

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 6월 2일 (02.06.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/085251 A1

- (51) 국제특허분류:
H01L 21/316 (2006.01) H01L 51/56 (2006.01)
H01L 21/203 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/012713
- (22) 국제출원일: 2015년 11월 25일 (25.11.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0168296 2014년 11월 28일 (28.11.2014) KR
- (71) 출원인: (주)알에프트론 (RFTRON CO.,LTD.)
[KR/KR]; 08826 서울시 관악구 관악로 1, 서울대학교
자연과학대학 물리천문학부 22동 418호, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 차국린 (CHAR, Kookrin); 06676 서울특별시
서초구 방배천로 18길 11 111동 304호, Seoul (KR). 임
지순 (IHM, Jisoon); 06547 서울특별시 서초구 반포대
로 275 119동 1002호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 박종한 (PARK, Chonghan); 08389 서울시 구
로구 디지털로 26길 5, 319호, Seoul (KR).

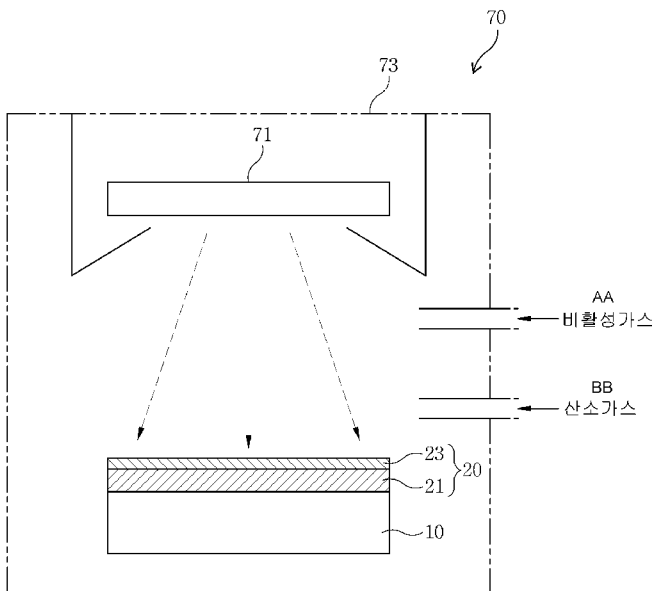
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA,
LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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: METHOD FOR FORMING TIN OXIDE LAYER BY MEANS OF TIN METAL TARGET

(54) 발명의 명칭 : 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법



AA ... Inert gas
BB ... Oxygen gas

(57) Abstract: The present invention relates to a method for forming a tin oxide layer by means of a tin metal target, the method forming the tin oxide layer on a glass substrate by means of a tin metal target. Provided is a method for forming a tin oxide layer by means of a tin metal target, the method comprising the steps of: forming a tin oxide buffer layer (SnO_2) on a glass substrate by means of sputtering using a tin metal target; and forming a tin oxide semiconductor layer (SnO_{2-x} where $0 < x \leq 0.01$) on the tin oxide buffer layer by means of sputtering using a tin metal target.

(57) 요약서: 본 발명은 주석 금속 타겟을 이용하여 유리 기판 위에 주석산화물층을 형성하는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법에 관한 것이다. 본 발명은 유리 기판 위에 주석 금속 타겟을 이용한 스퍼터링으로 주석산화물버퍼층(SnO_2)을 형성하는 단계와, 주석산화물버퍼층 위에 주석 금속 타겟을 이용한 스퍼터링으로 주석산화물반도체층(SnO_{2-x})($0 < x \leq 0.01$)을 형성하는 단계를 포함하는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법을 제공한다.

WO 2016/085251 A1

명세서

발명의 명칭: 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법 기술분야

- [1] 본 발명은 주석산화물층의 형성 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 주석 금속 타겟을 이용하여 유리 기판 위에 주석산화물층을 형성하는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 현재 정보통신기술(information technology)의 추세 중에 하나는 전자 소자의 기능과 표시 소자의 기능을 융합하려는 것이다. 이러한 전자 소자와 기능과 표시 소자의 기능을 융합한 것이 전자 표시 장치이다.
- [3] 더욱이 오늘날과 같은 정보화 사회에 있어서 전자 표시 장치의 역할은 매우 중요해지고 있으며, 각종의 전자 표시 장치가 다양한 산업 분야에 광범위하게 사용되고 있다. 이러한 전자 표시 장치 분야는 발전을 거듭하여 다양화하는 정보화 사회의 요구에 적합한 새로운 기능을 갖는 전자 표시 장치가 계속 개발되고 있다.
- [4] 일반적으로 전자 표시 장치란 다양한 정보를 시각을 통하여 인간에게 전달하는 장치를 말한다. 즉 전자 표시 장치란 각종의 전자 기기로부터 출력되는 전자적 정보 신호를 인간의 시각으로 인식할 수 있는 광 정보 신호로 변화하는 전자 장치를 말하며, 인간과 전자 기기를 연결하는 가교적인 역할을 담당하는 장치라고 할 수 있다.
- [5] 이러한 전자 표시 장치에 있어서, 광 정보 신호가 발광 현상에 의해서 표시되는 경우에는 발광형 표시 장치로 일컬어지며, 반사, 산란, 간섭 현상 등에 의하여 광 변조로 표시되는 경우에는 수광형 표시 장치로 일컬어진다.
- [6] 이러한 전자 표시 장치로는 음극선관 표시 장치(Cathode Ray Tube; CRT), 플라즈마 표시 장치(Plasma Display Panel; PDP), 유기 이엘 표시 장치(Organic Electro Luminescence Display; OLED), 액정 표시 장치(LCD), 전자 영동 표시 장치(Electro Phoretic Image Display; EPID), 발광다이오드(Light Emitting Diode; LED) 표시 장치, 유기 발광다이오드(Organic Light Emitting Diode; OLED) 표시 장치 등을 들 수 있다.
- [7] 여기서 음극선관 표시 장치는 가장 오랜 역사를 갖는 표시 장치로서, 텔레비전이나 컴퓨터 모니터 등에 사용되고 있으며, 경제성 등의 면에서 가장 높은 시장 점유율을 차지하고 있으나, 무거운 중량, 큰 부피 및 높은 소비 전력 등과 같은 단점을 많이 가지고 있다.
- [8] 최근에, 반도체 기술의 급속한 진보에 의하여 각종 전자 장치의 저전압화 및 저전력화와 함께 전자 기기의 소형화, 박형화 및 경량화의 추세에 따라 새로운 환경에 적합한 전자 표시 장치로서 평판 패널형 표시 장치에 대한 요구가 급격히

증대되고 있다. 이에 따라 액정 표시 장치(LCD), 플라즈마 표시 장치(PDP), 유기 이엘 표시 장치(OELD), 유기 발광다이오드(OLED) 표시 장치 등과 같은 평판 패널형 표시 장치가 개발되고 있다.

