



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0092419
(43) 공개일자 2016년08월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/44 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)
H01L 51/42 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/442 (2013.01)
H01L 51/001 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0013015
(22) 출원일자 2015년01월27일
심사청구일자 2015년01월27일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
김한기
경기도 수원시 영통구 봉영로 1526, 713동 1501호 (영통동, 살구마을아파트)
조다영
경기도 연천군 연천읍 신망로15번길 25-6
(74) 대리인
최정문, 최영한, 지덕규

전체 청구항 수 : 총 13 항

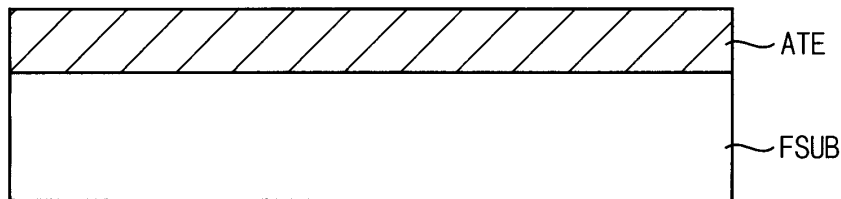
(54) 발명의 명칭 비정질 투명 전극 소자, 이를 포함하는 유기 태양 전지 및 이들의 제조 방법

(57) 요약

비정질 투명 전극 소자의 제조 방법에서는, 언와인더, 냉각 드럼 및 리와인더를 통과하도록 투명 유연 기판을 제공한다. 냉각 드럼과 투명 유연 기판이 접하는 증착 영역에 인접하도록, 인듐(In) 산화물, 아연(Zn) 산화물 및 알루미늄(Al) 산화물을 포함하는 타겟을 제공한다. 증착 영역에 진공을 형성한다. 타겟에 DC 전원 또는 RF 전원을 인가하고 롤-투-롤 방식으로 투명 유연 기판을 이동하면서 타겟을 스퍼터링하여, 투명 유연 기판 상에 비정질 투명 전극을 형성한다. 인듐 산화물은 타겟의 전체 중량에 대하여 50 내지 98 중량%로 포함되고, 아연 산화물은 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되며, 알루미늄 산화물은 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함된다.

대표도 - 도2

200



(52) CPC특허분류

H01L 51/4233 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

언와인더(unwinder), 냉각 드럼 및 리와인더(rewinder)를 통과하도록 투명 유연 기판을 제공하는 단계;

상기 냉각 드럼과 상기 투명 유연 기판이 접하는 증착 영역에 인접하도록, 인듐(In) 산화물, 아연(Zn) 산화물 및 알루미늄(Al) 산화물을 포함하는 타겟(target)을 제공하는 단계;

상기 증착 영역에 진공을 형성하는 단계; 및

상기 타겟에 DC 전원 또는 RF 전원을 인가하고 롤-투-롤(roll-to-roll) 방식으로 상기 투명 유연 기판을 이동하면서 상기 타겟을 스퍼터링하여, 상기 투명 유연 기판 상에 비정질 투명 전극을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 인듐 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 50 내지 98 중량%로 포함되고, 상기 아연 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되며, 상기 알루미늄 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되는 비정질 투명 전극 소자의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 언와인더, 상기 냉각 드럼 및 상기 리와인더는 챔버 내에 배치되며, 상기 챔버 내부를 상기 진공으로 만들어서 상기 증착 영역을 상기 진공으로 만드는 것을 특징으로 하는 비정질 투명 전극 소자의 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 타겟에 700 W의 상기 DC 전원을 인가하여 상기 비정질 투명 전극이 형성된 경우에, 550 nm의 파장에 대한 상기 비정질 투명 전극 소자의 투과율은 89 % 이상인 것을 특징으로 하는 비정질 투명 전극 소자의 제조 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 비정질 투명 전극이 형성된 상기 투명 유연 기판의 제1 면에서 상기 제1 면에 대향하는 상기 투명 유연 기판의 제2 면으로 제1 힘이 가해져 상기 비정질 투명 전극 소자가 구부러지는 경우에, 상기 비정질 투명 전극 소자의 곡률 반경이 3 mm에 도달할 때까지 상기 비정질 투명 전극의 저항이 일정하게 유지되고,

상기 투명 유연 기판의 제2 면에서 상기 투명 유연 기판의 제1 면으로 제2 힘이 가해져 상기 비정질 투명 전극 소자가 구부러지는 경우에, 상기 비정질 투명 전극 소자의 곡률 반경이 7 mm에 도달할 때까지 상기 비정질 투명 전극의 저항이 일정하게 유지되는 것을 특징으로 하는 비정질 투명 전극 소자의 제조 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 인듐 산화물은 갈륨(Ga) 산화물로 대체 가능하고,

상기 아연 산화물은 실리콘(Si) 산화물로 대체 가능하며,

상기 알루미늄 산화물은 지르코늄(Zr) 산화물, 하프늄(Hf) 산화물, 탄탈륨(Ta) 산화물, 텅스텐(W) 산화물, 니오븀(Nb) 산화물, 게르마늄(Ge) 산화물 또는 몰리브덴(Mo) 산화물로 대체 가능한 것을 특징으로 하는 비정질 투명 전극 소자의 제조 방법.

