



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0120370
(43) 공개일자 2018년11월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/306 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/30604 (2013.01)
H01L 21/02041 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0054192
(22) 출원일자 2017년04월27일
심사청구일자 2017년04월27일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김지현
서울특별시 강남구 도곡로93길 12, 205동 302호
오수연
부산광역시 해운대구 해운대로383번가길 49-3, 701호
권용범
경기도 수원시 영통구 광고호수로 84, 2005동 2005호
(74) 대리인
정은열

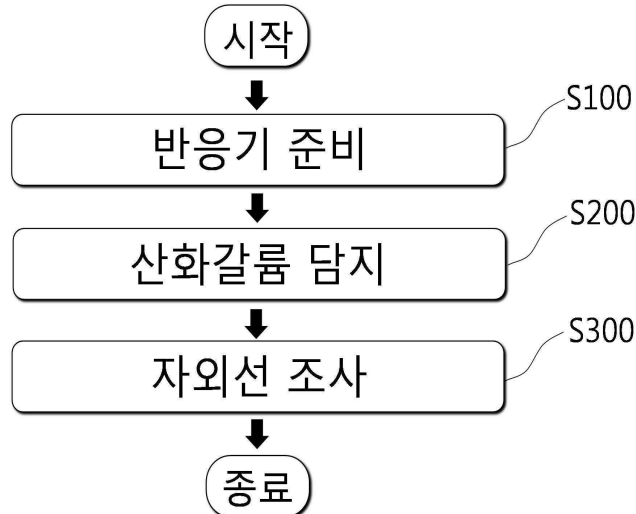
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 산화갈륨 식각방법

(57) 요약

본 발명은 산화갈륨의 식각방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법은 (a) 식각액(20)이 채워진 반응기(10)를 준비하는 단계(S100), (b) 식각액(20) 내에 산화갈륨(1)을 담지하는 단계(S200), (c) 산화갈륨(1)에 자외선을 조사하여 산화갈륨(1)의 표면을 식각하는 단계(S300)를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 21/02172 (2013.01)

H01L 21/0231 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20153030012110

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 12.5 % 효율을 갖는 곡률반경 5 cm 이내의 곡면용 Cadmium telluride 태양전지 및 봉지재 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2017.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 식각액이 채워진 반응기를 준비하는 단계;
 - (b) 상기 식각액 내에 산화갈륨을 담지하는 단계; 및
 - (c) 상기 산화갈륨에 자외선을 조사하여 상기 산화갈륨의 표면을 식각하는 단계;
- 를 포함하는 산화갈륨 식각방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 식각액은

HF, NaOH, HNO₃, H₃PO₄, 및 H₂SO₄ 로 구성된 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나 이상을 포함하는 산화갈륨 식각방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 식각액의 농도를 조절하여, 식각되는 상기 산화갈륨의 식각 속도를 제어하는 산화갈륨 식각방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 식각액의 온도는 80 ℃ 이상인 산화갈륨 식각방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 자외선의 세기를 조절하여, 식각 속도를 제어하는 산화갈륨 식각방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 (c) 단계에서, 상기 자외선은 상기 산화갈륨의 밴드갭 에너지보다 큰 에너지를 가지고, 상기 산화갈륨에 조사되어 광전류에 의한 정공 및 전자를 생성하는 산화갈륨 식각방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 (c) 단계 이전에, 상기 산화갈륨 상에 제1 전극을 연결하고, 상기 식각액에 제2 전극을 담지하는 단계;를 포함하며,

상기 (c) 단계에서, 상기 산화갈륨에 자외선을 조사하며, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 소정의 전압을 인가하여, 상기 산화갈륨의 표면을 식각하는 산화갈륨 식각방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 (b) 단계 이전에, 상기 산화갈륨의 표면을 세정하는 단계;

를 더 포함하는 산화갈륨 식각방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 산화갈륨은 기판 상에서 성장된 상태로 상기 기판과 함께 담지되는 산화갈륨 식각방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 산화갈륨 식각방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 산화갈륨은 α , β , γ , δ , ϵ 다섯 가지의 상이 존재하는데, 그 중 β 상이 상대적으로 안정적이다. 이러한 산화갈륨은 4.9 eV 의 넓은 밴드갭을 갖는 직접천이형 반도체 물질에 해당하며, 높은 임계 전계 저항성으로 인해 고전압에서도 구동이 가능하여 광소자에서부터 전력반도체까지 다양한 전자 소자의 소재로 주목받고 있다. 특히, 종래 전력 반도체 물질인 탄화규소, 질화갈륨 (GaN)을 대체할 것으로 전망되고 있다.

