

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2016년 8월 4일 (04.08.2016)



(10) 국제공개번호  
**WO 2016/122082 A1**

- (51) 국제특허분류:  
H01L 31/0224 (2006.01) H01L 31/0392 (2006.01)  
H01L 31/0236 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/010293
- (22) 국제출원일: 2015년 9월 30일 (30.09.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2015-0014291 2015년 1월 29일 (29.01.2015) KR
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR). 성균관대학교 산학협력단 (RESEARCH & BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY) [KR/KR]; 16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 성균관대학교내, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 최민석 (CHOI, Minseok); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19, LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 이창구 (LEE, Changgu); 16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교내, Gyeonggi-do (KR). 박훈영 (BARK, Hunyoung); 16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교내, Gyeonggi-do (KR). 이진환 (LEE, Jinhwan); 16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교내, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 05556 서울시 송파구 올림픽로 82, 7층 KBK 특허법률사무소, Seoul (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, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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.

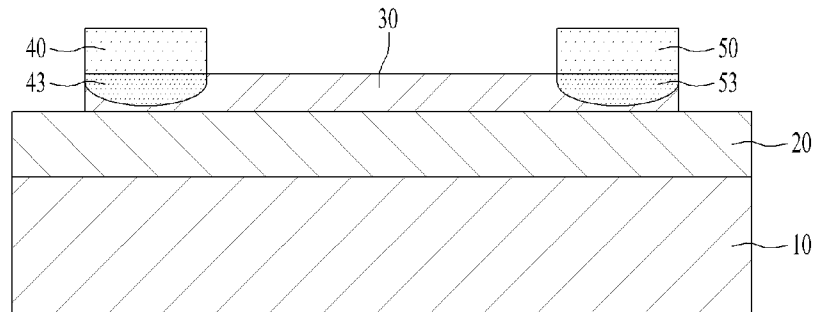
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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))

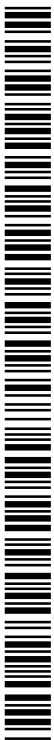
(54) Title: METAL CHALCOGENIDE ELEMENT AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭 : 금속 칼코게나이드 소자 및 그 제조 방법



(57) Abstract: The present invention relates to a chalcogenide element and particularly to a metal chalcogenide element using transition metal chalcogenides as electrodes and a production method therefor. The metal chalcogenide element according to the present invention may comprise: a substrate; an oxide layer positioned on the substrate; a first conductive metal chalcogenide layer positioned on the oxide layer; and first and second electrodes, which are positioned apart from one another on the metal chalcogenide layer and comprise metal chalcogenides.

(57) 요약서: 본 발명은 칼코게나이드 소자에 관한 것으로 특히, 전이금속 칼코게나이드를 전극으로 이용한 금속 칼코게나이드 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 이러한 본 발명은, 금속 칼코게나이드 소자에 있어서, 기판; 상기 기판 상에 위치하는 산화물층; 상기 산화물층 상에 위치하는 제 1 전도성의 금속 칼코게나이드 층; 및 상기 금속 칼코게나이드 층 상에 서로 이격되어 위치하고 금속 칼코게나이드를 포함하는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하여 구성될 수 있다.



WO 2016/122082 A1

## 명세서

### 발명의 명칭: 금속 칼코게나이드 소자 및 그 제조 방법

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 칼코게나이드 소자에 관한 것으로 특히, 전이금속 칼코게나이드를 전극으로 이용한 금속 칼코게나이드 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 실리콘 기반의 반도체 산업의 뒤를 이을 차세대 반도체 재료로서 이차원 물질이 각광받고 있다. 실리콘 기반의 반도체 산업에서 회로의 집적도가 높아지고 소자의 게이트 채널 길이가 10 나노미터 이하로 줄어들면서 쇼트채널효과와 같은 문제점들이 발생하고 있다.
- [3] 이차원 물질은 원자 한, 두 층 두께의 매우 얇은 물질로 쇼트채널효과를 극복할 수 있고 투명하고 휘어지는 성격을 가지고 있어, 차세대 전자 및 광전자 소자의 재료로 활발한 연구가 진행되고 있다.
- [4] 주기율표 16족에 속하는 원소 중 산소(O), 황(S), 셀레늄(Se), 텔루륨(Te), 폴로늄(Po) 다섯 원소를 산소족 원소(oxygen group element)라고 하며 이들 중 황, 셀레늄, 텔루륨의 세 원소만을 황족원소 또는 칼코젠(chalcogens)이라고도 한다.
- [5] 금속 칼코게나이드(metal chalcogenide; 칼코젠 화합물)는 전이금속과 칼코젠의 화합물로서 그래핀과 유사한 구조를 가지는 나노 재료이다. 그 두께는 원자 수 층의 두께로 매우 얇기 때문에 유연하고 투명한 특성을 가지며, 전기적으로는 반도체, 도체 등의 다양한 성질을 보인다.
- [6] 이러한 금속 칼코게나이드 중 적어도 일부는 이차원 물질의 특성을 보이며, 특히, 반도체 성질의 금속 칼코게나이드의 경우 적절한 밴드갭(band gap)을 가지면서 수백  $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 의 전자 이동도를 보이므로 트랜지스터 등의 반도체 소자의 응용에 적합하고 향후 유연 트랜지스터 소자에 큰 잠재력을 가지고 있다.
- [7] 따라서, 이러한 금속 칼코게나이드의 특성을 이용한 소자 및 그 제조 방법이 요구되고 있다.

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술적 과제

- [8] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 전극의 접촉 저항이 감소된 금속 칼코게나이드 소자 및 그 제조 방법을 제공하고자 한다.
- [9] 또한, p-형 전도성을 가지는 금속 칼코게나이드 층을 포함하는 금속 칼코게나이드 소자 및 그 제조 방법을 제공하고자 한다.

##### 과제 해결 수단

- [10] 상기 기술적 과제를 이루기 위한 제1관점으로서, 본 발명은, 금속 칼코게나이드 소자에 있어서, 기판; 상기 기판 상에 위치하는 제1전도성의 금속 칼코게나이드 층; 및 상기 금속 칼코게나이드 층 상 또는 측면에 서로 이격되어 위치하고 금속

- 칼코게나이드를 포함하는 제1전극 및 제2전극을 포함하여 구성될 수 있다.
- [11] 여기서, 상기 제1전도성은 p-형일 수 있다.
- [12] 여기서, 상기 제1전극 및 제2전극 중 적어도 어느 하나는 Nb를 포함할 수 있다.
- [13] 여기서, 상기 금속 칼코게나이드 층은  $\text{MoS}_2$ 를 포함할 수 있다.
- [14] 여기서, 상기 제1전극 및 제2전극 중 적어도 어느 하나는  $\text{NbS}_2$ 를 포함할 수 있다.
- [15] 여기서, 상기 금속 칼코게나이드 층과 상기 제1전극 및 제2전극 중 적어도 어느 하나는 측면 방향으로 접촉될 수 있다.
- [16] 여기서, 상기 금속 칼코게나이드 층과 상기 제1전극 및 제2전극 중 적어도 어느 하나의 사이에는 상기 제1전도성이 상대적으로 큰 확산 영역이 위치할 수 있다.
- [17] 여기서, 상기 채널층 상에는, 게이트 절연체 및 상기 게이트 절연체 상에 위치하는 게이트 전극을 더 포함할 수 있다.
- [18] 상기 기술적 과제를 이루기 위한 제2관점으로서, 본 발명은, 기판; 상기 기판 상에 위치하는 p-형  $\text{MoS}_2$  박막을 포함하는 채널층; 상기 채널층과 제1위치에서 측면으로 연결되고 Nb를 포함하는 제1전극; 상기 제1위치에서 이격된 제2위치에서 상기 채널층과 측면으로 연결되고 Nb를 포함하는 제2전극; 상기 제1전극과 상기 채널층 사이 및 상기 제2전극과 상기 채널층 사이 중 적어도 어느 한 위치에 위치하고 Nb 원자가 상기 채널층으로 확산된 확산영역을 포함하여 구성될 수 있다.
- [19] 여기서, 상기 확산영역은 상기 채널층보다 전도성이 클 수 있다.
- [20] 여기서, 상기 채널층은, Nb 원자가 도펀트로 작용할 수 있다.
- [21] 여기서, 상기 채널층 상에는, 게이트 절연체 및 상기 게이트 절연체 상에 위치하는 게이트 전극을 더 포함할 수 있다.
- [22] 상기 기술적 과제를 이루기 위한 제3관점으로서, 본 발명은, 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법에 있어서, 산화물층이 위치하는 제1전도성의 반도체 기판 상에 제1금속 칼코게나이드 층을 형성하는 단계; 상기 제1금속 칼코게나이드 층과 접촉되는 위치에 서로 이격되는 금속 패턴을 형성하는 단계; 및 상기 금속 패턴 상에 칼코겐 함유 기체를 공급하여 상기 금속 패턴을 제2금속 칼코게나이드를 포함하는 전극으로 형성하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.
- [23] 여기서, 상기 제1금속 칼코게나이드 층은  $\text{MoS}_2$ 를 포함할 수 있다.
- [24] 여기서, 상기 금속 패턴은 Nb를 포함할 수 있다.
- [25] 여기서, 상기 금속 패턴을 전극으로 형성하는 단계는, 상기 금속 패턴에 포함된 원자가 상기 제1금속 칼코게나이드 층을 상기 제1전도성으로 형성할 수 있다.
- [26] 여기서, 상기 제1금속 칼코게나이드 층과 상기 금속 패턴은 측면 방향으로 접촉할 수 있다.
- [27] 여기서, 상기 금속 패턴을 형성하는 단계는, 상기 제1금속 칼코게나이드 층 상에 상기 금속 패턴이 형성될 부분이 개구된 마스크 패턴을 형성하는 단계; 상기 마스크 패턴을 이용하여 상기 개구된 제1금속 칼코게나이드 층을 제거하는

