



- (51) 국제특허분류:
B82B 3/00 (2006.01) H01L 21/306 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/005645
- (22) 국제출원일: 2014년 6월 25일 (25.06.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0070745 2014년 6월 11일 (11.06.2014) KR
- (71) 출원인: 한국표준과학연구원 (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) [KR/KR]; 305-340 대전광역시 유성구 가정로 267, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 이우 (LEE, Woo); 305-793 대전광역시 유성구 배울 2로 61, 1007-102, Daejeon (KR). 신정호 (SHIN, Jeong Ho); 305-744 대전광역시 유성구 배울 1로 35, 405-1503, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 플러스 (PLUS INTERNATIONAL IP LAW FIRM); 35209 대전시 서구 한밭대로 809, 10층, Daejeon (KR).

- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

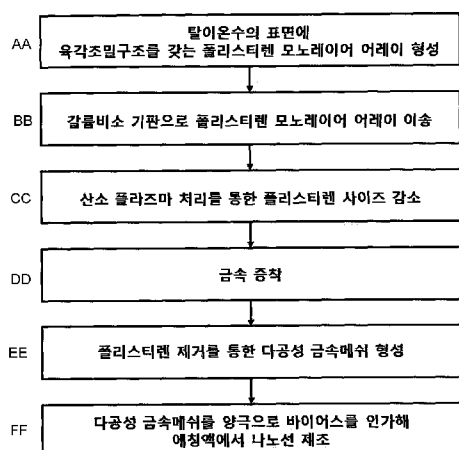
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: PROCESS FOR FABRICATING VERTICALLY-ASSIGNED GALLIUM ARSENIDE SEMICONDUCTOR NANOWIRE ARRAY OF LARGE AREA

(54) 발명의 명칭 : 대면적의 수직 정렬된 갈륨비소 반도체 나노선 어레이 제작 공정

【도 1】



AA ... Form polystyrene monolayer array having hexagonal compact structure on surface of deionized water
 BB ... Transfer polystyrene monolayer array to gallium arsenide substrate
 CC ... Reduce size of polystyrene through oxygen plasma treatment
 DD ... Deposit metal
 EE ... Form porous metal mesh by removing polystyrene
 FF ... Manufacture nanowire from etching solution by applying bias using porous metal mesh as anode

(57) Abstract: The present invention relates to a method for manufacturing a GaAs semiconductor nanowire in a bottom-up type and, more particularly, to a method for manufacturing a vertically-aligned gallium arsenide semiconductor nanowire array in a large area by applying a voltage and a current from the outside using a metal thin film, which has been made through an economical method of fabricating a mesh-type metal thin film in a large area, as an anode such that holes (h^+) are injected into a gallium arsenide substrate, thereby inducing a wet etching process continuously. The obtained vertically-aligned gallium arsenide semiconductor nanowire of a large area can be applied to fabrication of nanoelements, such as a solar cell, a transistor, and a light-emitting diode. According to the present invention, the diameter of the gallium arsenide semiconductor nanowire can be adjusted through control of the mesh size of the metal thin film, and the length of the nanowire is not only freely adjusted through control of the etching time, the applied voltage, and the applied current, but the same can also be applied to manufacture of a different III-V semiconductor nanowire array.

(57) 요약서: 본 발명은 하향식 방식으로 GaAs 반도체 나노선을 제조하는 방법에 관한 것으로, 메쉬형태의 금속박막을 대면적으로 제작하는 경제적인 방법을 통해 만들어진 금속박막을 양극(anode)으로 이용하여 외부로부터 전압 및 전류를 인가하여 갈륨비소 기판에 정공(h^+)을 주입시킴으로써 습식 에칭공정을 지속적으로 유도하여 수직 정렬된 갈륨비소 반도체

[다음 쪽 계속]



나노선 어레이를 대면적으로 제작하는 방법과 관련이 있다. 얻어지는 대면적의 수직 정렬된 갈륨비소 반도체 나노선은 태양전지, 트랜지스터, 발광다이오드 등 나노소자 제작에 응용될 수 있다. 본 발명에서 갈륨비소 반도체 나노선의 직경은 금속박막의 메쉬 크기의 제어를 통해 조절이 가능하며, 나노선의 길이는 에칭시간, 인가전압 및 인가전류 제어를 통해 자유롭게 조절될 뿐 아니라 다른 III-V 반도체 나노선 어레이의 제조에 응용될 수 있다.

【명세서】

【발명의명칭】

대면적의 수직 정렬된 갈륨비소 반도체 나노선 어레이 제작 공정

【기술분야】

- <1> 본 발명은 금속메쉬 박막을 경제적으로 제조하는 방법에 관한 것이다.
- <2> 또한 본 발명은 상기 방법을 이용한 수직 정렬된 갈륨비소 반도체 나노선 어레이 제조방법에 관한 것이다.
- <3> 상세하게는 본 발명은 정렬된 나노크기의 구멍들을 갖는 금속박막을 양극(anode)로 사용하여 외부로부터 전압 또는 전류를 인가해 갈륨비소 기판에 정공(h^+)을 주입시키고 결정학적 배향을 갖는 반도체 기판을 습식 에칭함으로써 직경과 길이가 제어된 넓은 표면적과 큰 종횡비를 갖는 수직 정렬된 갈륨비소 반도체 나노선 어레이를 대면적으로 제조하는 방법에 관한 것이다.

【배경기술】

- <4> 최근, 저차원 반도체 나노구조물의 독특한 물리적, 구조적 특성으로 인하여 반도체 나노선을 이용한 고성능 소자로 응용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 실리콘(Si)이나 게르마늄(Ge) 등 단일원소로 구성된 단결정 반도체에 비하여 2종류 이상의 원소로 결합된 화합물 반도체는 다양한 원소의 조합방법과 조성비를 이용해 목적에 맞는 여러 종류의 반도체 나노소자를 구현해 낼 수 있다.
- <5> 이 중, III-V 반도체인 갈륨비소는 실리콘에 비해 전자의 이동속도가 5배 이상 빠를 뿐 아니라 트랜지스터 구조가 간단하여 많은 고속 집적회로를 만들 수 있다. 또한 250GHz에 이르는 고주파 대역까지 처리할 수 있으며, 온도변화에 영향을 적게 받기 때문에 실리콘과 비교해 동작 시 노이즈가 적은 장점이 있다. 무엇보다도 직접천이형(direct bandgap) 반도체 특성을 갖고 있어 발광효율이 우수해 최근 급격한 성장을 보이는 발광다이오드(LED) 또는 태양전지 모듈의 소재로 각광받고 있다.
- <6> 따라서 갈륨비소 나노선을 실제 소자로 이용하기 위해서는 나노선의 직경과 길이를 균일하게 제어하는 것이 필수적일 뿐 아니라 넓은 표면적과 큰 종횡비를 갖는 고품질의 수직 정렬된 갈륨비소 나노선 어레이를 공간적으로 잘 정렬시키고 그 밀도를 조절하는 것이 선행되어야 한다.
- <7> 지금까지 보고된 바에 따르면 갈륨비소 나노선의 성장법으로는 크게 상향식 접근법(Top-down)과 하향식 접근법(Bottom-up)으로 분류할 수 있다.
- <8> 상향식 접근법으로는 분자선증착법(Molecular Beam Epitaxy, MBE), 유기금속

화학증착법(Metal Organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD) 등을 이용하여 성장시킬 수 있다. 그러나 상기의 상향식 접근법에서는 나노선 성장 시 트윈과 같은 결함이 발생할 뿐 아니라 균일한 길이와 직경을 갖는 나노선을 기판으로부터 수직 정렬시키는데 있어 어려움이 있다. 또한 하향식 접근법으로는 건식에칭과 습식에칭으로 나눌 수 있는데 건식에칭으로 대표되는 이온빔 에칭(Reactive Ion Etching, RIE)은 고가의 장비를 필요로 하고 공정 과정에서 재료에 손상을 줄 수 있을 뿐 아니라 표면이 불균일하고 다량의 불순물을 포함할 수 있는 단점이 있다. 따라서 물리적, 화학적 특성에 크게 영향을 줄 수 있어 소자설계에 있어 변수가 될 수 있기 때문에 바람직하지 못하다.