[0004] 한편, 금속-산화물-반도체 전계효과 트랜지스터 (MOSFET), 금속-반도체 전계 효과 트랜지스터 (MESFET), 정류기 (rectifier) 등과 같은 전력 반도체 소자 제작 공정에서 있어서, 트렌치 (trench) 형성이 필수적으로 요구되므로, 이 과정에서 식각 공정을 수행해야 한다. 이때, 대표적인 반도체 물질인 질화갈륨에 대해서는 하기 선행기술문헌의 특허문헌에 개시된 바와 같이, 건식 식각방법을 이용할 수 있다. 이에 의하면, 반응성 기체와 산소, 황 또는 셀레늄 기체를 반응기에 유입시키고 이들의 플라즈마를 이용하여 질화갈륨층을 식각한다. 이외에도 질화갈륨에 대해서는 다양한 식각방법들이 보고되고 있다.

[0005] 그러나 β 상의 산화갈륨에 대해서는 효과적인 식각 기술이 개발되지 않고 있다. 따라서, 종래 식각방법을 적용할 수밖에 없는데, 상술한 건식식각을 사용하는 경우 높은 에너지를 가진 플라즈마가 산화갈륨 표면을 손상시키고, 이때 생성된 결함이 최적의 소자 동작을 저해한다.

[0006] 이에 산화갈륨에 적용시 여러 문제점을 야기하는 종래 식각방법을 대체할 수 있는 방안이 절실히 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) KR 2000-0067108 A

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 일 측면은 식각액에 산화갈륨을 담지하고 자외선을 조사하면서 표면을 식각하는 산화갈륨 식각방법을 제공하고자 하는 것이다.
- [0011] 본 발명의 다른 측면은 산화갈륨과 식각액에 전류를 흐르게 하여 효과가 증대되는 산화갈륨 식각방법을 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법은 (a) 식각액이 채워진 반응기를 준비하는 단계; (b) 상기 식각액 내에 산화갈륨을 담지하는 단계; 및 (c) 상기 산화갈륨에 자외선을 조사하여 상기 산화갈륨의 표면을 식각하는 단계;를 포함한다.
- [0014] 또한, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에 있어서, 상기 식각액은 HF, NaOH, HNO₃, H₃PO₄, 및 H₂SO₄ 로 구성된 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나 이상을 포함한다.
- [0015] 또한, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에 있어서, 상기 식각액의 농도를 조절하여, 식각 속도를 제어한다.
- [0016] 또한, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에 있어서, 상기 식각액의 온도는 80 °C 이상이다.
- [0017] 또한, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에 있어서, 상기 자외선의 세기를 조절하여, 식각 속도를 제어한다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에 있어서, 상기 (c) 단계에서, 상기 자외선은 상기 산화갈륨의 밴드갭 에너지보다 큰 에너지를 가지고, 상기 산화갈륨에 조사되어 광전류에 의한 정공 및 전자를 생성한다.
- [0019] 또한, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에 있어서, 상기 (c) 단계 이전에, 상기 산화갈륨 상에 제1 전극을 연결하고, 상기 식각액에 제2 전극을 담지하는 단계;를 포함하며, 상기 (c) 단계에서, 상기 산화갈륨에 자외선을 조사하며, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 소정의 전압을 인가하여, 상기 산화갈륨의 표면을 식각한다.
- [0020] 또한, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에 있어서, 상기 (b) 단계 이전에, 상기 산화갈륨의 표면을 세정하는 단계;를 더 포함한다.
- [0021] 또한, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에 있어서, 상기 산화갈륨은 기판 상에서 성장된 상태로 상기 기판과 함께 담지된다.
- [0023] 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다.

- [0025] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니 되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명에 따르면, 식각액에 산화갈륨을 담지하고 자외선을 조사하여 산화갈륨 표면에 정공과 전자를 생성하고, 산화갈륨과 식각액에 전류를 흐르게 함으로써 식각액 내의 음이온을 산화갈륨 표면으로 이동시켜 이들의 반응을 통해 습식식각을 수행하는바, 종래 건식식각의 문제점을 해결할 수 있다.
- [0029] 또한, 종래 습식식각에 비해 상대적으로 고온 공정 없이 상온에서 진행되므로, 산화갈륨 기반의 소자 제작시 고

온 공정으로 인해 산화갈륨의 전기적 특성이 변하는 것을 막을 수 있다.

