

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0141807 (43) 공개일자 2014년12월11일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H01L 31/073 (2012.01) H01L 31/04 (2014.01) H01L 31/18 (2006.01)		(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(21) 출원번호	10-2013-0062274	(72) 발명자 김지현 서울 강남구 언주로 332, 104동 604호 (역삼동, 역삼푸르지오) 김동환 서울 서초구 사평대로20길 76, 1동 104호 (반포동, 효성빌라) (뒷면에 계속)
(22) 출원일자	2013년05월31일	(74) 대리인 이동건
심사청구일자	2013년05월31일	

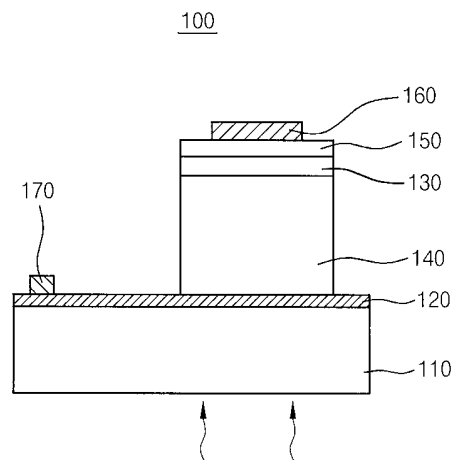
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 CdTe 박막계 태양 전지의 제조 방법

(57) 요약

CdTe 박막계 태양 전지는 투명 기관, 상기 투명 기관 상에 형성된 그래핀 박막, 상기 그래핀 박막 상에 형성된 카드뮴텔루라이드(CdTe) 박막 및 상기 카드뮴텔루라이드 박막 상에 형성된 윈도우 박막을 포함한다. 따라서, 상기 CdTe 박막이 형성될 경우 별도의 시드층 없이 상기 CdTe 박막이 상기 그래핀 박막 상에 직접 형성될 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

정영훈

서울 성북구 개운사1길 29, (안암동5가)

양광석

경기 부천시 원미구 상일로 71, 1822동 406호 (상동, 반달마을아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415126143

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지인력양성(기금)[명칭변경]

연구과제명 태양전지 기반기술 고급트랙 (고효율 실리콘 태양전지 기술개발을 위한 핵심인력양성 프로그램)

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교산학협력단

연구기간 2012.07.01 ~ 2013.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

투명 기판;

상기 투명 기판 상에 형성된 그래핀 박막;

상기 그래핀 박막 상에 형성된 카드뮴텔루라이드 박막; 및

상기 카드뮴텔루라이드 박막 상에 형성된 윈도우 박막을 포함하는 CdTe 박막형 태양 전지.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 윈도우 박막은 CdS(Cadmium Sulfide) 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 CdTe 박막형 태양 전지.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 카드뮴텔루라이드 박막 및 상기 윈도우 박막은 상호 이종접합(heterojunction)을 이루는 것을 특징으로 하는 CdTe 박막형 태양 전지.

청구항 4

투명 기판 상에 그래핀 박막을 형성하는 단계;

상기 그래핀 박막 상에 카드뮴텔루라이드 박막을 형성하는 단계; 및

상기 카드뮴텔루라이드 박막 상에 윈도우 박막을 형성하는 단계를 포함하는 CdTe 박막형 태양 전지의 제조 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 그래핀 박막 상에 카드뮴텔루라이드 박막을 형성하기 전, 상기 그래핀 박막에 UV/오존을 공급하여 상기 그래핀 박막을 표면 처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 CdTe 박막형 태양 전지의 제조 방법.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 투명 기판 상에 그래핀 박막을 형성하는 단계는,

금속 포일 상에 예비 그래핀 박막을 형성하는 단계; 및

상기 예비 그래핀 박막을 상기 투명 기판 상에 전사하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 CdTe 박막형 태양 전지의 제조 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 CdTe 박막계 태양전지 및 CdTe 박막계 태양 전지의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 CdTe 박막을 광흡수층으로 포함하는 CdTe 박막계 태양 전지 및 상기 태양 전지의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 태양전지 기술의 발전은 대면적화, 저가화, 고효율화를 지향하고 있다. 상기 태양전지는 결정계 실리콘 태양 전지 및 박막계 태양전지로 분류된다.