청구항 6

투명 유연 기관; 및

상기 투명 유연 기관의 제1 면 상에 형성되는 비정질 투명 전극을 포함하고,

인듐(In) 산화물, 아연(Zn) 산화물 및 알루미늄(Al) 산화물을 포함하는 타겟(target)에 DC 전원 또는 RF 전원을 인가하고 롤-투-롤(roll-to-roll) 방식으로 상기 투명 유연 기관을 이동하면서 상기 타겟을 스퍼터링하여 상기 비정질 투명 전극이 형성되며,

상기 인듐 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 50 내지 98 중량%로 포함되고, 상기 아연 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되며, 상기 알루미늄 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되는 비정질 투명 전극 소자.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 타겟에 700 W의 상기 DC 전원을 인가하여 상기 비정질 투명 전극이 형성된 경우에, 550 nm의 파장에 대한 상기 비정질 투명 전극 소자의 투과율은 89 % 이상인 것을 특징으로 하는 비정질 투명 전극 소자.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 투명 유연 기관의 제1 면에서 상기 제1 면에 대향하는 상기 투명 유연 기관의 제2 면으로 제1 힘이 가해져 상기 비정질 투명 전극 소자가 구부러지는 경우에, 상기 비정질 투명 전극 소자의 곡률 반경이 3 mm에 도달할 때까지 상기 비정질 투명 전극의 저항이 일정하게 유지되고,

상기 투명 유연 기관의 제2 면에서 상기 투명 유연 기관의 제1 면으로 제2 힘이 가해져 상기 비정질 투명 전극 소자가 구부러지는 경우에, 상기 비정질 투명 전극 소자의 곡률 반경이 7 mm에 도달할 때까지 상기 비정질 투명 전극의 저항이 일정하게 유지되는 것을 특징으로 하는 비정질 투명 전극 소자.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 인듐 산화물은 갈륨(Ga) 산화물로 대체 가능하고,

상기 아연 산화물은 실리콘(Si) 산화물로 대체 가능하며,

상기 알루미늄 산화물은 지르코늄(Zr) 산화물, 하프늄(Hf) 산화물, 탄탈륨(Ta) 산화물, 텅스텐(W) 산화물, 니오븀(Nb) 산화물, 게르마늄(Ge) 산화물 또는 몰리브덴(Mo) 산화물로 대체 가능한 것을 특징으로 하는 비정질 투명 전극 소자.

청구항 10

투명 유연 기관 상에 비정질 투명 애노드 전극을 형성하는 단계;

상기 비정질 투명 애노드 전극 상에 활성층을 형성하는 단계; 및

상기 활성층 상에 캐소드 전극을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 비정질 투명 애노드 전극을 형성하는 단계는,

언와인더(unwinder), 냉각 드럼 및 리와인더(rewinder)를 통과하도록 상기 투명 유연 기관을 제공하는 단계;

상기 냉각 드럼과 상기 투명 유연 기관이 접하는 증착 영역에 인접하도록, 인듐(In) 산화물, 아연(Zn) 산화물 및 알루미늄(Al) 산화물을 포함하는 타겟(target)을 제공하는 단계;

상기 증착 영역에 진공을 형성하는 단계; 및

상기 타겟에 DC 전원 또는 RF 전원을 인가하고 롤-투-롤(roll-to-roll) 방식으로 상기 투명 유연 기관을 이동하면서 상기 타겟을 스퍼터링하여, 상기 비정질 투명 애노드 전극을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 인듐 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 50 내지 98 중량%로 포함되고, 상기 아연 산화물은 상기

타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되며, 상기 알루미늄 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되는 유기 태양 전지의 제조 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 비정질 투명 애노드 전극과 상기 활성층 사이에 버퍼층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 태양 전지의 제조 방법.

청구항 12

투명 유연 기관;

상기 투명 유연 기관 상에 형성되는 비정질 투명 애노드 전극;

상기 비정질 투명 전극 상에 형성되는 활성층; 및

상기 활성층 상에 형성되는 캐소드 전극을 포함하고,

인듐(In) 산화물, 아연(Zn) 산화물 및 알루미늄(Al) 산화물을 포함하는 타겟(target)에 DC 전원 또는 RF 전원을 인가하고 롤-투-롤(roll-to-roll) 방식으로 상기 투명 유연 기관을 이동하면서 상기 타겟을 스퍼터링하여 상기 비정질 투명 전극이 형성되며,

상기 인듐 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 50 내지 98 중량%로 포함되고, 상기 아연 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되며, 상기 알루미늄 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되는 유기 태양 전지.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 비정질 투명 애노드 전극과 상기 활성층 사이에 형성되는 버퍼층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 태양 전지.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 투명 전극 소자에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 비정질 투명 전극 소자, 상기 비정질 투명 전극 소자의 제조 방법, 상기 비정질 투명 전극 소자를 포함하는 유기 태양 전지 및 상기 유기 태양 전지의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 구부릴 수 있는(flexible 또는 bendable) 유연 전자 기기가 연구되고 있다. 상기와 같은 유연 전자 기기는 유연 디스플레이, 유연 터치 패널, 유연 태양 전지, 유연 트랜지스터 등을 포함하며, 투명 유연 전극을 사용하여 전류 및/또는 빛을 제어한다.