[0031] 나아가, 빠른 식각 속도로 인해 공정 효율 향상을 기대할 수 있고, 건식식각의 진공장비를 사용하지 않으므로 저비용으로 식각 공정을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에 사용되는 식각장치의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 산화갈륨 식각방법의 순서도이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 산화갈륨 식각방법의 순서도이다.

도 4 내지 도 5는 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에 따라 식각되는 산화갈륨의 이미지 및 두께를 나타내는 그래프이다.

도 6 내지 도 7은 종래 화학적 식각 공정에 따라 식각되는 산화갈륨의 이미지 및 두께를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.

[0038] 도 1은 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에 사용되는 식각장치의 개략도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 산화갈륨 식각방법의 순서도이다.

[0039] 도 1 내지 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법은 (a) 식각액(20)이 채워진 반응기(10)를 준비하는 단계(S100), (b) 식각액(20) 내에 산화갈륨(1)을 담지하는 단계(S200), (c) 산화갈륨(1)에 자외선을 조사하여 산화갈륨(1)의 표면을 식각하는 단계(S300)를 포함한다.

[0041] 본 발명은 산화갈륨 식각방법에 관한 것이다. 4.9 eV의 넓은 밴드갭을 갖는 직접천이형 반도체 물질인 산화갈륨은 높은 전계 저항성을 가지고, 고전압에도 구동이 가능하므로, 기존의 탄화규소, 질화갈륨을 대체할 수 있는 전력 반도체 소자의 소재로 주목받고 있다. 그러나 전력 반도체 소자 제작 시 필수적으로 식각 공정이 요청되는데, 질화갈륨이나 실리콘에 대한 식각방법은 다양한 데 반하여, 산화갈륨에 대한 식각방법은 개발되지 않고 있다. 따라서, 질화갈륨에 대한 건식식각 기술을 산화갈륨에 적용할 수밖에 없다. 그러나 건식식각을 사용하는 경우 높은 에너지를 가진 플라즈마로 인해 산화갈륨 표면의 손상이 불가피하고, 이때 생성된 결합이 최적의 소자 동작을 저해하는 문제가 있다. 이에 종래 건식식각 기술을 대체할 수 있는 방안으로서 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법이 안출되었다.

[0043] 구체적으로, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법은 반응기 준비단계(S100), 산화갈륨 담지단계(S200), 및 식각단계(S300)를 포함한다.

[0044] 반응기 준비단계(S100)에서는 반응기(10)에 식각액(20)을 채운다. 식각액(20)은 산성 및 염기성 식각액을 사용할 수 있는데, 이때 사용 가능한 식각액은 예를 들어, HF, NaOH, HNO₃, H₃PO₄, 및 H₂SO₄로 구성된 군으로부터