- [9] 액정 표시 장치(LCD)는 공통 전극, 컬러 필터, 블랙 매트릭스 등이 형성되어 있는 상부 투명 절연 기판과 스위칭 소자, 화소 전극 등이 형성되어 있는 하부 투명 절연 기판 사이에 이방성 유전율을 갖는 액정 물질을 주입해 놓고, 화소 전극과 공통 전극에 서로 다른 전위를 인가함으로써 액정 물질에 형성되는 전기의 세기를 조정하여 액정 물질의 분자 배열을 변경시키고, 이를 통하여 투명 절연 기판에 투과되는 빛의 양을 조절함으로써 원하는 화상을 표현하는 표시 장치이다. 이러한 액정 표시 장치는 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor; TFT) 소자를 스위칭 소자로 이용하는 박막 트랜지스터 액정 표시 장치(TFT LCD)가 주로 사용되고 있다.
- [10] 특히 유기 발광다이오드(OLED) 표시 장치는 OLED 소자가 자체 발광형이기 때문에, 액정 표시 장치(LCD)에 비해 시야각, 대조비 등이 우수하며, 백라이트가 필요하지 않기 때문에 경량 박형이 가능하고, 소비 전력 측면에서도 유리하다.
- [11] 또한 OLED 소자는 직류 저전압 구동이 가능하고 응답속도가 빠르며 외부 충격에 강하고 사용온도 범위도 넓으며 특히 제조비용 측면에서도 저렴한 장점을 가지고 있다.
- [12] 그래서 OLED 소자는 그래픽 디스플레이의 픽셀, 텔레비전 영상 디스플레이나 표면광원의 픽셀로서 사용될 수 있으며, 플라스틱과 같이 휘 수 있는 투명 기판 위에도 형성할 수 있고, 색감이 좋기 때문에, 유기 발광다이오드(OLED) 표시 장치는 차세대 평면 디스플레이에 적합하다.
- [13] 이러한 유기 발광다이오드(OLED) 표시 장치와 같은 전자 표시 장치는 투명성, 높은 전하이동도 및 안정성을 요구한다. 따라서 투명성을 만족하면서 전자 소자로서의 기능을 수행할 수 있는 투명 반도체와 투명 전도체, 그들의 제조 방법에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 예컨대 이러한 투명 전도체로서 ITO(Indium Tin Oxide)가 개발되어 사용되고 있고, ZnO 등이 투명 반도체로 개발되어 있으나 안정성이 떨어져 투명 반도체로서의 응용 가능성이 극히 제한되어 있다.
- [14] [선행기술문헌]
- [15] [특허문헌]
- [16] (특허문헌 1) 한국등록특허 제10-1418304호(2014.07.04.)

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [17] 이러한 문제점을 해소하기 위해서, 주석산화물(SnO_2)을 기반으로 하는 화합물반도체(이하 '주석산화물반도체(SnO_{2-x})'라 함)를 전자 표시 장치용 전자 소자로 활용하는 방안이 연구되고 있다. 이러한 주석산화물반도체는

비정질(Amorphous) 다결정(Polycrystalline) 그리고 두 방향으로 정렬된 결정질의 다양한 형태가 존재한다.

- [18] 하지만 주석산화물을 기반으로 하는 주석산화물반도체는 특정 기판, 예컨대 결정 방향성을 갖는 사파이어 기판에는 두 방향으로 정렬된 결정질을 형성할 수 있으나, 비정질의 유리 기판에는 주석산화물반도체가 비정질 또는 다결정질만 형성할 수 있는 문제점을 안고 있다.
- [19] 이로 인해 유리 기판을 모기판으로 사용하는 전자 표시 장치에는 주석산화물을 사용할 때 두 방향으로 정렬된 결정질을 기반으로 하는 주석산화물반도체를 적용하는 데는 한계가 있다.
- [20] 따라서 본 발명의 목적은 유리 기판 위에 주석산화물층을 쉽게 형성할 수 있는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법을 제공하는 데 있다.
- [21] 본 발명의 다른 목적은 전하밀도가 적당하고 전하이동도가 높은 주석산화물층을 형성하는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [22] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 유리 기판 위에 주석 금속 타겟을 이용한 스퍼터링으로 주석산화물버퍼층(SnO_2)을 형성하는 단계와, 상기 주석산화물버퍼층 위에 상기 주석 금속 타겟을 이용한 스퍼터링으로 주석산화물반도체층(SnO_{2-x})($0 < x \leq 0.01$)을 형성하는 단계를 포함하는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법을 제공한다.
- [23] 본 발명에 따른 주석산화물층의 형성 방법에 있어서, 상기 주석산화물버퍼층을 형성하는 단계에서, 상기 스퍼터링은 5~20 mTorr 압력하에서, 산소가스 및 비활성가스가 혼합된 분위기에서 수행될 수 있다.
- [24] 본 발명에 따른 주석산화물층의 형성 방법에 있어서, 상기 주석산화물반도체층을 형성하는 단계에서, 상기 스퍼터링은 0.1~3 mTorr 압력하에서, 산소가스 및 비활성가스가 혼합된 분위기에서 수행될 수 있다.
- [25] 본 발명에 따른 주석산화물층의 형성 방법에 있어서, 상기 주석산화물버퍼층을 형성하는 단계에서의 산소가스의 공급량이 상기 주석산화물반도체층을 형성하는 단계에서의 산소가스의 공급량보다는 많을 수 있다.
- [26] 본 발명에 따른 주석산화물층의 형성 방법에 있어서, 상기 주석산화물반도체층은 산소의 조성비가 $0.0000001 \leq x \leq 0.0001$ 일 수 있다.
- [27] 본 발명에 따른 주석산화물층의 형성 방법은, 상기 주석산화물반도체층을 형성하는 단계 이후에 수행되는, 300~450°C의 산소가스 분위기에서 30~90분 동안 열처리를 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [28] 본 발명에 따른 주석산화물층의 형성 방법에 있어서, 상기 스퍼터링은 반응성 스퍼터링(reactive sputtering) 일 수 있다.
- [29] 그리고 본 발명에 따른 주석산화물층의 형성 방법에 있어서, 상기

주석산화물반도체층이 상기 주석산화물버퍼층 보다는 얇게 형성될 수 있다.

발명의 효과

- [30] 본 발명에 따르면, 주석산화물층 형성 시 주석 금속 타겟을 사용하여 스퍼터링 방법으로 형성하기 때문에, 주석산화물층을 형성하기 위한 공정 조건을 제어하기 쉬워 유리 기판 위에 주석산화물층을 용이하게 형성할 수 있다.
- [31] 유리 기판 위에 주석산화물층을 형성할 때, 유리 기판 위에 주석산화물버퍼층을 형성한 이후에 주석산화물반도체층을 형성함으로써, 유리 기판 위에 적당한 전하밀도와 높은 전하이동도를 갖고 안정성이 우수한 주석산화물반도체층을 포함한 주석산화물층을 형성할 수 있다.
- [32] 그리고 타겟으로 주석 금속을 사용하기 때문에, 유리 기판 위에 주석산화물층을 형성하는 데에 따른 제조 비용을 절감할 수 있는 이점도 있다.

도면의 간단한 설명

- [33] 도 1은 본 발명에 따른 주석 금속 타겟을 이용하는 스퍼터링 장치를 보여주는 도면이다.
- [34] 도 2는 본 발명에 따른 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법에 따른 흐름도이다.
- [35] 도 3 내지 도 5는 도 2의 주석산화물층의 형성 방법에 따른 각 단계를 보여주는 도면들이다.
- [36] 도 6은 도 2의 형성 방법으로 형성한 주석산화물층을 구비하는 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터를 보여주는 단면도이다.
- [37] 도 7은 도 6의 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터의 제조 방법에 따른 흐름도이다.
- [38] 도 8 및 도 9는 도 6의 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터의 전류-전압 특성 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [39] 하기의 설명에서는 본 발명의 실시예를 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며, 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흐트리지 않는 범위에서 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다.
- [40] 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념으로 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [41] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하고자

한다.

