



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0033757  
(43) 공개일자 2009년04월06일

(51) Int. Cl.

B82B 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0098953

(22) 출원일자 2007년10월01일

심사청구일자 2007년10월01일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

임상우

서울 강남구 압구정2동 구현대아파트 92동 1004호

양자현

서울 영등포구 양평동4가 성원아파트 101-1105

송재진

서울 강서구 염창동 신동아아파트 103-507

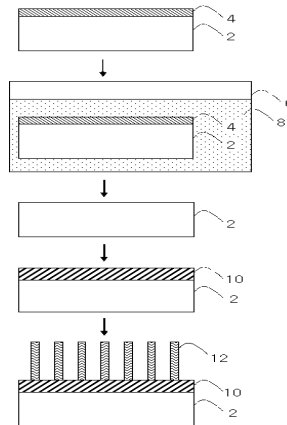
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 금속산화물 및 금속질화물 나노구조의 제작

### (57) 요약

본 발명은 i) 서로 다른 자연산화막 제거 방법을 이용하여 기판 위에 형성된 자연산화막을 제거하는 단계; ii) 상기 단계 i)의 자연산화막이 제거된 산화아연 박막을 도포하여 산화아연 박막을 형성하는 박막 형성 단계; iii) 상기 단계 ii)의 박막이 형성된 기판 위에 산화아연 나노선을 성장시키는 산화아연 성장 단계를 포함하는 기판상의 자연산화막 제거 방법 차이와 서로 다른 기판이 산화아연 박막에 미치는 영향에 대한 이해를 통해 산화아연 박막의 배향성과 산화아연 나노선의 결정성 대한 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

- i) 서로 다른 자연산화막 제거 방법을 이용하여 기판 위에 형성된 자연산화막을 제거하는 단계;
- ii) 상기 단계 i)의 자연산화막 제거 단계가 종료된 후 금속산화물 또는 금속질화물 박막을 도포하여 금속산화물 또는 금속질화물 박막을 형성하는 박막 형성 단계;
- iii) 상기 단계 ii)이 종료된 후 기판 위에 도포된 금속산화물 또는 금속질화물 박막 위에 금속산화물 또는 금속질화물 나노선을 성장시키는 단계를 포함하는 금속산화물 또는 금속질화물 나노선의 제조방법.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 단계 i)의 자연산화막 제거 시 사용하는 용액 중 암모늄기를 포함하는 수용액은 전체 수용액 부피를 기준으로 50 내지 80%의 암모늄플루오르를 이용하되 바람직하게는 40%의 암모늄플루오르를 사용한다. 이때, 암모늄플루오르는 버블링하여 용존산소를 제거시킨다. 버블링한 암모늄플루오르에 기판, 특정적으로는 Si(111)을 일정시간 담그어 둔 후 꺼내어 증류수에 씻어낸다. 이를 통해 수소종단 Si(111) 표면을 제작하고 그 위에 금속산화물 또는 금속질화물 박막을 도포 또는 증착하여 주는 제조 방법.

### 청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 단계, 금속산화물 또는 금속질화물 박막 도포 시 금속산화물 또는 금속질화물은 산화아연 또는 셀렌화아연, 황산아연, 질화갈륨, 탄화규소, 산화베릴륨, 질화알루미늄, 질화붕소 등 인 것을 특징으로 하는 금속산화물 또는 금속질화물 박막의 제조방법.

### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 단계 i)의 자연산화막 제거 시 사용하는 용액 중 암모늄기를 포함하는 수용액은 전체 수용액 부피를 기준으로 50 내지 80%의 암모늄플루오르를 이용하되 바람직하게는 40%의 암모늄플루오르를 사용한다. 이때, 암모늄플루오르는 버블링하여 용존산소를 제거시킨다. 버블링한 암모늄플루오르에 기판, 특정적으로는 Si(111)을 일정시간 담그어 둔 후 꺼내어 증류수에 씻어낸다. 이를 통해 수소종단 Si(111) 표면을 제작하고 금속산화물 또는 금속질화물 나노선을 제작하는 제조방법.

### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 단계 i)의 자연산화막 제거 시 사용하는 용액 중 암모늄기를 포함하는 수용액은 전체 수용액 부피를 기준으로 50 내지 80%의 암모늄플루오르를 이용하되 바람직하게는 40%의 암모늄플루오르를 사용한다. 이때, 암모늄플루오르는 버블링하여 용존산소를 제거시킨다. 버블링한 암모늄플루오르에 기판, 특정적으로는 Si(111)을 일정시간 담그어 둔 후 꺼내어 증류수에 씻어낸다. 이를 통해 수소종단 Si(111) 표면을 제작하고 산화아연 또는 셀렌화아연, 황산아연, 질화갈륨, 탄화규소, 산화베릴륨, 질화알루미늄, 질화붕소 등의 나노선을 제작하는 제조 방법.

## 명 세 서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

<1> 본 발명은 기판의 종류와 배향, 기판 위의 자연산화막을 제거하는 방법을 달리 하여 금속산화물 또는 금속질화물 박막 또는 나노선을 제조하는 방법이다. 예를 들면 기판 위의 자연산화막을 제거하여 산화아연 나노선을 제

조합으로써 기관의 종류에 따른 산화아연 박막의 배향성과 산화아연 나노선 형태를 제어할 수 있는 제조 방법이다.

## 배 경 기 술

- <2> 나노 단위의 작은 직경을 갖는 물질들은 새로운 물리화학적 성질 즉, 독특한 전기적, 광학적, 기계적인 특성으로 인하여 최근 과학계에서 매우 중요한 분야로 대두되고 있다. 지금까지 진행되어 온 나노구조에 관한 연구는 양자크기효과(Quantum size effect)와 같은 새로운 현상으로 미래의 새로운 광소자 물질로써 가능성을 보여주고 있다.
- <3> 이러한 나노구조체 중에서 나노선은 벌크한 물질에 비하여 표면/질량의 비가 월등히 크기 때문에 다양한 물리적 화학적 특징을 나타내며, 나노전자소자와 반도체 나노 화합물의 경우, 단일 전자 트랜지스터(SET) 소자뿐만 아니라 새로운 광소자 재료로 각광받고 있다.
- <4> 따라서, 이러한 나노구조체, 특히 나노선을 이용함으로써 더욱 고도화되고 소형화된 전자적, 적기화학적, 광학적 소자들을 구현할 수 있으며 이전에 불가능했던 새로운 특성과 구조의 구현도 가능하다. 예를 들면, 산화아연을 나노선의 형태로 만들 경우, 표면에서 일어나는 화학 반응을 이용하는 광촉매로 사용하거나, 표면에서의 결합에 기인하는 광학적 성질을 이용하는 광전자 장치 등으로 사용할 수 있다.
- <5> 한편, 현재까지 알려진 나노구조체의 일례로는 양자점(quantum dot), 나노분말(nano powder), 나노선(nanowire), 나노튜브(nanotube), 양자샘(quantum well), 나노박막, 나노복합체 등이 있는바, 전술한 나노구조체들은 Zn, Si, Ge, GaN, GaAs 등의 다양한 물질들로 제조될 수 있으며, 이 중에서 아연(Zn)을 이용하여 나노구조체, 특정적으로 나노선을 제조하는 경우 상기 아연을 산화시켜 산화아연 나노선을 제조할 수 있다.
- <6> 여기서, 상기 산화아연은 상온에서 3.37eV의 넓은 밴드갭을 가지며, 열에너지 24meV 보다 더 큰 60meV의 큰 여기자 결합에너지를 가지고 있어, 여기자에 의한 자외선 영역의 발광이 용이하다. 그러므로 전술한 산화아연은 우수한 광학적 성질 때문에 자외선 발광 다이오드(Ultraviolet LED)나 레이저 다이오드(LD) 같은 광학소자로서 많은 주목을 받고 있다.
- <7> 특히, 산화아연은 광대역 반도체 재료로서 고온·고전압 전기전자소자, 표면 탄성파(Surface Acoustic Wave)소자, 압전소자, 가스센서, 투명 전도막 등 다양한 분야에서 널리 사용되어 왔으며, 종래에는 주로 다결정 세라믹 형태로 활용이 되어 왔지만, 최근 들어 에피 성장(epitaxial growth) 기술이 발전하면서 새로운 응용분야들이 개척되고 있고, 특히 나노광학소자와 관련하여 저차원 구조의 산화아연 제조방법에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.
- <8> 전술한 산화아연으로 이루어진 나노구조체로서 나노선을 제조하기 위한 방법의 일례로서, 탄소열환원법(carbothermal reduction) 또는 화학기상증착법(CVD) 등이 알려져 있으며, 이를 이용하여 제조된 산화아연 나노선은 광전자소자나 화학센서 등으로 응용 가능성이 확인된 바 있다.
- <9> 그러나 이러한 나노선 형태의 나노구조체는 매우 미세하여 소자로 구현하기 위해서는 전자빔 리소그래피(e-beam lithography) 등의 기법이 동원되어야 하므로 정렬 및 조립이 용이하지 않다는 문제점이 있으므로, 현재까지 산화아연 나노선을 이용한 소자 및 제품 개발이 용이하지 못하다. 이에 따라, 현재 나노선의 정렬상태가 양호하도록 균질한 나노선을 형성하는 기술개발이 절실히 요구되고 있다.
- <10> 한편, 현재까지 알려진 나노구조의 산화아연 박막 제조방법으로는 유기금속화학기상증착법(MOCVD), 분자빔증착법, 졸-겔(sol-gel) 증착법, 스퍼터링법, 반응증발장치법, 분무열분해법 또는 펄스레이저증착법 등이 있다. 또한, 산화아연 나노구조 제작의 예로써, 대한민국특허공개 제2005-0005122호에는 아연 입자를 공기중/대기압에서 산화시켜 표면에 산화아연 나노선을 형성시키는 방법이 개시되어 있고, 대한민국특허공개 제2003-0060619호에는 유기금속 화학증착법에 의한 산화아연계 나노선의 제조방법이 개시되어 있고, 대한민국특허공개 제2005-0010601호에는 산화아연 분말과 그래파이트의 환원반응에 의해 생성되는 아연가스를 실리콘 기판상에 증착시켜 나노구조체를 제조하는 방법이 개시되어 있다.
- <11> 그러나 전술한 방법들은 나노구조체를 제조하기 위해 진공상태 조절, 가스분압 조절 및/또는 온도조절 등의 공정조건을 조절하거나, 시편구입, 시편 전처리 등의 별도 단계를 필요로 하므로 공정이 복잡하다는 문제점이 있다. 따라서 보다 용이하게 산화아연 나노구조체, 특정적으로 산화아연 나노선을 제조하기 위해 상온 및/또는 상압과 유사한 분위기에서 나노선을 제조할 수 있는 공정을 개발하는 것이 요구되고 있다.