선택되는 적어도 어느 하나 이상을 포함할 수 있다. 다만, 식각액이 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0045] 한편, 식각액(20)의 온도는 식각 효율 및 속도에 영향을 미칠 수 있다. 따라서, 식각액(20)의 온도 제어를 통한 식각 효율 및 속도의 조절도 가능하다. 다만, 소정의 식각 효율을 얻기 위해서, 식각액(20)의 온도는 80 ℃ 이상을 유지할 필요가 있다. 그러나 식각액(20)의 온도는 다른 공정조건과 상보적 관계에 있는바, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0047] 반응기(10)에 식각액(20)이 채워지면, 산화갈륨 담지단계(S200)를 수행한다. 여기서는 산화갈륨(1)이 식각액(20)에 완전히 잠기도록 담지하여 고정한다. 이때, 산화갈륨(1)은 독립적 (free standing, bulk)이거나, 또는 소정의 기판(70) 상(on)에서 성장된 상태로 그 기판(70)과 함께 담지될 수 있다.
- [0048] 또한, 독립적인 산화갈륨(1)을 고정하기 위한 수단으로서 기판(70)을 사용할 수 있다. 다만, 산화갈륨(1) 고정 수단으로서, 반드시 기판(70)을 사용해야 하는 것은 아니고, 산화갈륨(1)을 식각액(20) 내에 고정할 수 있는 모든 공지의 고정수단을 사용할 수 있다.
- [0049] 한편, 담지되기 전의 산화갈륨(1)에 대해서 세정공정을 수행할 수 있다. 이때, 표면처리 용액을 사용하여 산화갈륨(1) 표면의 유기물질과 불순물을 제거하고, 탈이온 증류수로 세척한 다음, 질소 가스 등을 이용해 이를 건조할 수 있다.
- [0051] 마지막으로, 식각단계(S300)를 수행한다. 여기서, 광원(60)을 이용해 자외선을 산화갈륨(1)에 조사한다. 이때, 자외선은 산화갈륨(1)의 밴드갭 에너지보다 큰 에너지를 가질 수 있다. 이러한 자외선이 산화갈륨(1)에 조사되면, 광전류가 발생하는데, 이때 발생한 광전류가 산화갈륨(1) 표면에 정공 및 전자를 생성하고, 생성된 전공과 전자의 화학반응으로 인해 산화갈륨(1) 분자가 점진적으로 분리되는 방식으로 식각된다.
- [0053] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 산화갈륨 식각방법의 순서도이다.
- [0054] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 산화갈륨 식각방법은 식각 속도를 증대시키기 위해서, 식각단계(S300) 이전에, 전극 배치단계(S250)를 수행한다. 전극은 전원(50)에 의해 전기적으로 연결되는 제1 전극(30)과 제2 전극(40)을 사용한다. 여기서, 제1 전극(30)은 산화갈륨(1) 상에 연결된다. 이때, 식각액(20)과 접촉되지 않도록, 제1 전극(30)의 외면을 수지로 커버할 수 있다. 한편, 산화갈륨(1) 상에 소정의 패턴을 형성하기 위해서, 산화갈륨(1)의 표면에 패턴 마스크를 배치하는 경우가 있는데, 패턴 마스크가 금속으로 이루어진 때에는 그 패턴 마스크에 제1 전극(30)을 배치하여 간접적으로 산화갈륨(1)에 연결할 수도 있다. 다만, 이러한 경우에도 직접 제1 전극(30)을 산화갈륨(1)에 연결해도 무방하다.
- [0055] 제2 전극(40)은 식각액(20) 내에 담지되도록 배치한다. 여기서, 광원(60)을 이용해 자외선을 산화갈륨(1)에 조사하며, 동시에 제1 전극(30)과 제2 전극(40)에 소정의 전압을 인가함으로써, 산화갈륨(1)의 표면을 식각한다(S300). 이때, 자외선은 산화갈륨(1)의 밴드갭 에너지보다 큰 에너지를 가져야 한다. 이러한 자외선이 산화갈륨(1)에 조사되면, 광전류가 발생하는데, 이때 발생한 광전류가 산화갈륨(1) 표면에 정공을 생성한다.
- [0056] 산화갈륨(1)에 정공이 생성된 후에는, 전원(50)을 통해 제1 전극(양극, 30)과 제2 전극(음극, 40) 사이에 전압을 인가한다. 이렇게 제2 전극(40)에 전압이 가해지면 식각액(20) 내의 음이온이 제1 전극(30)의 산화갈륨(1)으로 끌려가게 되고, 산화갈륨(1) 표면에서의 정공과 음이온의 반응으로 인해 산화갈륨(1) 분자가 점진적으로 분리되는 방식으로 식각된다.
- [0058] 본 발명에 따른 식각은 일종의 습식식각에 해당한다. 그러나 종래 습식식각이 상온에서 느리게 진행되기 때문에 고온에서 수행되어야 하는 것과는 다르게, 본 발명에 의하면 상술한 식각 원리에 따라 고온공정에 의하지 않고 상온에서 식각이 가능하다.
- [0060] 한편, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법은 식각액(20)의 농도를 조절하여 식각 속도를 제어할 수 있다. 여기서, 식각액(20)의 농도가 높을수록 식각 속도가 빨라지는데, 이때 식각액(20)의 농도는 용매와 전해

질의 비율을 달리함으로써 조절할 수 있다.