- [42] 도 1은 본 발명에 따른 주석 금속 타겟을 이용하는 스퍼터링 장치를 보여주는 도면이다.
- [43] 도 1을 참조하면, 스퍼터링 장치(70)는 챔버(73) 내에 주석 금속 타겟(71)과 유리 기관(10)이 위치한 상태에서 비활성가스 및 산소가스를 챔버(73)로 공급하여 유리 기관(10) 위에 주석산화물층(20)을 형성한다. 주석산화물층(20)은 유리 기관(10) 위에 형성되는 주석산화물버퍼층(21)과, 주석산화물버퍼층(21) 위에 형성되는 주석산화물반도체층(23)을 포함한다.
- [44] 주석산화물층(20)을 형성하기 위한 스퍼터링은 비활성가스와 산소가스를 주입한 분위기에서 진행되며, 압력 조절을 통한 산소가스의 공급량의 조절을 통하여 주석산화물버퍼층(21)과 주석산화물반도체층(23)을 순차적으로 형성한다.
- [45] 산소가스와 비활성가스를 공급할 때, 주석산화물층이 유리 기관에 잘 형성될 수 있도록, 비활성가스는 주석 금속 타겟(71)에 가까운 쪽에 공급하고, 산소가스는 유리 기관에 가까운 쪽으로 공급할 수 있다.
- [46] 이와 같은 스퍼터링 장치(70)를 사용하여 본 발명에 따른 주석 금속 타겟(71)을 이용하여 주석산화물층(20)을 형성하는 방법에 대해서 도 1 내지 5를 참조하여 설명하면 아래와 같다. 여기서 도 2는 본 발명에 따른 주석 금속 타겟(71)을 이용한 주석산화물층(20)의 형성 방법에 따른 흐름도이다. 그리고 도 3 내지 도 5는 도 2의 주석산화물층(20)의 형성 방법에 따른 각 단계를 보여주는 도면들이다.
- [47] 먼저 도 3에 도시된 바와 같이, 주석산화물층(20)을 형성하기 위한 유리 기관(10)을 준비한다.
- [48] 다음으로 도 4에 도시된 바와 같이, S81단계에서 유리 기관(10) 위에 주석산화물버퍼층(21)을 형성한다. 주석산화물버퍼층(21)은 주석 금속 타겟(71)을 이용한 스퍼터링으로 형성한다. 주석산화물버퍼층(21)은 SnO₂의 조성을 가질 수 있다. 스퍼터링 방법으로는 반응성 스퍼터링(reactive sputtering) 방법이 사용될 수 있다.
- [49] 예컨대 주석산화물버퍼층(21)은 5~20 mTorr 압력하에서, 산소가스 및 비활성가스가 혼합된 분위기에서 주석 금속 타겟(71)을 이용한 반응성 스퍼터링으로 형성할 수 있다. 예컨대 산소가스와 비활성가스의 공급비는 6:4 일 수 있으며, 이것에 한정되는 아니다. 비활성가스로는 아르곤가스 또는 질소가스가 사용될 수 있다. 유리 기관(10)의 온도는 상온~600°C 일 수 있다.
- [50] 이어서 도 5에 도시된 바와 같이, S83단계에서 주석산화물버퍼층(21) 위에 주석산화물반도체층(23)을 형성한다. 주석산화물반도체층(23)은 주석 금속 타겟(71)을 이용한 스퍼터링으로 형성한다. 스퍼터링 방법으로는 반응성 스퍼터링 방법이 사용될 수 있다.
- [51] 주석산화물반도체층(23)은 SnO_{2-x}(0<x≤0.01)의 조성을 가질 수 있다.

- [52] 여기서 산소가 $0 < x \leq 0.01$ 의 조성비를 갖는 이유는, 주석산화물반도체층(23)이 반도체성을 갖도록 하기 위해서이다. 즉 x 가 0인 경우에, 예컨대 SnO_2 는 절연체의 특성을 보이기 때문에, x 는 0을 초과해야 한다. 산소를 도핑해서 0.01을 초과하는 경우에는 금속성을 갖기 때문에, M 은 0.01 이하의 조성비를 가져야 한다. 따라서 본 발명에 따른 주석산화물반도체층(23)이 반도체성을 갖게 하기 위해서, 산소는 $0 < x \leq 0.01$ 의 조성비를 갖는 것이다.
- [53] 예컨대 주석산화물반도체층(23)은 0.1~3 mTorr 압력하에서, 산소가스 및 비활성가스가 혼합된 분위기에서 주석 금속 타겟(71)을 이용한 반응성 스퍼터링으로 형성할 수 있다. 예컨대 산소가스와 비활성가스의 공급비는 6:4 일 수 있으며, 이것에 한정되는 아니다. 비활성가스로는 아르곤가스 또는 질소가스가 사용될 수 있다. 유리 기판(10)의 온도는 상온~600°C 일 수 있다. 이때 주석산화물반도체층(23)의 산소는 $0.0000001 \leq x \leq 0.0001$ 의 조성비를 가질 수 있다.
- [54] S81단계 및 S83단계는 연속적으로 수행되며, 산소가스와 비활성가스의 공급비는 동일하게 유지하면서 압력 조절을 통해 산소가스의 공급량을 조절하여 주석산화물버퍼층(21)과 주석산화물반도체층(23)을 순차적으로 형성한다. 이때 주석산화물버퍼층(21)을 형성하는 단계에서의 산소가스의 공급량이 주석산화물반도체층(23)을 형성하는 단계에서의 산소가스의 공급량보다는 많다.
- [55] 그리고 S85단계에서는 유리 기판(10) 위에 형성된 주석산화물버퍼층(21)과 주석산화물반도체층(23)에 대한 열처리를 통해서 주석산화물버퍼층(21)과 주석산화물반도체층(23)을 포함하는 주석산화물층(20)을 형성한다. 이때 열처리는 300°C ~ 450°C의 산소가스 분위기에서 30~90분 동안 수행할 수 있다.
- [56] 이때 주석산화물반도체층(23)은 주석산화물버퍼층(21) 보다는 얇게 형성된다. 예컨대 주석산화물버퍼층(21)은 50~300 nm의 두께로 형성되고, 주석산화물반도체층(23)은 5~20 nm 두께로 형성될 수 있다.
- [57] 이와 같이 본 발명의 주석산화물층(20)의 형성 방법에 따르면, 주석산화물층(20) 형성 시 주석 금속 타겟(71)을 사용하여 스퍼터링 방법으로 형성하기 때문에, 주석산화물층(20)을 형성하기 위한 공정 조건을 제어하기 쉬워 유리 기판(10) 위에 주석산화물층(20)을 용이하게 형성할 수 있다.
- [58] 그리고 유리 기판(10) 위에 주석산화물층(20)을 형성할 때, 유리 기판(10) 위에 주석산화물버퍼층(21)을 형성한 이후에 주석산화물반도체층(23)을 형성함으로써, 유리 기판(10) 위에 적당한 전하밀도와 높은 전하이동도를 갖고 안정성이 우수한 주석산화물반도체층(23)을 포함한 주석산화물층(20)을 형성할 수 있다.
- [59] 또한 타겟으로 주석 금속 타겟(71)을 사용하기 때문에, 유리 기판(10) 위에 주석산화물층(20)을 형성하는 데에 따른 제조 비용을 절감할 수 있는 이점도 있다.

