(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0001209
(43) 공개일자 2020년01월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) *H01L 21/033* (2006.01)
H01L 21/311 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/02247 (2013.01)
H01L 21/02293 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0073875
(22) 출원일자 2018년06월27일
심사청구일자 2018년06월27일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
김진교
서울특별시 서초구 고무래로 35, 106동 2603호(반포동, 반포리체아파트)
장동수
서울특별시 동대문구 경희대로 24, 이과대학 서관 407호(회기동, 경희대학교)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김연권

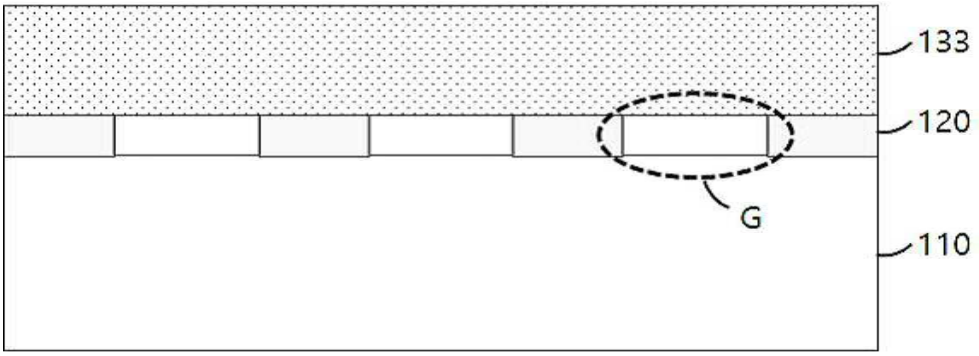
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **질화 갈륨 기판의 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은 질화 갈륨 기판 제조 방법을 개시한다. 본 발명의 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 성장 기판 상에 적어도 하나의 윈도우 영역 및 돌출 영역을 포함하는 마스크 패턴을 형성하는 단계; 상기 성장 기판 상에 질화 갈륨(GaN; gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG; epitaxial lateral overgrowth)시켜, Ga-극성 질화 갈륨 및 N-극성 질화 갈륨을 포함하는 질화 갈륨을 형성하는 단계; 상기 Ga-극성 질화 갈륨을 선택적으로 식각하는 단계; 및 상기 마스크 패턴을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도2e



(52) CPC특허분류
H01L 21/02389 (2013.01)
H01L 21/02592 (2013.01)
H01L 21/0337 (2013.01)
H01L 21/31116 (2013.01)
H01L 2924/1033 (2013.01)

(72) 발명자
김화섭
서울특별시 동대문구 경희대로 24, 이과대학 서관 407호(회기동, 경희대학교)
이현규
서울특별시 동대문구 경희대로 24, 이과대학 서관 407호(회기동,경희대학교)
김동희
서울특별시 동대문구 경희대로 24, 이과대학 서관 407호(회기동, 경희대학교)

명 세 서

청구범위

청구항 1

성장 기판 상에 적어도 하나의 윈도우 영역 및 돌출 영역을 포함하는 마스크 패턴을 형성하는 단계;

상기 성장 기판 상에 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG; epitaxial lateral overgrowth)시켜, Ga-극성 질화 갈륨 및 N-극성 질화 갈륨을 포함하는 질화 갈륨을 형성하는 단계;

상기 Ga-극성 질화 갈륨을 선택적으로 식각하는 단계; 및

상기 마스크 패턴을 제거하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 질화 갈륨 기판 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 윈도우 영역 상에서는 상기 Ga-극성 질화 갈륨만 성장되도록 하고, 상기 돌출 영역 상에서는 상기 N-극성 질화 갈륨만 성장되거나, 상기 Ga-극성 질화 갈륨 및 상기 N-극성 질화 갈륨이 혼재되어 성장되는 것을 특징으로 하는 질화 갈륨 기판 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 Ga-극성 질화 갈륨을 선택적으로 식각하는 상기 단계는,

상기 N-극성 질화 갈륨을 측면 성장시키는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 질화 갈륨 기판 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 Ga-극성 질화 갈륨을 선택적으로 식각하는 단계는,

염화수소 가스(HCl gas)를 사용하는 것을 특징으로 하는 질화 갈륨 기판 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 성장 기판은 사파이어(sapphire), 갈륨 비소(GaAs; gallium arsenide), 스피넬(spinel), 실리콘(Si; silicon), 인화 인듐(InP; indium phosphide) 및 실리콘 카바이드(SiC; silicon carbide) 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 질화 갈륨 기판 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 마스크 패턴은 실리콘 산화물(SiO_2; silicon oxide), 실리콘 질화물(SiNx; silicon nitride) 및 실리콘 산질화물(SiON; silicon oxynitride) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 질화 갈륨 기판 제조 방법.

청구항 7

성장 기판 상에 적어도 하나의 윈도우 영역 및 돌출 영역을 포함하는 마스크 패턴을 형성하는 단계;

상기 성장 기판 상에 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG; epitaxial lateral overgrowth)시켜, Ga-극성 질화 갈륨 및 N-극성 질화 갈륨을 포함하는 질화 갈륨을 형성하는 단계;

상기 Ga-극성 질화 갈륨을 선택적으로 식각하는 단계;

상기 마스크 패턴을 제거하는 단계;

상기 N-극성 질화 갈륨을 포함하는 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨을 비정질 박막이 증착된 임시 기판 상에 부착시키는 단계; 및

상기 비정질 박막이 증착된 임시 기판 상에 부착된 상기 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨을 측면 성장시키는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 질화 갈륨 기판 제조 방법.

청구항 8

성장 기판 상에 적어도 하나의 윈도우 영역 및 돌출 영역을 포함하는 마스크 패턴을 형성하는 단계;

상기 성장 기판 상에 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG; epitaxial lateral overgrowth)시켜, Ga-극성 질화 갈륨 및 N-극성 질화 갈륨을 포함하는 질화 갈륨을 형성하는 단계; 및

상기 Ga-극성 질화 갈륨을 선택적으로 식각하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 질화 갈륨 템플릿(template) 기판 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG; epitaxial lateral overgrowth) 및 선택적 식각을 이용한 질화 갈륨 기판의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 최근, 질화 갈륨(GaN)과 같은 Ⅲ-Ⅴ족 질화물 반도체는, 우수한 물리적, 화학적 특성으로 인해 발광 다이오드(LED), 레이저 다이오드(LD), 태양 전지, 광전자장치, 레이저 다이오드, 고-주파수 마이크로 전자장치와 같은 반도체 광소자의 핵심 소재로 각광을 받고 있다. Ⅲ-Ⅴ족 질화물 반도체는 통상 AlxInyGa1-x-yN(0=x≤=1, 0≤=y≤=1, 0≤=x+y≤=1)의 조성식을 갖는 반도체 물질로 이루어져있다. 이러한 질화물 반도체 광소자는 핸드폰의 백라이트(backlight)나 키패드, 전광판, 조명 장치와 같은 각종 제품의 광원으로 응용되고 있다.

[0004] 그러나, 질화 갈륨(GaN)은 실리콘(Si)과 달리 잉곳 제작이 거의 불가능하기 때문에 단결정 기판 제작에 큰 어려움이 있다. 따라서, 질화 갈륨은 사파이어 기판, 실리콘 카바이드 기판 또는 실리콘 기판에 질화 갈륨 후막을 이종 에피텍시얼에 의해 성장시킨 후, 기판을 분리하여 질화 갈륨을 제조하였다.

[0005] 그러나, 상기와 같이 질화 갈륨을 형성하는 방법은 층들 사이에 격자 짝을 잘못 짓기 때문에 팽팽하게 되거나 완화되고, 이로 인해 탈구의 가능성이 매우 높게 되어 디바이스의 수명 단축과 함께 실행의 한계를 가져오게 되

는 문제점이 있었다.

[0006] 또한, 질화 갈륨을 고품질로 제조하는 것은 고품질의 벌크 결정 및/또는 이들 물질들의 결정 성질에 정합되는 적합한 성장 기판이 없기 때문에 질화 갈륨의 결정 성질들과 근접하게 정합되지 않는 성장 기판은 수용하기 어려운 밀도의 결함들과 전위들로 이어질 수 있다(질화 갈륨에 있어서, 특히 성장 기판과 GaN 사이의 계면에서 비롯되는 관통 전위(TD: threading dislocation)).

[0007] 또한, 질화 갈륨을 분리하는 기술로 주로 레이저 리프트 오프(LLO; Laser Lift Off) 방식 또는 화학적 리프트 오프(CLO; Chemical Lift Off) 방식을 사용하였다.