단계; 상기 제1금속 칼코게나이드 층이 제거된 부분에 상기 금속 패턴을 형성하는 단계; 및 상기 마스크 패턴을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

[28] 이때, 상기 제1전도성은 p-형일 수 있다.

[29] 여기서, 상기 금속 패턴 사이에 게이트 절연체를 형성하는 단계; 및 상기 게이트 절연체 상에 게이트 전극을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[30] 본 발명에 따르면, p-형 전도성을 가지는 금속 칼코게나이드 소자를 제공할 수 있고, 이러한 금속 칼코게나이드 소자의 전극의 접촉 저항을 크게 낮출 수 있는 효과가 있는 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[31] 도 1은 본 발명에 따른 금속 칼코게나이드 소자의 일례를 나타내는 단면 개략도이다.

[32] 도 2는 본 발명에 따른 금속 칼코게나이드 소자의 다른 예를 나타내는 단면 개략도이다.

[33] 도 3 내지 도 5는 본 발명에 따른 금속 칼코게나이드 소자의 일례를 나타내는 공정 단면도이다.

[34] 도 6 내지 도 10은 본 발명에 따른 금속 칼코게나이드 소자의 다른 예를 나타내는 공정 단면도이다.

[35] 도 11 내지 도 14는 본 발명에 따른 금속 칼코게나이드 소자의 또 다른 예를 나타내는 공정 단면도이다.

[36] 도 15는 금속 칼코게나이드 소자의 트랜스퍼 곡선을 나타내는 그래프이다.

### 발명의 실시를 위한 형태

[37] 이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 의한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.

[38] 본 발명이 여러 가지 수정 및 변형을 허용하면서도, 그 특정 실시예들이 도면들로 예시되어 나타내어지며, 이하에서 상세히 설명될 것이다. 그러나 본 발명을 개시된 특별한 형태로 한정하려는 의도는 아니며, 오히려 본 발명은 청구항들에 의해 정의된 본 발명의 사상과 합치되는 모든 수정, 균등 및 대용을 포함한다.

[39] 층, 영역 또는 기판과 같은 요소가 다른 구성요소 "상(on)"에 존재하는 것으로 언급될 때, 이것은 직접적으로 다른 요소 상에 존재하거나 또는 그 사이에 중간 요소가 존재할 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[40] 비록 제1, 제2 등의 용어가 여러 가지 요소들, 성분들, 영역들, 층들 및/또는 지역들을 설명하기 위해 사용될 수 있지만, 이러한 요소들, 성분들, 영역들, 층들 및/또는 지역들은 이러한 용어에 의해 한정되어서는 안 된다는 것을 이해할 것이다.

[41] 또한, 본 발명에서 설명하는 공정은 반드시 순서대로 적용됨을 의미하는 것은

아니다. 예를 들어, 여러 단계가 기재되어 있는 경우, 반드시 순서대로 수행되어야 하는 것은 아님을 이해할 수 있다.

[42]

[43] 이차원 물질은 차세대 반도체 산업의 재료로 각광받고 있는 물질이다. 이차원 물질 중에서도 전이금속 칼코겐 화합물 중의 하나인  $\text{MoS}_2$ 는 단층에서 직접천이형 반도체 특성을 나타내고 1.8 eV의 밴드갭을 가지고 있다. 이러한  $\text{MoS}_2$ 는 별도의 처리과정 없이 밴드갭을 가지고 n-형의 반도체 특성을 나타내기 때문에 유망한 재료이다.

[44] 하지만  $\text{MoS}_2$ 는 같은 이차원 물질인 그래핀에 비해 전하 이동도가 낮은 단점이 있다. 또한 다양한 소자구조와 회로를 구성하는데 필수적인 p-형 반도체를 구현하는 도핑 기술이 확립되어 있지 않다.

[45] 차세대 전자 및 광전자 소자로서  $\text{MoS}_2$ 를 평면 디스플레이, 태양전지 등 앞서 언급한 여러 발명분야에 적용하기 위해서는 전하 이동도의 개선과 p-형 반도체를 구현하는 기술이 필요하다.

[46] 본 발명에서는 상면 및 측면 접촉방식을 채택하여 접촉저항을 낮추고, 또 다른 전이금속 칼코겐 화합물인  $\text{NbS}_2$ 를 전극으로 사용하여 제작한 p-형  $\text{MoS}_2$  소자 및 그 제조 방법을 제시한다.

[47]  $\text{NbS}_2$ 는  $\text{MoS}_2$ 와 같이 (전이)금속 칼코겐 화합물에 속하는 물질로  $\text{MoS}_2$ 와 유사한 결정구조를 가진다. 그러나  $\text{NbS}_2$ 는  $\text{MoS}_2$ 와는 달리 도체의 특성을 가지고 있다. 본 발명에서는 다양한 성질을 가진 전이금속 칼코겐화합물 간에 복합구조 제작을 제시하여 앞으로 다양한 전이금속 칼코겐 화합물 간의 복합구조 연구에 있어서 큰 영향을 끼칠 것으로 기대된다.

[48]  $\text{NbS}_2$ 와  $\text{MoS}_2$ 는 유사한 결정구조를 가지기 때문에  $\text{NbS}_2$ 를 전극으로 사용할 경우 통상의 금속을 사용하는 경우에 비하여 접촉저항을 낮출 수 있다. 여기에 본 발명에서 제시한 측면 접촉방식을 적용하면 접촉저항을 더 낮출 수 있다.

[49] 높은 접촉저항은 소자의 성능을 제한하는 결정적인 요소 중의 하나로 본 발명에서 제시한 접촉저항을 줄이는 방법은 향후  $\text{MoS}_2$ 의 소자 성능을 개선하는데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

[50] 한편, 도핑은  $\text{MoS}_2$ 를 실제적 산업에 적용하기 위해 확립해야 하는 기술 중 하나이다.  $\text{MoS}_2$ 는 자연적으로 n-형 반도체 특성을 가지며, 미량의 Nb 원자가 함유될 경우 p-형 반도체로 도핑 되는 특성을 가진다.

[51] 본 발명에서는 Nb 금속을  $\text{MoS}_2$ 에 전극을 연결할 부위에 증착하고 고온에서  $\text{NbS}_2$ 로 합성하면서 소량의 Nb를  $\text{MoS}_2$ 로 확산시키는 제조 방법을 제시한다. 이와 같이 n-형 반도체인  $\text{MoS}_2$ 를 p-형 반도체로 도핑 하는 방법을 제시하여  $\text{MoS}_2$  반도체의 양 극성의 제작기술을 제안한다.