- [60] 이와 같은 본 발명의 형성 방법으로 형성한 주석산화물층(20)의 특성을 알아보기 위해서, 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 주석산화물층(20)을 구비하는 실시예에 따른 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터(100)를 제조하고, 그 특성을 실험하였다.
- [61] 도 6은 도 2의 형성 방법으로 형성한 주석산화물층(20)을 구비하는 실시예에 따른 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터(100)를 보여주는 단면도이다.
- [62] 도 6을 참조하면, 실시예에 따른 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터(100)는 유리 기판(10), 주석산화물버퍼층(21)과 주석산화물반도체층(23)을 구비하는 주석산화물층(20), 소스 전극(30), 드레인 전극(40), 게이트 절연층(50) 및 게이트 전극(60)을 포함한다.
- [63] 유리 기판(10) 위에 주석산화물층(20)이 형성된다. 즉 주석산화물층(20)은 유리 기판(10) 위에 형성된 주석산화물버퍼층(21)과, 주석산화물버퍼층(21) 위에 형성된 주석산화물반도체층(23)을 포함한다.
- [64] 소스 전극(30) 및 드레인 전극(40)은 주석산화물층(20)을 중심으로 양쪽에 형성되며, 주석산화물층(20)의 마주보는 가장자리 부분을 덮도록 형성된다. 예컨대 소스 전극(30) 및 드레인 전극(40)으로는 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), ITZO(Indium Tin Zinc Oxide), AZO(Al doped Zinc Oxide) 또는 GZO(Gallium Zinc Oxide) 등이 사용될 수 있으며, 이것에 한정되는 것은 아니다.
- [65] 게이트 절연층(50)은 소스 전극(30) 및 드레인 전극(40) 사이에 노출된 주석산화물층(20)과 소스 전극(30) 및 드레인 전극(40)의 일부를 덮도록 형성된다. 게이트 절연층(50)으로는 HfO_2 , 실리콘 다이옥사이드(SiO_x), 알루미늄(Al_2O_3), TiO_x , 사파이어, 폴리비닐 알콜(PolyVinyl Alcohol), 폴리비닐 아세테이트(PolyVinyl Acetate), 폴리이미드(PolyImide), 파릴린(Parylene), 폴리비닐 페놀(PolyVinyl Phenol: PVP), 아크릴(Acryl), 플루오르폴리머(Fluoropolymer) 폴리메틸 메타크릴레이트(Polymethyl methacrylate) 등이 사용될 수 있으며, 이것에 한정되는 것은 아니다.
- [66] 그리고 게이트 전극(60)은 게이트 절연층(50) 위에 형성되며, 소스 전극(30)과 드레인 전극(40) 사이에 노출되는 주석산화물층(20) 위에 형성된다. 게이트 전극(60)으로는 ITO, IZO, ITZO, AZO 또는 GZO 등이 사용될 수 있으며, 이것에 한정되는 것은 아니다.
- [67] 이와 같은 실시예에 따른 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터(100)의 제조 방법에 대해서 도 6 및 도 7을 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- [68] 먼저 유리 기판(10)을 준비한다.
- [69] 다음으로 S81단계에서 유리 기판(10) 위에 주석산화물버퍼층(21)을 형성한다. 주석산화물버퍼층(21)은 주석 금속 타겟을 이용한 반응성 스퍼터링으로 형성한다. 주석산화물버퍼층(21)은 SnO_2 의 조성을 갖는다. 즉 주석산화물버퍼층(21)은 15 mTorr, 상온의 산소가스 및 아르곤가스 분위기에서

- 주석 금속 타겟을 이용한 반응성 스퍼터링으로 100 nm의 두께로 형성한다. 이때 산소가스와 아르곤가스의 조성비는 6:4 일 수 있다.
- [70] 다음으로 S83단계에서 주석산화물버퍼층(21) 위에 주석산화물반도체층(23)을 형성한다. 주석산화물반도체층(23)은 주석 금속 타겟을 이용한 반응성 스퍼터링으로 형성한다. 주석산화물반도체층(23)은 SnO_{2-x} 의 조성을 갖는다.
- [71] 즉 주석산화물반도체층(23)은 2 mTorr 압력하에서, 상온의 산소가스 및 아르곤가스가 혼합된 분위기에서 주석 금속 타겟을 이용한 반응성 스퍼터링으로 10 nm의 두께로 형성한다. 이때 산소가스와 아르곤가스의 공급비는 6:4 일 수 있다.
- [72] S81단계 및 S83단계는 연속적으로 수행되며, 산소가스 및 아르곤가스의 공급비를 6:4를 유지하면서 압력 조절을 통해서 주석산화물버퍼층(21)과 주석산화물반도체층(23)을 순차적으로 형성한다.
- [73] 이때 주석산화물버퍼층(21)을 형성하는 단계에서의 산소가스의 공급량이 주석산화물반도체층(23)을 형성하는 단계에서의 산소가스의 공급량보다는 많다. 즉 주석산화물버퍼층(21)을 형성할 때, 15 mTorr인 경우, 아르곤가스와 산소가스의 압력비는 6 mTorr : 9 mTorr가 된다. 주석산화물반도체층(23)을 형성할 때, 2 mTorr인 경우, 아르곤가스와 산소가스의 압력비는 0.8 mTorr : 1.2 mTorr가 된다.
- [74] 다음으로 S85단계에서는 유리 기판(10) 위에 형성된 주석산화물버퍼층(21)과 주석산화물반도체층(23)에 대한 1차 열처리를 통해서 주석산화물층(20)을 형성한다. 이때 1차 열처리는 400°C의 산소가스 분위기에서 60분 동안 수행하였다.
- [75] S85단계에 따른 제1 열처리 이후에 유리 기판(10) 위에 형성된 주석산화물층(20)에 대한 패터닝을 수행한다.
- [76] 다음으로 S87단계에서 주석산화물층(20)을 중심으로 양쪽에 주석산화물층(20)의 가장자리 부분을 덮도록 소스 전극(30)과 드레인 전극(40)을 형성한다. 소스 전극(30)과 드레인 전극(40)은 ITO를 사용하여 50 nm의 두께로 형성한다.
- [77] 다음으로 S89단계에서 소스 전극(30) 및 드레인 전극(40) 사이에 게이트 절연층(50)을 형성한다. 게이트 절연층(50)은 소스 전극(30) 및 드레인 전극(40) 사이에 노출된 주석산화물층(20)과 소스 전극(30) 및 드레인 전극(40)의 일부를 덮도록 형성한다. 게이트 절연층(50)은 HfO_2 를 사용하여 80 nm의 두께로 형성한다. 이때 게이트 절연층(50)으로 HfO_2 를 사용한 이유는 Al_2O_3 에 비해서 공핍(depletion)이 잘되기 때문이다.
- [78] 이어서 S91단계에서 400°C의 산소가스 분위기에서 120분 동안 2차 열처리를 수행하였다.
- [79] 그리고 S93단계에서 게이트 절연층(50) 위에 게이트 전극(60)을 형성한다. 이때 게이트 전극(60)은 소스 전극(30)과 드레인 전극(40) 사이에 노출되는

주석산화물층(20) 위에 형성된다. 게이트 전극(60)은 ITO를 사용하여 50 nm의 두께로 형성한다.