- [0062] 또한, 본 발명에 따른 식각 공정이 이루어지는 동안 식각액(20)을 교반시킬 수 있다. 식각 반응 시에 전해질을 순환시켜 식각액(20)의 농도를 일정하게 유지하기 위함이다. 이때 교반은 반응기(10)에 장착된 교반기(80)에 의할 수 있는데, 교반기(80)는 회전축에 결합된 블레이드, 마그네틱 교반기 등과 같은 공지의 모든 교반기를 포함한다.
- [0064] 한편, 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에서는 자외선의 세기를 조절하여, 식각 속도를 제어할 수 있다. 자외선의 세기가 증가함에 따라 식각 공정도 빠르게 진행되는바, 자외선의 세기로써 식각 속도 조절이 가능하다. 이때, 자외선의 세기 조절은 광원(60), 즉 자외선 램프에서 그 세기를 조절하던지, 또는 자외선 램프를 교체하는 방식으로 이루어진다. 궁극적으로 자외선 세기는 파장영역에 관련이 있으므로, 자외선의 파장영역을 조절하는 방법으로 식각 속도를 제어할 수 있다.
- [0066] 종합적으로, 본 발명에 따르면, 식각액(20)에 산화갈륨(1)을 담지하고 자외선을 조사하여 산화갈륨(1) 표면에 정공 및 전자를 생성하고, 그 정공과 전자의 화학반응을 통해 습식식각을 수행하는바, 플라즈마로 인한 산화갈륨 표면의 손상과 같은 종래 건식식각의 문제점을 해결할 수 있다.
- [0067] 이때, 산화갈륨(1)과 식각액(20)에 전류를 흐르게 함으로써 식각액(20) 내의 음이온을 산화갈륨(1) 표면으로 이동시킴으로써, 그 효과를 증대할 수 있다.
- [0068] 또한, 종래 습식식각에 비해 상대적으로 고온 공정 없이 상온에서 진행되므로, 산화갈륨 기반의 소자 제작시 고온 공정으로 인해 산화갈륨의 전기적 특성이 변화는 것을 막을 수 있다.
- [0069] 나아가, 빠른 식각 속도로 인해 공정 효율 향상을 기대할 수 있고, 건식식각의 진공장비를 사용하지 않으므로 저비용으로 식각 공정을 수행할 수 있다.
- [0071] 이하에서는 본 발명에 따른 상기의 효과를 구체적인 실시예를 통해 확인한다.
- [0073] 도 3 내지 도 4는 본 발명에 따른 산화갈륨 식각방법에 따라 식각되는 산화갈륨의 이미지 및 두께를 나타내는 그래프이고, 도 5 내지 도 6은 종래 화학적 식각 공정에 따라 식각되는 산화갈륨의 이미지 및 두께를 나타내는 그래프이다.
- [0075] **실시예 1**
- [0076] H_3PO_4 를 포함하는 식각액을 사용하고, 그 식각액에 산화갈륨 플레이크 (flake)를 담지한 상태에서, 4.9 eV 이상의 자외선을 산화갈륨 플레이크에 조사하고, 산화갈륨 플레이크와 식각액에 각각 배치된 제1 전극과 제2 전극 사이에 2 V 이상의 전압을 인가하여 식각 공정을 수행하였다.
- [0077] 이때, 식각 공정은 1시간 동안 진행하였고, 식각액의 온도는 50 ℃ 를 유지하였다.
- [0079] **실시예 2**
- [0080] 본 실시예에서는 상기 실시예 1과 같은 조건으로 식각 공정을 수행하되, 식각액의 온도만을 100 ℃로 유지했다.
- [0082] **비교예 1**
- [0083] 일반적인 화학적 식각 (chemical etching) 공정에 따라, H_3PO_4 를 식각액으로 산화갈륨 플레이크와 화학반응을

유도하여 식각을 수행했다. 이때, 식각 공정은 1 시간 동안 진행했고, 식각액의 온도는 50 ℃ 를 유지했다.

[0085] **비교예 2**

[0086] 상기 비교예 1과 동일한 방식으로 식각을 진행하되, 단지 식각액의 온도만을 100 ℃ 로 설정하였다.

[0088] **평가예**

[0089] 식각 효율 및 속도를 평가하기 위해서, 상기 실시예 1 및 2, 비교예 1 및 2를 통해 식각된 산화갈륨 플레이트의 표면을 광학현미경을 이용해 이미지를 촬영하였다. 또한, 원자력간 현미경 (atomic force microscope, AFM)을 이용해 식각된 산화갈륨 플레이트의 너비 (position) 별로 높이 (height) 를 측정하였다.

[0091] 도 3은 실시예 1의 결과를, 도 4는 실시예 2의 결과를, 도 5는 비교예 1의 결과를, 도 6은 비교예 2의 결과를 각각 나타낸다. 여기서, 도 3 내지 도 6 각각의 (A)는 식각 공정 수행 전의 상태이고, 도 3 내지 도 6의 (B)는 식각 공정 수행 후의 상태이다.

[0093] 그 결과를 분석해 보면, 각각의 실시예와 평가예에서 산화갈륨이 식각되었다. 이때, 실시예 2의 경우가 실시예 1에 비해 산화갈륨 플레이트의 높이가 더 많이 줄어들었는데, 식각액의 온도가 상대적으로 높을수록 식각 효율이 향상됨을 알 수 있다.

[0095] 또한, 각각의 경우의 식각 속도도 산출하였는데, 그 결과는 하기 [표 1]과 같다. 이때, 식각 속도는 단위 시간당 높이 변화로 계산하였다.