[52] 이와 같은 본 발명은  $\text{MoS}_2$ 를 이용한 여러 소자와 회로 구성에 관한 연구에 활발히 활용될 것으로 기대된다. 구체적으로 n-형과 p-형 반도체를 이용한 PN 접합 구조, CMOS 트랜지스터 개발연구에 활용될 수 있고, 더 나아가 이차원

물질을 이용한 광학 센서, 발광소자, 광검출기, 광자기 메모리 소자, 광축매, 평면 디스플레이, 태양전지 등과, 미래의 투명하고 휘어지는 반도체 기반의 전자 및 광전자 소자제작에 중요하게 사용될 것으로 기대된다.

- [53] 도 1은 본 발명에 따른 금속 칼코게나이드 소자의 일례를 나타내는 단면 개략도이다.
- [54] 도 1을 참조하면, 금속 칼코게나이드 소자는 기판(10) 상에 제1전도성의 금속 칼코게나이드 층(30)이 위치한다.
- [55] 또한, 금속 칼코게나이드 층(30) 상에는 서로 이격된 위치에 금속 칼코게나이드를 포함하는 제1전극(40) 및 제2전극(50)이 위치한다.
- [56] 기판(10)으로 반도체 기판이 이용될 수 있다. 예를 들어, 실리콘(Si) 반도체 기판이 이용될 수 있다. 이때, 기판(10)과 금속 칼코게나이드 층(30) 사이에는 산화물층(20)이 위치할 수 있고, 이 산화물층(20)은 실리콘 산화물( $\text{SiO}_2$ ) 층일 수 있다.
- [57] 기판(10)으로 사파이어 또는 글래스와 같은 절연성 물질이 이용될 수도 있고, 이러한 경우에는 별도의 산화물층이 위치하지 않을 수 있다.
- [58] 제1전도성은 p-형 전도성일 수 있다. 따라서, p-형 전도성을 가지는 금속 칼코게나이드 소자를 구현할 수 있다. 이때, 기판(10)도 p-형 전도성의 반도체 기판이 이용될 수 있다.
- [59] 여기서 금속 칼코게나이드 층(30)은 한 종류의 전이금속 칼코게나이드 물질이 단일 원자층 또는 복수의 원자층으로 이루어지는 박막을 포함할 수 있다. 일례로서,  $\text{MoS}_2$  박막을 포함할 수 있다.
- [60] 이와 같은 금속 칼코게나이드 층(30)은 금속-산화물-반도체(metal-oxide-semiconductor)로 이루어지는 FET(field effect transistor) 소자의 채널층으로 이용될 수 있다. 이때, 제1전극(40)은 소스 전극으로, 그리고 제2전극(50)은 드레인 전극으로 이용될 수 있다. 또한, 이러한 제1전극(40) 및 제2전극(50) 상에 별도의 금속 전극이 더 구비될 수 있고, 이러한 금속 전극이 각각 소스 전극 및 드레인 전극으로 이용될 수 있다.
- [61] 반도체 기판(10)에 별도의 게이트 전극이 구비될 수 있다. 이러한 소자 구조는 백 게이트 형(back-gate type) FET 소자를 이룰 수 있다.
- [62] 한편, 금속 칼코게나이드 층(30) 상에 게이트 절연체 및 게이트 전극(91, 90; 도 19 참고)이 더 위치할 수도 있다. 이러한 소자 구조는 탑 게이트 형(top-gate type) FET 소자를 이룰 수 있다.
- [63] 이러한 금속 칼코게나이드 층(30)은  $\text{MX}_2$  형태의 화학식 구조를 이룰 수 있다. 여기서 M은 Mo, W, Tc, Re, Pd 및 Pt 중 어느 하나이고, X는 S, Se, Te 중 어느 하나일 수 있다.
- [64] 즉,  $\text{MoSe}_2$ ,  $\text{WS}_2$ ,  $\text{WSe}_2$ ,  $\text{TiS}_2$ ,  $\text{TiSe}_2$ ,  $\text{TiTe}_2$ ,  $\text{HfS}_2$ ,  $\text{HfSe}_2$ ,  $\text{HfTe}_2$ ,  $\text{ZrS}_2$ ,  $\text{ZrSe}_2$ ,  $\text{ZrTe}_2$ ,  $\text{TcS}_2$ ,  $\text{TcSe}_2$ ,  $\text{TcTe}_2$ ,  $\text{ReS}_2$ ,  $\text{ReSe}_2$ ,  $\text{ReTe}_2$ ,  $\text{PdS}_2$ ,  $\text{PdSe}_2$ ,  $\text{PtS}_2$ ,  $\text{PtSe}_2$  중 적어도 어느 하나를 포함하여 구성될 수 있다. 이하, 금속 칼코게나이드 층(30)으로서  $\text{MoS}_2$

층을 이용하는 경우를 예로 설명한다.

- [65] 이때, 제1전극(40) 및 제2전극(50) 중 적어도 어느 하나는 5족 금속 칼코게나이드 물질을 포함할 수 있다. 즉, V, Nb 및 Ta 중 적어도 어느 하나의 5족 금속을 포함할 수 있다. 또한, 이러한 5족 금속에 결합되는 S, Se 및 Te를 포함할 수 있다.
- [66] 예를 들어, 제1전극(40) 및 제2전극(50) 중 적어도 어느 하나는 NbS<sub>2</sub>가 이용될 수 있다. 이하, NbS<sub>2</sub>를 이용하여 제1전극(40) 및 제2전극(50)을 구성하는 경우를 예로 설명한다.
- [67] NbS<sub>2</sub>는 MoS<sub>2</sub>와 유사한 결정 구조를 가지는 이차원 물질이다. 이러한 NbS<sub>2</sub>는 MoS<sub>2</sub>와 마찬가지로 전이금속 칼코젠 화합물로 분류되나, 도체 특성을 가지고 있다. 또한 Nb 원자가 MoS<sub>2</sub>에 일부 첨가될 경우 Nb 원자가 도펀트로 작용하여 MoS<sub>2</sub>가 p-형 전도성 특성을 나타낼 수 있다.
- [68] 이와 같이 NbS<sub>2</sub>는 MoS<sub>2</sub>와 유사한 결정구조를 가지므로 금속 칼코게나이드 층(30)과 제1전극(40) 및 제2전극(50) 사이에 접촉저항이 줄어들고, 제1전극(40) 및 제2전극(50) 중 일부 Nb 원자가 MoS<sub>2</sub>에 확산되어 p-형 반도체를 제작할 수 있다. 이때, 제1전극(40) 및 제2전극(50)을 이루는 NbS<sub>2</sub>는 금속 칼코게나이드 층(30)의 상면에서 접촉하거나(상면 접촉방식) 금속 칼코게나이드 층(30)의 측면에서 접촉할 수 있다(측면 접촉방식).
- [69] 이와 같이, 전극(40, 50)에 포함되는 Nb 원자 중 일부가 MoS<sub>2</sub>에 확산되어 p-형 반도체를 이루게 되므로, 금속 칼코게나이드 층(30)과 제1전극(40) 및 제2전극(50) 중 적어도 어느 하나의 사이에는 전도성이 상대적으로 큰 확산 영역(43, 53)이 위치할 수 있다.
- [70] 이러한 확산 영역(43, 53)에 의하여, 금속 칼코게나이드 층(30)과 제1전극(40) 및 제2전극(50) 사이의 에너지 밴드 구조가 부드럽게 연결될 수 있다. 즉, 완만한 경사를 가지는 그라디언트(*gradient*) 형태의 밴드 구조를 가질 수 있다.
- [71] 이에 따라 이들 사이에 에너지 장벽이 낮아져서 전하의 흐름이 원활하게 이루어질 수 있다.
- [72] 도 1은 이 중에서 상면 접촉방식의 금속 칼코게나이드 소자를 나타내고 있다. 도 1을 참조하면, 위에서 언급한 바와 같이, NbS<sub>2</sub>를 전극(40, 50)으로 사용하여 p-형 도핑의 효과를 가져와 p-형 MoS<sub>2</sub> 소자가 구현될 수 있다.
- [73] 이러한 MoS<sub>2</sub> 층과 유사한 결정구조를 가진 NbS<sub>2</sub>를 사용하여 전극을 구비하여, 금속 칼코게나이드 소자는 금속 전극과 직접 접촉하는 구조에 비하여 접촉저항이 감소하는 효과가 있다. 또한, 이러한 상면 접촉방식은 측면 접촉방식에 비하여 제조 공정의 수행이 용이할 수 있다.
- [74] 도 2는 본 발명에 따른 금속 칼코게나이드 소자의 다른 예를 나타내는 단면 개략도이다.
- [75] 제1전극(60) 및 제2전극(70)을 이루는 NbS<sub>2</sub>가 금속 칼코게나이드 층(30)의 측면에서 접촉하는 측면 접촉방식의 금속 칼코게나이드 소자의 예를 나타내고

있다.

