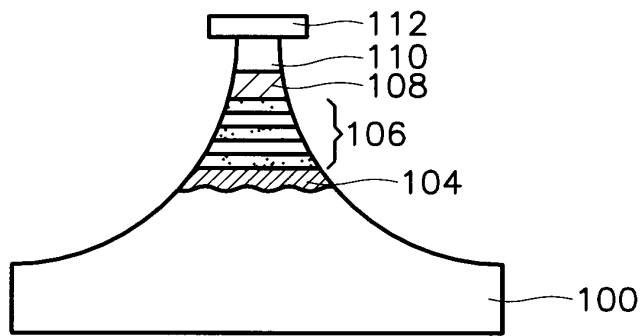
도면6



도면7



도면8



도면9