표 1

[0097]

	식각 속도 (nm/hr)
실시예 1	27.25
실시예 2	112.75
평가예 1	9
평가예 2	88.5

[0099] [표 1]를 참고로, 실시예에서의 식각 속도가 평가예보다 상대적으로 빠르게 나타났고, 식각액 온도 차이에 기인하여 속도차가 발생했다. 따라서, 본 발명에 따른 식각방법에 의하면, 종래 화학적 식각에 비해 빠르게 식각 공정을 수행할 수 있고, 식각액의 온도를 제어하여 식각 속도를 조절할 수도 있다.

[0101] 또한, 식각액의 온도가 100 ℃로 동일한 실시예 2와 비교예 4를 대비하면, 본 발명에 따른 식각방법에 의할 때에 종래 화학적 식각방법보다 동일 시간 내에 산화갈륨 플레이트가 높이가 확연히 줄어들었는데, 본 발명에 따라 빠른 속도로 좀 더 효율적인 식각 공정을 수행할 수 있음을 알 수 있다.

[0103] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.

[0105] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속한 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

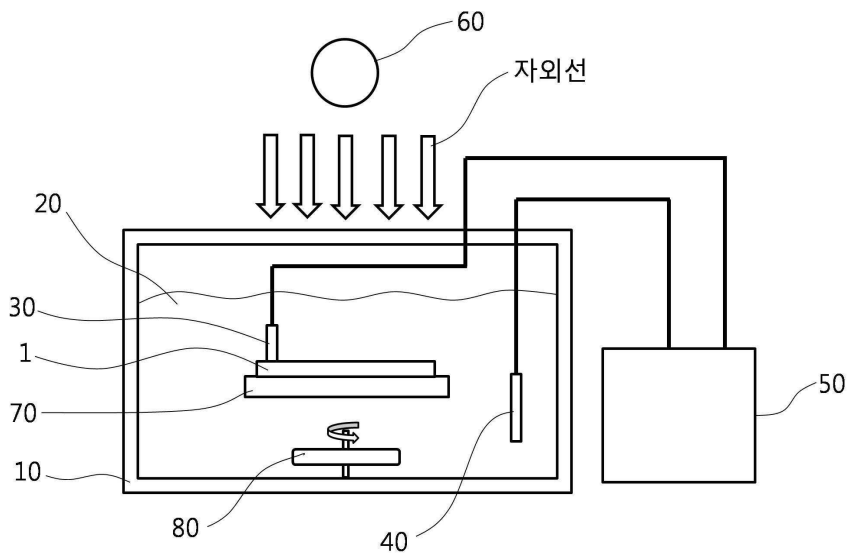
부호의 설명

[0107]

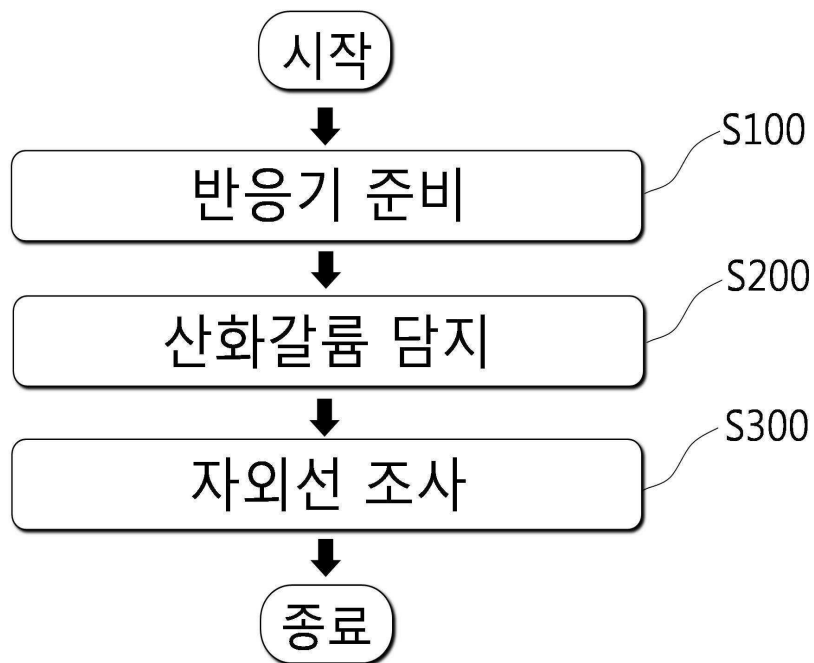
1: 산화갈륨	10: 반응기
20: 식각액	30: 제1 전극
40: 제2 전극	50: 전원
60: 광원	70: 기관
80: 교반기	