- [76] 이와 같은 구조에서, 이차원 물질인  $\text{NbS}_2$ 는 역시 이차원 물질인  $\text{MoS}_2$ 로 이루어지는 금속 칼코게나이드 층(30)과 서로 측면 방향으로 접촉할 수 있다.
- [77] 이차원 물질은 각 원자들이 하나의 평면 상에서 결합하여 위치하는 구조를 가지므로, 수직방향의 결합력은 분자 간 결합력 정도로 낮을 수 있다. 그러나 측면 방향으로서는 원자간 결합이 이루어질 수 있어 전극(60, 70)과 금속 칼코게나이드 층(30) 사이의 접촉 저항이 상당히 감소할 수 있다.
- [78] 따라서, 이차원 물질의 전하 이동이 수월한 평행방향으로 접촉하여  $\text{MoS}_2$ 의 소자성능을 크게 향상시킬 수 있다.
- [79] 위에서 언급한 바와 같이, 전극(60, 70)에 포함되는 Nb 원자 중 일부가  $\text{MoS}_2$ 에 확산되어 p-형 반도체를 이루게 되므로, 금속 칼코게나이드 층(30)과 제1전극(60) 및 제2전극(70) 중 적어도 어느 하나의 사이에는 전도성이 상대적으로 큰 확산 영역(63, 73)이 위치할 수 있다.
- [80] 이러한 확산 영역(63, 73)에 의하여, 금속 칼코게나이드 층(30)과 제1전극(60) 및 제2전극(70) 사이의 에너지 밴드 구조가 부드럽게 연결될 수 있다. 즉, 완만한 경사를 가지는 그라디언트(gradient) 형태의 밴드 구조를 가질 수 있다.
- [81] 이에 따라 이들 사이에 에너지 장벽이 낮아지고, 원자간 강한 결합에 의하여 전하의 흐름이 원활하게 이루어질 수 있다.
- [82] 그 외에 설명되지 않은 부분은 도 1을 참조하여 설명한 사항이 그대로 적용될 수 있다.
- [83] 도 3 내지 도 5는 본 발명에 따른 금속 칼코게나이드 소자의 일례를 나타내는 공정 단면도이다. 이하, 도 3 내지 도 5를 참조하여, 도 1과 같은 상면 접촉방식의 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법을 설명한다.
- [84] 먼저, 도 3에서와 같이, 기판(10) 상에  $\text{MoS}_2$  층(30)을 형성한다. 이때, 기판(10)과  $\text{MoS}_2$  층(30) 사이에는 실리콘 산화물( $\text{SiO}_2$ ) 층(20)이 위치할 수 있다.
- [85] 이후, 도 4에서 도시하는 바와 같이,  $\text{MoS}_2$  층(30) 상에 전자빔 리소그래피 또는 포토 리소그래피를 이용하여 전극 모양으로 마스크 패턴을 형성한 후 Nb 금속 패턴(41, 51)을 증착한다.
- [86] 다음에, 도 5에서와 같이, 저압 화학기상증착 시스템을 이용하여 고온에서 칼코겐 함유 기체, 예를 들어,  $\text{H}_2\text{S}$  가스를 주입하여 Nb 금속 패턴(41, 51)을  $\text{NbS}_2$  층(42, 52)으로 합성한다. 이때, 합성 과정은  $600^\circ\text{C}$  내지  $1000^\circ\text{C}$ 의 온도 범위에서 이루어질 수 있다.
- [87] 이러한 도 5와 같은 합성 과정에서, Nb 원자의 일부가  $\text{MoS}_2$  내부로 확산되어 도 1에서 도시하는 바와 같은 p-형  $\text{MoS}_2$  소자가 제작된다. 이때,  $\text{NbS}_2$  층(42, 52)은 제1전극(40) 및 제2전극(50)으로 형성된다.
- [88]
- [89] 도 6 내지 도 10은 본 발명에 따른 금속 칼코게나이드 소자의 다른 예를 나타내는 공정 단면도이다. 이하, 도 6 내지 도 10을 참조하여, 도 2와 같은 측면

접촉방식의 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법을 설명한다.

- [90] 먼저, 도 6에서와 같이, 기판(10) 상에  $\text{MoS}_2$  층(30)을 형성한다. 이때, 위에서 언급한 바와 같이, 기판(10)으로 실리콘(Si) 기판이 이용될 수 있고, 이러한 경우, 기판(10)과  $\text{MoS}_2$  층(30) 사이에는 실리콘 산화물( $\text{SiO}_2$ ) 층(20)이 위치할 수 있다.
- [91] 이후, 도 7에서 도시하는 바와 같이,  $\text{MoS}_2$  층(30) 상에 전자빔 리소그래피 또는 포토 리소그래피를 이용하여 전극 모양으로 마스크 패턴(80)을 형성한다. 즉, 전극이 형성될 부분이 개구된 마스크 패턴(80)을 형성한다.
- [92] 다음에, 도 8에서와 같이, 전극이 형성될 부분에 위치하는  $\text{MoS}_2$  층(30)을 제거한다. 이러한  $\text{MoS}_2$  층(30)의 제거는 플라즈마 에칭으로 이루어질 수 있다. 이와 같은 과정에 의하여  $\text{MoS}_2$  층(30)과 측면 방향으로 접촉할 수 있는 전극 형성 위치(63, 73)가 확보될 수 있다.
- [93] 이후, 도 9에서 도시하는 바와 같이,  $\text{MoS}_2$  층(30)이 제거되어 이루어진 전극 형성 위치(63, 73)에 Nb 금속 패턴(61, 71)을 증착한다. 이후, 마스크 패턴(80)은 제거된다.
- [94] 다음에, 도 10에서와 같이, 저압 화학기상증착 시스템을 이용하여 고온에서  $\text{H}_2\text{S}$  가스를 주입하여 Nb 금속 패턴(61, 71)을  $\text{NbS}_2$  층(62, 72)으로 합성한다. 이때, 합성 과정은  $600^\circ\text{C}$  내지  $1000^\circ\text{C}$ 의 온도 범위에서 이루어질 수 있다.
- [95] 이러한 도 10과 같은 합성 과정에서, Nb 원자의 일부가 측면상으로  $\text{MoS}_2$  내부로 확산되어 도 2에서 도시하는 바와 같은 p-형  $\text{MoS}_2$  소자가 제작된다. 이때,  $\text{NbS}_2$  층(62, 72)은 제1전극(60) 및 제2전극(70)으로 형성된다.
- [96] 도 11 내지 도 14는 본 발명에 따른 금속 칼코게나이드 소자의 또 다른 예를 나타내는 공정 단면도이다. 이하, 도 11 내지 도 14를 참조하여 측면 접촉방식의 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법을 설명한다.
- [97] 먼저, 도 11에서와 같이, 기판(10) 위에 Nb 박막(64)을 전자빔(e-beam) 증착 또는 스퍼터링으로 증착 후 채널 및 전극을 포함하는 형상으로 패터닝한다.
- [98] 이후, 도 12에서 도시하는 바와 같이, Nb 박막(64) 상에 Mo 박막(31)을 전자빔 증착 또는 스퍼터링으로 증착 후 채널 형상으로 패터닝한다.
- [99] 다음, 도 13에서와 같이, 저압 화학기상증착 시스템을 이용하여 고온에서  $\text{H}_2\text{S}$  가스를 주입한다. 이 과정에서, Nb 박막(64)은  $\text{NbS}_2$ 로 합성되어 전극(65, 75)으로 형성되고, 채널부에 위치한 Mo 박막(31)은 Nb로 치환 도핑되어 p-형  $\text{MoS}_2$  박막(32)으로 합성된다. 이때, 합성 과정은  $600^\circ\text{C}$  내지  $1000^\circ\text{C}$ 의 온도 범위에서 이루어질 수 있다.
- [100] 이와 같은 과정을 통하여, 도 2에서 도시하는 바와 같은 측면 접촉방식 백 게이트 형 소자가 이루어질 수 있다. 이를 위하여 위에서 언급한 바와 같이, 도 2에서 도시하는 기판(10) 하측에 별도의 게이트 전극이 구비될 수 있다.
- [101] 한편, 도 14에서 도시하는 바와 같이, p-형  $\text{MoS}_2$  박막(32) 상에 게이트 절연체(91) 및 게이트 전극(90)을 형성하여 탑 게이트 형(top-gate type) 소자를 제작할 수도 있다. 이러한 게이트 전극(90)은 금(Au)을 이용하여 형성할 수 있다.

