



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0099962
(43) 공개일자 2018년09월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C23C 14/08 (2006.01) C23C 14/00 (2018.01)
C23C 14/24 (2006.01) C23C 14/35 (2006.01)
C23C 14/54 (2018.01) C23C 14/58 (2006.01)
E06B 5/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C23C 14/083 (2013.01)
C23C 14/0036 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0025358

(22) 출원일자 2017년02월27일

심사청구일자 2017년02월27일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

이호선

경기도 성남시 분당구 구미로 100, 1002동 101호 (구미동, 무지개마을삼성아파트)

정대호

경기도 용인시 기흥구 서천서로20번길 14-5 302호 (서천동)

안재성

경기도 포천시 중앙로197번길 7 나동 303호 (신읍동, 골든아파트)

(74) 대리인

김홍석, 김동용

전체 청구항 수 : 총 12 항

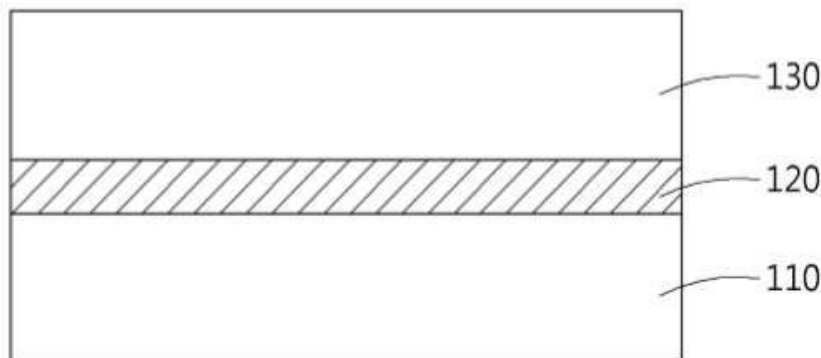
(54) 발명의 명칭 이산화바나듐 박막을 포함하는 스마트 글라스 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스는 플렉서블 기판, 상기 플렉서블 기판 상에 형성된 TiO_2 층 및 상기 TiO_2 층 상에 형성되어 175℃ 이하의 온도에서 증착 및 열처리된 이산화 바나듐 박막을 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

C23C 14/24 (2013.01)

C23C 14/35 (2013.01)

C23C 14/54 (2018.01)

C23C 14/5806 (2013.01)

C23C 14/5833 (2013.01)

E06B 5/00 (2013.01)

Y02B 80/20 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

플렉서블 기판;

상기 플렉서블 기판 상에 형성된 TiO_2 층; 및

상기 TiO_2 층 상에 형성되어 175°C 이하의 온도에서 증착 및 열처리된 이산화 바나듐 박막을 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 글래스.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이산화바나듐 박막은 비정질(amorphous) 박막인 것을 특징으로 하는 스마트 글래스.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 이산화바나듐 박막은 스퍼터링 장비를 이용하여, 175°C 온도와 6mtorr의 아르곤(Ar) 및 산소(O_2)분위기에서 증착되는 것을 특징으로 하는 스마트 글래스.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 산소(O_2)의 분압은 $0.275\text{sccm}(\text{cm}^3/\text{min})$ 인 것을 특징으로 하는 스마트 글래스.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 플렉서블 기판은 폴리이미드(polyimide) 재료의 기판인 것을 특징으로 하는 스마트 글래스.