[0003] 현재 투명 전극을 제조하는데 ITO(Indium Tin Oxide) 물질이 널리 사용되고 있다. ITO 물질은 전기적, 광학적 특성은 우수하지만 결정질 구조를 가지고 있어 유연 특성이 상대적으로 떨어진다는 단점을 가지고 있다. 이러한 결정질 구조를 가지는 물질은 휘거나 굽힘에 대한 저항이 매우 작기 때문에, 조금만 구부려도 박막에 Crack이 생기면서 전기적 저항이 급격하게 증가하며, 따라서 유연 전자 기기에 적용하기에 어려움이 있다. 따라서 투명 유연 전극에 적용할 수 있도록, 우수한 전기적, 광학적 특성을 가지면서 유연 특성을 가지고 있는 물질이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 일 목적은 전기적, 광학적 특성 및 유연 특성이 우수한 비정질 투명 전극 소자를 제공하는 것이다.

- [0005] 본 발명의 다른 목적은 상기 비정질 투명 전극 소자의 제조 방법을 제공하는 것이다.
- [0006] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 비정질 투명 전극 소자를 포함하는 유기 태양 전지를 제공하는 것이다.
- [0007] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 유기 태양 전지의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 일 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자의 제조 방법에서는, 언와인더(unwinder), 냉각 드럼 및 리와인더(rewinder)를 통과하도록 투명 유연 기판을 제공한다. 상기 냉각 드럼과 상기 투명 유연 기판이 접하는 증착 영역에 인접하도록, 인듐(In) 산화물, 아연(Zn) 산화물 및 알루미늄(Al) 산화물을 포함하는 타겟(target)을 제공한다. 상기 증착 영역에 진공을 형성한다. 상기 타겟에 DC 전원 또는 RF 전원을 인가하고 롤-투-롤(roll-to-roll) 방식으로 상기 투명 유연 기판을 이동하면서 상기 타겟을 스퍼터링하여, 상기 투명 유연 기판 상에 비정질 투명 전극을 형성한다. 상기 인듐 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 50 내지 98 중량%로 포함되고, 상기 아연 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되며, 상기 알루미늄 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함된다.
- [0009] 일 실시예에서, 상기 언와인더, 상기 냉각 드럼 및 상기 리와인더는 챔버 내에 배치되며, 상기 챔버 내부를 상기 진공으로 만들어서 상기 증착 영역을 상기 진공으로 만들 수 있다.
- [0010] 일 실시예에서, 상기 타겟에 700 W의 상기 DC 전원을 인가하여 상기 비정질 투명 전극이 형성된 경우에, 550 nm의 파장에 대한 상기 비정질 투명 전극 소자의 투과율은 89 % 이상일 수 있다.
- [0011] 일 실시예에서, 상기 비정질 투명 전극이 형성된 상기 투명 유연 기판의 제1 면에서 상기 제1 면에 대향하는 상기 투명 유연 기판의 제2 면으로 제1 힘이 가해져 상기 비정질 투명 전극 소자가 구부러지는 경우에, 상기 비정질 투명 전극 소자의 곡률 반경이 3 mm에 도달할 때까지 상기 비정질 투명 전극의 저항이 일정하게 유지될 수 있다. 상기 투명 유연 기판의 제2 면에서 상기 투명 유연 기판의 제1 면으로 제2 힘이 가해져 상기 비정질 투명 전극 소자가 구부러지는 경우에, 상기 비정질 투명 전극 소자의 곡률 반경이 7 mm에 도달할 때까지 상기 비정질 투명 전극의 저항이 일정하게 유지될 수 있다.
- [0012] 일 실시예에서, 상기 인듐 산화물은 갈륨(Ga) 산화물로 대체 가능할 수 있다. 상기 아연 산화물은 실리콘(Si) 산화물로 대체 가능할 수 있다. 상기 알루미늄 산화물은 지르코늄(Zr) 산화물, 하프늄(Hf) 산화물, 탄탈륨(Ta) 산화물, 텅스텐(W) 산화물, 니오븀(Nb) 산화물, 게르마늄(Ge) 산화물 또는 몰리브덴(Mo) 산화물로 대체 가능할 수 있다.
- [0013] 상기 일 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자는 투명 유연 기판 및 상기 투명 유연 기판의 제1 면 상에 형성되는 비정질 투명 전극을 포함한다. 인듐(In) 산화물, 아연(Zn) 산화물 및 알루미늄(Al) 산화물을 포함하는 타겟(target)에 DC 전원 또는 RF 전원을 인가하고 롤-투-롤(roll-to-roll) 방식으로 상기 투명 유연 기판을 이동하면서 상기 타겟을 스퍼터링하여 상기 비정질 투명 전극이 형성된다. 상기 인듐 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 50 내지 98 중량%로 포함되고, 상기 아연 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되며, 상기 알루미늄 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함된다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 타겟에 700 W의 상기 DC 전원을 인가하여 상기 비정질 투명 전극이 형성된 경우에, 550 nm의 파장에 대한 상기 비정질 투명 전극 소자의 투과율은 89 % 이상일 수 있다.
- [0015] 일 실시예에서, 상기 투명 유연 기판의 제1 면에서 상기 제1 면에 대향하는 상기 투명 유연 기판의 제2 면으로 제1 힘이 가해져 상기 비정질 투명 전극 소자가 구부러지는 경우에, 상기 비정질 투명 전극 소자의 곡률 반경이 3 mm에 도달할 때까지 상기 비정질 투명 전극의 저항이 일정하게 유지될 수 있다. 상기 투명 유연 기판의 제2 면에서 상기 투명 유연 기판의 제1 면으로 제2 힘이 가해져 상기 비정질 투명 전극 소자가 구부러지는 경우에, 상기 비정질 투명 전극 소자의 곡률 반경이 7 mm에 도달할 때까지 상기 비정질 투명 전극의 저항이 일정하게 유지될 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 인듐 산화물은 갈륨(Ga) 산화물로 대체 가능할 수 있다. 상기 아연 산화물은 실리콘(Si) 산화물로 대체 가능할 수 있다. 상기 알루미늄 산화물은 지르코늄(Zr) 산화물, 하프늄(Hf) 산화물, 탄탈륨(Ta) 산화물, 텅스텐(W) 산화물, 니오븀(Nb) 산화물, 게르마늄(Ge) 산화물 또는 몰리브덴(Mo) 산화물로 대체 가능할 수 있다.