- [102] 위에서 언급한 바와 같이, NbS<sub>2</sub> 전극(65, 75) 상에 별도의 금속 전극을 형성할 수 있다. 이때, 이러한 금속 전극은 관통홀(via hole)을 통하여 연결될 수 있다.
- [103] 도 15는 금속 칼코게나이드 소자의 트랜스퍼 곡선을 나타내는 그래프이다.
- [104] 도 15에서는 p-형 반도체 특성을 나타내는 금속 칼코게나이드 소자의 트랜스퍼 곡선을 나타내고 있다.
- [105]
- [106] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

### 산업상 이용가능성

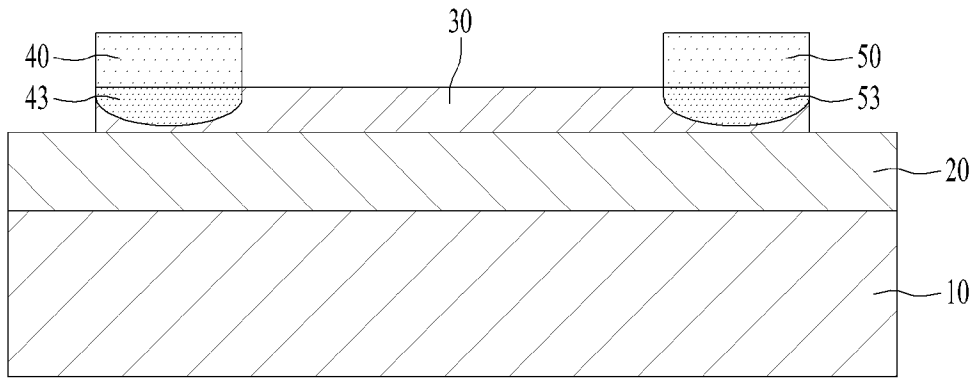
- [107] 본 발명에 따르면, p-형 전도성을 가지는 금속 칼코게나이드 소자를 제공할 수 있고, 이러한 금속 칼코게나이드 소자의 전극의 접촉 저항을 크게 낮출 수 있다.
- [108]

## 청구범위

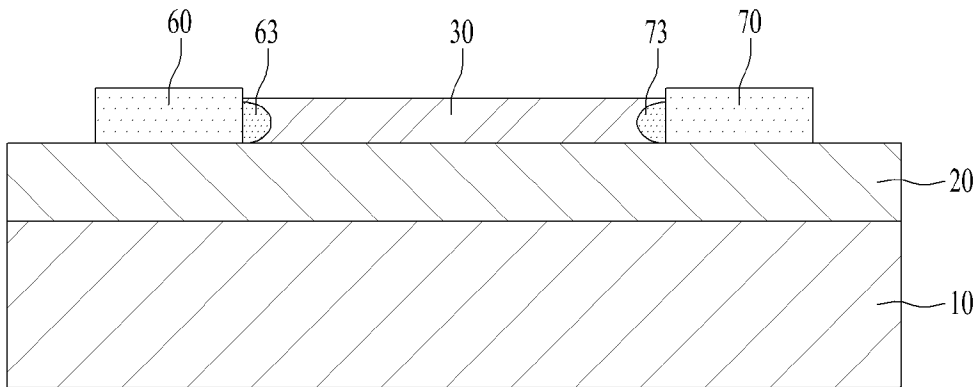
- [청구항 1] 금속 칼코게나이드 소자에 있어서,  
기판;  
상기 기판 상에 위치하는 제1전도성의 금속 칼코게나이드 층; 및  
상기 금속 칼코게나이드 층 상 또는 측면에 서로 이격되어 위치하고 금속 칼코게나이드를 포함하는 제1전극 및 제2전극을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 제1전도성은 p-형인 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 제1전극 및 제2전극 중 적어도 어느 하나는 Nb를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 금속 칼코게나이드 층은  $\text{MoS}_2$ 를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자.
- [청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 제1전극 및 제2전극 중 적어도 어느 하나는  $\text{NbS}_2$ 를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자.
- [청구항 6] 제1항에 있어서, 상기 금속 칼코게나이드 층과 상기 제1전극 및 제2전극 중 적어도 어느 하나는 측면 방향으로 접촉되는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자.
- [청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 금속 칼코게나이드 층과 상기 제1전극 및 제2전극 중 적어도 어느 하나의 사이에는 상기 제1전도성이 상대적으로 큰 확산 영역이 위치하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자.
- [청구항 8] 제1항에 있어서, 상기 금속 칼코게나이드 층 상에는 게이트 절연체 및 상기 게이트 절연체 상에 위치하는 게이트 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자.
- [청구항 9] 기판;  
상기 기판 상에 위치하는 p-형  $\text{MoS}_2$  박막을 포함하는 채널층;  
상기 채널층과 제1위치에서 측면으로 연결되고 Nb를 포함하는 제1전극;  
상기 제1위치에서 이격된 제2위치에서 상기 채널층과 측면으로 연결되고 Nb를 포함하는 제2전극;  
상기 제1전극과 상기 채널층 사이 및 상기 제2전극과 상기 채널층 사이 중 적어도 어느 한 위치에 위치하고 Nb 원자가 상기 채널층으로 확산된 확산영역을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자.
- [청구항 10] 제9항에 있어서, 상기 확산영역은 상기 채널층보다 전도성이 큰 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자.
- [청구항 11] 제9항에 있어서, 상기 채널층은, Nb 원자가 도펀트로 작용하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자.

- [청구항 12] 제9항에 있어서, 상기 채널층 상에는, 게이트 절연체 및 상기 게이트 절연체 상에 위치하는 게이트 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자.
- [청구항 13] 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법에 있어서,  
산화물층이 위치하는 제1전도성의 반도체 기판 상에 제1금속 칼코게나이드 층을 형성하는 단계;  
상기 제1금속 칼코게나이드 층과 접촉되는 위치에 서로 이격되는 금속 패터를 형성하는 단계; 및  
상기 금속 패터 상에 칼코젠 함유 기체를 공급하여 상기 금속 패터를 제2금속 칼코게나이드를 포함하는 전극으로 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법.
- [청구항 14] 제13항에 있어서, 상기 제1금속 칼코게나이드 층은  $\text{MoS}_2$ 를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법.
- [청구항 15] 제13항에 있어서, 상기 금속 패터는  $\text{Nb}$ 를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법.
- [청구항 16] 제13항에 있어서, 상기 금속 패터를 전극으로 형성하는 단계는, 상기 금속 패터에 포함된 원자가 상기 제1금속 칼코게나이드 층을 상기 제1전도성으로 형성하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법.
- [청구항 17] 제13항에 있어서, 상기 제1금속 칼코게나이드 층과 상기 금속 패터는 측면 방향으로 접촉되는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법.
- [청구항 18] 제13항에 있어서, 상기 금속 패터를 형성하는 단계는,  
상기 제1금속 칼코게나이드 층 상에 상기 금속 패터가 형성될 부분이 개구된 마스크 패터를 형성하는 단계;  
상기 마스크 패터를 이용하여 상기 개구된 제1금속 칼코게나이드 층을 제거하는 단계;  
상기 제1금속 칼코게나이드 층이 제거된 부분에 상기 금속 패터를 형성하는 단계; 및  
상기 마스크 패터를 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법.
- [청구항 19] 제18항에 있어서, 상기 제1전도성은 p-형인 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법.
- [청구항 20] 제13항에 있어서, 상기 금속 패터 사이에 게이트 절연체를 형성하는 단계; 및  
상기 게이트 절연체 상에 게이트 전극을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 칼코게나이드 소자의 제조 방법.