<9> 한편, 금속을 촉매로한 화학적에칭(Metal-assisted chemical etching)으로 대표되는 습식에칭은 현재 실리콘 나노선 제조에 있어 그 연구가 가장 활발히 진행되고 있으며 패터닝된 박막을 촉매로 사용하여 산화제가 포함된 에칭액에 담지시킴으로써 자발적인 반응을 유도시켜 짧은 시간에 길이와 직경이 제어된 나노선을 얻어내는 방법이다. 이러한 방법은 갈륨비소를 포함한 III-V 반도체 나노선 제조에 있어 그 연구범위가 확대되고 있다.

<10> 하지만 갈륨비소를 포함한 III-V 반도체 기판의 경우 이러한 금속을 촉매로한 화학적 에칭 시 수직 에칭과 동시에 측면 에칭이 활발히 일어나 균일한 직경과 길이를 갖는 나노선을 제조하기가 어려울 뿐 아니라 종횡비가 큰 나노선을 제조하는데 있어 어려움이 있다.

【발명의 내용】

【기술적 과제】

<11> 본 발명의 목적은 종래 금속을 촉매로 사용하는 갈륨비소 반도체 기판의 화학적 습식에칭을 통한 갈륨비소 반도체 나노선 어레이 제작공정이 갖는 여러 가지 기술적 한계를 극복함으로써 수직 정렬된 균일한 직경과 길이를 갖는 갈륨비소 반도체 나노선 어레이를 제공하는 것이다

<12> 또한 본 발명의 목적은 상기 수직 정렬된 균일한 직경과 길이를 갖는 갈륨비소 반도체 나노선 어레이를 대면적으로 제작하는 기술을 제공하는 것이다.

<13> 또한 본 발명의 또 다른 목적은 측면 에칭을 억제하여 균일한 직경을 갖는 종횡비가 큰 나노선을 제조함으로써 III-V 반도체 기판에서 보편적으로 나타나는 측면 에칭 효과에 의한 길이적 한계를 극복할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

<14> 또한 본 발명은 갈륨비소 기판의 도핑 농도 및 도핑 종류에 상관없이 수직 정렬된 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

<15> 또한, 결정학적 배향이 다른 기판에 상관없이 기판과 동일한 방향성을 갖는 수직정렬된 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

<16> 또한, 한 가지 결정학적 배향을 갖는 갈륨비소 기판에서 제조된 갈륨비소 나노선의 에칭방향을 제어하여 한 가지 이상의 결정학적 배향을 갖는 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있으며 결정학적 배향이 주기적으로 교차된 지그재그 형태의 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있을 뿐 아니라 다공성 갈륨비소 나노선 어레이를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

【기술적 해결방법】

<17> 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일 측면에 따르면 (a) 갈륨비소 기판 표면에 패터닝된 금속메쉬를 준비하는 단계; 및 (b) 금속메쉬에 외부 바이어스를 인가해 에칭액에서의 갈륨비소 기판을 습식에칭시키는 단계; 를 포함하는 갈륨비소 나노선 어레이 제조방법이 제공된다.

<18> 본 발명의 일 양태에 따르면, 상기 (a) 단계는 (a1) 갈륨비소 기판 상에 유기계입자의 모노레이어 어레이를 형성하는 단계; (a2) 상기 유기계 입자 모노레이어 어레이 상에 금속박막을 증착하는 단계; 및 (a3) 상기 유기입자 모노레이터 어레이를 제거하여 금속메쉬를 제조하는 단계; 를 더 포함하여 이루어질 수 있다.

<19> 또한 본 발명의 일 양태에 따르면, 상기 (a1) 단계는 먼저 갈륨비소 기판을 전처리하는 단계를 더 포함하여 이루어질 수 있다.

<20> 또한 본 발명의 일 양태에 따르면, 상기 (a2)단계 이후에 열을 가하거나 또는 산소분위기(공기 또는 산소나 오존 분위기)에서 플라즈마 처리하여 유기계 입자 어레이의 유기입자를 수축시켜서 어레이와 어레이 사이의 간극을 넓혀 주어 나노선의 형성 거리를 조절할 수도 있다.

<21>

<22>

<23> 이하 본 발명의 양태를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

<24> 본 발명의 일 양태는 (a) III-V족 화합물 반도체 기판 표면에 패터닝된 금속 나노 메쉬를 준비하는 단계; 및 (b) 금속메쉬에 외부 바이어스를 인가해 에칭액에서의 갈륨비소 기판을 습식에칭시키는 단계; 를 포함하는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이 제조방법을 제공하는 것이다.

<25> 본 발명의 양태는 상기 양태에서 (a) 단계는 (a1) 갈륨비소 기판 상에 유기계입자의 모노레이어 어레이를 형성하는 단계; (a2) 상기 유기계 입자 모노레이어 어레이 상에 금속박막을 증착하는 단계; 및 (a3) 상기 유기입자 모노레이터 어레이

를 제거하여 금속메쉬를 제조하는 단계; 를 더 포함는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법을 제공하는 것이다.

<26> 본 발명의 양태는 또한 상기 (a2)단계 후에 열을 가하거나 또는 공기나 산소나 오존 분위기에서 플라즈마처리하여 유기계 입자 어레이의 입자를 수축시켜서 어레이와 어레이 사이의 간극을 넓혀 주는 단계를 더 포함하는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법을 제공하는 것이다.

<27> 본 발명의 양태에선 상기 전도성 메쉬 구멍의 모양이 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 삼유형 및 다각형 중 적어도 어느 하나의 형상인 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법을 제공하는 것이다.

<28> 본 발명의 양태는 또한 상기 전도성 메쉬를 양극(anode)으로 전압 또는 전류를 인가하여 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법을 제공하는 것이다.

<29> 본 발명의 양태에서 전도성 메쉬는 에칭액에 부식되지 않는 금속, 예를 들어 은(Ag), 금(Au), 팔라듐(Pd) 또는 백금(Pt)을 포함하는 것인 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법을 제공하는 것이다. 본 발명의 상기의 전도성 메쉬는 둘 이상의 원소를 갖는 합금이거나, 둘 이상의 금속을 다층으로 증착하여 사용하는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법일 수 있다. 또한, 상기의 전도성 메쉬는 유기계 입자를 이용한 제조 방법 이외에 다양한 패터닝 방법을 통해서도 제조될 수 있다.

<30> 또한 본 발명은 상기 나노선의 길이는 상기 습식 에칭이 수행되는 시간에 의해 제어되거나 인가된 바이어스의 크기에 의해 제어되는 것을 특징으로 하는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법을 제공하는 것일 수 있다.

<31> 또한 본 발명의 상기 에칭액이 불산(HF), 염산(HCl) 또는 질산(HNO₃)을 포함하는 것인 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법을 제공하는 것일 수 있다.

<32> 또한 본 발명은 상기 습식 에칭단계에서 나노선의 형태가 기판으로부터 수직 하거나 지그재그 형태를 갖도록 제조하는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법일 수 있다. 또한 본 발명은 상기 습식 에칭단계에서 기판에 바이어스를 가해 나노선이 다공성 표면을 갖도록 유도하는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법일 수 있다.

<33> 또한 본 발명은 상기 습식 에칭단계에서 나노선의 단축길이는 다공성 전도성 메쉬의 구멍 크기를 변화에 따라 조절되는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법일 수 있다.

<34> 본 발명에서 상기 III-V족 화합물 반도체가 갈륨비소인 것일 수 있다.

<35>

<36> 이하 본 발명의 제조방법의 단계에 대하여 설명한다.