[0008] 그러나, 레이저 리프트 오프(LLO; Laser Lift Off) 방식은 레이저로 기판과 후막 사이 계면을 녹여서 분리하는 기술로 분리 과정에서 결함 발생율이 높고, 비용이 많이 발생하는 문제점이 있고, 화학적 리프트 오프(CLO; Chemical Lift Off) 방식은 비교적 저렴하고 분리 과정에서 추가적인 결함 발생률이 낮으나, 화학적으로 식각 가능한 희생층(sacrificial layer)이 필요하기 때문에, 희생층 상에 성장된 질화 갈륨의 결정성이 상대적으로 낮다는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1355086호, "나노 필러 구조를 이용한 반극성 질화물층의 제조방법 "

(특허문헌 0002) 미국등록특허 제7,462,893호, "Method of fabricating GaN"

(특허문헌 0003) 유럽등록특허 제0966047호, "GaN single crystal substrate and method of producing same"

비특허문헌

[0011] (비특허문헌 0001) Chu-Young Cho, Growth and separation of high quality GaN epilayer from sapphire substrate by lateral epitaxial overgrowth and wet chemical etching, 2010

(비특허문헌 0002) Seohwi Woo, Novel in-situ self-separation of a 2 in. free-standing m-plane GaN wafer from m-plane sapphire substrate by HCl chemical reaction etching in hydride vapor-phase epitaxy, 2016

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 실시예들의 목적은 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG)시켜, Ga-극성 질화 갈륨과 N-극성 질화 갈륨을 선택적으로 성장시킨 후, 선택적으로 Ga-극성 질화 갈륨을 제거하는 공정을 이용하여 고품질의 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨 기판 및 고품질의 질화 갈륨 템플릿(template) 기판을 제조하기 위한 것이다.

[0013] 본 발명의 실시예들의 목적은 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG)시켜, Ga-극성 질화 갈륨과 N-극성 질화 갈륨을 선택적으로 성장시킨 후, 선택적으로 Ga-극성 질화 갈륨을 제거하는 공정을 이용하여 인듐-인코퍼레이션(In-incorporation)을 향상시켜 높은 비율의 InGaN 조성을 필요로 하는 경우에 유리할 뿐만 아니라, 밴드에지 이미션(band edge emission)이 강하고 황색 발광(yellow luminescence)이 거의 없는 광특성이 우수한 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨 기판 및 질화 갈륨 템플릿(template) 기판을 제조하기 위한 것이다.

[0014] 본 발명의 실시예들의 목적은 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG)시켜, Ga-극성 질화 갈륨과 N-극성 질화 갈륨을 선택적으로 성장시킨 후, 선택적으로 Ga-극성 질화 갈륨을 제거하는 공정을 이용하여, 질화 갈륨 기판의 결함 비율을 감소시키기 위한 것이다.

[0015] 본 발명의 실시예들의 목적은 희생층이 필요 없는 화학적 식각을 이용하여 질화 갈륨으로부터 성장 기판을 제거하여, 성장 기판 제거 공정으로 인한 질화 갈륨 기판의 손상을 감소시켜, 고품질의 질화 갈륨 기판의 특성을 유지시키기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 성장 기판 상에 적어도 하나의 윈도우 영역 및 돌출 영역을 포함하는 마스크 패턴을 형성하는 단계; 상기 성장 기판 상에 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG; epitaxial lateral overgrowth)시켜, Ga-극성 질화 갈륨 및 N-극성 질화 갈륨을 포함하는 질화 갈륨을 형성하는 단계; 상기 Ga-극성 질화 갈륨을 선택적으로 식각하는 단계; 및 상기 마스크 패턴을 제거하는 단계를 포함한다.

[0018] 상기 윈도우 영역 상에서는 상기 Ga-극성 질화 갈륨만 성장되도록 하고, 상기 돌출 영역 상에서는 상기 N-극성 질화 갈륨만 성장되거나, 상기 Ga-극성 질화 갈륨 및 상기 N-극성 질화 갈륨이 혼재되어 성장될 수 있다.

[0019] 상기 Ga-극성 질화 갈륨을 선택적으로 식각하는 상기 단계는, 상기 N-극성 질화 갈륨을 측면 성장시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 상기 Ga-극성 질화 갈륨을 선택적으로 식각하는 단계는, 염화수소 가스(HCl gas)를 사용할 수 있다.

[0021] 상기 성장 기판은 사파이어(sapphire), 갈륨 비소(GaAs; gallium arsenide), 스피넬(spinel), 실리콘(Si; silicon), 인화 인듐(InP; indium phosphide) 또는 실리콘 카바이드(SiC; silicon carbide)일 수 있다.

[0022] 상기 마스크 패턴은 실리콘 산화물(SiO_2; silicon oxide), 실리콘 질화물(SiNx; silicon nitride) 또는 실리콘 산질화물(SiON; silicon oxynitride)일 수 있다.

[0023] 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 성장 기판 상에 적어도 하나의 윈도우 영역 및 돌출 영역을 포함하는 마스크 패턴을 형성하는 단계; 상기 성장 기판 상에 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG; epitaxial lateral overgrowth)시켜, Ga-극성 질화 갈륨 및 N-극성 질화 갈륨을 포함하는 질화 갈륨을 형성하는 단계; 상기 Ga-극성 질화 갈륨을 선택적으로 식각하는 단계; 상기 마스크 패턴을 제거하는 단계; 상기 N-극성 질화 갈륨을 포함하는 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨을 비정질 박막이 증착된 임시 기판 상에 부착시키는 단계 및 상기 비정질 박막이 증착된 임시 기판 상에 부착된 상기 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨을 측면 성장시키는 단계를 포함한다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 템플릿(template) 기판 제조 방법은 성장 기판 상에 적어도 하나의 윈도우 영역 및 돌출 영역을 포함하는 마스크 패턴을 형성하는 단계; 상기 성장 기판 상에 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG; epitaxial lateral overgrowth)시켜, N-극성 질화 갈륨 및 Ga-극성 질화 갈륨을 포함하는 질화 갈륨을 형성하는 단계; 및 상기 N-극성 질화 갈륨을 선택적으로 식각하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명의 실시예들에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG)시켜, Ga-극성 질화 갈륨과 N-극성 질화 갈륨을 선택적으로 성장시킨 후, 선택적으로 Ga-극성 질화 갈륨을 제거하는 공정을 이용하여 질화 갈륨 기판을 제조함으로써, 고품질의 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨 기판 및 질화 갈륨 템플릿(template) 기판을 제조할 수 있다.

[0027] 본 발명의 실시예들에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG)시켜, Ga-극성 질화 갈륨과 N-극성 질화 갈륨을 선택적으로 성장시킨 후, 선택적으로 Ga-극성 질화 갈륨을 제거하는 공정을 이용하여 질화 갈륨 기판을 제조함으로써, 인듐-인코퍼레이션(In-incorporation)을 향상시켜 높은 비율의 InGaN 조성을 필요로 하는 경우에 유리할 뿐만 아니라, 밴드에지 이미션(band edge emission)이 강하고 황색 발광(yellow luminescence)이 거의 없는 광특성이 우수한 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨 기판 및 질화 갈륨 템플릿(template) 기판을 제조할 수 있다.

[0028] 본 발명의 실시예들에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG)시켜, Ga-극성 질화 갈륨과 N-극성 질화 갈륨을 선택적으로 성장시킨 후, 선택적으로 Ga-극성 질화 갈륨을 제거하는 공정을 이용함으로써, 질화 갈륨 기판의 결함 비율을 감소시킬 수 있다.

[0029] 본 발명의 실시예들에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 희생층이 필요 없는 화학적 식각을 이용하여 질화 갈륨으로부터 성장 기판을 제거함으로써, 성장 기판 제거 공정으로 인한 질화 갈륨 기판의 손상을 감소시켜, 고품질의 질화 갈륨 기판의 특성을 유지시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 질화 갈륨의 Ga-극성 및 N-극성을 도시한 도면이다.

도 2a 내지 도 2f는 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판의 제조 방법을 도시한 단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법에서, 성장 기판 및 마스크 패턴 상에 형성된 N-극성 질화 갈륨을 도시한 평면도이다.

도 4a 내지 도 4h는 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법을 도시한 단면도 이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법에서, 성장 기판 및 마스크 패턴을 제거한 후의 N-극성 질화 갈륨을 도시한 평면도이다.

도 6은 건식 식각 공정이 일부 진행된 Ga-극성 질화 갈륨 및 N-극성 질화 갈륨을 도시한 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하에서, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 이러한 실시예들에 의해 권리범위가 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0033] 아래 설명에서 사용되는 용어는, 연관되는 기술 분야에서 일반적이고 보편적인 것으로 선택되었으나, 기술의 발달 및/또는 변화, 관례, 기술자의 선호 등에 따라 다른 용어가 있을 수 있다. 따라서, 아래 설명에서 사용되는 용어는 기술적 사상을 한정하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 실시예들을 설명하기 위한 예시적 용어로 이해되어야 한다.

[0034] 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세한 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 아래 설명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가지는 의미와 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 이해되어야 한다.

[0035] 한편, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성 요소들은 용어들에 의하여 한정되지 않는다. 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0036] 또한, 막, 층, 영역, 구성 요청 등의 부분이 다른 부분 "위에" 또는 "상에" 있다고 할 때, 다른 부분의 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막, 층, 양역, 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.