[0017] 상기 또 다른 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 유기 태양 전지의 제조 방법에서는, 투명 유연 기관 상에 비정질 투명 애노드 전극을 형성한다. 상기 비정질 투명 애노드 전극 상에 활성층을 형성한다. 상기 활성층 상에 캐소드 전극을 형성한다. 상기 비정질 투명 애노드 전극을 형성하는데 있어서, 언와인더(unwinder), 냉각 드럼 및 리와인더(rewinder)를 통과하도록 상기 투명 유연 기관을 제공한다. 상기 냉각 드럼과 상기 투명 유연 기관이 접하는 증착 영역에 인접하도록, 인듐(In) 산화물, 아연(Zn) 산화물 및 알루미늄(Al) 산화물을 포함하는 타겟(target)을 제공한다. 상기 증착 영역에 진공을 형성한다. 상기 타겟에 DC 전원 또는 RF 전원을 인가하고 롤-투-롤(roll-to-roll) 방식으로 상기 투명 유연 기관을 이동하면서 상기 타겟을 스퍼터링하여, 상기 비정질 투명 애노드 전극을 형성한다. 상기 인듐 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 50 내지 98 중량%로 포함되고, 상기 아연 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되며, 상기 알루미늄 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함된다.

[0018] 일 실시예에서, 상기 비정질 투명 애노드 전극과 상기 활성층 사이에 버퍼층을 더 형성할 수 있다.

[0019] 상기 또 다른 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 유기 태양 전지는 투명 유연 기관, 비정질 투명 애노드 전극, 활성층 및 캐소드 전극을 포함한다. 상기 비정질 투명 애노드 전극은 상기 투명 유연 기관 상에 형성된다. 상기 활성층은 상기 비정질 투명 전극 상에 형성된다. 상기 캐소드 전극은 상기 활성층 상에 형성된다. 인듐(In) 산화물, 아연(Zn) 산화물 및 알루미늄(Al) 산화물을 포함하는 타겟(target)에 DC 전원 또는 RF 전원을 인가하고 롤-투-롤(roll-to-roll) 방식으로 상기 투명 유연 기관을 이동하면서 상기 타겟을 스퍼터링하여 상기 비정질 투명 전극이 형성된다. 상기 인듐 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 50 내지 98 중량%로 포함되고, 상기 아연 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함되며, 상기 알루미늄 산화물은 상기 타겟의 전체 중량에 대하여 1 내지 25 중량%로 포함된다.

[0020] 일 실시예에서, 상기 유기 태양 전지는 버퍼층을 더 포함할 수 있다. 상기 버퍼층은 상기 비정질 투명 애노드 전극과 상기 활성층 사이에 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0021] 상기와 같은 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자 및 그 제조 방법에 따르면, 롤-투-롤 스퍼터링 방식 및 냉각 드럼을 이용하여 상대적으로 낮은 온도에서 연속적으로 비정질 투명 전극을 증착함으로써, 비정질 투명 전극 소자의 제조 비용을 줄이고 제조 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, IZO를 이용하여 비정질 투명 전극을 형성함으로써, 투명 전극의 전기적/광학적 특성 및 유연 특성이 향상될 수 있다. 따라서, 상기와 같은 비정질 투명 전극 소자를 포함하는 유기 태양 전지의 성능이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자를 제조하기 위한 스퍼터링 장치를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자를 나타내는 단면도이다.

도 3 및 4는 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자의 전기적 특성 및 광학적 특성을 각각 나타내는 도면들이다.

도 5 및 6은 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자의 비정질 특성을 나타내는 도면들이다.

도 7a, 7b, 7c, 8a, 8b 및 8c는 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자의 유연 특성을 나타내는 도면들이다.

도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 유기 태양 전지를 나타내는 단면도이다.

도 10a, 10b 및 10c는 도 9의 유기 태양 전지를 설명하기 위한 도면들이다.