<12> 더욱이 산화아연을 소자로 구현하는데 있어서, 산화아연 나노선의 배향과 형태에 따라 서로 다른 광학적, 전기적 특성을 가진다. 반도체 제조 공정 및 실제 산업현장에서 응용을 하려면 다양한 배향과 형태를 가진 산화아연 나노선의 제작이 가능해야 한다.

<13> 현재, 산화아연 나노선을 합성하는 조건을 변화시켜 산화아연 박막의 배향과 산화아연 나노선의 형태를 달리하는 방법은 보고된 바 있으나, 이는 공정을 변화시켜야 한다는 단점이 있다. 따라서, 본 발명에서는 기관의 종류만을 변화시킴으로써 기관에 따른 산화아연 박막의 배향과 산화아연 나노선의 형태를 제어할 수 있는 방법을 제시한다.

<14>

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

<15> 본 발명은 서로 다른 광학적, 전기적 성질을 가진 금속산화물 또는 질화물 박막 및 나노선의 제조를 다양한 기관 상에서 표면처리방법을 달리하기 위해 도출되었다. 예를 들면, 산화아연 박막에 주는 기관의 영향을 이해하기 위하여 기관 위의 자연산화막의 영향을 최소화하였다. 따라서, 산화아연 박막을 도포하기 전에 자연산화막을 제거하여 준다. 자연산화막이 제거된 기관 위에 산화아연 박막을 도포하고, 산화아연 박막 위에 산화아연 나노선을 성장시킨다. 이러한 공정을 통해 서로 다른 기관들의 산화아연 박막의 배향과 산화아연 나노선의 형태에 주는 영향을 제공하는 것에 해결하고자 하는 과제가 있다.