[0038] 도 1은 질화 갈륨의 Ga-극성 및 N-극성을 도시한 도면이다.

[0039] 질화 갈륨은 우수한 물리적, 화학적 특성으로 인해 다양한 광소자의 핵심 소재로 사용되고 있다. 질화 갈륨은 사파이어, 실리콘 카바이드 또는 실리콘 같은 성장 기판 상에 이종 에피텍시얼에 의해 성장시켜 사용된다.

[0040] 질화 갈륨을 성장시키기 위해서는 결정 품질에 유의하여야 한다. 특히, 결정 품질은 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG; epitaxial lateral overgrowth)를 활용함으로써 개선될 수도 있다.

[0041] 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG; epitaxial lateral overgrowth)는 기판으로부터 수직 방향으로 질화 갈륨이 성장될뿐만 아니라 마스킹 패턴 위로도 측면 방향으로 성장될 수 있다.

[0042] 또한, 질화 갈륨은 결함뿐만 아니라, 특히, 중요한 결정 성질로 "결정 극성(crystal polarity)"이 있다.

[0043] 도 1을 참조하면, 갈륨(Ga) 원자들은 큰 회색 구로 도시되고, 질소(N) 원자들은 작은 흑색 구로 도시된다.

[0044] 도 1에 도시된 바와 같이, 질화 갈륨에서(예; 우르짜이트(wurtzite) 질화 갈륨) 각 갈륨 원자는 네 개의 질소 원자들에 사면체적으로 배위된다.

[0045] 질화 갈륨은 방향에 따라, Ga-극성(+c; 10) 및 N-극성(-c; 20)으로 구분될 수 있다. 여기서 레이블 c는 에피택시 막의 평면에 대하여 수평한 결정 평면을 가리킨다.

[0046] 질화 갈륨의 극성은 표면 성질은 아니나, 질화 갈륨의 벌크 성질에 지대한 영향을 미치는 점에 유의하는 것이 중요하고, 극성에 따라 상이한 성질이 발현될 수 있다. 따라서, 에피택시 질화 갈륨 성장층의 극성 특성을 활용하여 소자를 제작할 수 있다.

[0047] 본 발명에서는 Ga-극성(+c; 10) 질화 갈륨 및 N-극성(-c; 20) 질화 갈륨을 선택적으로 성장시키고, 그 중 Ga-극성(+c; 10) 부분의 질화 갈륨만을 선택적으로 제거함으로써, 인듐-인코퍼레이션(In-incorporation)을 향상시켜 높은 비율의 InGaN 조성을 필요로 하는 경우에 유리할 뿐만 아니라, 밴드에지 이미션(band edge emission)이 강하고 황색 발광(yellow luminescence)이 거의 없는 광특성이 우수한 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨 기판 혹은 질화갈륨 템플릿(template) 기판을 제조할 수 있다.

[0048] 이하에서는, 도 2a 내지 도 2f를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판을 제조하는 기술에 대해 설명하기로 한다.

[0050] 도 2a 내지 도 2f는 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판의 제조 방법을 도시한 단면도이다.

[0051] 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판의 제조 방법은 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG; epitaxial lateral overgrowth)시켜, Ga-극성 질화 갈륨(131) 및 N-극성 질화 갈륨(132)을 포함하는 질화 갈륨(130)을 형성시킨다. 이후, 식각을 이용하여 Ga-극성 질화 갈륨(131)만 선택적으로 제거함으로써, 고품질의 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨 기판을 제조할 수 있다.

[0052] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판의 제조 방법의 Ga-극성 질화 갈륨(131)을 선택적으로 식각하는 단계는 N-극성 질화 갈륨(132)을 측면 성장시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0053] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판의 제조 방법은 윈도우 영역(121) 상에는 Ga-극성 방향으로 성장된 질화 갈륨(이하, 'Ga-극성 질화 갈륨'라고 함)이 형성될 수 있고, 돌출 영역(122) 상에는 N-극성 방향으로 성장된 질화 갈륨(이하, 'N-극성 질화 갈륨'라고 함)이 성장될 수 있다.

[0054] 도 2a는 성장 기판 상에 적어도 하나의 윈도우 영역 및 돌출 영역을 포함하는 마스크 패턴이 형성된 단면도이다.

[0055] 마스크 패턴(120)은 성장 기판(110) 상에 증착 공정 또는 용액 공정을 이용하여 마스크층을 형성한 다음, 포토리소그래피 공정들을 이용하여 패터닝될 수 있다.

[0056] 마스크 패턴(120)은 패터닝 공정에 의해 윈도우 영역(121) 및 돌출 영역(122)을 포함할 수 있고, 후에 질화 갈륨은 마스크 패턴(120)의 윈도우 영역(121)을 통하여 성장될 수 있다.

[0057] 마스크 패턴(120)에 형성된 윈도우 영역(121) 또는 돌출 영역(122)은 도트 형상, 직사각형 형상, 타원형 형상 또는 스트라이프 형상을 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0058] 성장 기판(110)은 사파이어(sapphire), 갈륨 비소(GaAs; gallium arsenide), 스피넬(spinel), 실리콘(Si; silicon), 인화 인듐(InP; indium phosphide) 및 실리콘 카바이드(SiC; silicon carbide) 중 적어도 어느 하나일 수 있고, 바람직하게는 사파이어가 사용될 수 있다.

[0059] 마스크 패턴(120)은 실리콘 산화물(SiO_2; silicon oxide), 실리콘 질화물(SiNx; silicon nitride) 및 실리콘 산질화물(SiON; silicon oxynitride) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있고, 바람직하게는 실리콘 산화물이 사용될 수 있다.

[0061] 도 2b 및 도 2c는 성장 기판 상에 질화 갈륨을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG)시켜, N-극성 질화 갈륨 및 Ga-극성 질화 갈륨을 포함하는 질화 갈륨이 형성된 단면도이다.

[0062] Ga-극성 질화 갈륨(131) 및 N-극성 질화 갈륨(132)을 포함하는 질화 갈륨(130)은 에피택셜 측면 오버그로스

(ELOG) 방법으로 성장된다.

[0063] 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG)는 성장 기판(110)으로부터 수직 방향으로뿐만 아니라 마스크 패턴(120) 상부의 측면 방향으로도 질화 갈륨(130)이 성장될 수 있다.

[0064] 먼저, 도 2b에서와 같이, 질화 갈륨(130)이 마스크 패턴(120)의 윈도우 영역(121)을 통하여 수직 성장된다. 이후, 성장의 마지막 단계에서, 마스크 패턴(120)의 돌출 영역(122)의 측방향으로 연장되어 질화 갈륨(130)이 성장될 수 있다.

[0065] 이로 인해, 측방향으로 성장되는 질화 갈륨(130)은 일정 시간이 지난 후, 수직 성장된 질화 갈륨(130)이 병합되어 도 2c에서와 같이, 성장 기판(110) 및 마스크 패턴(120) 상부 표면에 전체적으로 성장된 질화 갈륨(130)이 형성될 수 있다.

[0066] 성장된 질화 갈륨(130)은 마스크 패턴(120)의 윈도우 영역(121) 상에 성장된 Ga-극성 질화 갈륨(131) 및 마스크 패턴(120)의 돌출 영역(122) 상에 성장된 N-극성 질화 갈륨(132)을 포함할 수 있다.

[0067] 또한, 윈도우 영역(121) 상에서는 Ga-극성 질화 갈륨(131)만 성장되도록 하고, 돌출 영역(122) 상에서는 N-극성 질화 갈륨(132)만 성장되거나, Ga-극성 질화 갈륨(131) 및 N-극성 질화 갈륨(132)이 혼재되어 성장될 수 있다.

[0068] 윈도우 영역(121) 및 돌출 영역(122)을 포함하는 마스크 패턴(120) 상에 질화 갈륨(130)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG)시킬 때, 일반적으로 전 영역에서 Ga-극성 질화 갈륨(131) 혹은 N-극성 질화 갈륨(132) 한 종류만이 전 영역에 걸쳐 성장되게 된다.

[0069] 그러나, 본 발명의 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 윈도우 영역(121) 및 돌출 영역(122)을 포함하는 마스크 패턴(120) 상에 질화 갈륨(130)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG)시킬 때, 특정 조건을 사용함으로써, 윈도우 영역(121) 상부에는 Ga-극성 질화 갈륨(131)만 성장되고, 돌출 영역(122) 상부에는 N-극성 질화 갈륨(132)만 성장되는 극성 반전(polarity inversion) 특성을 가질 수 있다.

[0070] 보다 구체적으로, 윈도우 영역(121) 상부에 Ga-극성 질화 갈륨(131)이 성장되고, 윈도우 영역(121) 및 돌출 영역(122)의 패턴 경계에서 극성 반전이 발생하여 돌출 영역(122) 상부에는 N-극성 질화 갈륨(132)만 성장될 수 있다.