[0003] 상기 결정계 실리콘 태양전지는 높은 효율과 안정된 성능을 바탕으로 태양광발전 시장의 90%를 점유하고 있다. 그러나 실리콘 소재의 공급 부족 현상이 갈수록 심화되고 있으며 수급 불균형에 의한 고비용 요소도 당분간 해

소되지 않을 전망이다.

[0004] 반면에, 박막계 태양전지 분야는 전 세계적으로 아직 산업화 초기 단계이나, 결정계 실리콘 태양전지에 비해 에너지 회수기간이 절반 정도로 짧고, 소재 비용을 약 1/100로 줄일 수 있으며, 손쉽게 대면적화 할 수 있기 때문에 제조비용의 혁신적인 절감이 가능할 것으로 전망되고 있다.

[0005] 도 1은 종래의 박막계 태양 전지를 설명하기 위한 단면도이다.

[0006] 도 1을 참조하면, 종래의 박막계 태양 전지(10)는 유리 기판(11) 상에 형성된 투명 도전막(Transparent conductive layer; TCL, 12), 상기 투명 도전막(12) 상에 형성되고 주후 형성되는 CdTe 박막(14) 형성을 위한 시드막 및 광투과막으로서 기능하는 CdS 박막(13) 및 상기 CdS 박막(13) 상에 형성되며 광흡수막으로 기능하는 CdTe 박막(14)을 포함한다. 즉, 상기 CdTe 박막(14)을 형성하기 위하여 CdS 박막(13)과 같은 시드막이 반드시 요구된다. 또한 상기 태양 전지를 향하여 입사된 광이 상기 투명 도전막(12)을 통하여 그 내부로 투과될 경우, 상기 투명 도전막(12)을 지나가면서 광 손실이 발생할 수 있다. 나아가 상기 CdS 박막(13)이 불균일한 표면을 가질 경우, 상기 CdS 박막(13) 상에 형성되는 CdTe 박막(14)이 불균일하게 형성될 수 있다. 따라서 상기 박막계 태양 전지(10)의 제조 공정이 복잡하고 나아가, 상기 박막계 태양 전지(10)의 효율이 악화되는 문제가 있을 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 목적은 개선된 용량 및 수명을 갖는 CdTe 박막계 태양 전지를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 상기 CdTe 박막계 태양 전지의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 CdTe 박막계 태양 전지는 투명 기판, 상기 투명 기판 상에 형성된 그래핀 박막, 상기 그래핀 박막 상에 형성된 카드뮴텔루라이드(CdTe) 박막 및 상기 카드뮴텔루라이드 박막 상에 형성된 윈도우 박막을 포함한다. 여기서, 상기 윈도우 박막은 CdS(Cadmium Sulfide) 물질을 포함할 수 있다. 또한, 상기 카드뮴텔루라이드 박막 및 상기 윈도우 박막은 상호 이종접합(heterojunction)을 이룰 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 CdTe 박막계 태양 전지의 제조 방법에 있어서, 투명 기판 상에 그래핀 박막을 형성하고, 상기 그래핀 박막 상에 카드뮴텔루라이드 박막을 형성한다. 이어서, 상기 카드뮴텔루라이드 박막 상에 윈도우 박막을 형성한다. 여기서, 상기 그래핀 박막 상에 카드뮴텔루라이드 박막을 형성하기 전, 상기 그래핀 박막에 자외선/오존을 공급하여 상기 그래핀 박막을 표면 처리를 할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투명 기판 상에 그래핀 박막은 금속 포일 상에 예비 그래핀 박막을 형성하고, 상기 예비 그래핀 박막을 상기 투명 기판 상에 전사함으로써 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따른 CdTe 박막계 태양 전지는 투명 기판 및 카드뮴텔루라이드 박막 사이에 그래핀 박막을 포함한다. 여기서, 상기 그래핀 박막은 상대적으로 우수한 광투과도를 가짐에 따라, 상기 CdTe 박막계 태양 전지의 내부로 입사되는 광의 손실을 억제할 수 있다. 나아가 상기 그래핀 박막은 상대적으로 우수한 전기전도성을 가짐에 따라 별도의 투명 도전막이 생략될 수 있다. 나아가 상기 그래핀 박막이 균일한 상부 표면을 가짐에 따라 상기 그래핀 박막 상에 형성되는 상기 카드뮴텔루라이드 박막이 균일한 표면을 가질 수 있다.