도면

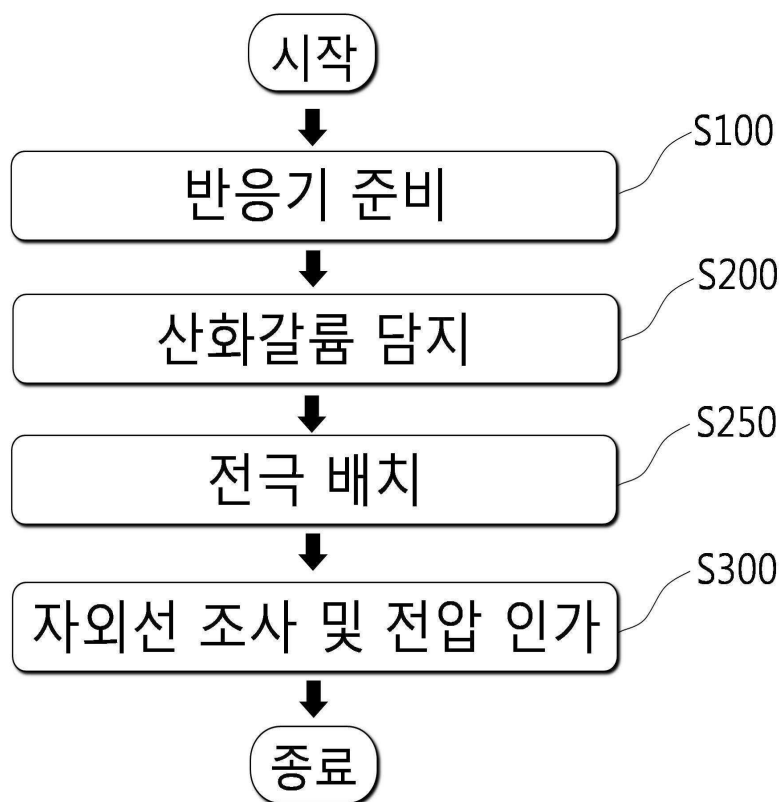
도면1



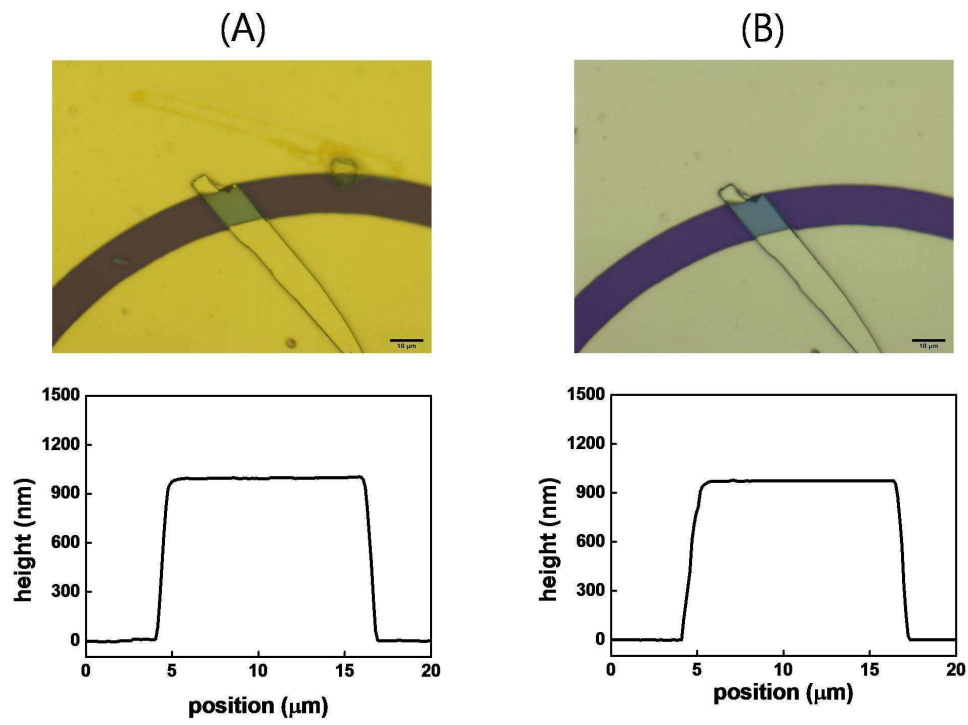
도면2