청구항 6

플렉서블 기판을 준비하는 단계;

상기 플렉서블 기판에 TiO_2 층을 증착하는 단계;

175°C 이하 온도에서 상기 TiO_2 층에 이산화바나듐 박막을 증착하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 글래스 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 이산화바나듐 박막을 증착하는 단계는 아르곤(Ar) 가스 10sccm 분압과 산소(O_2)가스 0.275sccm 분압으로 챔버의 압력을 6mtorr로 유지시킨 상태에서 박막을 증착하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 글래스 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 이산화바나듐 박막을 증착하는 단계는 아르곤(Ar) 가스 10sccm 분압으로 175°C 에서 2시간동안 열처리하는

단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 글래스 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 플렉서블 기판에 TiO_2 층을 증착하는 단계는 IAD(Ion-beam Assisted Deposition) 장비를 이용하여 상기 플렉서블 기판에 200nm두께의 층을 증착하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 글래스 제조방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 플렉서블 기판은 폴리이미드(polyimide) 재질의 기판인 것을 특징으로 하는 스마트 글래스 제조방법.

청구항 11

플렉서블 기판을 준비하는 단계;

상기 플렉서블 기판에 TiO_2 층을 증착하는 단계;

상기 TiO_2 층이 증착된 플렉서블 기판을 175℃로 유지시키는 단계;

상기 TiO_2 층이 증착된 플렉서블 기판으로부터 바나듐 타겟을 15cm위치에 고정시키는 단계;

스퍼터 챔버안의 진공을 3×10^{-6} torr까지 배출한 후 아르곤 가스 10sccm분압과 산소가스 0.275sccm분압으로 챔버의 압력을 6mtorr로 유지시키는 단계;

스퍼터 파워 100W를 인가하여 바나듐 타겟에 플라즈마를 형성시키는 단계;

상기 이산화 바나듐 박막을 50nm증착한후 아르곤 가스 10sccm분압으로 175℃에서 2시간 열처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 글래스 제조방법.

청구항 12

제11항의 방법으로 제조된 스마트 글래스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이산화 바나듐 박막을 포함하는 스마트 글래스 및 이를 제조하는 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 이산화 바나듐 박막이 형성된 플렉서블한 스마트 글래스 및 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 에너지 소비의 급격한 증가, 유가 상승, 그리고 지구 온난화에 따른 환경적 문제, 화석 에너지 매장량 한계로 인한 고갈 및 가격 상승의 문제와 대기 오염 물질의 배출과 지구 온난화 등의 심각한 환경 문제가 대두되면서, 건물의 단열 및 효과적 열관리가 가능한 스마트 윈도우가 큰 주목을 받고 있다.

[0003] 뿐만 아니라, 윈도우에서 손실되는 에너지가 전체 건축물에서 손실되는 에너지의 45%임을 고려할 때, 열손실 최소화가 가능한 새로운 개념의 스마트 윈도우 기술 개발이 시급한 실정이다.

[0004] 스마트 윈도우에 적용 가능한 기능성 글래스로, 이산화바나듐(VO_2 , Vanadium Dioxide)이 주목받고 있다. 이산화 바나듐은 MIT(metal-insulator transition) 특성 및 써모크로믹(thermochromic) 특성을 갖는 물질로, 상전이 온도 부근에서 광학적 특성 및 전기적 특성이 변화한다.

[0005] Vanadium Dioxide (VO_2)는 상전이 온도인 68℃이하에서는 monoclinic phase 구조를 띤다. 이로 인해 광학적으로 IR 영역을 투과시키고 전기적으로는 부도체 상태가 된다, 반면 상전이 온도 이상에서 Rutile phase 구조로 변화하여 광학적으로는 IR 영역을 차단시키고 전기적으로는 도체 상태가 된다. 이런 구조 변화 현상을 Metal-

Insulator transition (MIT)현상이라고 한다.