[0013] 한편, 상기 그래핀 박막을 이용하여 상기 카드뮴텔루라이드 박막을 형성함에 따라 상기 카드뮴텔루라이드 박막을 형성하기 위한 시드막 형성을 생략할 수 있다. 따라서, CdTe 박막계 태양 전지의 제조 공정이 단순화 될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 종래의 박막계 태양 전지를 설명하기 위한 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 CdTe 박막계 태양전지를 설명하기 위한 단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 CdTe 박막계 태양전지의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4는 실리콘 기판 상, 그래핀 박막 상, 그래핀 박막 상에 대한 자외선 처리 시간에 따른 각각 CdTe 박막을 형성한 상태를 설명하기 위한 사진들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.
- [0016] 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. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0017] 본 출원에서 사용한 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 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0018] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0019] CdTe 박막계 태양 전지
- [0020] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 CdTe 박막계 태양전지를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0021] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 CdTe 박막계 태양전지(100)는 투명 기판(110), 그래핀 박막(120), 카드뮴텔루라이드(Cadmium Telluride, CdTe) 박막(140) 및 윈도우 박막(130)을 포함한다.
- [0022] 상기 투명 기판(110)은 예를 들면, 유리 기판을 포함할 수 있다. 상기 투명 기판(110)은 유리 등으로 이루어질 수 있다. 상기 투명 기판(110)은 광학적으로 투명한 특성을 가진다.
- [0023] 상기 그래핀 박막(120)은 상기 투명 기판(110) 상에 배치된다. 상기 그래핀 박막(120)은 하나의 탄소 원자층으로 이루어진 판상 구조를 가진다. 따라서, 상기 그래핀 박막(120)은 균일한 상부 표면을 가질 수 있다. 또한, 상기 그래핀 박막(120)은 하나의 탄소 원자층으로 이루어진 판상 구조가 적층된 복수개의 판상 구조를 포함할 수 있다. 이로써 상기 그래핀 박막(120)이 복수로 적층된 판상 구조의 수를 가지도록 조절함으로써 광투과도 및 전기전도성을 용이하게 조절할 수 있다.
- [0024] 상기 그래핀 박막(120) 상에 상기 CdTe 박막(140)이 형성될 경우 별도의 시드층이 요구되지 않는다. 즉, 상기 CdTe 박막(140)은 상기 그래핀 박막(120) 상에 직접 형성될 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 그래핀 박막(120)은 광학적으로 우수한 광투과도를 갖는다. 따라서, 상기 그래핀 박막(120)으로 광이 투과할 경우, 광의 손실이 억제될 수 있다. 한편, 상기 그래핀 박막(120)은 전기적으로 우수한 전기 전도성을 갖는다. 따라서, 상기 그래핀 박막(120)이 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), ZnO(Zinc Oxide), SnO(Tin Oxide) 와 같은 투명 도전 산화물로 이루어진 투명 도전막을 대체할 수 있음으로써 상기 투명 도전막의 광투과시 발생할 수 있는 광 손실이 억제될 수 있다.
- [0026] 상기 CdTe 박막(140)은 상기 그래핀 박막(120) 상에 형성된다. 즉, 상기 CdTe 박막(140)은 상기 그래핀 박막(120)의 상부 표면에 직접 형성된다.