[0071] 질화 갈륨(130)의 각 갈륨 원자는 네 개의 질소 원자들에 사면체적으로 배위되고, 방향에 따라 N-극성 질화 갈륨(132) 특성 및 Ga-극성 질화 갈륨(131) 특성을 가진다.

[0072] 또한, 윈도우 영역(121) 상에 성장된 Ga-극성 질화 갈륨(131)은 돌출 영역(122) 상에 성장된 N-극성 질화 갈륨(132)보다 결함(defect) 비율이 높은 결함 영역일 수 있다.

[0074] 도 2d는 Ga-극성 질화 갈륨이 선택적으로 식각된 단면도이다.

[0075] 질화 갈륨은 극성에 따라 식각 속도에서 차이를 나타낼 수 있다. N-극성 질화 갈륨(132)은 상대적으로 염화수소 가스(HCl gas)에 대해 식각 내성을 갖는 반면, Ga-극성 질화 갈륨(131)은 염화수소 가스(HCl gas)에 쉽게 식각되는 특성을 갖는다.

[0076] Ga-극성 질화 갈륨(131)은 염화수소 가스(HCl gas)를 이용한 건식 식각으로 제거될 수 있다.

[0077] 실시예에 따라서는, Ga-극성 질화 갈륨(131)은 추가적인 마스크를 사용하는 건식 식각 방법으로 식각될 수 있고, 건식 식각 방법은 RIE(Reactive Ion Etching), ECR(Electron Cyclotron Resonance) 또는 ICP(Inductively Coupled Plasma)일 수 있다.

[0078] 보다 구체적으로, 염화수소 가스(HCl gas)를 이용한 건식 식각은 석영 반응로(quartz reactor) 내부의 온도를 700℃ 내지 900℃ 사이로 유지시킨 상태에서 질화 갈륨(130)이 성장된 성장 기판(110)을 투입시키고, 염화수소 가스를 주입하여 식각할 수 있다.

[0079] Ga-극성 질화 갈륨(131)은 염화수소 가스(HCl gas)를 이용한 건식 식각 초기에는 나노와이어가 만들어지는 형태로 식각이 진행(도 6 참조)되다가 결국 전부 식각될 수 있다.

[0080] 반면, N-극성 질화 갈륨(132)은 염화수소 가스를 주입하면 관통 전위(threading dislocation)가 존재하는 부분만 식각되는데, 돌출 영역(122) 상에 성장된 N-극성 질화 갈륨(132)은 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG) 방법으

로 성장되었기 때문에 관통 전위를 포함하지 않아, 식각되지 않는다.

[0081] 다만, 경우에 따라 돌출 영역(122) 상에 성장된 N-극성 질화 갈륨(132)에 관통전위가 형성될 수 있으며, N-극성 질화 갈륨(132)에 존재하는 관통 전위를 포함하는 국소적 영역이 염화수소 가스에 의해 식각될 수 있다. 하지만 돌출 영역(122) 상에 성장된 N-극성 질화 갈륨(132)은 관통전위 밀도가 매우 낮기 때문에 대부분의 N-극성 질화 갈륨(132)은 식각되지 않고 남아 있다.

[0082] 따라서, 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG) 방법을 통해 윈도우 영역(121) 상에 Ga-극성 질화 갈륨(131)을 성장시키고, 돌출 영역(122) 상에 N-극성 질화 갈륨(132)을 성장시키면, 윈도우 영역(121) 상에 성장된 Ga-극성 질화 갈륨(131)은 염화수소 가스에 의해 모두 식각되지만, 돌출 영역(122) 상에 성장된 N-극성 질화 갈륨(132)은 식각되지 않으므로, Ga-극성 질화 갈륨(131)만 선택적으로 식각할 수 있다.

[0083] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 염화수소 가스(HCl gas)를 이용한 화학적 식각만으로 추가적인 마스크 사용 없이도 선택적으로 Ga-극성 질화 갈륨(131)을 용이하게 제거할 수 있다.

[0084] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 Ga-극성 질화 갈륨(131)만 선택적으로 제거하여 성장 기판(110) 상에 인듐-인코퍼레이션(In-incorporation)을 향상시켜 높은 비율의 InGaN 조성을 필요로 하는 경우에 유리할 뿐만 아니라, 밴드에지 이미션(band edge emission)이 강하고 황색 발광(yellow luminescence)이 거의 없는 광특성이 우수한 N-극성 질화 갈륨(132)만 남게 된다.

[0086] 도 2e는 N-극성 질화 갈륨을 측면 성장된 단면도이다.

[0087] 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 실시예에 따라, 마스크 패턴(120) 상에 N-극성 질화 갈륨(132)을 측면 성장시키는 단계를 진행할 수 도 있다.

[0088] 마스크 패턴(120) 상에 N-극성 질화 갈륨(132)을 측면 성장시킴으로써, 질화 갈륨 기판(133)이 형성된다.

[0089] 마스크 패턴(120) 상에 측면 성장되는 N-극성 질화 갈륨(132)은 성장 기판(110)에 접촉되지 않는다. 즉, 수직 방향보다 수평방향으로 성장이 훨씬 빠르게 되도록하면 N-극성 질화 갈륨(132)은 하부 방향으로는 매우 느리거나 거의 성장되지 않기 때문에, N-극성 질화 갈륨(132)은 성장 기판(110)과 닿지 않도록(G) 형성될 수 있다.

[0091] 도 2f는 마스크 패턴이 제거된 질화 갈륨 기판 단면도이다.

[0092] 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판(133) 제조 방법은 마스크 패턴(120) 상에 N-극성 질화 갈륨(132)을 측면 성장시키는 단계를 진행하지 않으면, 오프닝 영역(121)이 노출된 질화 갈륨 기판이 제조될 수 있고, 마스크 패턴(120) 상에 N-극성 질화 갈륨(132)을 측면 성장시키는 단계를 진행하면, 노출 영역이 없는 도 2f와 같은 판 형태의 질화 갈륨 기판(133)이 제조될 수 있다.

[0093] 마스크 패턴(120)은 화학적 식각을 통하여 제거될 수 있고, 플루오르화 수소산(HF) 및 버퍼 옥사이드 에천트(Buffered Oxide Etchant) 중 어느 하나 또는 이들 하나 이상의 조합에 의한 혼합 용액인 것을 이용한 습식 식각에 의해 진행될 수 있으며, 바람직하게는 플루오르화 수소산(HF)이 사용될 수 있다.

[0094] 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판(133) 제조 방법은 희생층이 필요 없는 화학적 식각을 이용하여 질화 갈륨 기판(133)을 기판으로부터 제거함으로써, 성장 기판(110) 제거 공정으로 인한 질화 갈륨 기판(133)의 손상을 감소시켜, 고품질의 질화 갈륨 기판(133) 특성을 유지시킬 수 있다.

[0095] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판(133) 제조 방법은 고품질의 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨 기판을 제조할 수 있다.

[0096] 질화 갈륨 기판(133)은 성장 기판(110)이 배치되었던 면인 제1 면 및 제1 면과 대향되는 제2 면을 포함할 수 있다.

[0097] 질화 갈륨 기판(133) 수득 시, 상부에 제2 면이 위치하고 하부에 제1 면이 위치하도록 질화 갈륨 기판(133)을 수득한다면, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 N-극성 방향으로 질화 갈륨을 성장시켰기 때문에, N-극성 질화 갈륨 기판(133)을 수득할 수 있다.

[0098] 그러나, 질화 갈륨 기판(133) 수득 시, 상부에 제1 면이 위치하고 하부에 제2 면이 위치하도록 질화 갈륨 기판

(133)을 수득한다면, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 N-극성 방향으로 질화 갈륨을 성장시켜 형성하였기 때문에, 상하가 반전되어 Ga-극성 질화 갈륨 기판(133)을 수득할 수 있다.

[0099] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 질화 갈륨 기판(133)의 상하부 방향에 따라, Ga-극성 및 N-극성을 선택적으로 활용할 수 있다.

[0100] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 N-극성 방향으로 질화 갈륨을 성장시킨 질화 갈륨 기판(133)을 제조함으로써, 인듐-인코퍼레이션(In-incorporation)을 향상시켜 높은 비율의 InGaN 조성을 필요로 하는 경우에 유리할 뿐만 아니라, 밴드에지 이미션(band edge emission)이 강하고 황색 발광(yellow luminescence)이 거의 없는 광특성이 우수한 질화 갈륨 기판(133)을 제조할 수 있다.

[0101] 인듐-인코퍼레이션(In-incorporation)은 질화갈륨(GaN)을 성장시키는 조건에서 갈륨(Ga)과 함께 인듐(In)을 공급하면 갈륨(Ga)이 들어갈 격자 위치에 인듐(In)이 위치(함입; incorporation)하게 되는 것으로, 질화갈륨(GaN)와 질화인듐(InN)을 결합하여 임듐질화갈륨(InGaN)을 만드는 과정에서 중요한 요인으로 작용한다.