### 과제 해결수단

<16> 본 발명은 기관의 자연산화막을 제거하는 방법에 차이를 둔다. 자연산화막을 제거하는 방법의 차이에 따라 산화아연 박막의 배향성에 차이가 나타나게 하며 산화아연 박막의 배향성의 차이는 산화아연 나노선의 결정성에 영향을 준다.

<17> 또한, 자연산화막을 제거한 서로 다른 기관 위에 산화아연 박막을 최대한 얇게 제작하면 각각의 기관이 산화아연 박막의 배향성과 산화아연 나노선의 결정성에 주는 영향을 알 수 있다. 따라서, 산화아연 박막의 배향성과 산화아연 나노선의 결정성을 우수하게 제조할 수 있는 자연산화막 처리 방법을 완성하고 기관에 대한 이해도를 높인다.

### 효 과

<18> 본 발명은 기관에 자연적으로 형성되는 산화막을 서로 다른 용액을 사용하여 제거하여 자연산화막이 기관에 미치는 영향을 최소화 하였다. 또한 자연산화막 제거 시 사용되는 용액에 따른 산화아연 박막의 배향과 산화아연 나노선의 형태에 차이를 나타나게 제조할 수 있는 효과가 있다.

<19> 또한, 기관의 종류에 따른 산화아연 박막의 배향성과 산화아연 나노선의 형태에 주는 영향을 파악하여 이를 최적화하여 원하는 배향성과 형태를 이끌어 낼 수 있는 효과가 있다.

### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<20> 본 발명은 i) 서로 다른 자연산화막 제거 방법을 이용하여 기관 위에 형성된 자연산화막을 제거하는 단계; ii) 상기 단계 i)의 자연산화막이 제거된 산화아연 박막을 도포하여 산화아연 박막을 형성하는 박막 형성 단계; iii) 상기 단계 ii)의 박막이 형성된 기관 위에 산화아연 나노선을 성장시키는 산화아연 성장 단계를 포함하는 기관상의 자연산화막 제거 방법 차이와 서로 다른 기관이 산화아연 박막에 미치는 영향에 대한 이해를 통해 산화아연 박막의 배향성과 산화아연 나노선의 결정성 대한 제조방법을 제공한다.

<21> 본 발명에 따른 산화아연 나노선(nanorod)은 한 쪽 축을 중심으로 방향성을 갖는 와이어 형태로 이루어진 산화아연 나노결정으로서, 당업계에서 통상적으로 사용되는 나노선 또는 나노로드라면 어떠한 것이라고 본 발명의 산화아연 나노선을 의미한다.

<22> 여기서, 상기 산화아연 박막과 산화아연 나노선은 기관 위에서 우수한 배향성과 결정성을 가지도록 제조할 수 있는바, 본 발명에서는 기관의 자연산화막을 서로 다른 용액으로 제거하는 것을 특정적으로 자연산화막 제거 방법이라 지칭하기로 한다.