<37> 본 발명에서 상기 (a1) 단계의 유기계 입자 모노레이어 어레이의 형성은 갈륨비소기판의 전체에 형성하는 것을 기본으로 하지만, 필요에 의해서 일부만을 형성할 수 있고, 또한 상기 유기계 입자 어레이를 2층 또는 3층 등의 복수층으로 하여 갈륨비소나노선의 형태를 수직형이 아닌 부정형으로 제조할 수도 있다. 이러한 복수층은 또한 전부 또는 필요에 의해 일부만을 형성할 수 있으며 서로 혼재하도록 형성할 수도 있다. 본 발명에서 확률적으로 모노레이어 어레이를 형성하는 경우라도 일부 결함(디펙트)을 가질 수도 있음은 당업자에게 자명하지만 가장 좋게는 최밀충진된 형태의 모노레이어로 하는 것이 가장 좋다.

<38> 본 발명에서 갈륨비소 기판의 전처리를 하는 것이 오염물질을 제거하여 형성되는 나노선의 균일성을 위하여 좋다. 전처리는 유기용제 및 이온수를 번갈아가며 수세하여 전처리하는 것이 좋다. 유기용제는 상기 갈륨비소 기판을 손상하지 않는 것이라면 제한되지 않고 예를 들면 아세톤, 케톤, 에탄올, 메탄올, 에틸에테르, 에틸아세테이트 또는 테트라하이드로퓨란 등을 예로들 수 있지만 이에 한정하지 않는다. 전처리는 와류에서 할 수도 있고 그냥 흘러줄 수도 있는 등 다양한 수단을 채택할 수 있다.

<39> 본 발명에 따르는 상기 유기계 입자 모노레이어 어레이를 갈륨비소 기판에 형성하는 방법은 유기계 입자를 용매나 물의 표면에 모노레이터 형태로 분산시킨 후 갈륨비소 기판에 이송하여 형성한다. 전사방법은 다양하게 채택할 수 있는데, 예를 들면 갈륨비소 기판을 유기계 입자가 분산된 액상 매체에 투입한 후 기판을 액상 매체로부터 서서히 빼냄으로써 유기계 입자가 기판표면에 모노레이어 어레이를 형성할 수 있다. 상기 액상매체는 유기계 입자의 성질에 따라서 다양한 매체를 채택할 수 있음은 자명하다. 예를 들면 물이나 상기 전처리에 사용하는 유기계 용매들을 채택할 수도 있지만 이에 한정하는 것은 아니다.

<40> 본 발명에서 상기 유기계 입자는 크기가 1 nm 내지 5000 μm , 좋게는 10 nm 내지 100 μm , 더욱 좋게는 10 nm 내지 10 μm 까지 다양하게 조절할 수 있지만 이에 한정하는 것은 아니다. 유기계 입자의 종류로는 예를 들면 폴리스티렌, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리올레핀, 폴리비닐아세테이트, 폴리부타디엔, 가교아크릴입자, 에폭시 입자 또는 기타 고무입자 등의 다양한 것을 채택할 수 있으며, 이에 한정하는 것은 아니다. 폴리스티렌입자가 비중이 낮아서 물에 부유하고 또한 상업화 된

것이 많이 있으므로 이를 채택하는 것도 좋지만 이에 한정하는 것은 아니다.

<41> 또한 본 발명에서 상기 유기계 입자의 형태는 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 섬유형 또는 판상형 등 다양한 형태를 가질 수 있으며, 이러한 형태에 따라 본 발명에서 제조되는 나노선의 형태도 다양한 형태를 가질 수 있다. 이는 유기계 입자의 형태에 따라서 금속메쉬의 구멍의 형태가 결정되고, 금속메쉬의 형태에 따라서 나노선의 형태가 결정되기 때문이다.

<42> 한편, 본 발명에서는 상기 (a2)단계 이후에 열을 가하거나 또는 산소분위기(공기 또는 산소나 오존 분위기)에서 플라즈마 처리하여 유기계 입자 어레이의 유기계 입자를 수축시켜서 어레이와 어레이 사이의 간극을 넓혀 주어 나노선의 형성 거리를 조절할 수도 있다. 이러한 단계를 가짐으로써 유기계 입자가 수축하는 현상은 플라즈마 처리나 또는 열처리에 의해서 가교되거나 또는 입자 내부의 팽창된 부피가 치밀하게 수축하기 때문이다. 열처리를 하는 경우에는 유기계 입자가 용융되지 않아야 하므로, 유리전이온도 이상 용융온도 미만의 온도에서 열처리하는 것이 좋다.

<43>

<44> 본 발명이 상기 (a2)단계에서 채택되는 금속박막의 증착단계는 이 기술 또는 인접기술에서 채택하는 기존의 다양한 금속박막 형성방법을 채택할 수 있는 것이어서 여기서 특별한 방법으로 한정하지 않는다. 예를 들면 나노선 어레이의 제작 시 전극으로 사용되는 팔라듐(Pd), 금(Au), 백금(Pt), 또는 은(Ag)을 증착시킬 수 있는데, 금속의 증착은 열증착(thermal evaporation), 플라즈마 증착(plasma sputter) 또는 전자빔 증착(e-beam evaporation)을 통해 이루어질 수 있다.

<45> 다음으로 본 발명의 (a3)단계에 대하여 설명한다. 본 발명의 (a3)단계는 금속의 증착 후 유기계 입자를 제거하는 공정이다. 상기 유기계 입자를 제거함으로써 갈륨비소 기판상에 부착된 유기계 입자가 부착위치가 메쉬형태로 생성되게 된다. 유기계 입자의 제거는 용매로 용해시켜 제거하거나 또는 비용매에 넣은 후 초음파 처리등을 통하여 물리적으로 탈리시킬 수도 있지만 어느 하나의 방법에 한정하는 것은 아니다. 예로서 본 발명에서 폴리스티렌 입자를 채택하는 경우에는 톨루엔 또는 클로로포름에 넣은 후 초음파 처리를 하여 갈륨비소 기판의 표면에 정렬되어 있는 폴리스티렌 나노입자를 제거함으로써 다공성 금속메쉬를 제조할 수 있다.

<46> 상기와 같이 유기계 입자를 제거하면, 금속박막이 증착된 갈륨비소 기판 상에 금속박막의 두께와 상기 유기계 입자의 부착장소의 높이 편차에 의해 메쉬가 형성된다.

- <47> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다공성 금속메쉬의 구멍의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형 및 정다각형 중 적어도 어느 하나의 형상일 수 있다.
- <48> 또한 본 발명에서 사용된 다공성 메쉬의 재료는 금(Au), 은(Ag), 팔라듐(Pd) 또는 백금(Pt) 이 우수한 특성을 가지지만 이에 한정하는 것이 아니고, 그 이외에도 특정 에칭액에 부식되지 않는 금속을 포함할 수 있으므로 이에 한정하는 것은 아니다.
- <49>
- <50> 다음 본 발명의 하나의 양태에 따른 상기 (b) 단계에 대하여 설명한다.
- <51> 상기 (b)단계는 상기 (a) 단계를 통해 준비된 다공성 금속메쉬를 이용해 갈륨비소 기판을 습식에칭하여 나노선을 형성하는 것을 특징으로 할 수 있다. 본 발명의 일 양태에 따르면, 상기 (b) 단계는 외부 바이어스를 다공성 금속메쉬로 직접 인가해 금속메쉬 하부에 접촉되어 있는 갈륨비소 기판에 정공(h^+)을 형성시킴으로써 에칭액에서 갈륨비소 기판을 습식에칭하여 탑-다운 방식으로 나노선이 형성되게 된다,
- <52> 즉, 금속기판과 접촉되는 갈륨비소기판이 에칭되면서 상기 접촉되지 않은 메쉬형태의 부분은 갈륨비소기판의 에칭에 의해 낮아지면서 에칭되지 않은 메쉬 위치에서는 나노선 그대로 에칭되지 않고 있으므로 나노선 형태가 생성되게 되는 것이다.
- <53> 본 발명에서는 외부에서 인가되는 파워는 직류 전류, 전압 및 이들의 펄스형태를 포함할 수 있다.
- <54> 이때 얻어지는 갈륨비소 나노선의 종횡비(=길이/지름)는 인가된 산화 전압, 산화 전류, 에칭액의 농도 및 에칭시간의 조절을 통해 제어된다.
- <55> 본 발명의 일 양태에 따르면, 상기 (b)단계에 사용되는 에칭액은 불산(HF), 염산(HCl) 또는 질산(HNO_3) 등 갈륨비소를 에칭할 수 있는 모든 용액을 포함할 수 있으므로 이에 한정하는 것은 아니다. 또한, 본 발명에 사용된 갈륨비소 에칭액은 탈이온수에 희석된 에칭액을 포함할 수 있으며 탈이온수 및 무수에탄올(C_2H_5OH)의 혼합액일 수 있지만 이에 한정되는 것은 아니다.
- <56> 본 발명에서 상기 금속박막에 인가하는 바이어스는 0.5 내지 50 mA의 전류 (전류밀도 : 2.5 내지 250 mA/cm²) 또는 0.2 내지 10V의 전압 내에서 인가할 수 있다.