[0102] 만약, 갈륨(Ga)이 들어갈 격자 위치에 인듐(In)이 위치하게 되는 비율 즉, 인듐-인코퍼레이션(In-incorporation)이 크면 클수록 $In_xGa_{1-x}N$에서 x의 값이 커지게 되면서 질화갈륨(GaN)의 밴드갭인 3.4eV가 점차적으로 줄어들면서 그린 영역까지 파장이 길어질 수 있고, 궁극적으로는 질화인듐(InN)의 밴드갭인 0.8eV까지 감소될 수 있다. 그린 영역의 밴드갭은 약 2.2eV이고, 적외선 영역의 밴드갭은 약 0.8eV이다.

[0103] 따라서, 그린 영역까지 파장이 길어지려면 상당히 많은 양의 인듐(In)이 함입(incorporation)되어야 되나, 질화갈륨(GaN)을 성장시키는 조건에서 단순히 인듐(In)의 주입 양을 늘리는 방법으로는 x의 값이 용이하게 증가되지는 않는다.

[0104] 그러나, 질화갈륨(GaN)의 경우, Ga-극성 질화갈륨보다는 N-극성 질화갈륨에서 인듐(In)의 함입(incorporation)이 잘되기 때문에, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 Ga-극성 질화 갈륨(131)과 N-극성 질화 갈륨(132)을 선택적으로 성장시킨 후, 선택적으로 Ga-극성 질화 갈륨(131)을 제거하는 공정을 이용하여, 인듐-인코퍼레이션(In-incorporation)을 향상시킴으로써, 높은 비율의 InGaN 조성을 필요로 하는 경우에 유리할 뿐만 아니라 그린(green) 영역으로까지 용이하게 파장 영역을 확대시킬 수 있다.

[0105] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법을 이용하여 제조된 질화 갈륨 기판은 발광 소자 및 발광 소자를 기반으로 하는 디스플레이에 사용할 수 있다.

[0106] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법을 이용하여 제조된 질화 갈륨 기판을 활용하여 발광 소자를 제조함으로써, 발광 램프(luminescent lamp)를 대체할 수 있는 전반 조명(general lighting)에 활용될 수 있다.

[0107] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 템플릿 기판을 제조하기 위해, 성장 기판(110) 및 마스크 패턴(120)을 제거하는 공정을 진행하지 않을 수 있다.

[0108] 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 템플릿 기판 제조 방법은 성장 기판(110) 및 마스크 패턴(120)을 제거하는 공정을 진행하지 않는 것을 제외하면, 도 2a 내지 도 2e에서 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법과 동일하므로, 중복되는 구성요소에 대해서는 생략하기로 한다.

[0109] 즉, 도 2a 내지 도 2e에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법과 동일하게 제조한 다음, 공정을 완료하면, 성장 기판(110), 마스크 패턴(120) 및 질화 갈륨 기판(133)이 순차적으로 형성된 질화 갈륨 템플릿 기판이 제조된다.

[0110] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 템플릿 기판 제조 방법은 마스크 패턴(120) 상에 N-극성 질화 갈륨(132)을 측면 성장시키는 단계를 진행하지 않으면, 오프닝 영역(121)이 노출된 질화 갈륨 기판이 제조될 수 있고, 마스크 패턴(120) 상에 N-극성 질화 갈륨(132)을 측면 성장시키는 단계를 진행하면, 노출 영역이 없는 판 형태의 질화 갈륨 기판(133)이 제조될 수 있다.

[0112] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법에서, 성장 기판 및 마스크 패턴 상에 형성된 N-극성 질화 갈륨을 도시한 평면도이다.

[0113] 성장 기판(110) 상에는 도트 형상을 갖는 윈도우 영역(121)을 제외한 영역에 N-극성 질화 갈륨(132)이 형성되어

있다.

[0114] 따라서, N-극성 질화 갈륨(132)이 형성되지 않은 윈도우 영역(121)에는 성장 기판(110)이 노출된다.

[0115] 이하에서는, 도 4a 내지 도 4h를 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법에 대해 설명하기로 한다.

[0117] 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 임시 기판을 사용하는 것을 제외하면 도 2a 내지 도 2f에서 설명한 바와 동일하므로, 중복되는 구성요소에 대해서는 생략하기로 한다.

[0118] 도 4a 내지 도 4h는 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법을 도시한 단면도 이다.

[0119] 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 성장 기판(210) 상에 적어도 하나의 윈도우 영역(221) 및 돌출 영역(222)을 포함하는 마스크 패턴(220)을 형성하는 단계, 성장 기판(210) 상에 질화 갈륨(GaN;gallium nitride)을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG)시켜, Ga-극성 질화 갈륨(231) 및 N-극성 질화 갈륨(232)을 포함하는 질화 갈륨(230)을 형성하는 단계 및 Ga-극성 질화 갈륨(231)을 선택적으로 식각하는 단계를 포함한다.

[0120] 또한, 성장 기판(210) 및 상기 마스크 패턴(220)을 제거하는 단계, N-극성 질화 갈륨(232)을 임시 기판(250) 상에 부착시키는 단계, N-극성 질화 갈륨(232)을 측면 성장시키는 단계를 포함한다.

[0121] 도 4a는 성장 기판 상에 적어도 하나의 윈도우 영역 및 돌출 영역을 포함하는 마스크 패턴이 형성된 단면도이다.

[0122] 마스크 패턴(220)은 패터닝 공정에 의해 윈도우 영역(221) 및 돌출 영역(222)을 포함할 수 있고, 후에 질화 갈륨(230)은 마스크 패턴(220)의 윈도우 영역(221)을 통하여 성장될 수 있다.

[0123] 바람직하게는, 성장 기판(210)은 사파이어가 사용될 수 있다.

[0124] 바람직하게는 마스크 패턴(220)은 실리콘 산화물이 사용될 수 있고, 마스크 패턴(220)의 윈도우 영역(221)은 도트 형상, 직사각형 형상, 타원형 형상 또는 스트라이프 형상을 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0126] 도 4b 및 도 4c는 성장 기판 상에 질화 갈륨을 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG)시켜, Ga-극성 질화 갈륨 및 N-극성 질화 갈륨을 포함하는 질화 갈륨을 형성하는 단계를 도시한 단면도이다.

[0127] Ga-극성 질화 갈륨(231) 및 N-극성 질화 갈륨(232)을 포함하는 질화 갈륨(230)은 에피택셜 측면 오버그로스(ELOG) 방법으로 성장될 수 있다.

[0128] 먼저, 도 4b에서와 같이, 질화 갈륨(230)은 마스크 패턴(220)의 윈도우 영역(221)을 통하여 수직 성장된다. 이후, 성장의 마지막 단계에서, 마스크 패턴(220)의 돌출 영역(222)의 측방향으로 연장되어 질화 갈륨(230)이 성장될 수 있다.

[0129] 이로 인해, 도 4c에서와 같이, 성장 기판(210) 및 마스크 패턴(220) 상부 표면에 전체적으로 질화 갈륨(230)이 형성될 수 있다.

[0130] 성장된 질화 갈륨(230)은 마스크 패턴(220)의 윈도우 영역(221) 상에 성장된 Ga-극성 질화 갈륨(231) 및 마스크 패턴(220)의 돌출 영역(222) 상에 성장된 N-극성 질화 갈륨(132)을 포함할 수 있다.

[0131] 또한, 윈도우 영역(221) 상에서는 Ga-극성 질화 갈륨(231)만 성장되도록 하고, 돌출 영역(222) 상에서는 N-극성 질화 갈륨(232)만 성장되거나, Ga-극성 질화 갈륨(231) 및 Ga-극성 질화 갈륨(232)이 혼재되어 성장될 수 있다.

[0132] 또한, 윈도우 영역(221) 상에 성장된 Ga-극성 질화 갈륨(231)은 돌출 영역(222) 상에 성장된 N-극성 질화 갈륨(232)보다 결함(defect) 비율이 높은 결함 영역일 수 있다.

[0134] 도 4d는 Ga-극성 질화 갈륨이 선택적으로 식각된 단면도이다.

[0135] Ga-극성 질화 갈륨(231)은 염화수소 가스(HCl gas)를 이용한 건식 식각으로 제거될 수 있다.

[0136] 질화 갈륨은 극성에 따라 식각 속도에서 차이를 나타낸다. N-극성 질화 갈륨(232)은 상대적으로 염화수소 가스(HCl gas)에 대해 식각 내성을 갖는 반면, Ga-극성 질화 갈륨(231)은 염화수소 가스(HCl gas)에 쉽게 식각되는 특성을 갖는다.

[0137] 따라서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 염화수소 가스(HCl gas)를 이용한 화학적 식각만으로 추가적인 마스크 사용 없이도 선택적으로 Ga-극성 질화 갈륨(231)을 용이하게 제거할 수 있다.