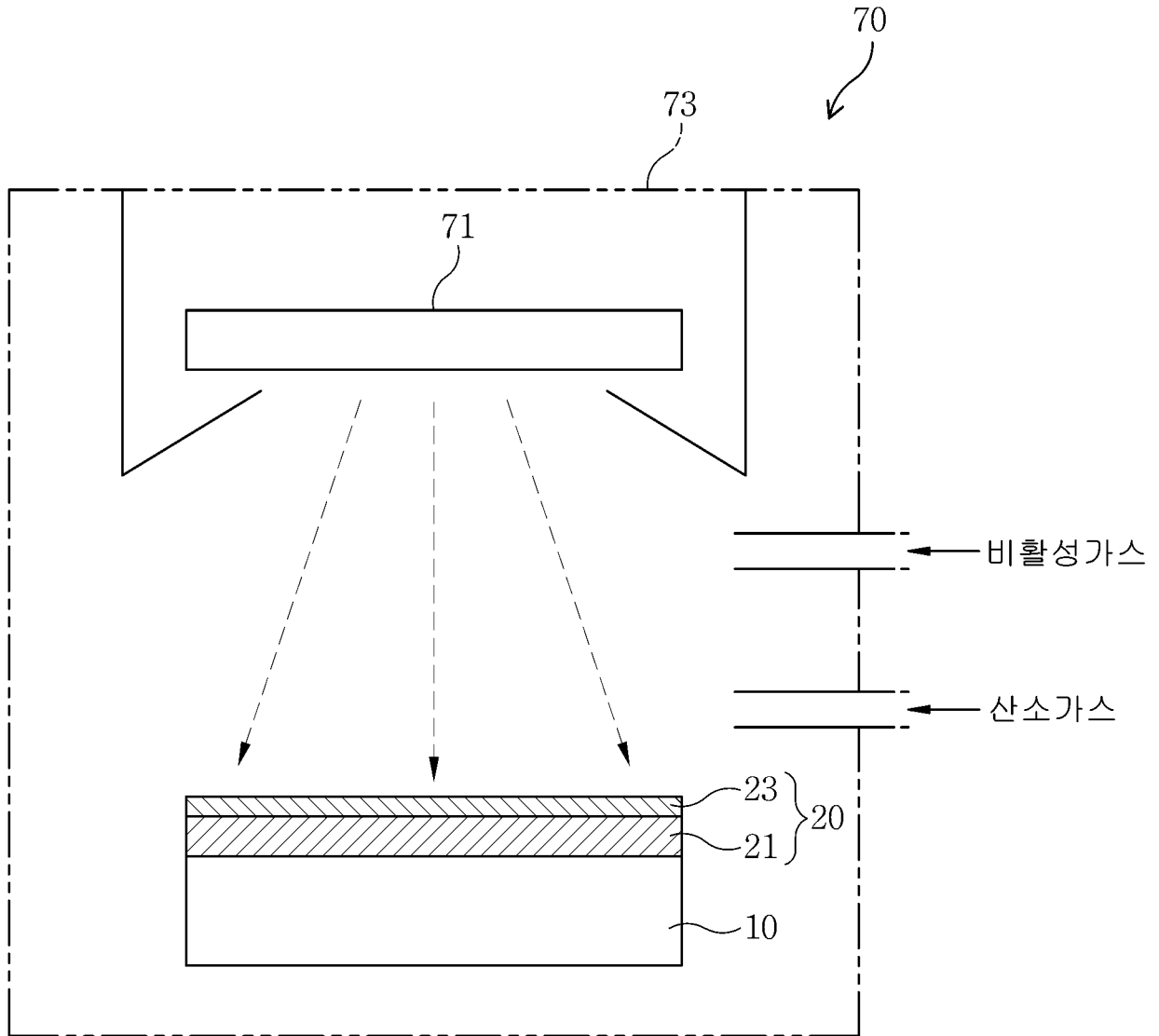
- [80] 이와 같이 제조된 실시예에 따른 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터(100)의 전류-전압 특성을 알아보면 도 8 및 도 9와 같다. 여기서 도 8 및 도 9는 도 6의 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터의 전류-전압 특성 그래프이다.
- [81] 도 8을 참조하면, 실시예에 따른 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터는 전하이동도(film mobility)가 $15.3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 가 나온 2 mTorr 조건에서 주석산화물층(20)을 갖는 전계 효과 트랜지스터를 제조하였다.
- [82] 실시예에 따른 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터는 전기장에 의해서 전하가 쌓이거나 잃는 동작을 원활하게 수행하는 것을 도 8을 통해서 확인할 수 있다.
- [83] 도 9를 참조하면, 실시예에 따른 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터의 $I_{\text{DS}} - V_{\text{GS}}$ 를 측정하면 다음과 같다. 즉 V_{DS} 를 1 V로 놓고, 게이트 전극의 전압을 -5 V에서 5 V까지 측정한 결과, 전하이동도가 $16.3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 으로 유리 기판 위에 주석산화물층이 형성된 박막 필름(Thin Film)의 전하이동도인 $15.3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 과 동일한 전하이동도가 산출되었다.
- [84] 이와 같은 본 발명에 따른 주석 금속 타겟을 이용하여 형성한 주석산화물층을 포함하는 탑-게이트 전계 효과 트랜지스터를 통하여 양호한 전하이동도를 갖고 있음을 확인할 수 있다.
- [85] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 실시예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명한 것이다.
- [86] [부호의 설명]
- [87] 10: 유리 기판
- [88] 20: 주석산화물층
- [89] 21: 주석산화물버퍼층
- [90] 23: 주석산화물반도체층
- [91] 30: 소스 전극
- [92] 40: 드레인 전극
- [93] 50: 게이트 절연층
- [94] 60: 탑 게이트
- [95] 70: 스퍼터링 장치
- [96] 71: 주석 금속 타겟
- [97] 100: 탑 게이트 전계 효과 트랜지스터