- <23> 본 발명에 따른 산화아연 박막은 기판 위에 도포되어 산화아연 나노선이 상기 박막으로부터 선택적인 방향으로 성장되도록 하는 것으로서, 그 두께는 제조하고자 하는 나노로드의 직경 및 길이 등에 따라 조절될 수 있다.
- <24> 이하, 본 발명에 대하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 그러나 하기의 설명은 오로지 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로 하기 설명에 의해 본 발명의 범위를 한정하는 것은 아니다.
- <25> 도 1과 도 2는 본 발명에 따른 기판 위 자연산화막을 제거한 후 산화아연 박막과 산화아연 나노선의 제조방법을 나타내는 공정도로서 함께 설명한다.
- <26> 도 1과 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 기판(2)의 자연산화막(4) 제거 방법, 그에 따른 산화아연 박막(10)과 산화아연 나노선(12)의 제조방법을 설명하면 다음과 같다.
- <27> 먼저 i) 기판(2)의 자연산화막(4) 처리 방법을 이용하여 기판 위에 형성된 자연산화막을 제거하는 자연산화막 제거 단계;
- <28> ii) 상기 단계 i)의 기판(2)의 자연산화막(4) 제거 단계가 종료된 후 산화아연 박막(10)을 도포하여 산화아연 박막(10)을 형성시키는 단계;
- <29> iii) 상기 단계 ii)이 종료된 후 기판(2) 위에 도포된 산화아연 박막(10) 위에 산화아연 나노선(12)을 성장시키는 산화아연 성장 단계로 구성된다.
- <30> 여기서, 상기 단계 i)의 자연산화막(4) 제거 단계는 기판(2) 위에 자연적으로 형성된 산화막을 기판을 특정 용액에 일정 시간동안 담가두어 제거하는 것으로서, 이러한 목적을 위해 사용하는 자연산화막(4) 제거 방법이라면 어떠한 것을 사용하여도 무방하다. 이때, 상기 자연산화막(4) 제거 방법은 사용 용액에 따라 산화아연 박막(10)의 배향성과 산화아연 나노선(12)의 결정성에 차이를 발생시키기 때문에 기존의 자연산화막(4)을 제거하지 않는 공정에 비해 기판(2)의 자연산화막 제거 방법에 따른 산화아연 박막(10)과 나노선(12)에 미치는 영향에 대해 파악할 수 있다.
- <31> 특정적으로 본 발명에 따른 기판(2)의 자연산화막(4) 제거 방법을 설명하면, 자연적으로 산화막이 형성되어 있는 기판을 산 수용액(8) 및 암모늄기를 포함하는 수용액(20)에 5분 내지 1시간, 바람직하게는 10 내지 15분의 시간동안 담가둔다.
- <32> 여기서, 산용액은 전체 수용액 부피를 기준으로 0.5 내지 1.5%의 불산, 특히, 바람직하게는 0.99%의 불산; 암모늄기를 포함하는 수용액은 전체 수용액 부피를 기준으로 바람직하게는 40%의 암모늄플루오르를 사용하는 것이 좋다.
- <33> 이때 암모늄기를 포함하는 수용액(20)은 먼저 용존산소를 제거하여 주는 것이 바람직하며, 이때 질소기체(22)를 사용하여 10 내지 30분, 바람직하게는 15분 버블링한다. 상기의 버블링이란 수용액 속 용존산소를 제거하여 주는 공정이다. 버블링을 할 때 테프론 비커(6)의 마개(18)를 덮어주고 질소 기체(22)를 통하게 하는 테프론 호스(14)를 연결하여 주는 것이 바람직하다.
- <34> 특히, 본 발명에 따른 기판(2)의 자연산화막(4)을 제거함을 최적화시킴에 있어서, 사용되는 용액과 자연산화막(4) 제거 시간의 범위가 한정되는바, 본 발명에 따른 기판의 자연산화막을 제거하는 조건들은 상기 언급된 각각의 조건들을 따른다.
- <35> 본 발명에 따른 단계 ii)의 산화아연 박막(10)을 형성시키는 방법은 자연산화막(4)이 제거 된 기판(2) 위에 산화아연 박막을 도포하는 당업계의 통상적인 방법이라면 특별히 한정되는 것은 아니지만, 바람직하게는 RF스피터 등으로 산화아연 박막(10)을 도포하는 것이 좋다.
- <36> 산화아연 박막(10)의 두께는 20 내지 1000nm, 바람직하게는 200 내지 1000nm, 특히 바람직하게는 1000nm로 하는 것이 좋다. 특히, 산화아연 박막(10)의 두께가 20nm 이하일 경우, 산화아연 나노선(8)의 성장이 거의 불가능하다. 이를 통해 서로 다른 종류의 기판(2)에 대한 특성을 이해하고 산화아연 박막(10)의 배향성과 산화아연 나노선(12)의 결정성을 최적화시킨다.
- <37> 한편, 본 발명에 따른 단계 iii)의 산화아연 성장 단계는 당업계에서는 통상적으로 사용되는 산화아연 성장방법이라면 어떠한 것을 사용하여도 무방하지만, 추천하기로는 수열합성법을 사용하는 것이 좋다.
- <38> 특정적으로 본 발명에 따른 산화아연 박막(10) 위에 산화아연 나노선(12)을 성장시키는 방법으로서 상기 수열합성법을 설명하면, 산화아연 박막(10)이 도포되어 산화아연 박막이 형성된 기판을 40 내지 90℃, 바람직하게



는 50 내지 80℃, 특히 바람직하게는 60℃의 온도를 갖는 pH 10 내지 13으로 유지되는 아연염, 수산화기 및 암모늄기를 포함하는 수용액에 30분 내지 7시간, 바람직하게는 약 6시간 동안 침지시키는 것으로 구성된다.