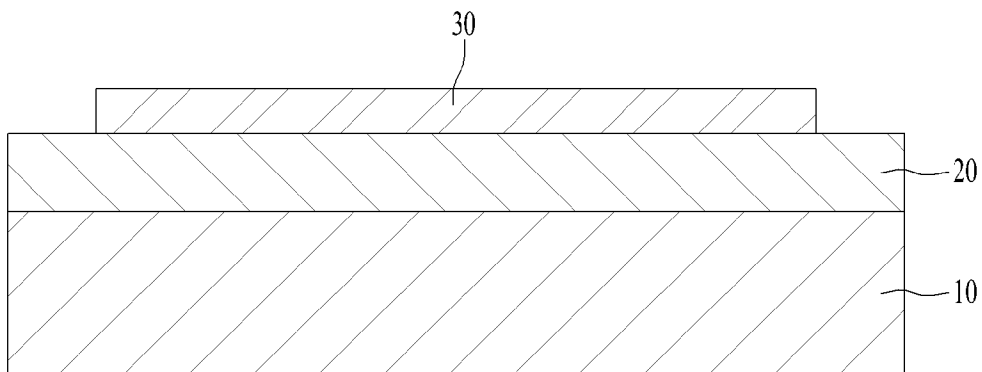
[도1]



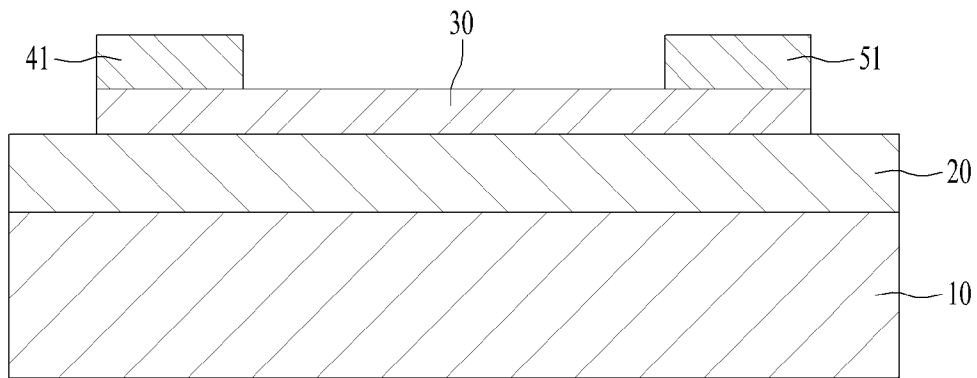
[도2]



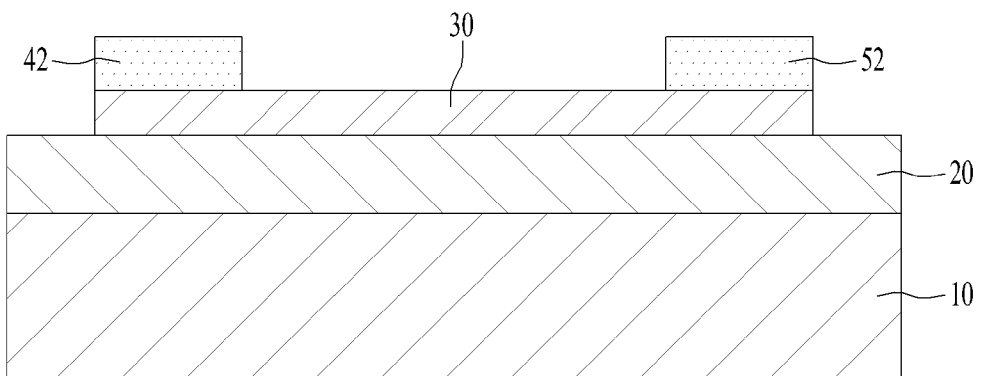
[도3]



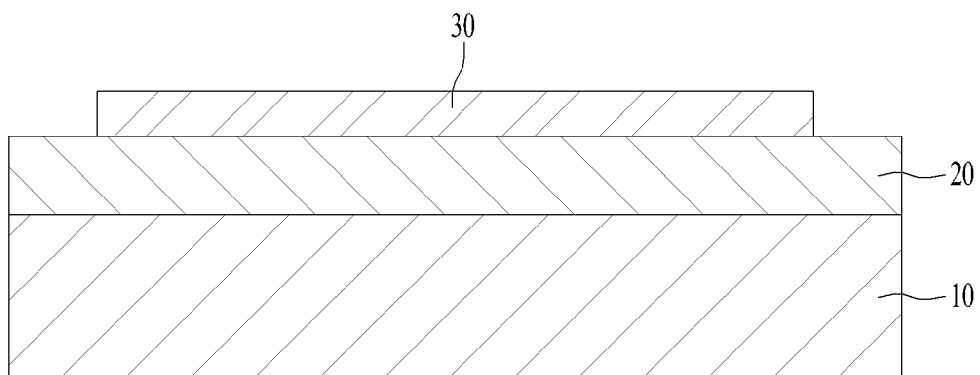
[도4]



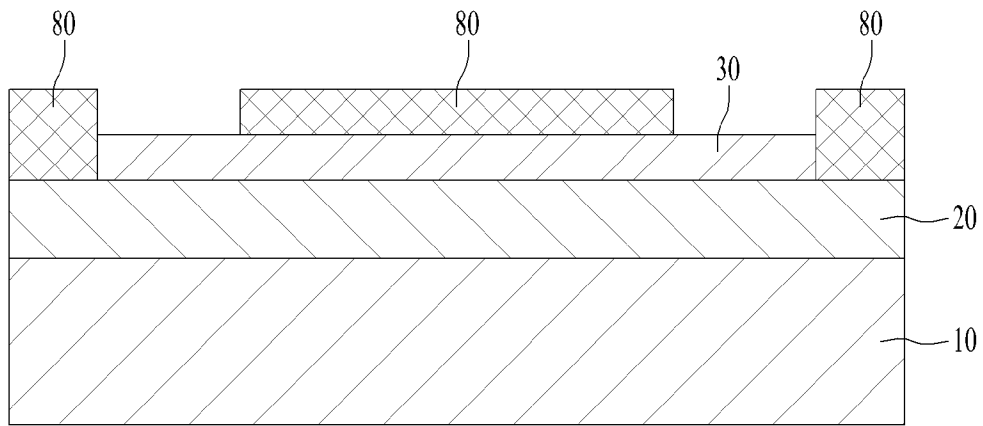
[도5]



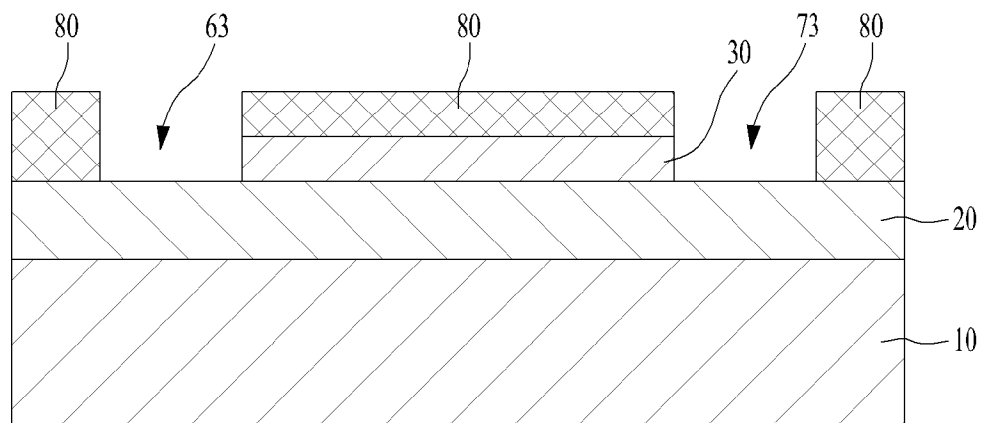
[도6]