도 11은 본 발명의 실시예들에 따른 유기 태양 전지를 나타내는 단면도이다.

도 12a, 12b 및 12c는 도 11의 유기 태양 전지를 설명하기 위한 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시

예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

- [0024] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 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.
- [0025] 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0026] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0027] 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 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0028] 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 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0029] 한편, 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정 블록 내에 명기된 기능 또는 동작이 순서도에 명기된 순서와 다르게 일어날 수도 있다. 예를 들어, 연속하는 두 블록이 실제로는 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 관련된 기능 또는 동작에 따라서는 상기 블록들이 거꾸로 수행될 수도 있다.
- [0030] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자를 제조하기 위한 스퍼터링 장치를 나타내는 도면이다. 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자를 나타내는 단면도이다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 스퍼터링 장치(100)는 챔버(101), 투명 유연 기관(FSUB), 언와인더(unwinder)(110), 냉각 드럼(120), 리와인더(rewinder)(130) 및 제1 타겟(140)을 포함한다. 스퍼터링 장치(100)는 이온 건(ion gun)(150) 및 제2 타겟(160)을 더 포함할 수 있다.
- [0033] 챔버(101)는 롤-투-롤(roll-to-roll) 스퍼터링 방식에 의해 비정질 투명 전극(ATE)이 생성되는 공간이다. 진공 펌프(미도시)를 이용하여 챔버(101) 내부를 진공으로 만들 수 있다. 언와인더(110), 냉각 드럼(120), 리와인더(130), 투명 유연 기관(FSUB), 제1 타겟(140), 이온 건(150) 및 제2 타겟(160)은 챔버(101) 내에 배치될 수 있다.
- [0034] 언와인더(110) 및 리와인더(130)는 상호 연동하도록 투명 유연 기관(FSUB)을 감거나 풀어주어, 투명 유연 기관(FSUB)을 이송할 수 있다. 예를 들어, 투명 유연 기관(FSUB)은 언와인더(110)에서 풀려 냉각 드럼(120)을 지나면서 비정질 투명 전극(ATE)이 형성되며 리와인더(130)로 감길 수 있다.
- [0035] 일 실시예에서, 언와인더(110) 및 리와인더(130)의 회전 방향은 변경될 수 있다. 예를 들어, 투명 유연 기관(FSUB)이 언와인더(110)에서 풀려 냉각 드럼(120)을 거쳐 리와인더(130)로 감긴 후에, 투명 유연 기관(FSUB)이 리와인더(130)에서 풀려 냉각 드럼(120)을 거쳐 언와인더(110)로 감길 수 있다.