<39> 이때, 상기 아연염, 수산화기 및 암모늄기를 포함하는 수용액은 전체 수용액 중량 기준으로 0.8 내지 1중량%의 아연 나이트레이트 및 1 내지 6중량%의 수산화암모늄 혼합물; 또는 1 내지 3중량%의 아연 설페이트, 1 내지 3중량%의 염화암모늄 및 2 내지 10중량%의 수산화나트륨 혼합물로 이루어진 것이 좋고, 사용되는 용매는 물, 바람직하게는 저항 17 내지 18 MΩ/cm의 초순수를 사용하는 것이 좋다.

<40> 여기서, 상기 아연 나이트레이트 및 수산화암모늄 혼합물을 포함하는 수용액의 특히 바람직한 pH는 약 10.3이고, 아연 설페이트, 염화암모늄 및 수산화나트륨 혼합물을 포함하는 수용액의 특히 바람직한 pH는 10.6인 것이 좋다.

<41> 특히, 본 발명에 따른 산화아연 나노선(12)을 제조함에 있어서, 온도에 따라 생성되는 산화아연 나노선의 직경과 길이가 최대화되는 pH 범위가 한정되는바, 본 발명에 따른 산화아연 나노선의 제조 온도범위에서 상기 언급된 각각의 혼합물 pH로 산화아연 나노선 성장이 최적화된다.

<42> 또한, 본 발명에 따른 산화아연 성장을 통하여 산화아연 나노선(12)을 제조함에 있어서, 상기 수열합성법은 pH와 온도 이외에 산화아연 박막(10)과 두께에 따라 제조되는 산화아연 나노선(12)의 직경과 길이를 제어할 수 있는바, 기판(2)상에 형성되는 산화아연 박막(10)의 두께가 증가함에 따라 산화아연 나노선(12)의 길이는 감소하고, 직경은 함께 증가한다.

<43> 특히, 기판상에 형성되는 산화아연 박막(10)의 두께가 300nm 이하인 경우에는 박막의 두께에 따라 제조되는 산화아연 나노선(12)의 길이가 직선적으로 짧아지고, 산화아연 박막의 두께가 300nm 이상인 경우, 제조되는 산화아연 나노선의 길이가 거의 일정하게 되며, 그 직경은 대수적으로 증가한다.

<44> 그러나 상기 산화아연 박막(10)의 두께가 20nm이하가 되면 산화아연 나노선(12)은 형성되지 않는다.

<45> 그러므로 본 발명에 따른 산화아연 나노선(12)의 제조방법에 있어서, 기판(2)상에 형성되는 산화아연 박막(10)의 두께는 적어도 20nm 이상이어야 하고, 바람직하게 1000nm인 것이 좋다.

<46> 도 3은 본 발명의 실례로 자연산화막을 제거한 기판 위에 도포된 산화아연 박막의 XRD 데이터이다. 자연산화막을 제거할 때 암모늄기를 포함하는 수용액을 이용한 Si(111)의 경우, 산 수용액을 이용한 Si(111)에 비해 (002) 배향의 결정성의 우수함을 알 수 있다.

<47>

<48> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

<49>

### 도면의 간단한 설명

<50> 도 1은 본 발명에 따른 수산화기를 포함하는 수용액을 이용하여 기판 위 자연산화막을 제거하고 산화아연 나노선을 제조하는 방법을 나타내는 공정도이다.