<57> 한편, 본 발명에서는 또한 갈륨비소 기판의 도핑된 것을 대상으로 할 수도 있다. 외부에서 가해지는 직류 전류 또는 전압으로 갈륨비소 기판의 전기화학적 에칭을 유도하여 갈륨비소 나노선을 제조하는 본 발명은 일정 도핑 농도 이상에서 전기적 특성을 갖는다면 그 이상의 도핑 농도와 타입에 무관하게 나노선을 제조할 수 있다는 장점을 가지며, 일반적으로 원하는 전기적 특성을 갖는 갈륨비소 기판을 제조하기 위해 별도의 도핑공정 없이도 필요한 도핑 농도를 갖는 웨이퍼를 직접적으로 에칭하기 때문에 추가 도핑공정이 필요 없다는 장점을 가진다.

<58> 한 가지 결정학적 배향을 갖는 갈륨비소 기판에서 제조된 갈륨비소 나노선의 에칭방향을 제어하여 한 가지 이상의 결정학적 배향을 갖는 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있으며 결정학적 배향이 주기적으로 교차된 지그재그 형태의 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있을 뿐 아니라 다공성 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있다.

<59> 즉, 금속박막에 인가하는 직류전압 또는 전류의 크기 및 펄스형태를 조절함으로써, 주어진 결정학적 배향의 갈륨비소 기판에서 제조된 나노선의 에칭방향을 제어하여 한 가지 또는 한 가지 이상의 결정학적 배향을 갖는 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있으며, 결정학적 배향이 주기적으로 교차된 지그재그 형태의 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있다는 것이다.

<60> 뿐만 아니라, 금속메쉬가 아닌 갈륨비소 기판에 직접 직류전류 또는 전압을 인가하여 다공성 갈륨비소 나노선 어레이 역시 제조할 수 있다.

【유리한 효과】

<61> 본 발명의 갈륨비소 나노선 어레이 제조방법에 따르면 갈륨비소 기판의 도핑 농도 및 도핑 종류에 상관없이 수직 정렬된 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있기 때문에 추가적인 도핑공정 없이 소자 구현에 있어 필요한 도핑농도와 종류를 갖는 기판을 이용하여 나노선을 직접 제작할 수 있다.

<62> 또한, 결정학적 배향이 다른 기판에 상관없이 기판과 동일한 방향성을 갖는 수직정렬된 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있다.

<63> 또한, 결정학적 배향이 다른 기판에 상관없이 기판과 동일한 방향성을 갖는 수직 정렬된 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있다.

<64> 또한, 한 가지 결정학적 배향을 갖는 갈륨비소 기판에서 제조된 갈륨비소 나노선의 에칭방향을 제어하여 한 가지 이상의 결정학적 배향을 갖는 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있으며 결정학적 배향이 주기적으로 교차된 지그재그 형태의 갈륨비소 나노선 어레이를 제조할 수 있을 뿐 아니라 다공성 갈륨비소 나노선

어레이를 제조할 수 있다.

- <65> 이와 더불어, 측면 에칭을 억제하여 균일한 직경을 갖는 종횡비가 큰 나노선을 제조함으로써 III-V 반도체 기판에서 보편적으로 나타나는 측면 에칭 효과에 의한 길이적 한계를 극복할 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

- <66> 도1은 본 발명의 일 측면에 따른 갈륨비소 반도체 나노선 어레이의 제조방법을 나타낸 순서도이고,
- <67> 도2는 본 발명의 일 측면에 따른 탈이온수 표면에 형성시킨 폴리스티렌 나노입자 모노레이어 어레이를 나타내는 단면도이고,
- <68> 도3은 본 발명의 일 측면에 따른 갈륨비소 기판 표면에 폴리스티렌 나노입자 모노레이어 어레이 전사방법을 나타내는 단면도이고,
- <69> 도4는 본 발명의 일 측면에 따른 폴리스티렌 나노입자의 크기를 감소시키는 방법을 나타내는 단면도이고,
- <70> 도5는 본 발명의 일 측면에 따른 갈륨비소 기판에 형성된 폴리스티렌 나노입자 모노레이어 어레이 위에 증착된 금속박막을 나타내는 단면도이고,
- <71> 도6은 본 발명의 일 측면에 따른 폴리스티렌 제거과정을 나타내는 단면도이고,
- <72> 도7은 본 발명의 일 측면에 따른 갈륨비소 기판 위에 형성된 다공성 금속메쉬를 보여주는 주사현미경 사진이고,
- <73> 도8은 본 발명의 일 측면에 따른 갈륨비소 나노선 어레이의 제조방법을 나타내는 모식도이고,
- <74> 도9는 본 발명의 일 측면에 따라 N타입 (100) 갈륨비소 기판을 습식에칭하여 제조한 갈륨비소 나노선 어레이를 나타낸 주사전자현미경 사진이고,
- <75> 도10은 본 발명의 일 측면에 따른 N타입 (111) 갈륨비소 기판을 습식에칭하여 제조한 갈륨비소 나노선 어레이를 나타낸 주사전자현미경 사진이고,
- <76> 도11은 본 발명의 일 측면에 따른 p-타입 (100) 갈륨비소 기판을 습식에칭하여 제조한 갈륨비소 나노선 어레이를 나타낸 주사전자현미경 사진이고,
- <77> 도12는 본 발명의 일 측면에 따른 n-타입 (100) 갈륨비소 기판을 습식에칭하여 제조한 지그재그 형태의 갈륨비소 나노선 어레이를 나타낸 주사전자현미경 사진이고,
- <78> 도13은 본 발명의 일 측면에 따른 n-타입 (100) 갈륨비소 기판을 습식에칭하여 제조한 다공성 갈륨비소 나노선 어레이를 나타낸 주사전자현미경 사진이다.

【발명의 실시를 위한 형태】

<79> 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대해 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

<80> 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

<81> 본 출원에서 사용된 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, “포함하다” 또는 “가지” 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

<82> 이하, 본 발명을 일 양태에 해당하는 도면을 참조하여 더욱 상세하게 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응되는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

<83>

<84> 먼저 도 1을 이용하여 본 발명에 따른 갈륨비소 반도체 나노선 어레이의 제조방법을 상술한다.

<85> 먼저, 탈이온수의 표면에 육가조밀구조(최밀충전일 경우)를 갖는 폴리스티렌 입자의 모노레이어 어레이를 형성하고, 이어서 갈륨비소 기판으로 폴리스티렌모노레이어 어레이를 전사하고, 산소 등의 플라즈마 처리하여 상기 폴리스티렌 입자를 수축시켜주고, 이어서 통상의 증착방법으로 금속박막을 증착하고, 폴리스티렌입자를 제한다. 이어서 다공성 금속매쉬를 양극(anode)로 하여 바이어스를 인가하여 에칭액을 이용하여 갈륨비소 기판과 금속박막의 접촉면을 에칭하고 상기 갈륨비소 기판과 금속박막의 비접촉부분인 메쉬 부분에는 에칭이 되지 않아 갈륨비소 나노선이 튼-다운 방식으로 생성되게 된다.