[0138] 따라서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 Ga-극성 질화 갈륨(231)만 선택적으로 제거하여 성장 기판(210) 상에 "인듐-인코퍼레이션(In-incorporation)을 향상시켜 높은 비율의 InGaN 조성을 필요로 하는 경우에 유리할 뿐만 아니라, 밴드에지 이미션(band edge emission)이 강하고 황색 발광(yellow luminescence)이 거의 없는 광특성이 우수한 N-극성 질화 갈륨(232)만 남게 된다.

[0140] 도 4e는 마스크 패턴이 제거된 단면도이다.

[0141] 마스크 패턴은 화학적 식각을 통하여 N-극성 질화 갈륨(232)로부터 제거될 수 있고, 플루오르화 수소산(HF) 및 버퍼 옥사이드 에천트(Buffered Oxide Etchant) 중 어느 하나 또는 이들 하나 이상의 조합에 의한 혼합 용액인 것을 이용한 습식 식각에 의해 진행될 수 있으며, 바람직하게는 플루오르화 수소산(HF)이 사용될 수 있다.

[0142] 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 희생층이 필요 없는 화학적 식각을 이용하여 N-극성 질화 갈륨(232)으로부터 성장 기판을 제거함으로써, 성장 기판 제거 공정으로 인한 질화 갈륨 기판의 손상을 감소시켜, 고품질의 질화 갈륨 기판 특성을 유지시킬 수 있다.

[0144] 도 4f는 N-극성 질화 갈륨이 임시 기판 상에 부착된 단면도이다.

[0145] N-극성 질화 갈륨(232)를 측면 성장시키기 위해서 N-극성 질화 갈륨(232)을 포함하는 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨(232)을 임시 기판(250) 상에 부착시킨다.

[0146] 임시 기판(250)은 사파이어(sapphire), 갈륨 비소(GaAs; gallium arsenide), 스피넬(spinel), 실리콘(Si; silicon), 인화 인듐(InP; indium phosphide) 또는 실리콘 카바이드(SiC; silicon carbide)의 기재(251) 상부에 실리콘 산화물(SiOx; silicon oxide) 또는 실리콘 질화물(SiNx; silicon nitride)을 포함하는 비정질 박막의 보조층(252)이 증착된 템플릿이 사용될 수 있다.

[0148] 도 4g는 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨이 측면 성장된 단면도이다.

[0149] 비정질 박막이 증착된 임시 기판(250) 상에 부착된 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨(232)을 측면 성장시킴으로써 질화 갈륨 기판(233)이 형성된다.

[0151] 도 4h는 임시 기판이 분리된 질화 갈륨 기판의 단면도이다.

[0152] 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 임시 기판 상에 성장된 질화 갈륨 기판을 분리시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0153] 따라서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 기판 제조 방법은 고품질의 프리-스탠딩(free-standing) 질화 갈륨 기판을 제조할 수 있다.

[0154] 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 질화 갈륨 기판(233)의 상하부 방향에 따라, Ga-극성 및 N-극성을 선택적으로 활용 가능하다.

[0155] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법은 N-극성 방향으로 질화 갈륨을 성장시켜 질화 갈륨 기판(233)을 제조함으로써, 인-코어퍼레이션(In-incorporation)을 향상시켜 높은 비율의 InGaN 조성을 필요로 하는 경우에 유리할 뿐만 아니라, 밴드에지 이미션(band edge emission)이 강하고 황색 발광(yellow luminescence)이 거의 없는 광특성이 우수한 질화 갈륨 기판(233)을 제조할 수 있다.

[0157] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 질화 갈륨 기판 제조 방법에서, 성장 기판 및 마스크 패턴을 제거한 후의 N-극성 질화 갈륨을 도시한 평면도이다.

[0158] N-극성 질화 갈륨(232)은 윈도우 영역(221)과 대응되는 도트 형상의 오프닝부를 포함한다.

[0159] 그러나, 도 5는 도 3에서와는 다르게, N-극성 질화 갈륨(232)이 형성되지 않은 윈도우 영역(121)에 성장 기판(110)이 없다.

[0161] 도 6은 건식 식각 공정이 일부 진행된 Ga-극성 질화 갈륨 및 N-극성 질화 갈륨을 도시한 이미지이다.

[0162] Ga-극성 질화 갈륨 및 N-극성 질화 갈륨이 성장된 성장 기판을 석영 반응로에 넣고 염화 수소 가스를 주입하면, 윈도우 영역에 성장된 N-극성 질화 갈륨은 관통 전위 부분만 식각되고, 돌출 영역에 성장된 Ga-극성 질화 갈륨은 대부분 식각된 것으로 보아, 염화수소 가스를 이용하면 Ga-극성 질화 갈륨을 선택적으로 식각할 수 있는 것을 알 수 있다.

[0164] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0165] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

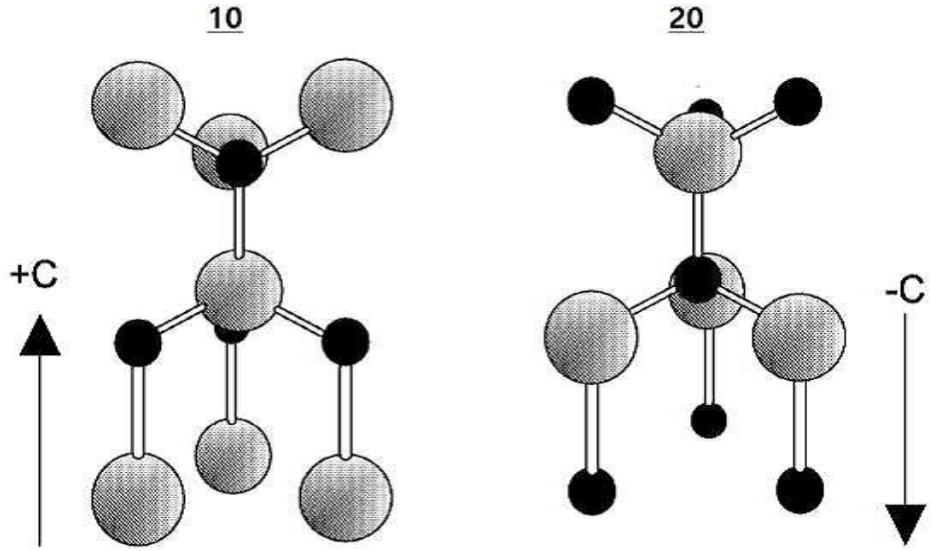
부호의 설명

[0167]

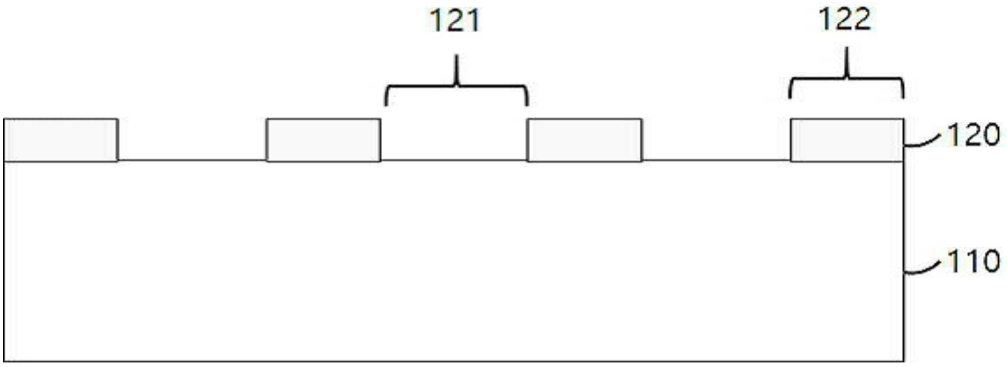
10: Ga-극성(+c)	20: N-극성(-c)
G; 갭	110: 성장 기판
120, 220: 마스크 패턴	121, 221: 윈도우 영역
122, 222, 322, 422: 돌출 영역	130, 230: 질화 갈륨
131, 231: Ga-극성 질화 갈륨	132, 232: N-극성 질화 갈륨
133, 233: 질화 갈륨 기판	210: 성장 기판
250: 임시 기판	251: 기재
252: 보조층	