<51> <도 1의 주요부분에 대한 부호의 설명>

<52> 2 : 기판

<53> 4 : 자연산화막

<54> 6 : 테프론 비커

<55> 8 : 산 수용액

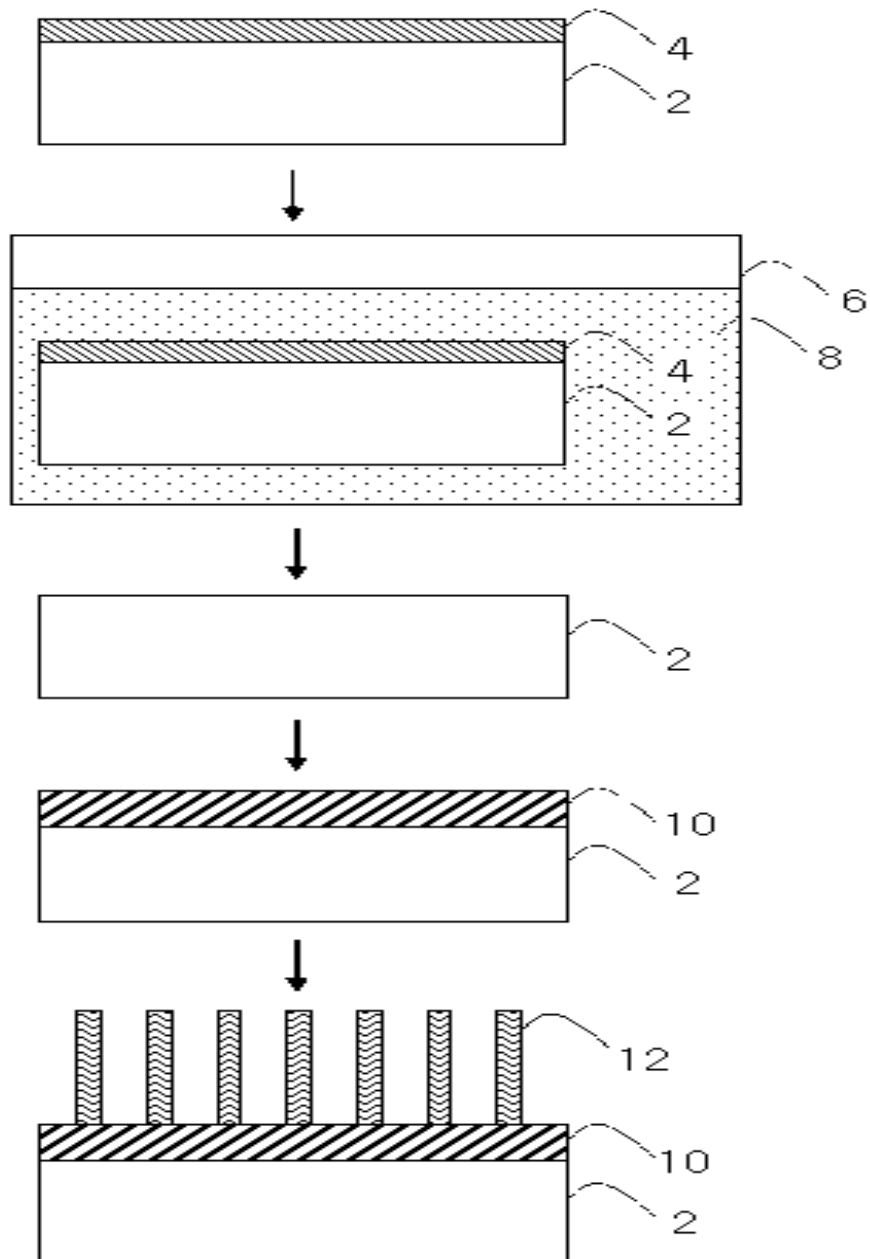
<56> 10 : 산화아연 박막

<57> 12 : 산화아연 나노선

- <58> 도 2는 본 발명에 따른 암모늄기를 포함하는 수용액을 이용하여 기관 위 자연산화막을 제거하고 산화아연 나노선을 제조하는 방법을 나타내는 공정도이다.
- <59> <도 2의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- <60> 2 : 기관
- <61> 4 : 자연산화막
- <62> 6 : 테프론 비커
- <63> 10 : 산화아연 박막
- <64> 12 : 산화아연 나노선
- <65> 14 : 테프론 호스
- <66> 16 : 질소기체 연결 호스
- <67> 18 : 테프론 마개
- <68> 20 : 암모늄기를 포함하는 수용액
- <69> 22 : 질소기체
- <70> 도 3은 본 발명에 따른 실례로, 자연산화막을 제거한 기관 위에 도포된 산화아연 박막의 XRD 데이터를 나타낸다.