<86>

<87> 이하, 도 2 내지 도 6로부터 도 7의 금속메쉬를 제조하는 단계에 대하여 설명한다.

<88> 본 발명에 따른 갈륨비소 나노선 어레이 제조방법에 의하면, 우선 다공성 금속메쉬가 준비되어야 한다.

<89> 다공성 금속메쉬를 제조하기 위해서 도 2와 같이 탈이온수(30)에 폴리스티렌 나노입자(20)를 모노레이어로 분산한다. 이어서 도 3과 같이 갈륨비소 기판(10)을 함침시켜 끌어 올림으로써, 상기 기판(10) 표면에 폴리스티렌 나노입자 모노레이어 어레이(20)를 형성한다. 즉, 도 2의 탈이온수(30) 표면에 형성된 폴리스티렌 나노입자 모노레이어 어레이(10)를 도 3과 같이 탈이온수 표면에 조밀구조 형태로 정렬된 폴리스티렌 나노입자 모노레이어 어레이를 갈륨비소 기판(10)으로 전사한다. 이러한 전사방식 이외에 다양한 수단을 채택할 수 있는데, 예를 들면 스핀코팅(spin coating), 나이프코팅 등 다양한 방법을 예로 들 수 있으므로 이에 한정하지 않는다.

<90> 다음으로, 도 4와 같이 갈륨비소 기판 표면에 전사된 폴리스티렌 나노입자 모노레이어 어레이를 산소 플라즈마 처리를 통해 폴리스티렌의 직경을 감소시켜야 한다.

<91> 이어서, 도 5와 같이 폴리스티렌 모노레이어 어레이(20)가 정렬된 기판 위에 금속을 증착시킨다.. 금속의 증착 방법의 예로, 열증착(thermal evaporation), 플라즈마 증착(plasma sputter) 또는 전자빔 증착(e-beam evaporation) 등을 들 수 있다.

<92> 다음으로, 도 6과 같이 톨루엔 또는 클로로포름에 기판을 담지시켜 폴리스티렌 나노입자 모노레이어 어레이(20)를 제거하여 다공성 금속메쉬(40)를 제조한다.

<93> 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 다공성 금속메쉬(40)의 주사전자 현미경 사진이다. 금속메쉬의 구멍(50)은 나노미터(nm)에서 마이크로미터(μm) 크기로 폴리스티렌의 크기 또는 산소 플라즈마 처리 시간에 따라 크기 조절이 가능하며, 구멍의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형 또는 정다각형 등 다양한 형상이 가능하다.

<94> 다음으로 갈륨비소 기판(10) 표면에 제조된 다공성 금속메쉬(40)를 양극(anode)으로 사용하여 외부에서 바이어스를 인가해 갈륨비소 기판을 에칭액에서 습식에칭하여 갈륨비소 반도체 나노선(60)을 형성한다.

<95>

<96> 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성 금속메쉬(40)를 이용한 갈륨비소 반도체 나노선(60)을 제조하는 방법에 대한 개략도이다. 상기 다공성 금속메쉬(40)는 습식 에칭시, 다공성 금속메쉬(40)를 양극으로 바이어스를 가해 갈륨비소 기판(10)으로부터 전자를 끌여 들여 다공성 금속메쉬(40) 하부의 갈륨비소 기판(10)을 산화시켜 금속 하부에 산화막층을 형성하고, 상기 산화막층이 상기 습식 에칭에 사용되는 에칭액에 의해 에칭된다. 이러한 산화막층의 형성 및 에칭의 순환반응이 연속적으로 수행되며, 상기 다공성 금속메쉬(40)와 접촉하는 갈륨비소 기판(10) 영역만이 선택적으로 에칭에 의해 제거된다. 에칭 과정에서, 양극으로 작용하는 다공성 금속메쉬(40)는 상기 갈륨비소 기판(10) 표면에 잔존하게 되어 지속적으로 하부의 갈륨비소 기판이 에칭되고 에칭되지 않은 메쉬부위는 나노선으로 탑-다운 방식으로 형성된다.

<97> 이에 따라, 상기 다공성 금속메쉬(40)의 관통 구멍(50)의 직경은 갈륨비소 나노선(60)의 단축 직경으로 전사되고, 상기 금속메쉬(40)에 형성된 관통 구멍(50)의 수에 의해 상기 갈륨비소 기판(10)상 형성되는 나노선(60)의 수가 제어되며, 상기 금속메쉬(40)의 관통 구멍(50)의 배열이 갈륨비소 기판(10)상 형성되는 갈륨비소 나노선(60)의 배열에 전사된다. 또한, 갈륨비소 나노선(60)의 길이는 갈륨비소 기판(10)의 에칭되는 깊이에 의해 조절되며 상기 갈륨비소 기판(10)의 에칭 깊이는 습식 에칭이 수행되는 시간, 외부 바이어스의 인가 크기를 조절하여 용이하게 조절될 수 있다.

<98> 상기 습식 에칭에 사용되는 에칭액은 불산(HF), 황산(H₂SO₄), 염산(HCl) 또는 질산(HNO₃) 등이 가능하다. 또한, 에칭액은 탈이온수에 희석된 에칭액을 포함할 수 있으며 탈이온수 및 무수에탄올(C₂H₅OH)의 혼합액일 수 있다.

<99>

<100> 도 9 내지 도 11은 갈륨비소 기판(10)의 타입과 결정배향성에 상관없이 기판으로부터 수직정렬된 갈륨비소 반도체 나노선(60) 어레이를 제조한 사진을 보여주고 있다.

<101> 상세하게는 도 9는 n-타입 (100) 갈륨비소 기판(10)을 상기 방법으로 습식에칭해 형성한 수직 정렬된 갈륨비소 나노선(60) 어레이의 주사전자현미경 사진으로 나노선이 균일하게 형성된 것을 확인할 수 있다.

<102> 도 10은 n-타입 (111) 갈륨비소 기판(10)을 상기 방법으로 습식에칭해 형성한 수직 정렬된 갈륨비소 나노선(60) 어레이의 주사전자현미경 사진이다.

<103> 도 11은 p-타입 (100) 갈륨비소 기판(10)을 상기 방법으로 습식에칭해 형성한 수직 정렬된 갈륨비소 나노선(60) 어레이의 주사전자현미경 사진이다.

<104> 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면 상기 방법을 이용해 갈륨비소 기판(10)을 습식에칭하는 방법에서 다공성 금속메쉬(40)에 인가된 바이어스의 형태를 제어함으로써 수직 정렬된 갈륨비소 나노선(60) 어레이가 아닌 다양한 형상 및 결정학적 배향이 제어된 갈륨비소 나노선(60) 어레이를 제조할 수 있다. 도 12는 n-타입 (100) 갈륨비소 기판(10)을 상기 방법으로 습식에칭 시 다공성 금속메쉬(40)에 의해 제조된 지그재그 형태의 갈륨비소 나노선(60) 어레이의 주사전자현미경 사진이다.

<105> 더 나아가, 본 발명의 또 다른 일 실시예로 상기 습식에칭 방법을 이용해 다공성 금속메쉬(40)에 바이어스를 인가해 수직 정렬된 갈륨비소 나노선(60) 어레이를 형성시킨 후 기판에 바이어스를 인가함으로써 다공성 표면을 갖는 수직 정렬된 갈륨비소 나노선(60) 어레이를 제조할 수 있다. 도 13는 상기 방법으로 제조된 다공성 표면을 갖는 수직정렬된 갈륨비소 나노선(60) 어레이의 주사현미경 사진이다.

<106> 이하에서는 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명하고자 한다. 다만, 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는다 할 것이다.

<107>

<108> 이하는 본 발명의 실시예에 의해서 구체적으로 본 발명의 실현 예를 설명한다.

<109> (실시예1)도 9의 수직형 나노선 형성방법.