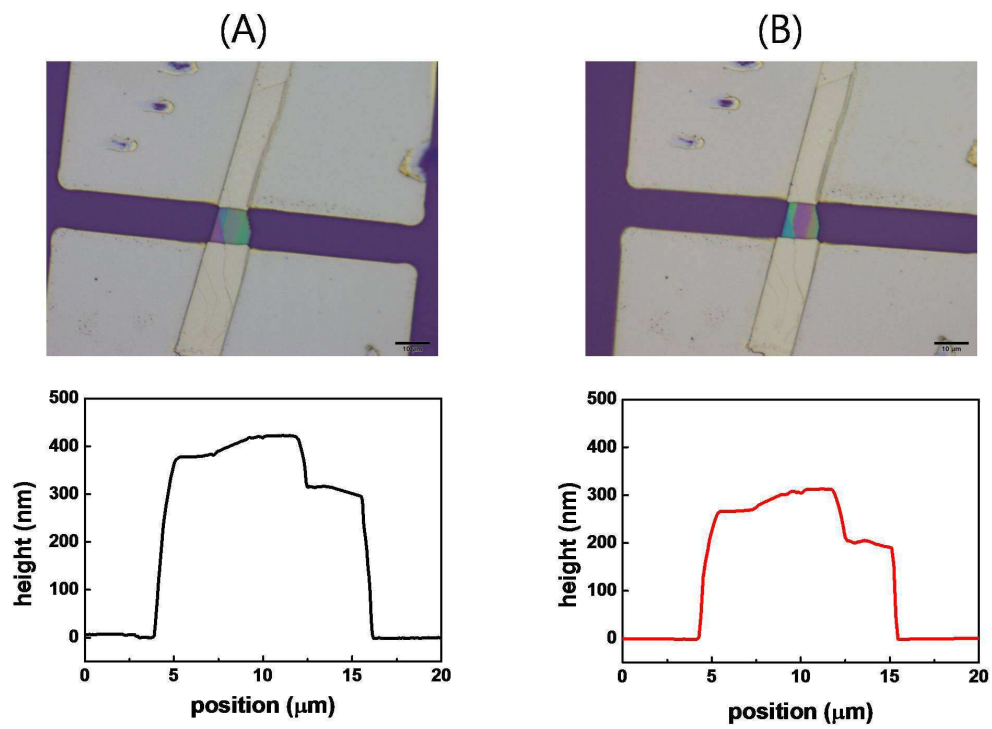
도면3



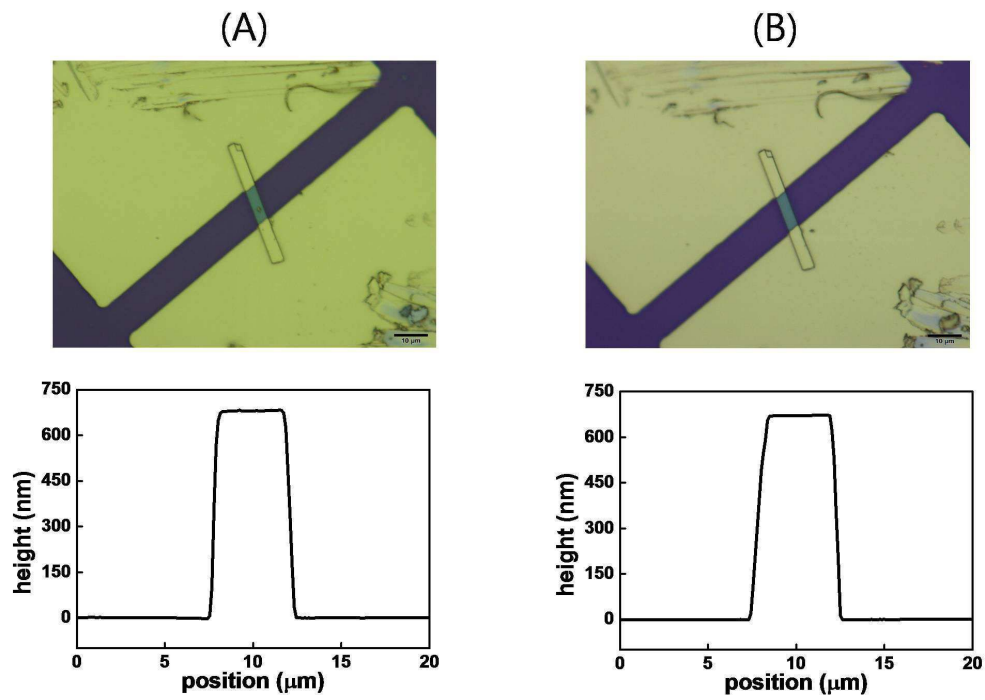
도면4



도면5



도면6



도면7