- [0036] 도시하지는 않았지만, 스퍼터링 장치(100)는 투명 유연 기관(FSUB)을 지지하기 위한 적어도 하나의 가이드 롤러, 및 투명 유연 기관(FSUB)의 장력을 측정하여 언와인더(110) 및 리와인더(130)의 회전 속도를 조절하기 위한 로드 셀을 더 포함할 수 있다.
- [0037] 냉각 드럼(120)은 투명 유연 기관(FSUB)을 냉각시킬 수 있다. 예를 들어, 냉각 드럼(120)은 냉각 시스템(미도시)으로부터 냉매를 공급받아 냉각될 수 있다. 상기 냉매는 유체일 수 있으며, 예를 들어 물일 수 있다.
- [0038] 일 실시예에서, 냉각 드럼(120)에 의해 챔버(101)의 내부(예를 들어, 증착 영역(DA))가 상온으로 유지될 수 있다. 다시 말하면, 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자(200)는 약 300 °C 이상의 고온이 아닌 상온에서 형성될 수 있으며, 이에 따라 투명 유연 기관(FSUB)의 열화(예를 들어, 변형)가 방지될 수 있다. 다만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 실시예에 따라서 투명 유연 기관(FSUB)이 열화되지 않는 온도까지 챔버(101) 내부의 온도가 증가될 수도 있다.
- [0039] 제1 타겟(140)은 냉각 드럼(120)과 투명 유연 기관(FSUB)이 접하는 증착 영역(DA)에 인접하도록 배치될 수 있다. 제1 타겟(140)은 비정질 투명 전극(ATE)을 형성하기 위한 인듐(In) 산화물, 아연(Zn) 산화물 및 알루미늄(Al) 산화물을 포함할 수 있다.
- [0040] 이온 건(150)은 제1 타겟(140)의 외부에 자기장을 형성할 수 있다. 도시하지는 않았지만, 이온 건(150)은 상기 자기장을 형성하는 적어도 하나의 자석, 및 상기 적어도 하나의 자석을 지지하는 자석 지지 부재를 포함할 수 있으며, 상기 자기장을 집중시키기 위한 요크를 더 포함할 수 있다.
- [0041] 제2 타겟(160)은 은(Ag)을 포함할 수 있다.
- [0042] 이하에서는, 도 1의 스퍼터링 장치(100)를 이용하여 본 발명의 실시예들에 따른 도 2의 비정질 투명 전극 소자(200)를 제조하는 방법을 상세하게 설명하도록 한다.
- [0043] 먼저, 언와인더(110), 냉각 드럼(120) 및 리와인더(130)를 통과하도록 투명 유연 기관(FSUB)을 제공한다. 예를 들어, 언와인더(110) 및 리와인더(130)는 약 10 mm/min의 속도로 회전할 수 있다. 다시 말하면, 투명 유연 기관(FSUB)의 이동 속도는 약 10 mm/min일 수 있다.
- [0044] 일 실시예에서, 투명 유연 기관(FSUB)은 유연 특성을 가지는 임의의 투명 기관일 수 있다. 예를 들어, 투명 유연 기관(FSUB)은 PET(polyethylene terephthalate) 기관일 수 있다. 다른 예에서, 투명 유연 기관(FSUB)은 PI(polyimide) 기관, PC(polycarbonate) 기관, PES(polyester) 기관 또는 PEN(polyethylene naphthalate) 기관일 수 있다.
- [0045] 다음에, 냉각 드럼(120)과 투명 유연 기관(FSUB)이 접하는 증착 영역(DA)에 인접하도록 제1 타겟(140)을 제공한다. 예를 들어, 냉각 드럼(120)의 온도는 약 15 °C로 유지될 수 있다. 예를 들어, 투명 유연 기관(FSUB)과 제1 타겟(140)의 거리는 약 100 mm일 수 있다.
- [0046] 일 실시예에서, 제1 타겟(140)은 인듐(In) 산화물, 아연(Zn) 산화물 및 알루미늄(Al) 산화물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 인듐 산화물은 In_2O_3 이고, 상기 아연 산화물은 ZnO 이며, 상기 알루미늄 산화물은 Al_2O_3 일 수 있다. 본 발명에서는 인듐 산화물에 아연 원소를 고용 치환하는 방식을 이용하여 비정질 구조를 형성하며, 밴드갭이 상대적으로 넓은 알루미늄 산화물을 도핑함으로써 우수한 광학적 특성을 형성할 수 있다.
- [0047] 일 실시예에서, 상기 인듐 산화물은 제1 타겟(140)의 전체 중량에 대하여 약 50 내지 98 중량%로 포함되고, 상기 아연 산화물은 제1 타겟(140)의 전체 중량에 대하여 약 1 내지 25 중량%로 포함되며, 상기 알루미늄 산화물은 제1 타겟(140)의 전체 중량에 대하여 약 1 내지 25 중량%로 포함될 수 있다. 예를 들어, 상기 인듐 산화물은 제1 타겟(140)의 전체 중량에 대하여 약 95 중량%로 포함되고, 상기 아연 산화물은 제1 타겟(140)의 전체 중량에 대하여 약 5 중량%로 포함되며, 상기 알루미늄 산화물은 제1 타겟(140)의 전체 중량에 대하여 약 5 중량%로 포함될 수 있다.
- [0048] 다음에, 증착 영역(DA)에 진공을 형성한다. 예를 들어, 챔버(101) 내부를 상기 진공으로 만들어서 증착 영역(DA)을 상기 진공으로 만들 수 있다. 예를 들어, 기본 압력(base pressure)은 약 3×10^{-6} Torr 이하일 수 있고, 작업 압력(working pressure)은 약 1 m Torr일 수 있다.
- [0049] 다음에, 챔버(101)에 스퍼터링 가스를 주입한다. 예를 들어, 아르곤(Ar)/산소(O_2) 가스를 약 30/1 sccm으로 주

입할 수 있다.