<110> 갈륨비소 기판의 전처리

<111> iNexus사의 갈륨비소 N타입 (100) 기판, N타입(111) 기판 및 P타입 (100) 기판을 아세톤, 에탄올 및 탈이온수의 순서로 세척하여 건조시킴으로써 표면에 존재하는 오염물질을 제거하고 산소 플라즈마(산소 : 100 sccm, 플라즈마 파워 : 300 W, 시간 : 20 분)를 이용해 표면에 젖음성을 향상시킨다.

<112>

<113> 폴리스티렌 나노입자 모노레이어 어레이 제작

<114> Microparticles사의 폴리스티렌 나노입자(평균입경 250 nm)를 프로판올(C_3H_7OH)과 혼합한 후, 주사기 펌프를 이용하여 비커에 담긴 탈이온수의 표면에 주사하여 육각 조밀구조 갖는 폴리스티렌 나노입자 모노레이어 어레이를 탈이온수의 표면에 균일하게 형성시키고 전처리된 갈륨비소 기판을 사용하여 담근 후 천천히 끌어 올려 폴리스티렌 나노입자를 갈륨비소 기판의 표면에 전사한다.

<115>

<116> 금속메쉬의 제작

<117> 갈륨비소 기판에 전사된 육각 조밀구조 형태로 정렬된 폴리스티렌 나노입자 단층(모노레이어) 어레이를 산소 플라즈마 처리(산소 : 100 sccm, 플라즈마 파워 300 W, 시간 : 20분)를 통해 폴리스티렌의 사이즈를 감소시키고 나노선 어레이의 제작 시 전극으로 사용되는 팔라듐(Pd)를 증착시켰다. 금속의 증착은 플라즈마 증착(plasma sputter)을 통해 이루어질 수 있다. 금속의 증착 후 톨루엔을 담지시키고 초음파 처리를 하여 갈륨비소 기판의 표면에 정렬되어 있는 폴리스티렌 나노입자를 완전히 제거함으로써 다공성 금속메쉬를 제조하였다.

<118>

<119> 갈륨비소 나노선 어레이의 제작

<120> 상기 방법으로 얻어진 금속메쉬의 표면에 위치된 갈륨비소 기판을 불산(HF)에 담지하고 외부 도선을 통해 금속 메쉬에 전압 또는 전류를 인가(0.5 ~ 50.0 mA 또는 0.2 ~ 10.0V)하여 수직정렬된 대면적의 갈륨비소 나노선 어레이를 형성하였다. 이때 얻어지는 갈륨비소 나노선의 종횡비(= 길이/지름)는 인가된 전압, 전류, 에칭액의 농도 및 에칭시간의 조절을 통해 제어된다.

<121>

<122> (실시예 2)도 10의 수직형 나노선 형성방법.

<123> 상기 실시예 1에서 n-타입 (100) 갈륨비소 기판을 n-타입 (111) 갈륨비소 기판으로 변경한 것을 제외하고는 동일하게 하였다.

<124>

<125> (실시예 3)도 11의 수직형 나노선 형성방법.

<126> 상기 실시예 1에서 n-타입 (100) 갈륨비소 기판을 p-타입 (100) 갈륨비소 기판으로 변경한 것을 제외하고는 동일하게 하였다.

<127>

<128> (실시예 4)도 12의 수직형 나노선 형성방법.

<129> 상기 실시예 1과 동일한 n-타입 (100) 기판을 사용하여 전류의 형태를 펄스 전류로 변경한 것을 제외하고는 동일하게 하였다.

<130>

<131> (실시예 5)도 13의 수직형 나노선 형성방법.

<132> 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 수직 정렬된 나노선을 형성시키고 전류 또는 전압을 금속메쉬가 아닌 GaAs 기판으로 변경한 것을 제외하고는 동일하게 하였

다.

<133>

<134>

이상으로 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시 양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

<135>

<136>

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

<137>

10 : 갈륨비소 기판

<138>

20 : 폴리스티렌 나노입자 모노레이어 어레이

<139>

30 : 탈이온수

<140>

40 : 다공성 금속메쉬

<141>

50 : 다공성 금속메쉬의 구멍

<142>

60 : 갈륨비소 반도체 나노선

【청구의 범위】**【청구항 1】**

(a) III-V족 화합물 반도체 기판 표면에 패터닝된 금속나노 메쉬를 준비하는 단계; 및 (b) 금속메쉬에 외부 바이어스를 인가해 에칭액에서의 갈륨비소 기판을 습식에칭시키는 단계; 를 포함하는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이 제조방법.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 전도성 메쉬를 양극(anode)으로 전압 또는 전류를 인가하여 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법.

【청구항 3】

제 1항에 있어서,

전도성 메쉬는 에칭액에 부식되지 않는 금속, 예를 들어 은(Ag), 금(Au), 팔라듐(Pd) 또는 백금(Pt)을 포함하는 것인 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법.

【청구항 4】

제 1항에 있어서,

전도성 메쉬는 둘 이상의 원소를 갖는 합금이거나, 둘 이상의 금속을 다층으로 증착하여 사용하는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법.

【청구항 5】

제 1항에 있어서

상기 나노선의 길이는 상기 습식 에칭이 수행되는 시간에 의해 제어되거나 인가된 바이어스의 크기에 의해 제어되는 것을 특징으로 하는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법.

【청구항 6】

제 1항에 있어서,

상기 에칭액은 불산(HF), 염산(HCl) 또는 질산(HNO₃)을 포함하는 것인 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법.

【청구항 7】

제 1항에 있어서,

상기 습식에칭단계에서 나노선의 형태가 기판으로부터 수직하거나 지그재그 형태를 갖도록 제조하는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법.

【청구항 8】

제 1항에 있어서,

상기 습식에칭단계에서 기판에 바이어스를 가해 나노선이 다공성 표면을 갖도록 유도하는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법.

【청구항 9】

제 1항 내지 제 8항에서 선택되는 어느 한 항에 있어서,

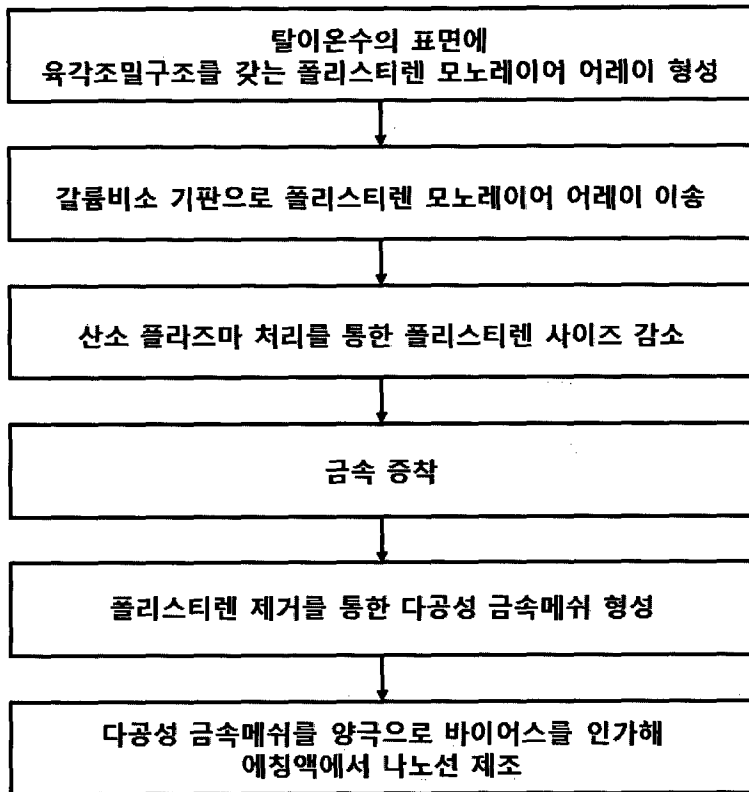
상기 습식에칭단계에서 나노선의 단축길이는 다공성 전도성 메쉬의 구멍 크기를 변화에 따라 조절되는 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법.