- [0006] 기존의 이산화 바나듐 박막은 기판 상에 이산화 바나듐 박막을 증착시킨 후, 열처리하여 제조되는데, 최소 400℃ 이상의 열이 이산화 바나듐 박막에 장시간 가해진다. 특히, 대기와의 반응성을 감소시키기 위한 챔버 승온/강은 시간을 고려하면, 이산화 바나듐 박막은 수 시간 동안 열처리된다. 그러나, 고온 증착 방식을 이용할 경우, 이산화 바나듐 박막의 결정성을 향상시킬 수는 있으나, 베이스 기판의 물질에 제약이 있으며, 공정 비용이 고가이기 때문에 스마트 윈도우에 적용하기 위한 대면적 글래스 제조에 적합하지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제2009-0090839호, "원자층 증착방법을 이용한 바나듐 산화막 형성방법"
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제2015-011214호, "간단한 산소 제어를 통한 상온에서 금속-절연체 상전이 물질에서의 열역학적으로 불안정한 절연체상의 안정화 기술"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 목적은 이산화 바나듐 박막을 저온 증착 방식으로 형성함으로써, 양호한 비정질(amorphous)을 가지면서 베이스 기판의 제약 없이 이산화바나듐 박막을 포함하는 스마트 글래스 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스는 플렉서블 기판, 상기 플렉서블 기판 상에 형성된 TiO_2 층 및 상기 TiO_2 층 상에 형성되어 175℃ 이하의 온도에서 증착 및 열처리된 이산화 바나듐 박막을 포함한다.
- [0010] 여기서, 상기 이산화바나듐 박막은 비정질(amorphous) 박막일 수 있다.
- [0011] 여기서, 상기 이산화바나듐 박막은 스퍼터링 장비를 이용하여, 175℃온도와 6mtorr의 아르곤(Ar) 및 산소(O_2)분위기에서 증착될 수 있다.
- [0012] 여기서, 상기 산소(O_2)의 분압은 0.275sccm(cm^3/min)일 수 있다.
- [0013] 여기서, 상기 플렉서블 기판은 폴리이미드(polyimide) 재질의 기판일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스 제조방법은 플렉서블 기판을 준비하는 단계, 상기 플렉서블 기판에 TiO_2 층을 증착하는 단계, 175℃이하 온도에서 상기 TiO_2 층에 이산화바나듐 박막을 증착하는 단계를 포함한다.
- [0015] 여기서, 상기 이산화바나듐 박막을 증착하는 단계는 아르곤(Ar) 가스 10sccm분압과 산소(O_2)가스 0.275sccm분압으로 챔버의 압력을 6mtorr로 유지시킨 상태에서 박막을 증착하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 여기서, 상기 이산화바나듐 박막을 증착하는 단계는 아르곤(Ar) 가스 10sccm분압으로 175℃에서 2시간동안 열처리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 여기서, 상기 플렉서블 기판에 TiO_2 층을 증착하는 단계는 IAD(Ion-beam Assisted Deposition) 장비를 이용하여 상기 플렉서블 기판에 200nm두께의 층을 증착하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 여기서, 상기 플렉서블 기판은 폴리이미드(polyimide) 재질의 기판일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스 제조방법은 플렉서블 기판을 준비하는 단계, 상기 플렉서블 기판에 TiO_2 층을 증착하는 단계, 상기 TiO_2 층이 증착된 플렉서블 기판을 175℃로 유지시키는 단계, 상기 TiO_2 층이 증착된 플렉서블 기판으로부터 바나듐 타겟을 15cm위치에 고정시키는 단계, 스퍼터 챔버안의 진공을 3×10^{-6} torr까지 배출