- [0050] 다음에, 제1 타겟(140)에 DC(direct current) 전원 또는 RF(radio frequency) 전원을 인가하고 롤-투-롤(roll-to-roll) 방식으로 투명 유연 기관(FSUB)을 이동하면서 제1 타겟(140)을 스퍼터링하여, 투명 유연 기관(FSUB) 상에 비정질 투명 전극(ATE)을 형성한다. 예를 들어, 투명 유연 기관(FSUB)의 두께는 약 133 μm 일 수 있다. 비정질 투명 전극(ATE)의 두께는 약 50 내지 500 nm일 수 있다. 구체적으로, 비정질 투명 전극(ATE)의 두께는 약 200 nm일 수 있다. 비정질 투명 전극(ATE)은 IZAO(In-Zn-Al-O) 전극으로 불릴 수 있다.
- [0051] 일 실시예에서, 제1 타겟(140)에 상기 DC 전원이 인가되는 경우에, 상기 DC 전원은 약 1 내지 2000 W일 수 있다. 구체적으로, 상기 DC 전원은 약 550 내지 750 W일 수 있다. 상기 DC 전원을 조절하여 투명 유연 기관(FSUB) 상에 스퍼터링되는 비정질 투명 전극(ATE)의 전기적 특성 및/또는 광학적 특성이 조절될 수 있다.
- [0052] 다른 실시예에서, 제1 타겟(140)에 상기 RF 전원이 인가되는 경우에, 상기 RF 전원의 크기(예를 들어, 진폭 및/또는 주파수)를 조절하여 투명 유연 기관(FSUB) 상에 스퍼터링되는 비정질 투명 전극(ATE)의 전기적 특성 및/또는 광학적 특성이 조절될 수 있다.
- [0053] 실시예에 따라서, 제1 타겟(140)에 포함되는 상기 인듐 산화물, 상기 아연 산화물 및 상기 알루미늄 산화물은 다양한 물질로 대체될 수 있다. 예를 들어, 상기 인듐 산화물은 갈륨(Ga) 산화물(예를 들어, Ga_2O_3)로 대체 가능할 수 있다. 상기 아연 산화물은 실리콘(Si) 산화물(예를 들어, SiO_2)로 대체 가능할 수 있다. 상기 알루미늄 산화물은 지르코늄(Zr) 산화물(예를 들어, ZrO_2), 하프늄(Hf) 산화물(예를 들어, HfO_2), 탄탈륨(Ta) 산화물(예를 들어, Ta_2O_5), 텅스텐(W) 산화물(예를 들어, WO_3), 니오븀(Nb) 산화물(예를 들어, Nb_2O_5), 게르마늄(Ge) 산화물(예를 들어, Ge_2O_3) 또는 몰리브덴(Mo) 산화물(예를 들어, MoO_3)로 대체 가능할 수 있다. 이 경우, 대체되는 물질의 비율은 대체되기 이전의 물질의 비율과 실질적으로 동일할 수 있다. 예를 들어, 상기 인듐 산화물이 상기 갈륨 산화물로 대체되는 경우에, 상기 갈륨 산화물은 제1 타겟(140)의 전체 중량에 대하여 약 50 내지 98 중량%로 포함될 수 있다. 상기 아연 산화물이 상기 실리콘 산화물로 대체되는 경우에, 상기 실리콘 산화물은 제1 타겟(140)의 전체 중량에 대하여 약 1 내지 25 중량%로 포함될 수 있다. 상기 알루미늄 산화물이 상기 지르코늄 산화물로 대체되는 경우에, 상기 지르코늄 산화물은 제1 타겟(140)의 전체 중량에 대하여 약 1 내지 25 중량%로 포함될 수 있다.
- [0054] 한편, 상술한 공정 조건들, 즉, 투명 유연 기관(FSUB)의 이동 속도, 투명 유연 기관(FSUB)의 재질, 냉각 드림(120)의 온도, 투명 유연 기관(FSUB)과 제1 타겟(140)의 거리, 챔버(100) 내부의 압력, 스퍼터링 가스의 주입량, 제1 타겟(140)에 인가되는 전원의 크기 등은 실시예에 따라서 다양하게 변경될 수 있으며, 투명 유연 기관(FSUB)의 두께, 비정질 투명 전극(ATE)의 두께 및 비정질 투명 전극(ATE) 내의 물질들의 비율은 상술한 공정 조건들의 변경에 따라 달라질 수 있다.
- [0055] 이하에서는, 약 133 μm 두께의 투명 유연 기관(FSUB) 상에 약 200 nm 두께의 비정질 투명 전극(ATE)이 형성된 경우에 기초하여, 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자(200) 및 비정질 투명 전극(ATE)의 다양한 특성들을 설명하도록 한다.
- [0056] 도 3 및 4는 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자의 전기적 특성 및 광학적 특성을 각각 나타내는 도면들이다.
- [0057] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자(200)의 비정질 투명 전극(ATE)의 면저항(sheet resistance) 및 비저항(resistivity)은 제1 타겟(140)에 인가되는 상기 DC 전원의 크기가 증가할수록 감소할 수 있다. 예를 들어, 제1 타겟(140)에 약 750 W의 상기 DC 전원을 인가하여 비정질 투명 전극(ATE)이 형성된 경우에, 면저항은 약 84.92 Ω/square 일 수 있고, 비저항은 약 $2.123 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 일 수 있다.
- [0058] 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자(200)의 투과율은 제1 타겟(140)에 인가되는 상기 DC 전원의 크기에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 제1 타겟(140)에 약 550, 600, 650, 700 및 750 W의 상기 DC 전원을 인가하여 비정질 투명 전극(ATE)이 형성된 경우에, 약 550 nm의 파장에 대한 비정질 투명 전극 소자(200)의 투과율(예를 들어, 공기에 대한 투과율)은 각각 약 80.54, 84.52, 86.50, 89.25 및 87.67 %일 수 있다. 다시 말하면, 제1 타겟(140)에 약 700 W의 상기 DC 전원을 인가하여 비정질 투명 전극(ATE)이 형성된 경우에, 약 550 nm의 파장에 대한 비정질 투명 전극 소자(200)의 투과율은 약 89 % 이상일 수 있다. 또한, 제1 타겟(140)에 약 550, 600, 650, 700 및 750 W의 상기 DC 전원을 인가하여 비정질 투명 전극(ATE)이 형성된 경

우에, 가시광선 대역(예를 들어, 약 400 내지 800 nm의 파장)에 대한 비정질 투명 전극 소자(200)의 평균 투과율(예를 들어, 공기에 대한 투과율)은 각각 약 78.41, 80.29, 80.65, 81.10 및 81.17 %일 수 있다.

[0059] 도 5 및 6은 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자의 비정질 특성을 나타내는 도면들이다. 도 5는 비정질 투명 전극 소자(200)의 XRS(X-Ray Scattering) 분석 결과를 나타내며, 도 6은 비정질 투명 전극 소자(200)의 TEM(Transmission Electron Microscope) 분석 결과를 나타낸다.