【청구항 10】

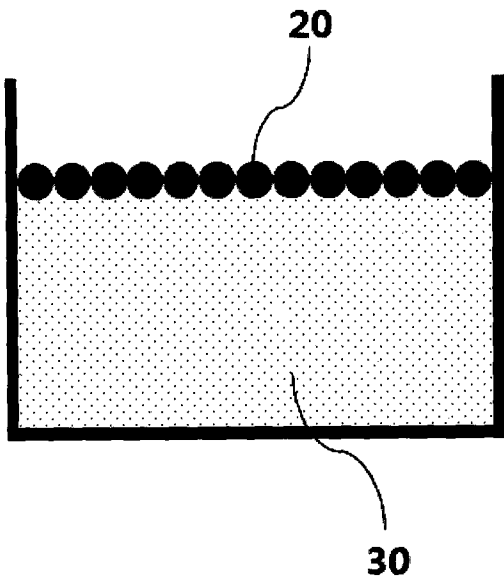
제 1항 내지 제 8항에서 선택되는 어느 한 항에 있어서,

III-V족 화합물 반도체가 갈륨비소인 III-V족 화합물 반도체 나노선 어레이의 제조방법.

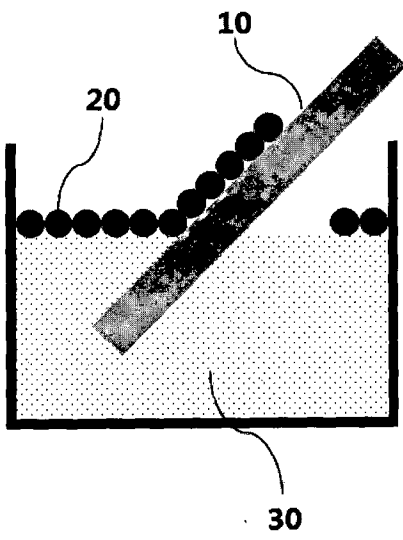
【도 1】



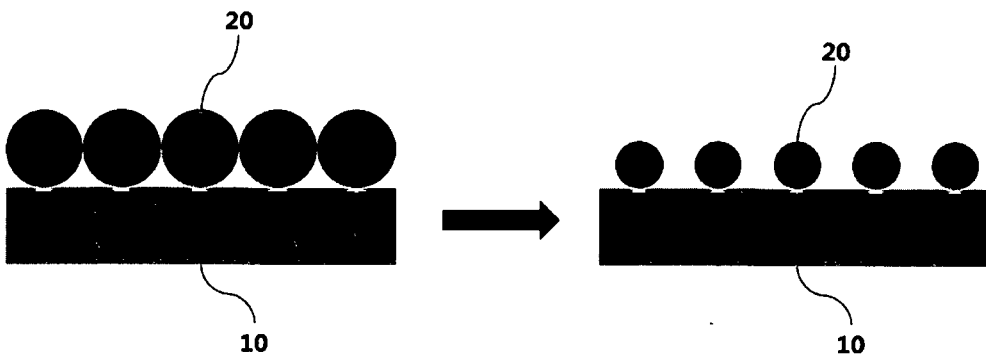
【도 2】



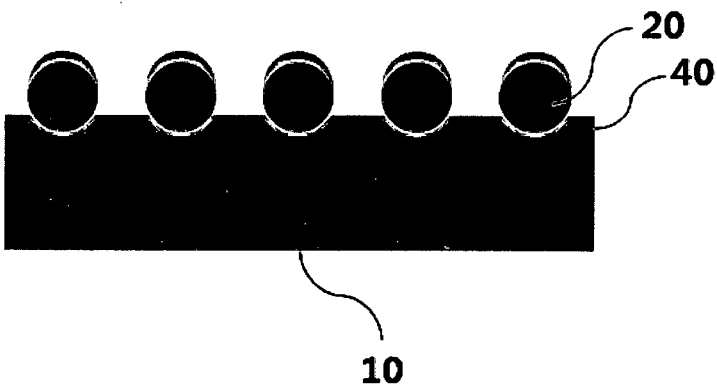
【도 3】



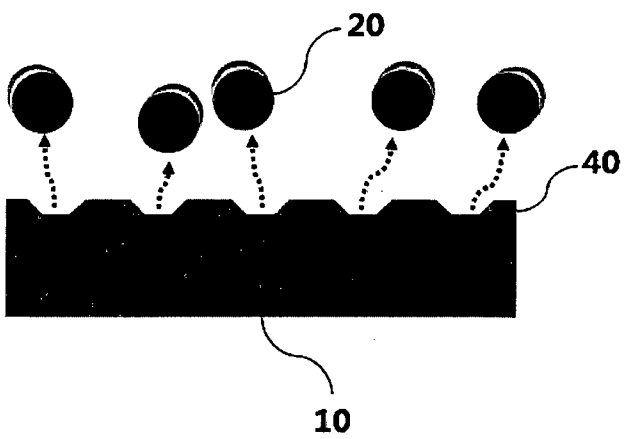
【도 4】



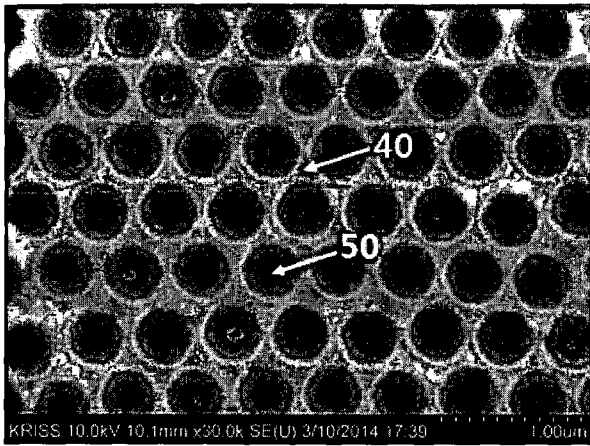
【도 5】



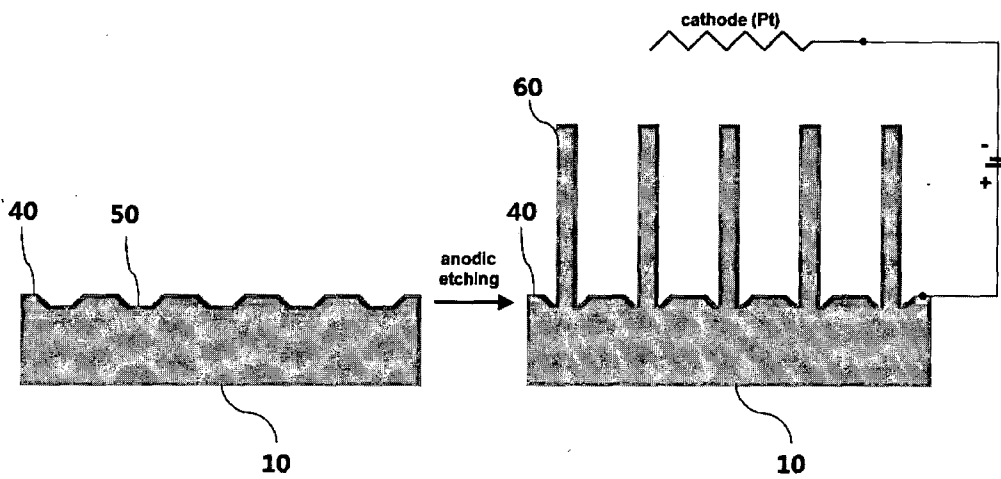
【도 6】



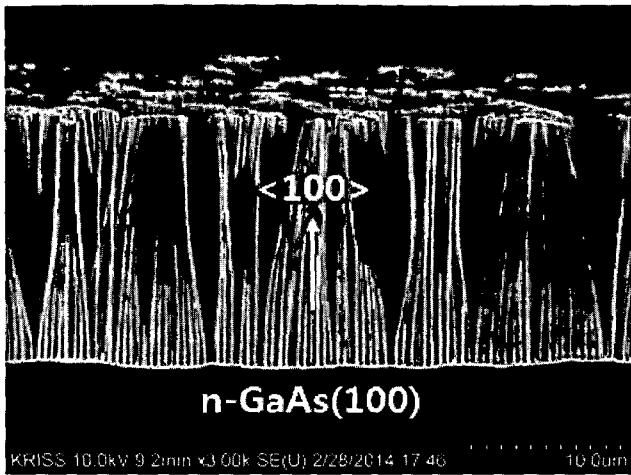
【도 7】



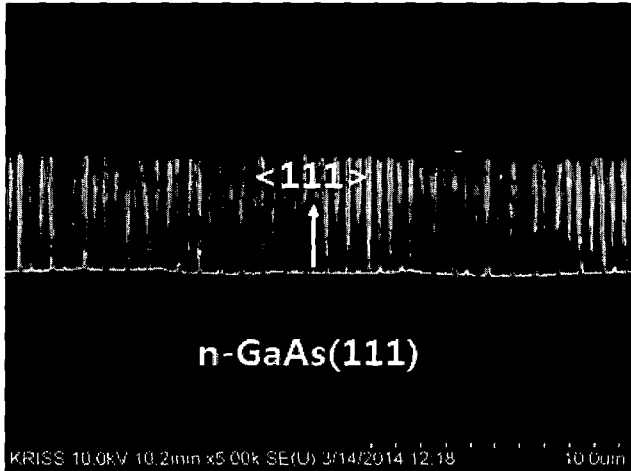
【도 8】



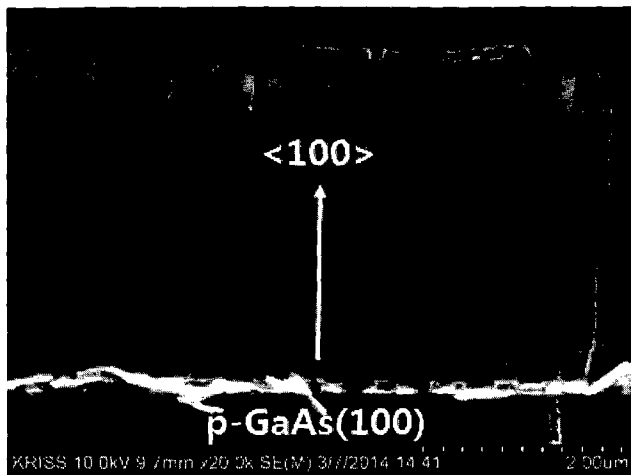
【도 9】



【도 10】



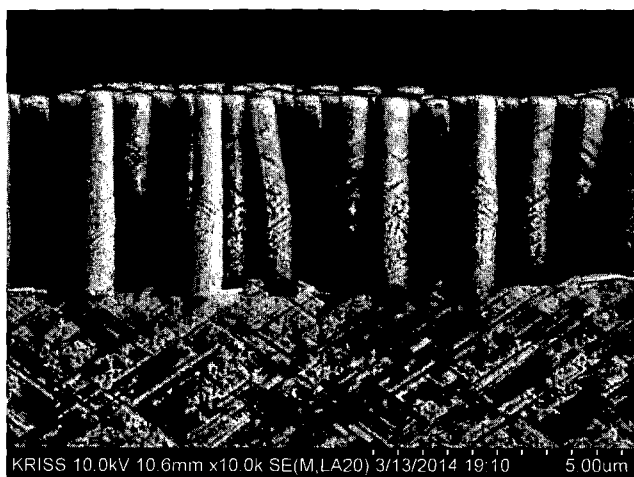
【도 11】



【도 12】



【도 13】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/005645**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****B82B 3/00(2006.01)i, H01L 21/306(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B82B 3/00; C30B 25/18; B82Y 40/00; H01L 21/3213; H01L 21/20; H01L 21/306

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: gallium arsenide, nano, patterning, semiconductor, wet etching, array, mesh, substrate, surface, vertical alignment

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2013-0017684 A (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 20 February 2013 See abstract; paragraphs [0002]-[0009] and [0014]-[0023]; figures 1-3.	1-10
A	JP 2012-246216 A (AGENCY FOR SCIENCE TECHNOLOGY & RESEARCH) 13 December 2012 See abstract; paragraphs [0073]-[0082].	1-10
A	JP 2004-500250 A (HEWLETT-PACKARD COMPANY) 08 January 2004 See abstract; claims 1-4; paragraphs [0008]-[0012].	1-10
A	KR 10-2011-0024892 A (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) 09 March 2011 See abstract; paragraphs [0030]-[0042]; figures 1-8.	1-10
A	KR 10-2010-0002486 A (SEOUL OPTO DEVICE CO., LTD.) 07 January 2010 See abstract; claims 1-3; paragraphs [0014]-[0025].	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 MARCH 2015 (11.03.2015)

Date of mailing of the international search report

11 MARCH 2015 (11.03.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/005645

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2013-0017684 A	20/02/2013	NONE	