도면

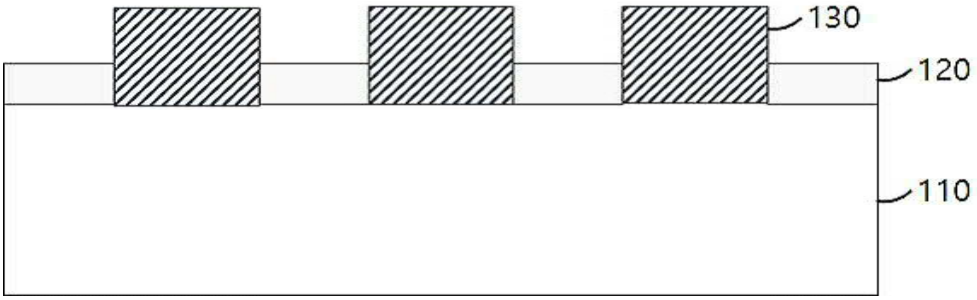
도면1



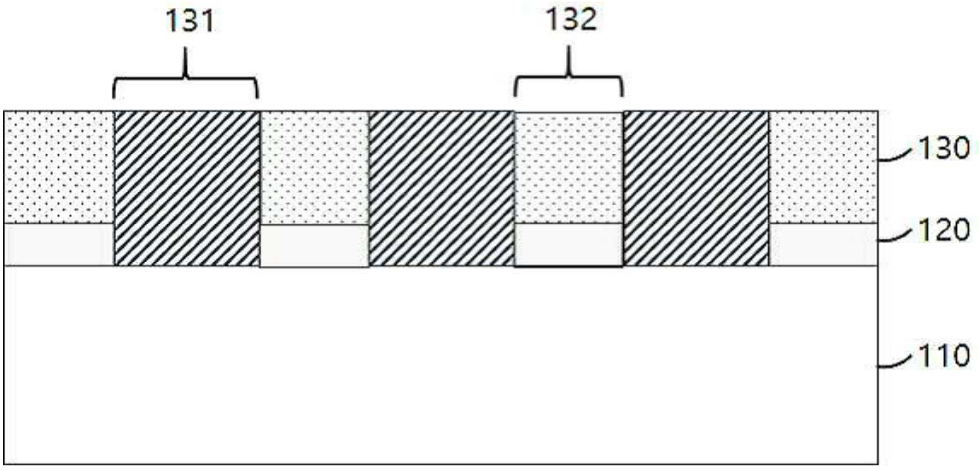
도면2a



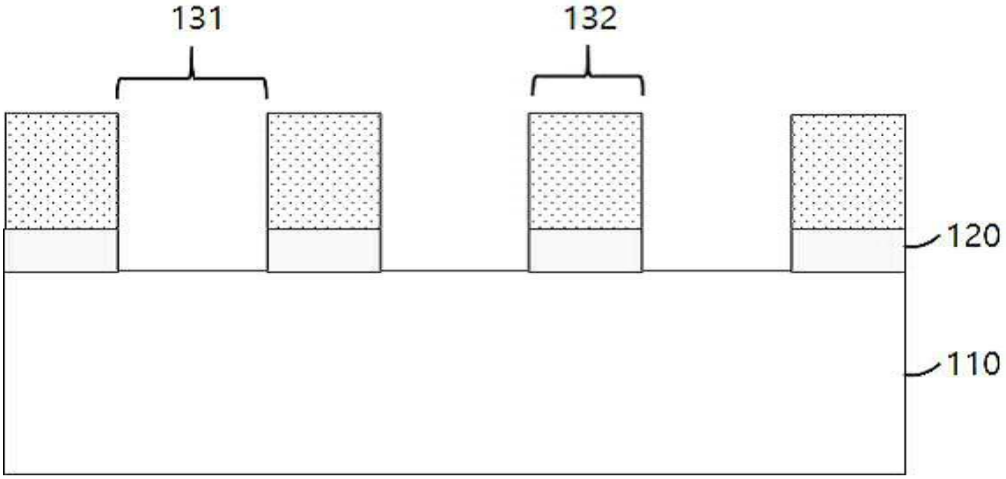
도면2b



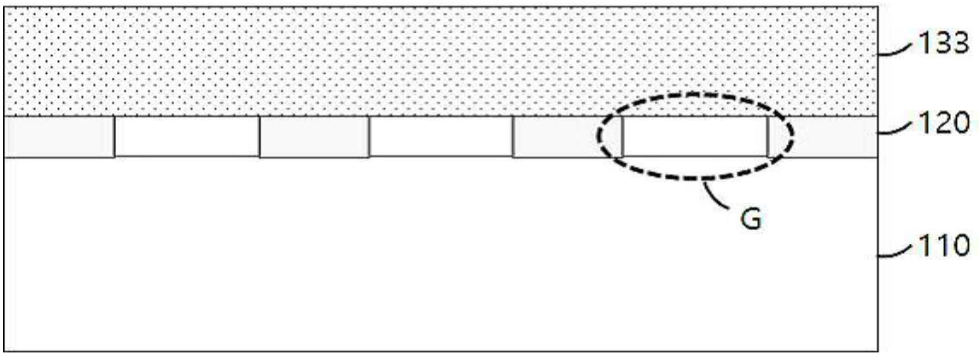
도면2c



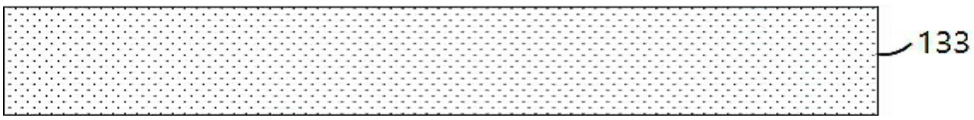
도면2d



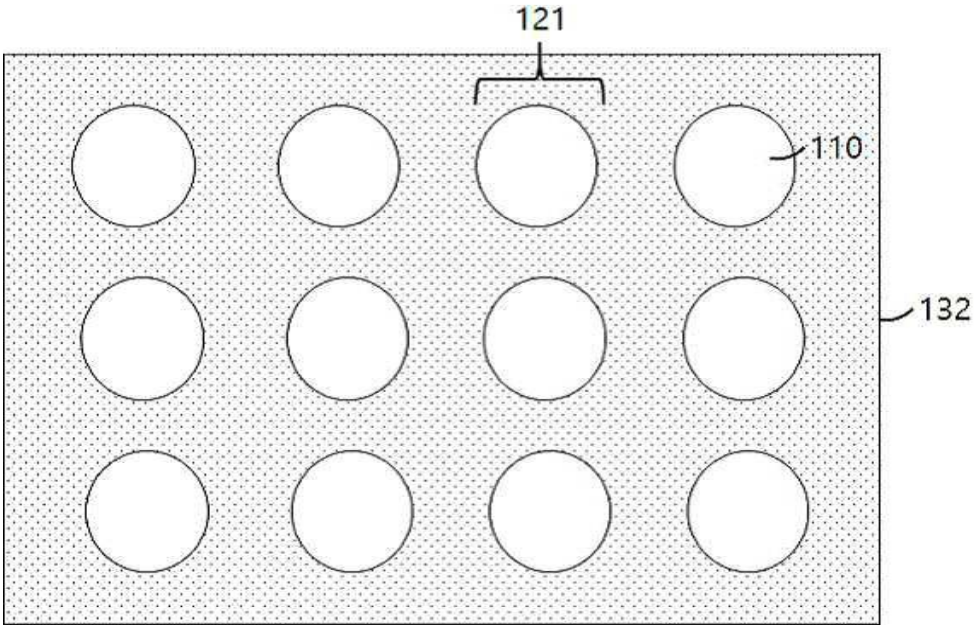
도면2e



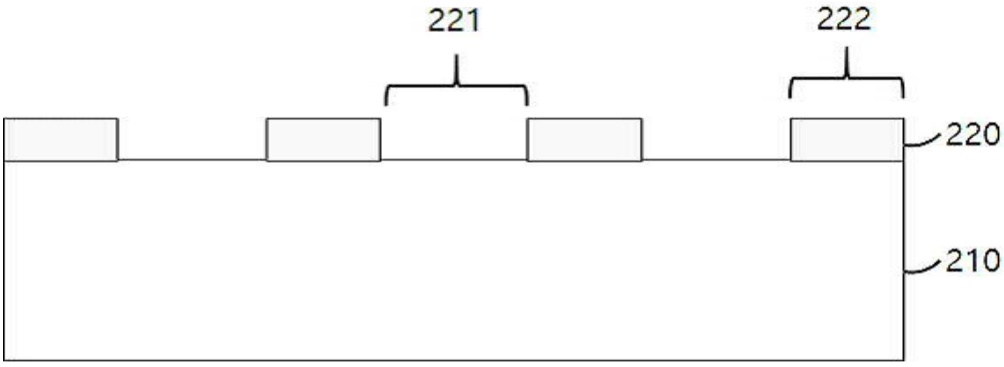
도면2f



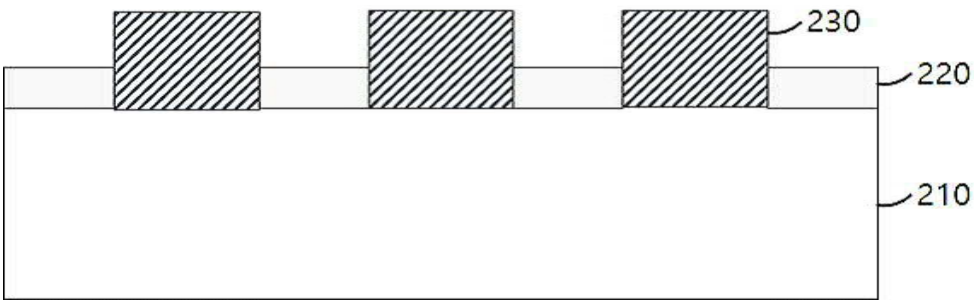