한 후 아르곤 가스 10sccm분압과 산소가스 0.275sccm분압으로 챔버의 압력을 6mtorr로 유지시키는 단계, 스퍼터 파워 100W를 인가하여 바나듐 타겟에 플라즈마를 형성시키는 단계, 상기 이산화 바나듐 박막을 50nm증착한후 아르곤 가스 10sccm분압으로 175℃에서 2시간 열처리하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 실시예에 따르면, 이산화바나듐 박막이 형성된 플렉서블한 스마트 글래스가 제공된다.
- [0021] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 175℃ 이하의 저온 증착방식으로 형성함으로써, 이산화 바나듐 박막의 MIT특성을 위한 양호한 비정질을 유지하면서 플렉서블한 베이스 기판을 이용하여 스마트 글래스 제조가 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스의 단면도이다.
- 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스의 MIT 특성을 모식화한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스 제조방법의 순서도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 이산화바나듐을 증착하기 위한 스퍼터장치의 개략도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 스마트 글래스의 히스테리시스 곡선이다.
- 도 6는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 이산화바나듐 박막의 결합 에너지를 측정한 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 이산화바나듐 박막의 텡프 프로파일 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.
- [0024] 소자(elements) 또는 층이 다른 소자 또는 층의 "위(on)" 또는 "상(on)"으로 지칭되는 것은 다른 소자 또는 층의 바로 위뿐만 아니라 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다. 반면, 소자가 "직접 위(directly on)" 또는 "바로 위"로 지칭되는 것은 중간에 다른 소자 또는 층을 개재하지 않은 것을 나타낸다.
- [0025] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 소자 또는 구성 요소들과 다른 소자 또는 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 소자를 뒤집을 경우, 다른 소자의 "아래(below 또는 beneath)"로 기술된 소자는 다른 소자의 "위(above)"에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 소자는 다른 방향으로도 배향될 수 있으며, 이 경우 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.
- [0026] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0027] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0028] 한편, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

- [0029] 이하 도면을 통해 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스에 대해서 살펴본다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스의 단면도이다.
- [0031] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스는 플렉서블 기관(110), 상기 플렉서블 기관(110) 상에 형성된 TiO_2 층(120) 및 상기 TiO_2 층(120) 상에 형성되어 175℃ 이하의 온도에서 증착 및 열처리된 이산화 바나듐 박막(130)을 포함한다.