- [0027] 상기 CdTe 박막(140)은 광흡수층으로 기능한다. 즉, 상기 CdTe 박막(140)은 상대적으로 우수한 광흡수 계수($> 1 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$)를 갖는 CdTe 물질로 이루어짐에 따라 입사되는 빛의 대부분을 흡수할 수 있다. 상기 CdTe 박막(140)은 p형 반도체 성질을 가질 수 있다. 이와 다르게 상기 CdTe 박막(150) 내에 5족 금속을 도핑함으로써 n형 반도체로 전환시킬 수도 있다.
- [0028] 상기 윈도우 박막(130)은 상기 CdTe 박막(140) 상에 형성된다. 상기 윈도우 박막(130)은 상기 CdTe 박막(140)을 투과한 광이 상기 윈도우 박막(130)에 도달할 수 있다. 상기 CdTe 박막(140) 및 상기 윈도우 박막(130)은 상호 이중접합을 이룰 수 있다. 즉, 상기 윈도우 박막(130)이 CdS 물질로 이루어질 경우, 상기 윈도우 박막(130)은 n형 반도체 성질을 가지며 반면에, 상기 CdTe 박막(140)은 p형 반도체 성질을 가짐으로써 상기 CdTe 박막(140) 및 상기 윈도우 박막(130)이 이중접합 구조를 가질 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 있어 따른 CdTe 박막계 태양 전지는 후면 전계 박막(150)을 더 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 후면 전계 박막(150)은 상기 윈도우 박막(130) 상에 형성된다. 상기 후면 전계 박막(150)은 상기 CdTe 박막(140) 또는 윈도우 박막(130)에 생성된 전자들의 재결합 발생을 억제함으로써 태양 전지의 효율을 개선할 수 있다.
- [0031] 상기 후면 전계 박막(150)은 예를 들면, 금속이 도핑된 CdS 물질로 이루어 질 수 있다. 상기 후면 전계 박막(150)에 도핑된 금속은 구리, 은, 금, 나트륨, 비스무스, 안티몬, 비소 및 인 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 CdTe 박막계 태양 전지(100)는 전면 전극(170) 및 후면 전극(160)을 포함한다.
- [0033] 상기 전면 전극(170)은 상기 그래핀 박막(120)의 일 측에 형성된다. 상기 전면 전극(170)은 금속과 같은 우수한 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 상기 전면 전극은 그리드 형태의 격자 구조나 소정 간격으로 상호 이격된 금속 배선 형태를 가질 수 있다.
- [0034] 상기 후면 전극(160)은 상기 윈도우 박막(130) 상부에 형성된다. 상기 후면 전극(160)은, 알루미늄과 같은 금속 물질로 이루어질 수 있다. 또한 상기 후면 전극(160)은 아연 산화물과 같은 금속 산화물로 이루어 질 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 CdTe 박막계 태양 전지는 투명 기관 상에 상기 그래핀 박막을 구비함으로써 상기 CdTe 박막이 형성될 경우 별도의 시드층이 요구되지 않는다. 즉, 상기 CdTe 박막은 상기 그래핀 박막 상에 직접 형성될 수 있다. 또한, 상기 그래핀 박막은 광학적으로 우수한 광투과도를 가짐에 따라 광의 손실이 억제될 수 있다. 한편, 상기 그래핀 박막은 전기적으로 우수한 전기 전도성을 가짐에 따라 투명 도전막을 대체할 수 있음으로써 상기 투명 도전막의 광투과시 발생할 수 있는 광 손실이 억제될 수 있다.
- [0036] CdTe 박막계 태양 전지의 제조 방법
- [0037] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 CdTe 박막계 태양전지의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0038] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 CdTe 박막계 태양전지의 제조 방법에 있어서, 먼저 투명 기관 상에 그래핀 박막을 형성한다.(S110)
- [0039] 단계S110에 있어서, 금속 포일 상에 예비 그래핀 박막을 형성한다(S111). 상기 예비 그래핀 박막은 상기 금속 포일을 금속 촉매로 이용하여 화학적 기상 증착 공정을 통하여 형성될 수 있다. 이어서, 상기 예비 그래핀 박막 상에 PMMA와 같은 물질로 이루어진 전사막을 형성한 후, 상기 금속 포일을 과산화 황산암모늄(ammonium persulfate) 용액으로 제거한 후, 상기 유리 기관에 상기 예비 그래핀 박막을 전사한다(S113). 이로써 상기 투명 기관 상에 그래핀 박막이 형성될 수 있다.
- [0040] 이후, 상기 그래핀 박막 상에 카드뮴텔루라이드(CdTe) 박막을 형성한다(S130). 상기 CdTe 박막은 스퍼터법, 증발법, 진공증발법, 진공증착법, 셀렌화(Selenization)법, 전착(electrodeposition)법, 스크린프린팅법, 용액성장법, 근접승화법, 유기금속화학기상증착(MOCVD), 물리기상증착(PVD)법, 플라즈마화학기상증착법(PECVD), CBD(Chemical Bath Deposition)법 등으로 형성될 수 있다. 이때 별도의 시드층이 요구되지 않으며 상기 그래핀 박막 상에 직접 상기 CdTe 박막이 형성될 수 있다.
- [0041] 이어서, 상기 CdTe 박막 상에 윈도우 박막을 형성한다(S150). 상기 윈도우 박막은 CdS 박막을 포함할 수 있다. 이때, 상기 윈도우 박막은 스퍼터법, 증발법, 진공증발법, 진공증착법, 셀렌화(Selenization)법, 전착