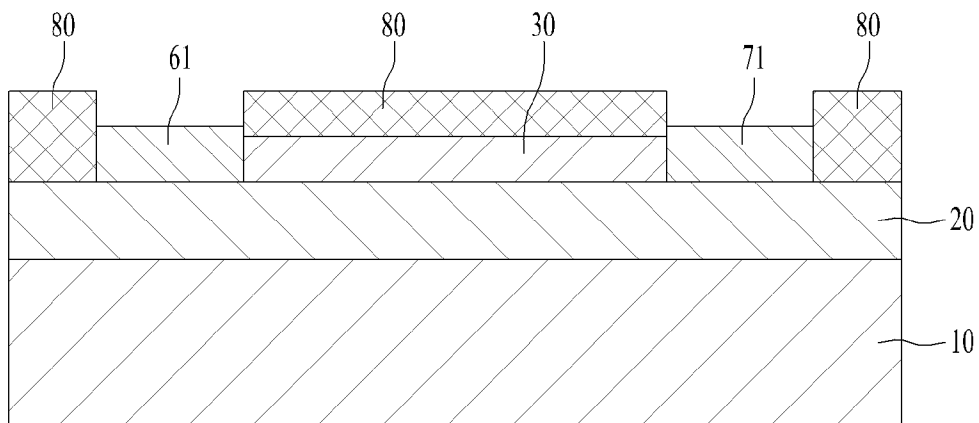
[도7]



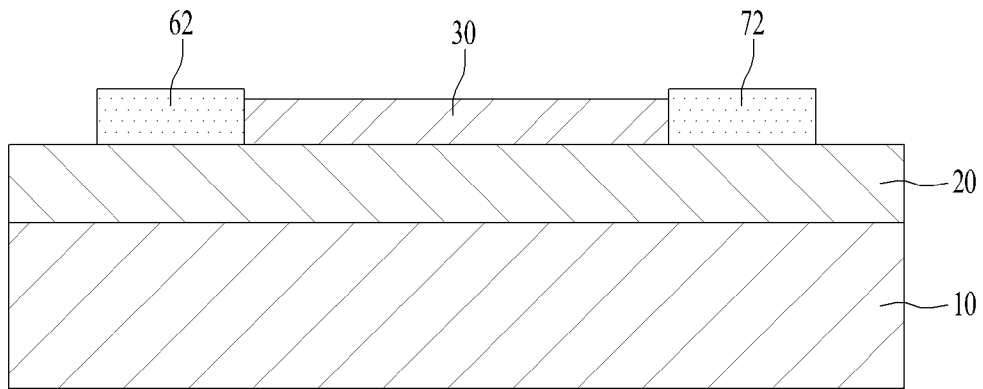
[도8]



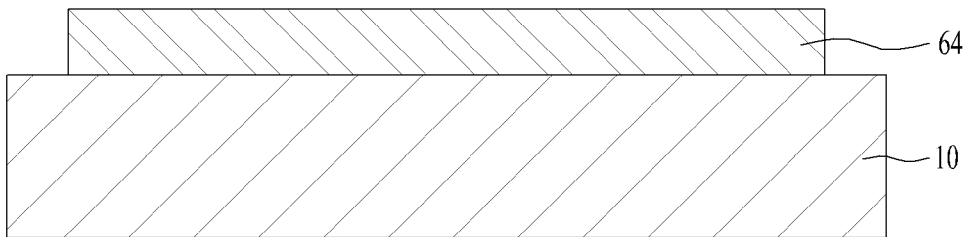
[도9]



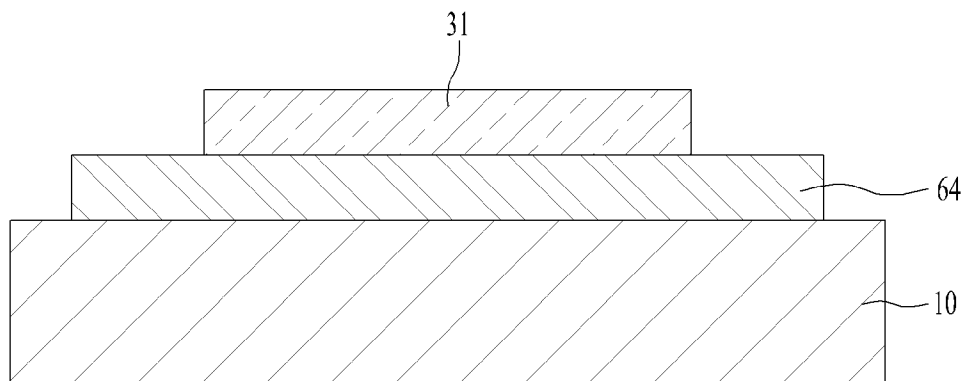
[도10]



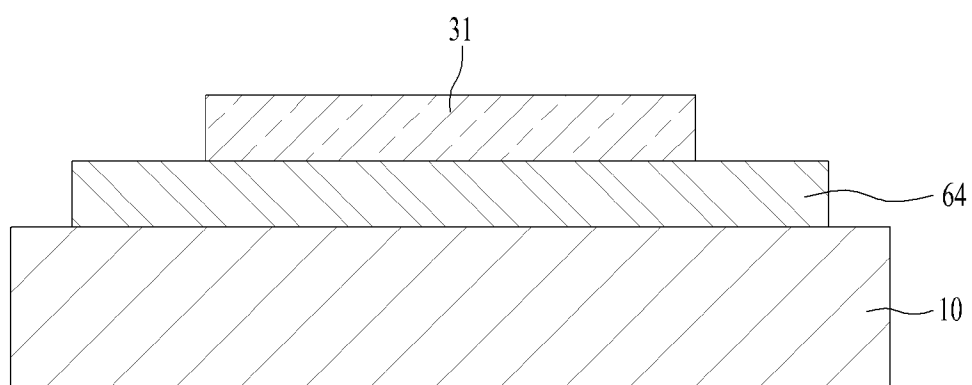
[도11]



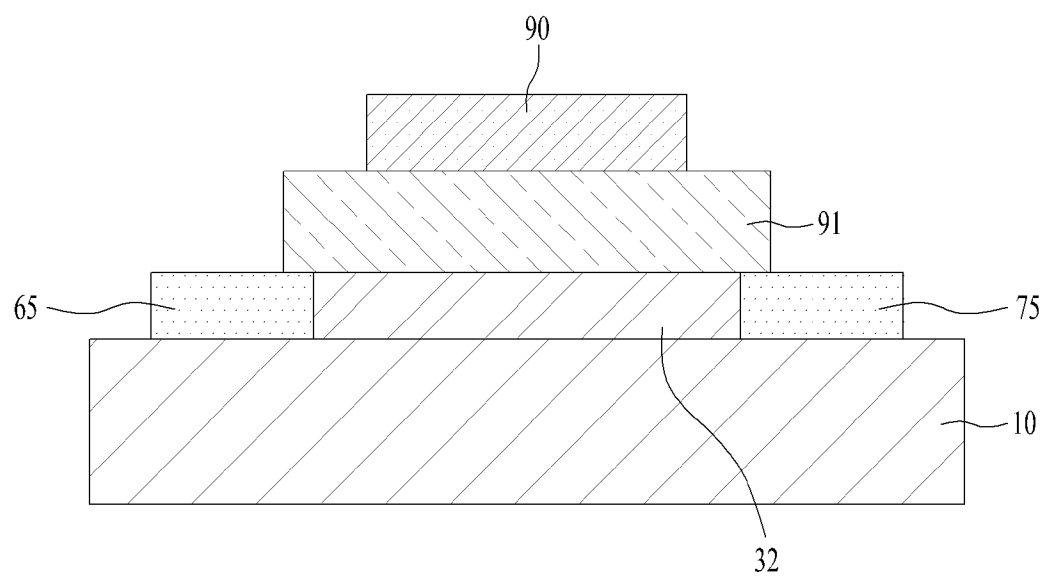
[도12]