- [0032] 플렉서블 기관(110)은 자유자재로 휘어지는 플라스틱 기관일 수 있으며, 바람직하게는 폴리이미드(polyimide) 재질의 기관일 수 있으나 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0033] TiO_2 층(120)은 베이스 기관(110) 상에 형성된다. 여기서, TiO_2 층(120)은 온도 안정성을 가지며, 이산화 바나듐 박막(130) 형성시 씨드층(seed layer)으로 기능한다.
- [0034] 이산화 바나듐 박막(130)은 TiO_2 층(120) 상에 형성되며, 175℃ 이하의 온도에서 증착 및 열처리되었다. 이 같이 이산화 바나듐 박막(130)은 씨드층으로 기능하는 TiO_2 층(120) 상에 형성됨에 따라, 저온 증착에 의해 형성되더라도 양호한 비정질성 즉 비결정성을 갖게 된다.
- [0035] 이산화 바나듐 박막(130)은 TiO_2 층(120) 상에 형성되며, 175℃ 이하의 온도에서 증착 및 열처리되었다. 구체적으로, 이산화 바나듐 박막(130)은 DC/RF 반응성 마그네트론 스퍼터링 장비를 이용하여, 175℃ 온도와 6mTorr의 아르곤(Ar), 산소(O_2) 분위기에서 바나듐 타겟에 100W 파워를 인가하여 50nm로 증착되며, 175℃ 이하의 아르곤(Ar) 분위기에서 열처리된다. 이때 산소(O_2)의 분압은 0.275sccm(cm^3/min)일 수 있다.
- [0036] 현재 VO_2 , V_2O_3 , V_3O_5 , V_4O_7 , V_6O_{11} , V_5O_9 , V_6O_{13} , V_4O_9 , V_3O_7 , V_2O_5 등과 같은 다양한 바나듐 산화물이 존재하지만, MIT(metal-insulator transition) 특성 및 씨모크로믹 특성은 이산화바나듐(VO_2)에서만 나타난다. 즉, 이산화바나듐(VO_2)은 상전이 온도 이하에서는 광학적으로는 IR 영역을 투과시키고 전기적으로는 부도체 상태가 되며, 상전이 온도 이상에서는 광학적으로는 IR 영역을 차단시키고 전기적으로는 도체 상태가 된다. 이 같은 상전이 현상은 이산화바나듐의 V-O-V 결합이 공유 결합에서 금속 결합으로 변화하기 때문으로 알려져 있다.
- [0037] 상술한 MIT 특성 및 씨모크로믹 특성을 가지면서, 플렉서블한 기관에 이산화바나듐이 증착되기 위해서는 비교적 낮은 온도에서 증착이 가능하고, 증착된 이후에도 물질의 특성이 유지될 수 있어야 한다. 본 발명의 실시예에 따른 이산화바나듐은 플렉서블한 기관의 특성상 비정질(amorphous) 박막이다.
- [0038] 특히 플렉서블한 플라스틱 재질의 기관은 녹는점이 낮아 일반적인 기관가공과정에서 기관의 변형이 발생하게 되나, 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스는 175℃라는 비교적 저온에서 이산화바나듐 박막의 증착이 이루어지게 되어 플렉서블한 기관상에 증착이 가능하다.
- [0039] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스의 MIT 특성을 모식화한 도면이다.
- [0040] 도 2a를 참조하면, 겨울과 같이 상전이 온도 이하의 환경에서 태양광이 조사될 경우, 스마트 글래스(100)는 태양광 중 가시광선 영역 및 IR 영역의 광은 투과시키고, 일부 광은 반사시킨다. 따라서, 스마트 글래스(100)는 겨울과 같이 저온의 환경에서 적외선을 투과시켜 실내 온도를 높이면서, 실내의 방사열이 외부로 유출되는 것을 방지할 수 있다.
- [0041] 도 2b를 참조하면, 여름과 같이 상전이 온도 이상의 환경에서 태양광이 조사될 경우, 스마트 글래스(100)는 태양광 중 가시광선 영역을 투과시키고, IR 영역의 광과 그 밖의 일부 광을 반사시킨다. 따라서, 스마트 글래스(100)는 여름과 같이 고온의 환경에서 적외선을 반사시켜 태양열이 실내로 유입되는 것을 방지할 수 있다.
- [0042] 상술한 바와 같은 스마트 글래스(100)를 대면적으로 제조하여 스마트 윈도우에 적용함으로써, 실내의 냉난방 에너지를 절감시킬 수 있다.
- [0043] 이하 본 발명의 또 다른 양태에 따른 스마트 글래스 제조방법에 대해서 도 3과 도 4를 통해서 살펴본다.
- [0044] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스 제조방법의 순서도이다.
- [0045] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 이산화바나듐을 증착하기 위한 스퍼터장치의 개략도이다.