(electrodeposition)법, 스크린프린팅법, 용액성장법, 근접승화법, 유기금속화학기상증착(MOCVD), 물리기상증착(PVD)법, 플라즈마화학기상증착법(PECVD), CBD(Chemical Bath Deposition)법 등의 방법으로 형성할 수 있다.

[0042] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 그래핀 박막 상에 CdTe 박막을 형성하기 전, 상기 그래핀 박막에 자외선(Ultraviolet; UV)/오존을 공급하여 상기 그래핀 박막을 표면 처리하는 공정이 추가적으로 수행될 수 있다(120). 이로써 상기 그래핀 박막의 표면의 특성을 변화시킴으로써 후속하는 CdTe 박막이 보다 상기 그래핀 박막에 효과적으로 형성될 수 있다.

[0043] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 별도의 시드층을 형성하지 않고 금속 호일 상에 그래핀 박막을 형성하고, 상기 그래핀 박막 상에 CdTe 박막을 형성한다. 이후, 상기 그래핀 박막/CdTe 박막을 대상 기판에 전사시킬 수 있다.

[0044] 이 경우, 상기 CdTe 박막을 형성하기 위한 고온 공정이 요구되나, 상기 그래핀 박막/CdTe 박막이 상기 대상 기판에 전사될 경우, 상기 대상 기판이 상기 고온 공정에 노출되지 않음에 따라 상기 대상 기판이 고온에 약하거나 유연(flexible) 기판을 포함할 경우에도 본 실시예는 적용될 수 있다.

[0045] CdTe 박막계 태양 전지의 평가

[0046] 도 4는 실리콘 기판 상, 그래핀 박막 상, 그래핀 박막 상에 대한 자외선 처리 시간에 따른 각각 CdTe 박막을 형성한 상태를 설명하기 위한 사진들이다.

[0047] 도4를 참조하면, 실리콘 기판 상에 직접 근접 승화법으로 형성할 경우, 상기 실리콘 기판 상에 CdTe 박막이 거의 형성되지 않음을 확인할 수 있다. 또한 2점의 그래핀 박막 상에 CdTe 박막을 근접 승화법으로 형성할 경우, 상기 그래핀 박막 상에 CdTe 박막이 형성됨을 확인할 수 있다. 나아가, 상기 그래핀 박막에 UV/오존을 30분 및 60분 공급하여 표면 처리한 후 CdTe 박막을 형성할 경우, 보다 효과적으로 CdTe 박막이 형성됨을 확인할 수 있다.