도면3



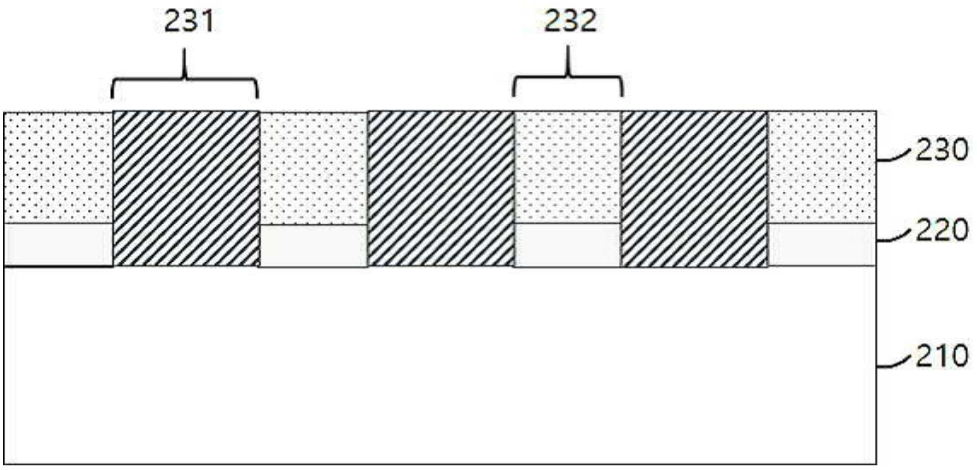
도면4a



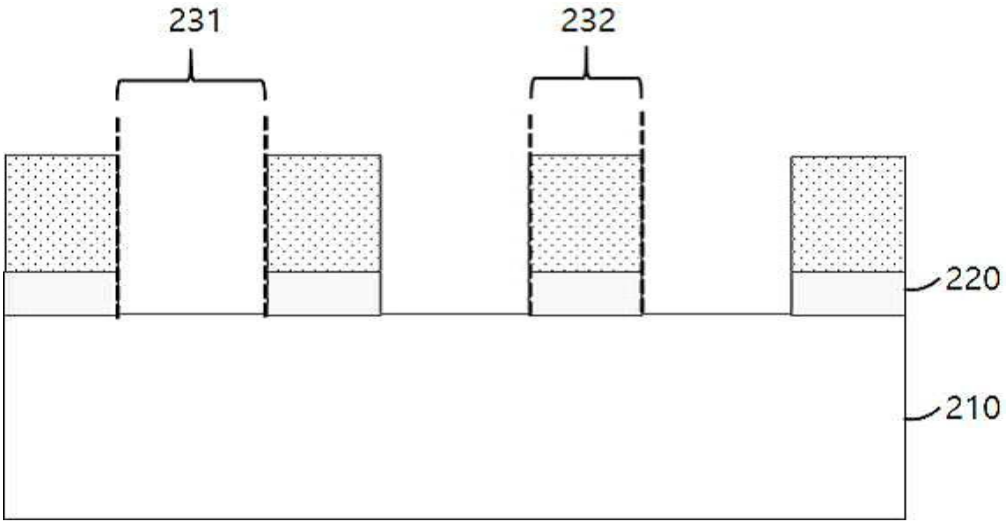
도면4b



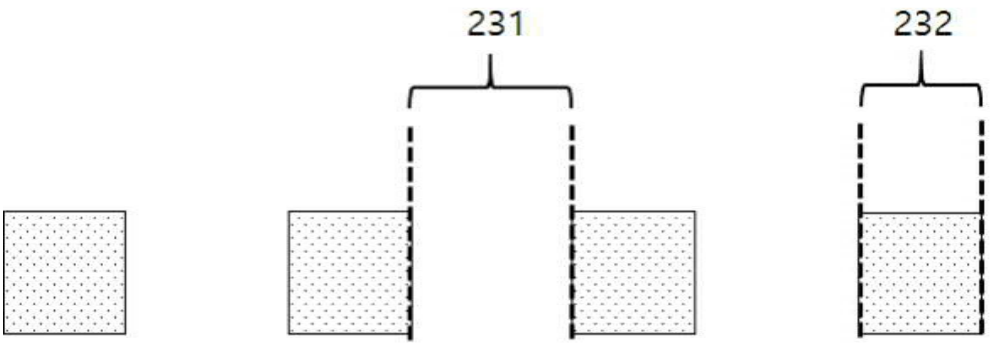
도면4c



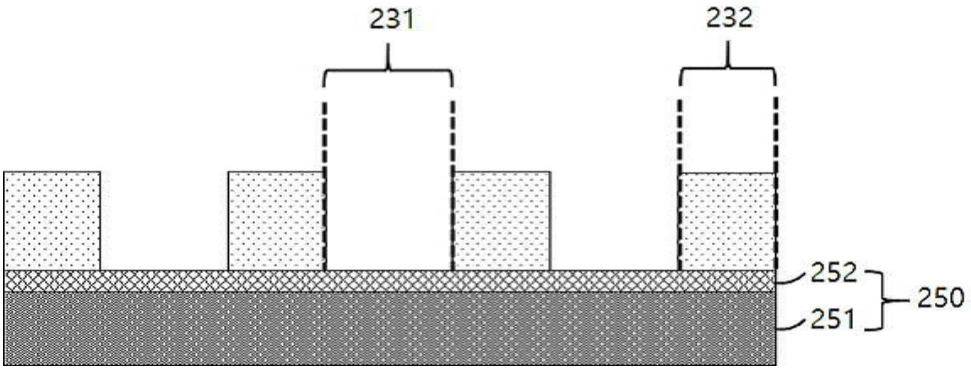
도면4d



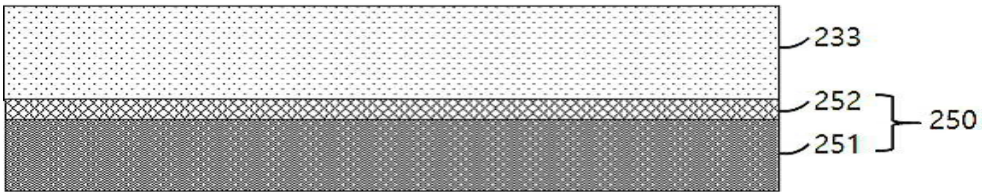
도면4e



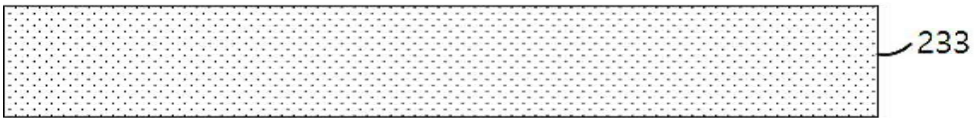
도면4f



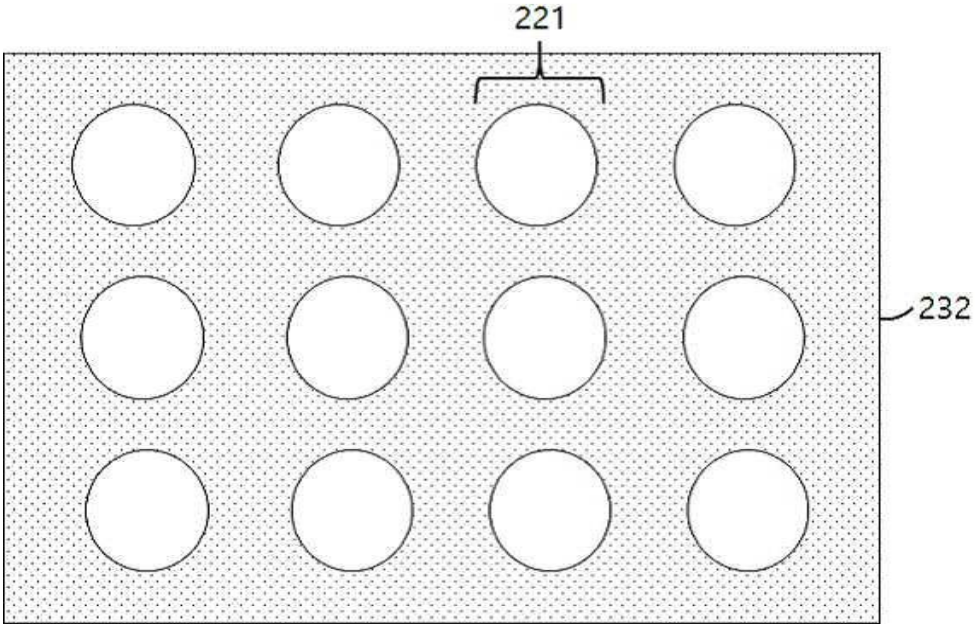
도면4g



도면4h



도면5



도면6