- [0046] 도 3에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스 제조방법은 플렉서블 기판을 준비하는 단계, 상기 플렉서블 기판에 TiO_2 층을 증착하는 단계, 175°C 이하 온도에서 상기 TiO_2 층에 이산화바나듐 박막을 증착하는 단계를 포함한다.
- [0047] 상기 플렉서블 기판에 TiO_2 층을 증착하는 단계는 IAD(Ion-beam Assisted Deposition) 장비를 이용하여 상기 플렉서블 기판에 200nm 두께의 층을 증착하는 단계를 포함한다.
- [0048] 구체적으로, 플렉서블 기판(110)을 IAD(Ion beam Assisted Deposition) 챔버에 장착시킨 후, TiO_2 층(120)을 진공 증착하여 이온 건(ion gun)으로 TiO_2 층(120) 상에 이온을 조사하여 TiO_2 층(120)을 치밀한 막 형태로 형성한다.
- [0049] 그리고 175°C 에서 수분간 열처리를 하여 200nm 두께를 갖는 TiO_2 층(120)을 형성할 수 있다. 이 같이 제조된 TiO_2 층(120)은 이후 공정에서 형성될 이산화 바나듐 박막을 위한 씨드층으로 기능한다.
- [0050] 175°C 이하 온도에서 상기 TiO_2 층에 이산화바나듐 박막을 증착하는 단계는 도 4와 같이 DC/RF 반응성 마그네트론 스퍼터(10)을 이용한다.
- [0051] 구체적으로, 플렉서블 기판(110), TiO_2 층(120)이 차례로 형성된 기판을 진공 챔버(11) 내의 홀더(12)에 장착시키고, 바나듐 타겟(14)을 스퍼터 건(13)에 장착시킨다. 여기서, 바나듐 타겟(14)으로부터 구조물(410)을 15cm 가량 떨어뜨린다. 그리고, 진공 펌프(Vacuum pump)(17)를 이용하여 진공 챔버(11) 내의 진공을 3×10^{-6} torr까지 뽑아낸 후, 기판을 175°C 온도로 유지시키면서 파워 공급기(DC or RF Power supply)(18)를 통해 100W의 파워를 공급한다.
- [0052] 이때, MFC(Mass Flow Controller)(15)를 이용하여 아르곤 가스 용기(16a)를 통해 공급되는 아르곤 가스를 10 sccm 분압, 산소가스를 0.275sccm 분압으로 조절하고, 진공 챔버(11) 내의 압력을 6 mTorr로 유지시킨 후, 100W의 파워를 바나듐 타겟(14)에 공급하여 플라즈마를 생성한다. 이 같은 방법으로 1시간 30분동안 이산화 바나듐 박막(130)을 50nm 두께로 증착할 수 있다.
- [0053] 이후, 아르곤 가스 용기(16a)를 통해 공급되는 아르곤 가스를 10sccm 분압으로 조절하고, 이산화바나듐 박막(130)을 175°C 온도에서 2시간 가량 열처리한다.
- [0054] 이 같이, 이산화바나듐 박막(130)의 증착 및 열처리 공정을 175°C 이하의 저온에서 수행함으로써, 플렉서블 기판(110)에도 이산화바나듐 박막의 증착이 가능하며, 대면적 스마트 글래스의 제조가 가능하다.
- [0055] 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 스마트 글래스의 히스테리시스 곡선이다.
- [0056] 도 5에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 스마트 글래스의 주변 온도를 가열(heating) 및 냉각(cooling)시키면서 각 스마트 글래스의 저항 변화를 측정하였다.
- [0057] 스마트 글래스는 가열과 냉각시 47.9°C (T_c)의 히스테리시스 특성이 관찰된다. 이는 스마트 글래스에 포함된 이산화 바나듐 박막(VO_2)이 47.9°C 에서 상전이 특성을 나타내는 것을 알 수 있다.
- [0058] 도 6는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 이산화바나듐 박막의 결합 에너지를 측정한 그래프이다.
- [0059] 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 이산화바나듐 박막의 텡스 프로파일 그래프이다.
- [0060] 도 6과 도 7에 도시된 바와 같이 박막의 결합에너지, 박막의 텡스 프로파일을 측정한 결과 박막은 이산화바나듐임을 확인할 수 있다.
- [0061] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0062] 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