청구범위

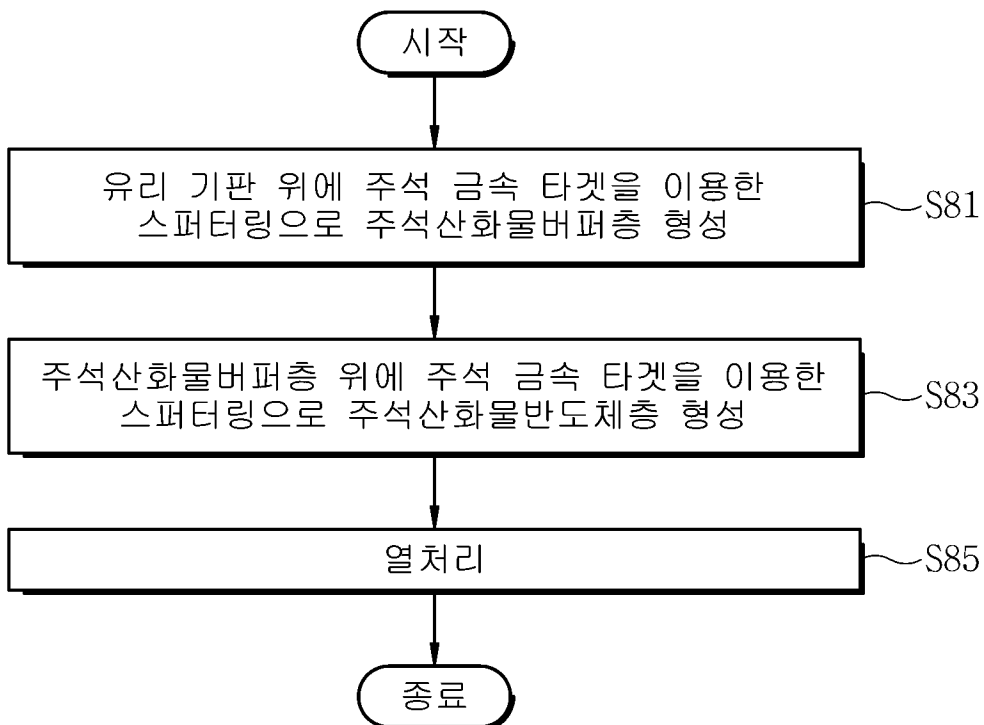
- [청구항 1] 유리 기판 위에 주석 금속 타겟을 이용한 제1 스퍼터링으로 주석산화물버퍼층(SnO_2)을 형성하는 단계;
상기 주석산화물버퍼층 위에 상기 주석 금속 타겟을 이용한 제2 스퍼터링으로 주석산화물반도체층(SnO_{2-x})($0 < x \leq 0.01$)을 형성하는 단계;
를 포함하는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 주석산화물버퍼층을 형성하는 단계에서, 상기 제1 스퍼터링은 5~20 mTorr 압력하에서 산소가스 및 비활성가스가 혼합된 분위기에서 수행되는 것을 특징으로 하는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 주석산화물반도체층을 형성하는 단계에서, 상기 제2 스퍼터링은 0.1~3 mTorr 압력하에서 산소가스 및 비활성가스가 혼합된 분위기에서 수행되는 것을 특징으로 하는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법.
- [청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 주석산화물버퍼층을 형성하는 단계에서의 산소가스의 공급량이 상기 주석산화물반도체층을 형성하는 단계에서의 산소가스의 공급량보다는 많은 것을 특징으로 하는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법.
- [청구항 5] 제3항에 있어서, 상기 주석산화물반도체층은 산소의 조성비가 $0.0000001 \leq x \leq 0.0001$ 인 것을 특징으로 하는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법.
- [청구항 6] 제3항에 있어서, 상기 주석산화물반도체층을 형성하는 단계 이후에 수행되는, 300~450°C의 산소가스 분위기에서 30~90분 동안 열처리를 수행하는 단계;
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 스퍼터링은 반응성 스퍼터링(reactive sputtering)인 것을 특징으로 하는 주석 금속 타겟을 이용한 주석산화물층의 형성 방법.
- [청구항 8] 제1항에 있어서, 상기 주석산화물반도체층이 상기 주석산화물버퍼층 보다는 얇게 형성되는 것을 특징으로 하는 주석 금속 타겟을 이용한

주석산화물층의 형성 방법.

[도1]



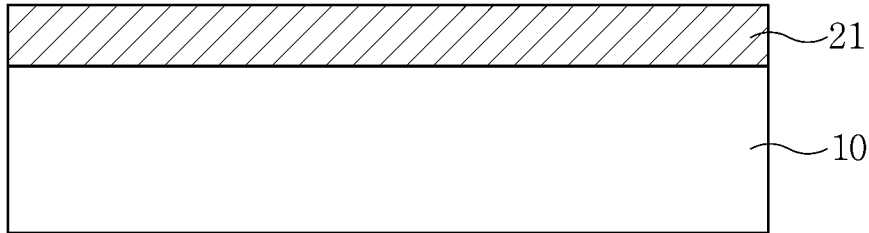
[도2]



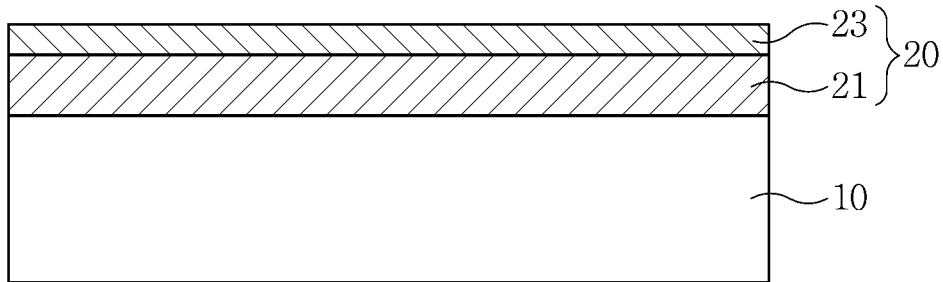
[도3]



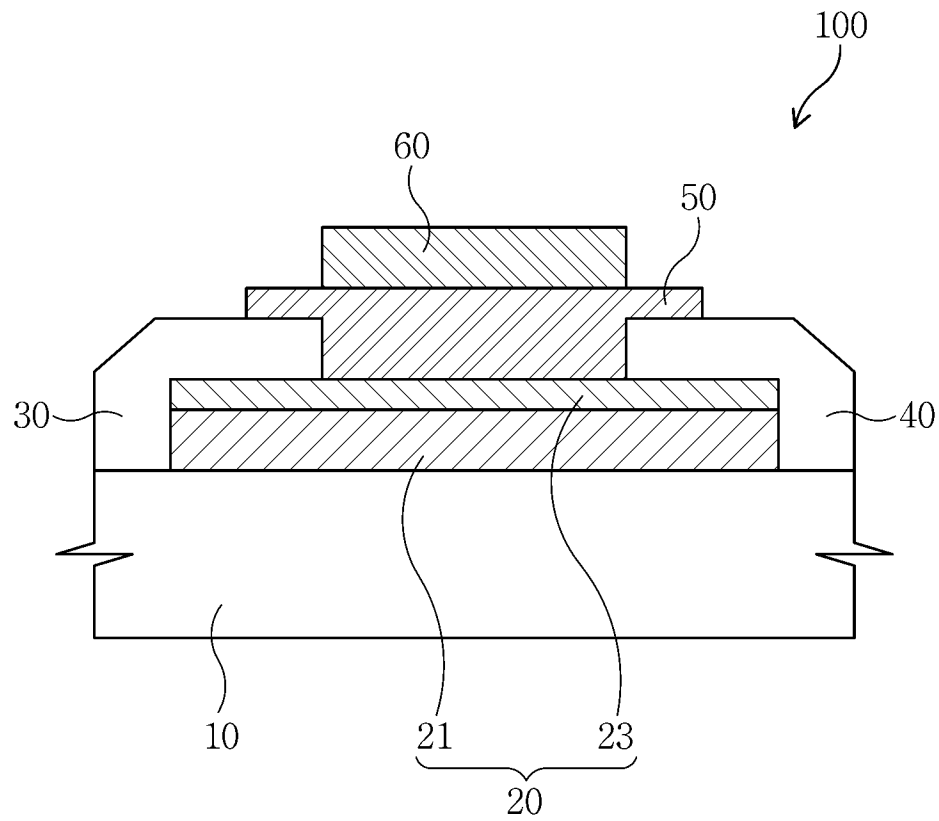
[도4]