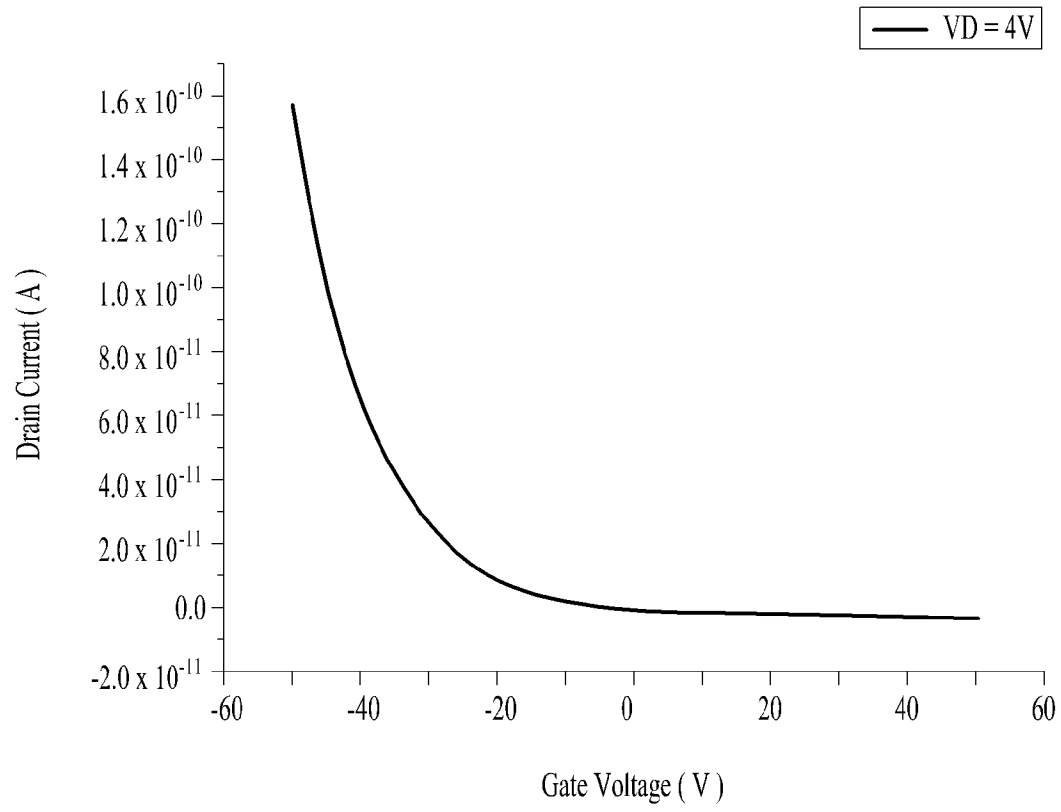
[도13]



[도14]



[도15]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2015/010293****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H01L 31/0224(2006.01)i, H01L 31/0236(2006.01)i, H01L 31/0392(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)

H01L 31/0224; B32B 9/00; C01B 17/20; G01Q 60/60; H01L 29/94; H01L 29/786; H01L 29/18; H01L 29/76; H01L 29/16; H01L 31/0236; H01L 31/0392

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) &amp; Keywords: chalcogenide, substrate, electrode, channel, p-type, diffusion

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                               | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | US 2007-0264504 A1 (MITZI, David B. et al.) 15 November 2007<br>See paragraphs [0004]-[0052], [0068], claim 19 and figure 7.                     | 1-6                   |
| A         |                                                                                                                                                  | 7-20                  |
| Y         | US 2005-0023522 A1 (FREY, Gitti et al.) 03 February 2005<br>See paragraphs [0002], [0057], [0071] and figure 5.                                  | 1-6                   |
| A         | KR 10-2013-0116695 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 24 October 2013<br>See paragraphs [0054]-[0065], claim 1 and figure 1. | 1-20                  |
| A         | KR 10-2014-0072789 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.) 13 June 2014<br>See paragraphs [0033]-[0039], claims 1-4 and figure 1.               | 1-20                  |
| A         | US 2014-0306184 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG.) 16 October 2014<br>See paragraphs [0041]-[0047], claims 1, 15 and figure 1.                       | 1-20                  |



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

“T” 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

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**22 JANUARY 2016 (22.01.2016)**

Date of mailing of the international search report

**22 JANUARY 2016 (22.01.2016)**

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/KR2015/010293**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member                                                  | Publication<br>date                                  |
|-------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| US 2007-0264504 A1                        | 15/11/2007          | US 2009-0121211 A1<br>US 7494841 B2<br>US 7833825 B2                     | 14/05/2009<br>24/02/2009<br>16/11/2010               |
| US 2005-0023522 A1                        | 03/02/2005          | AU 2002-341194 A1<br>US 7307277 B2<br>WO 03-041184 A2<br>WO 03-041184 A3 | 19/05/2003<br>11/12/2007<br>15/05/2003<br>16/10/2003 |
| KR 10-2013-0116695 A                      | 24/10/2013          | KR 10-1358989 B1                                                         | 11/02/2014                                           |
| KR 10-2014-0072789 A                      | 13/06/2014          | NONE                                                                     |                                                      |
| US 2014-0306184 A1                        | 16/10/2014          | DE 102014103131 A1                                                       | 16/10/2014                                           |

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**

H01L 31/0224(2006.01)i, H01L 31/0236(2006.01)i, H01L 31/0392(2006.01)i

**B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01L 31/0224; B32B 9/00; C01B 17/20; G01Q 60/60; H01L 29/94; H01L 29/786; H01L 29/18; H01L 29/76; H01L 29/16; H01L 31/0236; H01L 31/0392

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: 칼코게나이드, 기관, 전극, 채널, p-형, 확산

**C. 관련 문헌**

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                         | 관련 청구항 |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Y     | US 2007-0264504 A1 (DAVID B. MITZI 등) 2007.11.15<br>단락 [0004]-[0052], [0068], 청구항 19 및 도면 7 참조.    | 1-6    |
| A     |                                                                                                    | 7-20   |
| Y     | US 2005-0023522 A1 (GITTI FREY 등) 2005.02.03<br>단락 [0002], [0057], [0071] 및 도면 5 참조.               | 1-6    |
| A     | KR 10-2013-0116695 A (한국과학기술원) 2013.10.24<br>단락 [0054]-[0065], 청구항 1 및 도면 1 참조.                    | 1-20   |
| A     | KR 10-2014-0072789 A (삼성전자주식회사 등) 2014.06.13<br>단락 [0033]-[0039], 청구항 1-4 및 도면 1 참조.               | 1-20   |
| A     | US 2014-0306184 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 2014.10.16<br>단락 [0041]-[0047], 청구항 1, 15 및 도면 1 참조. | 1-20   |

☐ 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

2016년 01월 22일 (22.01.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 01월 22일 (22.01.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

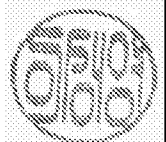
대한민국 특허청  
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,  
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

이성영

전화번호 +82-42-481-3535



| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌                                                                   | 공개일                                                  |
|-----------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| US 2007-0264504 A1    | 2007/11/15 | US 2009-0121211 A1<br>US 7494841 B2<br>US 7833825 B2                     | 2009/05/14<br>2009/02/24<br>2010/11/16               |
| US 2005-0023522 A1    | 2005/02/03 | AU 2002-341194 A1<br>US 7307277 B2<br>WO 03-041184 A2<br>WO 03-041184 A3 | 2003/05/19<br>2007/12/11<br>2003/05/15<br>2003/10/16 |
| KR 10-2013-0116695 A  | 2013/10/24 | KR 10-1358989 B1                                                         | 2014/02/11                                           |
| KR 10-2014-0072789 A  | 2014/06/13 | 없음                                                                       |                                                      |
| US 2014-0306184 A1    | 2014/10/16 | DE 102014103131 A1                                                       | 2014/10/16                                           |