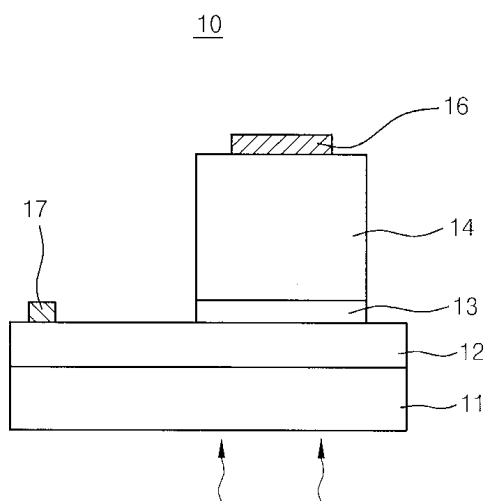
산업상 이용가능성

[0048] 본 발명은 상기 그래핀 박막을 전사할 수 있는 대상 기판이면 그 대상 기판의 종류에 관계없이 상기 대상 기판 상에 CdTe 박막이 형성될 수 있다.

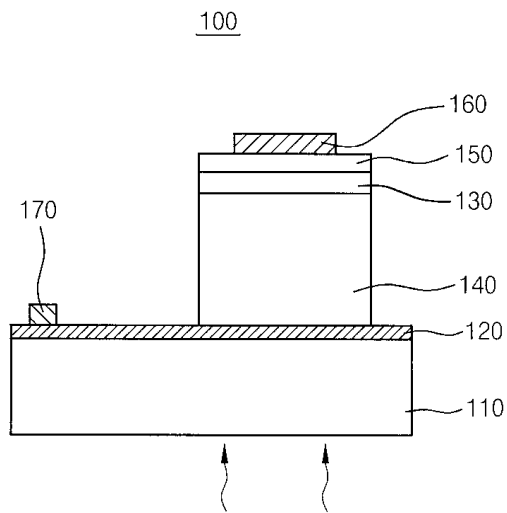
[0049] 또한, 그래핀 박막/CdTe 박막이 함께 상기 대상 기판에 전사될 경우, 상기 대상 기판이 상기 고온 공정에 노출되지 않음에 따라 상기 대상 기판이 고온에 약한 기판이거나 유연(flexible) 기판에도 본 발명은 적용될 수 있다.

도면

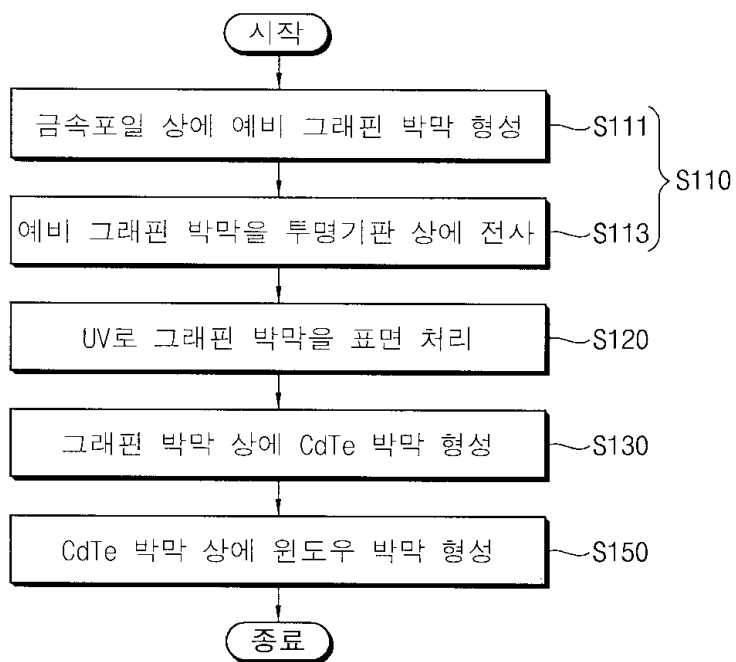
도면1



도면2



도면3



도면4