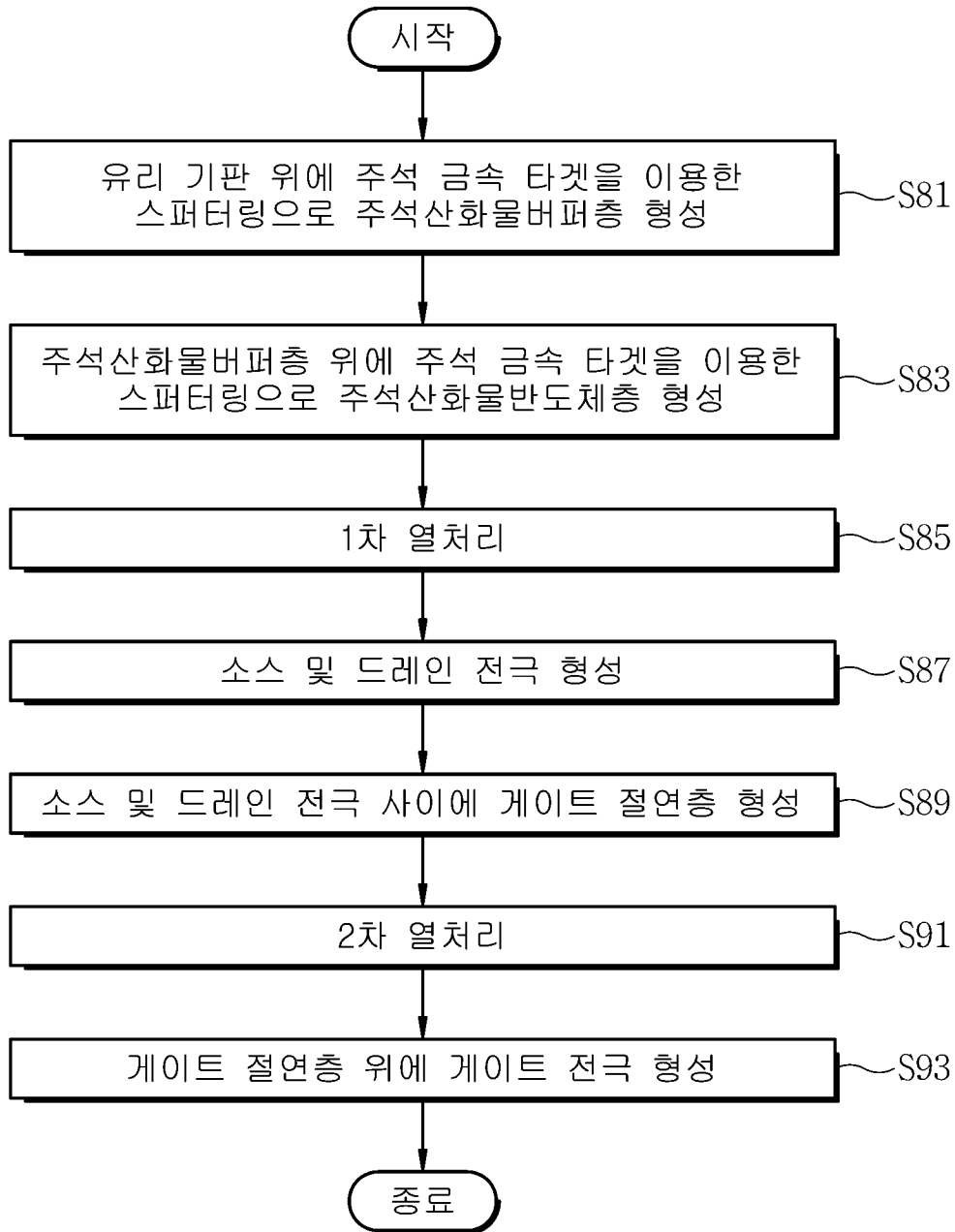
[도5]



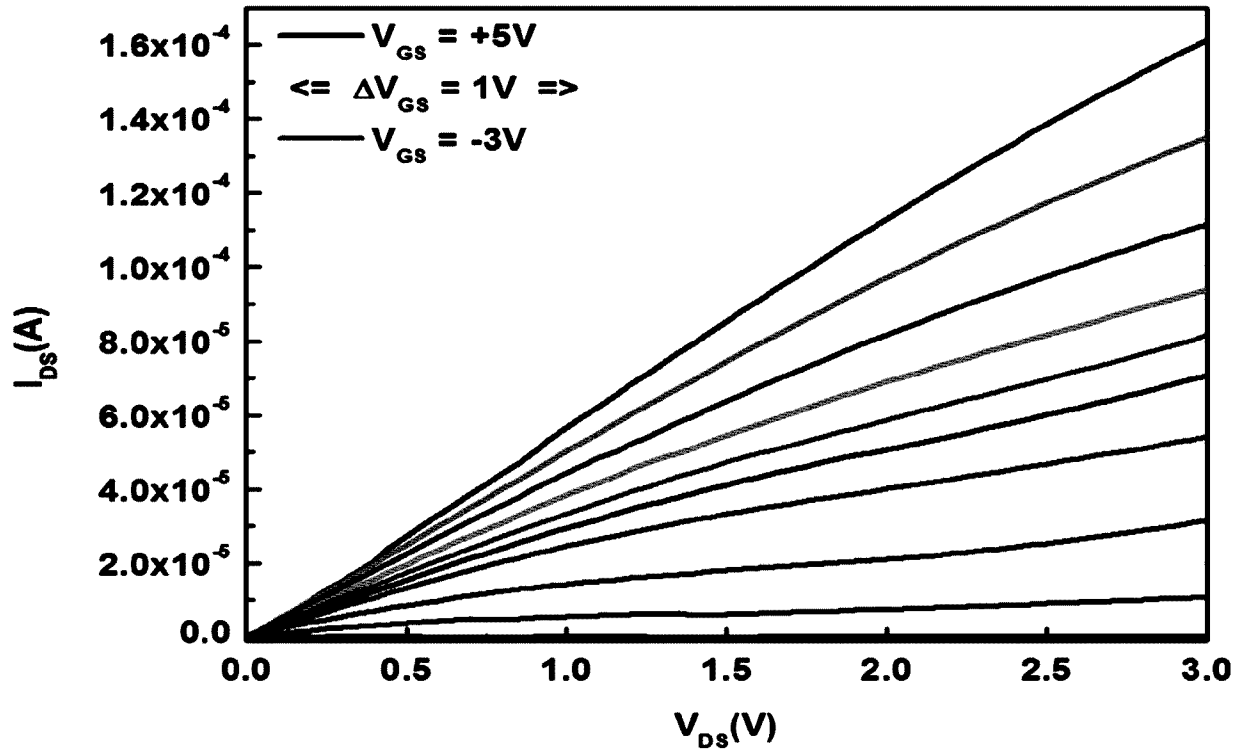
[도6]