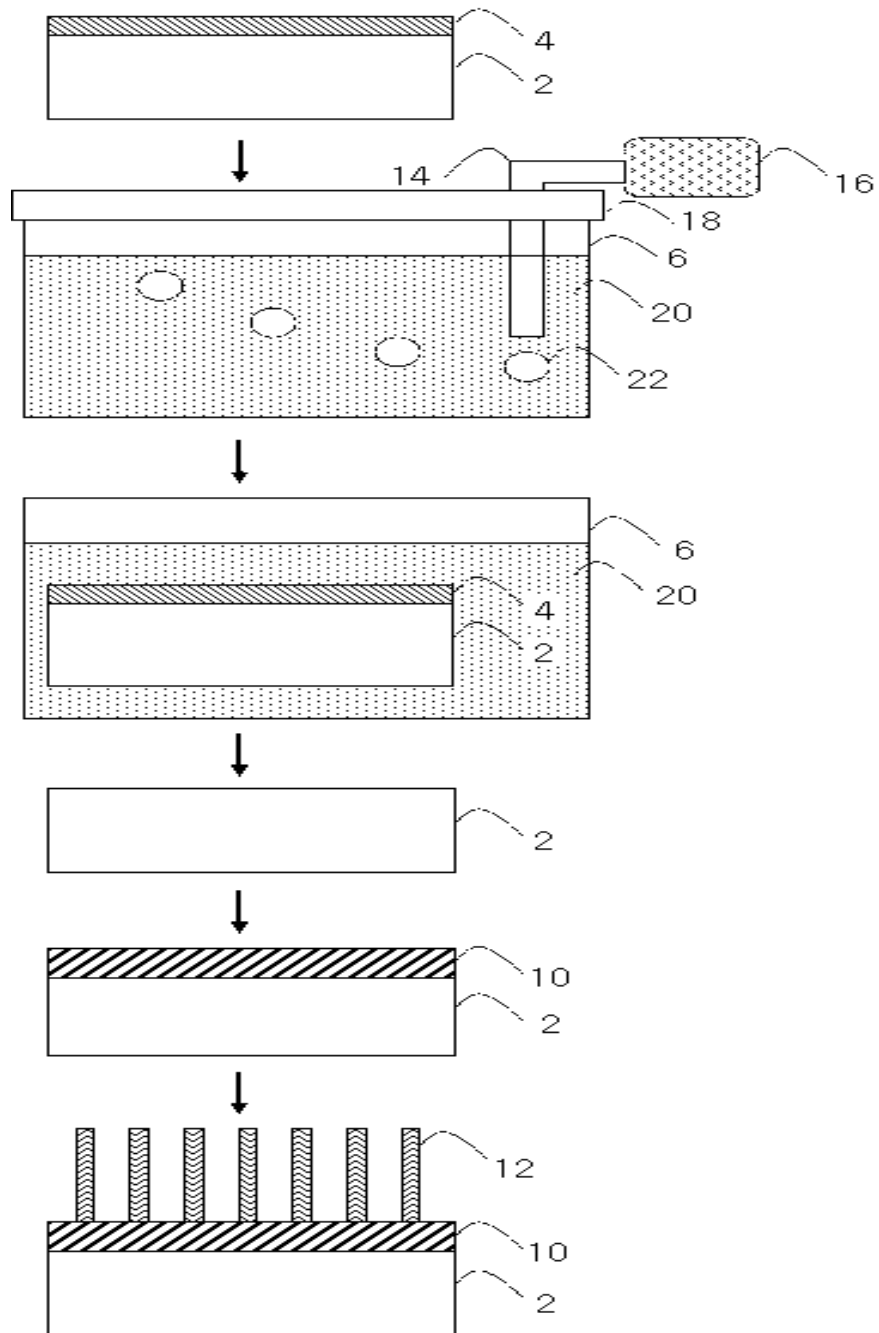
도면

도면1





도면2



도면3