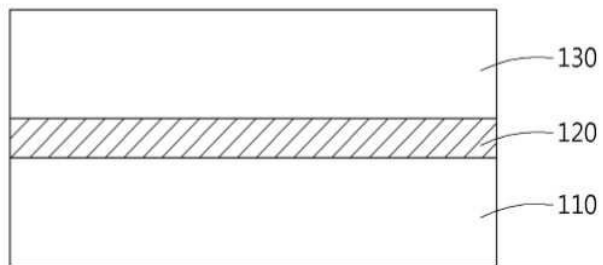
부호의 설명

- [0063]
- 110 베이스 기판
 - 120 TiO_2 층
 - 130 이산화 바나듐 박막

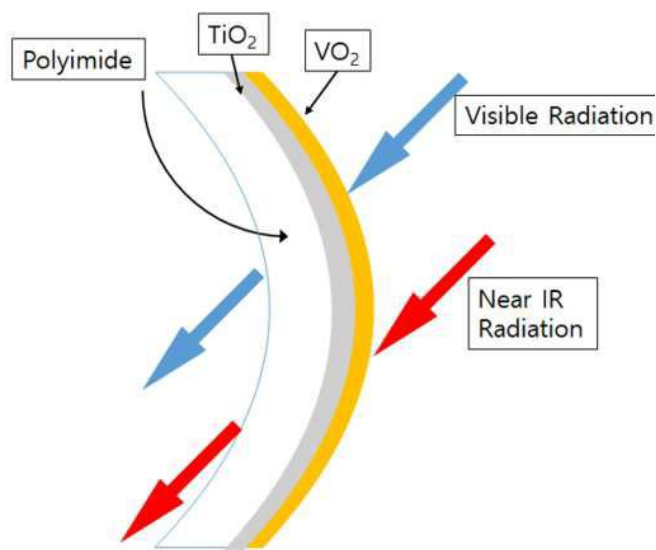
도면

도면1

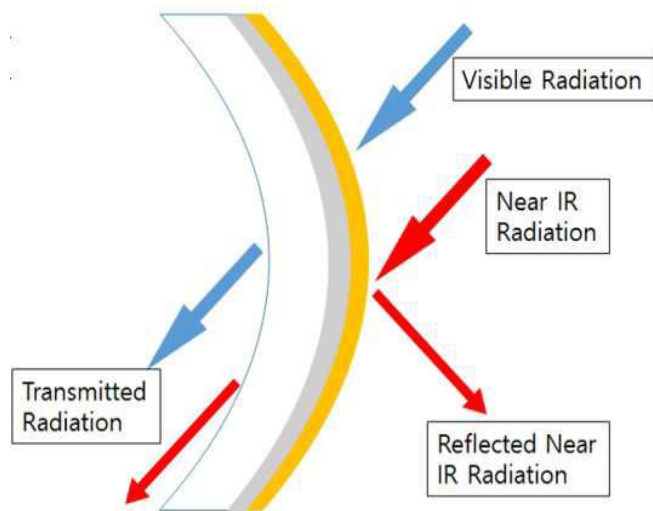
100