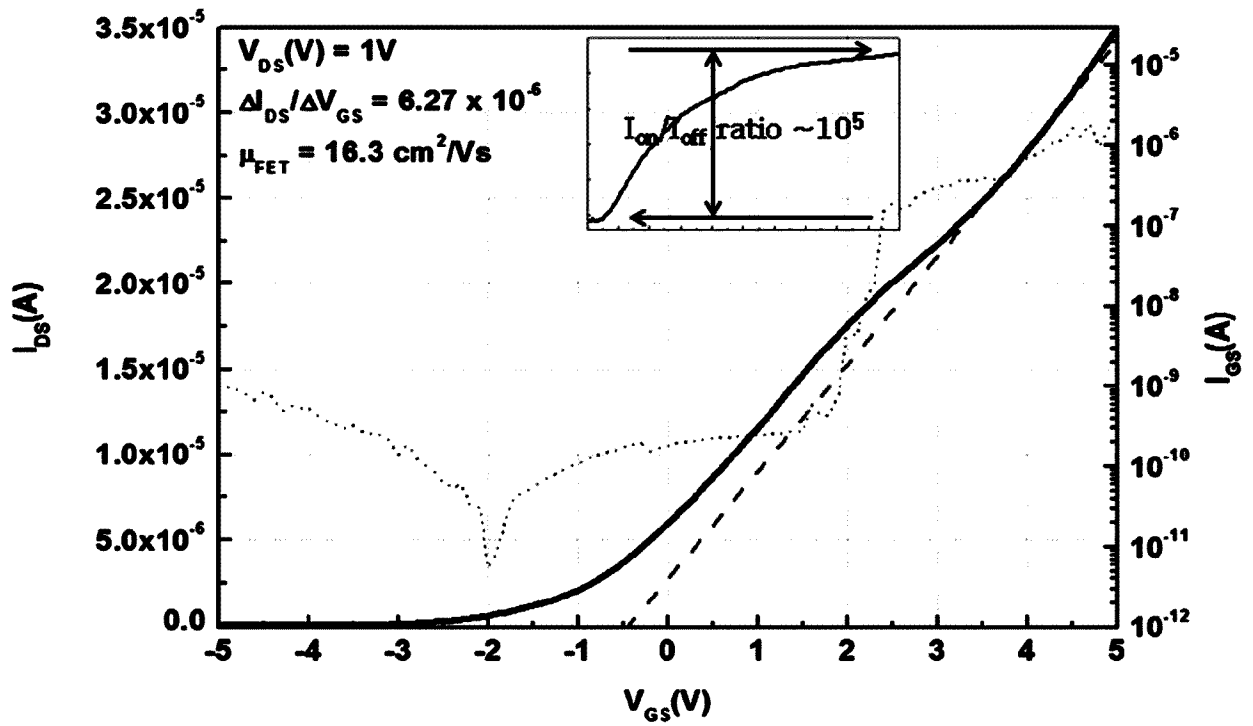
[도7]



[도8]



[도9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/012713

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/316(2006.01)i, H01L 21/203(2006.01)i, H01L 51/56(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 21/316; H01M 4/48; B32B 9/00; C23C 16/06; H01B 1/08; G01N 27/26; H01M 4/139; G01N 27/407; H01B 5/14; H01B 13/00; H01L 21/203; H01L 51/56

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 aboveElectronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: transparent semiconductor, tin metal target, sputtering, tin oxide, tin oxide semiconductor

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2012-0100025 A (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY R&DB FOUNDATION) 12 September 2012 See abstract, paragraphs [0027]-[0032], claim 1 and figures 4-6.	1-8
A	KR 10-2013-0046486 A (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) 08 May 2013 See abstract, paragraphs [0022]-[0026], claim 1 and figure 1.	1-8
A	KR 10-2014-0032708 A (LG HAUSYS, LTD.) 17 March 2014 See abstract, paragraphs [0022]-[0033], claim 1 and figures 1, 2.	1-8
A	JP 2012-134085 A (NITTO DENKO CORP.) 12 July 2012 See paragraphs [0015]-[0023], claim 1 and figure 1.	1-8
A	US 2010-0316873 A1 (SUN, Xueliang et al.) 16 December 2010 See abstract, paragraphs [0045]-[0057], claim 1 and figures 1A-1C.	1-8

 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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"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	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 MARCH 2016 (10.03.2016)

Date of mailing of the international search report

10 MARCH 2016 (10.03.2016)

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/KR2015/012713

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0100025 A	12/09/2012	NONE	
KR 10-2013-0046486 A	08/05/2013	KR 10-1298128 B1	21/08/2013
KR 10-2014-0032708 A	17/03/2014	KR 10-1509289 B1	06/04/2015
JP 2012-134085 A	12/07/2012	CN 103282539 A	04/09/2013
		JP 5543907 B2	09/07/2014
		KR 10-2013-0099213 A	05/09/2013
		KR 10-2015-0027845 A	12/03/2015
		TW 201233827 A	16/08/2012
		US 2013-0288047 A1	31/10/2013
		WO 2012-086484 A1	28/06/2012
US 2010-0316873 A1	16/12/2010	CN 101553895 A	07/10/2009
		US 2008-0292789 A1	27/11/2008
		US 2012-0308818 A1	06/12/2012
		US 8034408 B2	11/10/2011
		US 8263180 B2	11/09/2012
		US 8709602 B2	29/04/2014
		WO 2008-031005 A2	13/03/2008
		WO 2008-031005 A3	02/05/2008
		WO 2008-031005 A8	19/06/2008

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H01L 21/316(2006.01)i, H01L 21/203(2006.01)i, H01L 51/56(2006.01)i

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H01L 21/316; H01M 4/48; B32B 9/00; C23C 16/06; H01B 1/08; G01N 27/26; H01M 4/139; G01N 27/407; H01B 5/14; H01B 13/00; H01L 21/203; H01L 51/56

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: 투명 반도체, 주석 금속 타겟, 스테퍼링, 주석산화물, 주석산화물반도체

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2012-0100025 A (서울대학교산학협력단) 2012.09.12 요약, 단락 [0027]-[0032], 청구항 1 및 도면 4-6 참조.	1-8
A	KR 10-2013-0046486 A (한국표준과학연구원) 2013.05.08 요약, 단락 [0022]-[0026], 청구항 1 및 도면 1 참조.	1-8
A	KR 10-2014-0032708 A ((주)엘지하우시스) 2014.03.17 요약, 단락 [0022]-[0033], 청구항 1 및 도면 1, 2 참조.	1-8
A	JP 2012-134085 A (NITTO DENKO CORP.) 2012.07.12 단락 [0015]-[0023], 청구항 1 및 도면 1 참조.	1-8
A	US 2010-0316873 A1 (XUELIANG SUN 등) 2010.12.16 요약, 단락 [0045]-[0057], 청구항 1 및 도면 1A-1C 참조.	1-8

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
 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
 “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2016년 03월 10일 (10.03.2016)	국제조사보고서 발송일 2016년 03월 10일 (10.03.2016)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140	심사관 최상원 전화번호 +82-42-481-8291
---	------------------------------------

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2012-0100025 A	2012/09/12	없음	
KR 10-2013-0046486 A	2013/05/08	KR 10-1298128 B1	2013/08/21
KR 10-2014-0032708 A	2014/03/17	KR 10-1509289 B1	2015/04/06
JP 2012-134085 A	2012/07/12	CN 103282539 A JP 5543907 B2 KR 10-2013-0099213 A KR 10-2015-0027845 A TW 201233827 A US 2013-0288047 A1 WO 2012-086484 A1	2013/09/04 2014/07/09 2013/09/05 2015/03/12 2012/08/16 2013/10/31 2012/06/28
US 2010-0316873 A1	2010/12/16	CN 101553895 A US 2008-0292789 A1 US 2012-0308818 A1 US 8034408 B2 US 8263180 B2 US 8709602 B2 WO 2008-031005 A2 WO 2008-031005 A3 WO 2008-031005 A8	2009/10/07 2008/11/27 2012/12/06 2011/10/11 2012/09/11 2014/04/29 2008/03/13 2008/05/02 2008/06/19