JP 2012-246216 A	13/12/2012	CN 103236395 A TW 201301554 A	07/08/2013 01/01/2013
JP 2004-500250 A	08/01/2004	EP 1301944 A2 KR 10-0744884 B1 US 2001-0044200 A1 US 6294450 B1 US 6407443 B2 WO 01-65600 A2 WO 01-65600 A3	16/04/2003 01/08/2007 22/11/2001 25/09/2001 18/06/2002 07/09/2001 14/02/2002
KR 10-2011-0024892 A	09/03/2011	KR 10-1220522 B1 US 2012-0168713 A1 WO 2011-028054 A2 WO 2011-028054 A3	18/01/2013 05/07/2012 10/03/2011 21/07/2011
KR 10-2010-0002486 A	07/01/2010	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B82B 3/00(2006.01)i, H01L 21/306(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B82B 3/00; C30B 25/18; B82Y 40/00; H01L 21/3213; H01L 21/20; H01L 21/306

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 갈륨비소, 나노, 패터닝, 반도체, 습식에칭, 어레이, 메쉬, 기판, 표면, 수직 정렬

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2013-0017684 A (한국과학기술연구원) 2013.02.20 요약; 단락 [0002]-[0009] 및 [0014]-[0023]; 도면 1-3 참조.	1-10
A	JP 2012-246216 A (AGENCY FOR SCIENCE TECHNOLOGY & RESEARCH) 2012.12.13 요약; 단락 [0073]-[0082] 참조.	1-10
A	JP 2004-500250 A (HEWLETT-PACKARD COMPANY) 2004.01.08 요약; 청구항 1-4; 단락 [0008]-[0012] 참조.	1-10
A	KR 10-2011-0024892 A (한국표준과학연구원) 2011.03.09 요약; 단락 [0030]-[0042]; 도면 1-8 참조.	1-10
A	KR 10-2010-0002486 A (서울옵토디바이스주식회사) 2010.01.07 요약; 청구항 1-3; 단락 [14]-[25] 참조.	1-10

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 03월 11일 (11.03.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 03월 11일 (11.03.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 ++82 42 472 7140

심사관

이정아

전화번호 +82-42-481-8740



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2013-0017684 A	2013/02/20	없음	
JP 2012-246216 A	2012/12/13	CN 103236395 A TW 201301554 A	2013/08/07 2013/01/01
JP 2004-500250 A	2004/01/08	EP 1301944 A2 KR 10-0744884 B1 US 2001-0044200 A1 US 6294450 B1 US 6407443 B2 WO 01-65600 A2 WO 01-65600 A3	2003/04/16 2007/08/01 2001/11/22 2001/09/25 2002/06/18 2001/09/07 2002/02/14
KR 10-2011-0024892 A	2011/03/09	KR 10-1220522 B1 US 2012-0168713 A1 WO 2011-028054 A2 WO 2011-028054 A3	2013/01/18 2012/07/05 2011/03/10 2011/07/21
KR 10-2010-0002486 A	2010/01/07	없음	