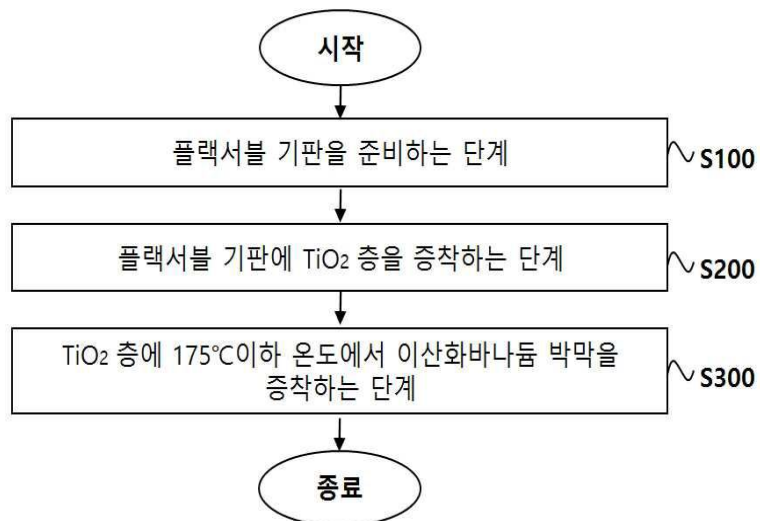
도면2a



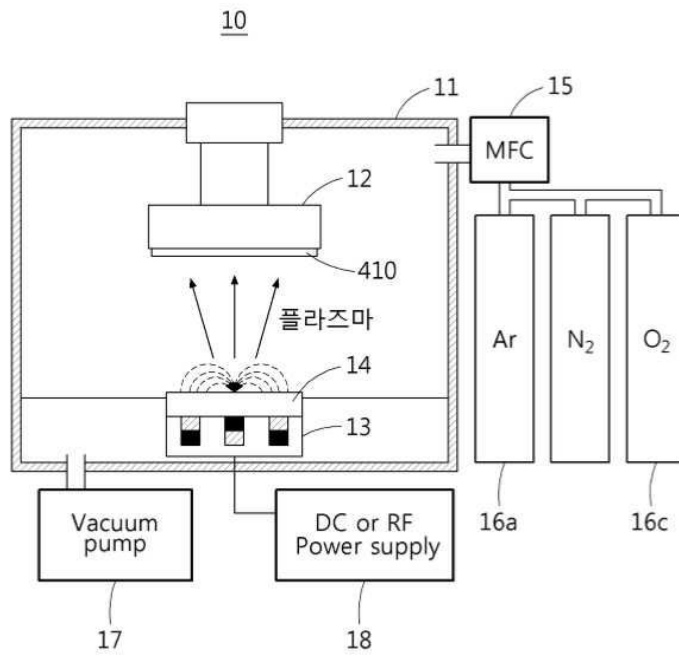
도면2b



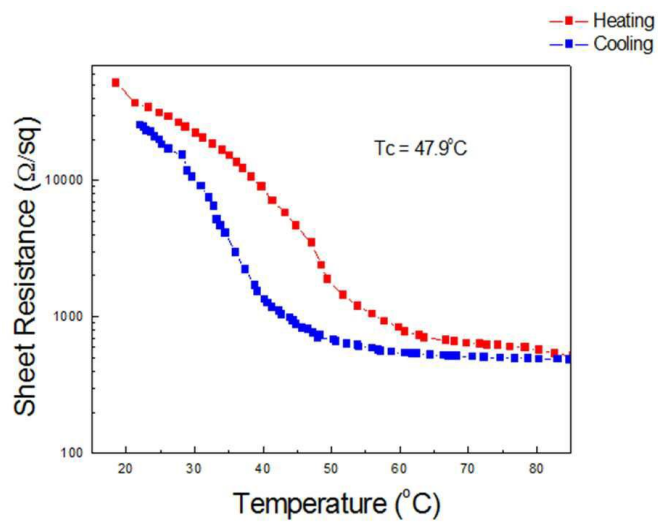
도면3



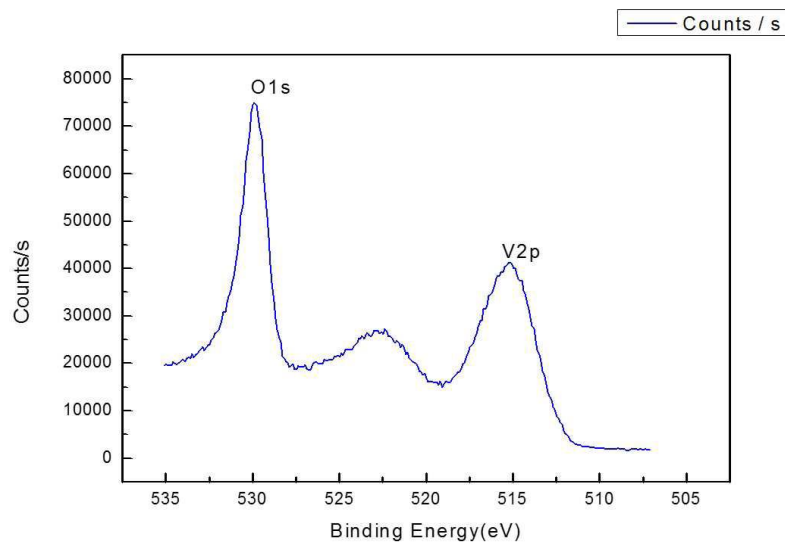
도면4



도면5



도면6



도면7