[0060] 도 5를 참조하면, 제1 타겟(140)에 인가된 상기 DC 전원의 크기에 상관없이 결정질 피크(crystalline IZAO peak)가 나타나지 않을 수 있다. 도 6을 참조하면, 비정질 투명 전극(ATE)은 결정질이 없이 균일한 분포를 가질 수 있다. 따라서, 비정질 투명 전극(ATE)이 완전히 비정질임을 확인할 수 있다.

[0061] 도 7a, 7b, 7c, 8a, 8b 및 8c는 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 전극 소자의 유연 특성을 나타내는 도면들이다.

[0062] 도 7a, 7b 및 7c를 참조하면, 비정질 투명 전극 소자(200)에 대한 외곽(outer) 구부림(bending) 테스트가 수행되는 경우에, 즉, 비정질 투명 전극(ATE)이 형성된 투명 유연 기관(FSUB)의 제1 면에 대항하는 투명 유연 기관(FSUB)의 제2 면에서 상기 투명 유연 기관(FSUB)의 제1 면으로(즉, 도 7a의 화살표 방향으로) 제1 힘(F1)이 가해져 비정질 투명 전극 소자(200)가 구부러지는 경우에(즉, 투명 유연 기관(FSUB)이 바깥쪽 면에 위치하도록 비정질 투명 전극 소자(200)가 구부러지는 경우에), 비정질 투명 전극 소자(200)의 곡률 반경이 약 7 mm에 도달할 때까지 비정질 투명 전극(ATE)의 저항이 일정하게 유지될 수 있다. 이 경우, 비정질 투명 전극 소자(200)는 약 7 mm의 곡률 반경에서 약 0.95 %의 피크 스트레인(peak strain)을 겪을 수 있다. 또한, 상기와 같은 외곽 구부림 테스트를 약 1만 번 이상 수행하더라도 비정질 투명 전극(ATE)의 저항이 일정하게 유지될 수 있다.

[0063] 도 8a, 8b 및 8c를 참조하면, 비정질 투명 전극 소자(200)에 대한 내면(inner) 구부림 테스트가 수행되는 경우에, 즉, 상기 투명 유연 기관(FSUB)의 제1 면에서 상기 투명 유연 기관(FSUB)의 제2 면으로(즉, 도 8a의 화살표 방향으로) 제2 힘(F2)이 가해져 비정질 투명 전극 소자(200)가 구부러지는 경우에(즉, 투명 유연 기관(FSUB)이 안쪽 면에 위치하도록 비정질 투명 전극 소자(200)가 구부러지는 경우에), 비정질 투명 전극 소자(200)의 곡률 반경이 약 3 mm에 도달할 때까지 비정질 투명 전극(ATE)의 저항이 일정하게 유지될 수 있다. 이 경우, 비정질 투명 전극 소자(200)는 약 3 mm의 곡률 반경에서 약 2.22 %의 피크 스트레인을 겪을 수 있다. 또한, 상기와 같은 내면 구부림 테스트를 약 1만 번 이상 수행하더라도 비정질 투명 전극(ATE)의 저항이 일정하게 유지될 수 있다.

[0064] 도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 유기 태양 전지를 나타내는 단면도이다.

[0065] 도 9를 참조하면, 유기 태양 전지(300)는 투명 유연 기관(FSUB), 비정질 투명 애노드 전극(ATE), 버퍼층(BL), 활성층(AL) 및 캐소드 전극(CE)을 포함한다.

[0066] 비정질 투명 애노드 전극(ATE)은 투명 유연 기관(FSUB) 상에 형성된다. 버퍼층(BL)은 비정질 투명 애노드 전극(ATE) 상에 형성된다. 활성층(AL)은 버퍼층(BL) 상에 형성된다. 캐소드 전극(CE)은 활성층(AL) 상에 형성된다.

[0067] 도 9의 비정질 투명 애노드 전극(ATE)은 도 2의 비정질 투명 전극 소자(200)에 포함된 비정질 투명 전극(ATE)과 실질적으로 동일하며, 도 1 및 2를 참조하여 상술한 방법에 기초하여 제조될 수 있다. 즉, 언와인더(110), 냉각 드럼(120) 및 리와인더(130)를 통과하도록 투명 유연 기관(FSUB)을 제공하고, 냉각 드럼(120)과 투명 유연 기관(FSUB)이 접하는 증착 영역(DA)에 인접하도록 제1 타겟(140)을 제공하고, 증착 영역(DA)에 진공을 형성하며, 제1 타겟(140)에 DC 전원 또는 RF 전원을 인가하고 롤-투-롤 방식으로 투명 유연 기관(FSUB)을 이동하면서 제1 타겟(140)을 스퍼터링하여, 투명 유연 기관(FSUB) 상에 비정질 투명 애노드 전극(ATE)을 형성할 수 있다. 제1 타겟(140)은 인듐(In) 산화물, 아연(Zn) 산화물 및 알루미늄(Al) 산화물을 포함할 수 있으며, 상기 인듐 산화물은 제1 타겟(140)의 전체 중량에 대하여 약 50 내지 98 중량%로 포함되고, 상기 아연 산화물은 제1 타겟(140)의 전체 중량에 대하여 약 1 내지 25 중량%로 포함되며, 상기 알루미늄 산화물은 제1 타겟(140)의 전체 중량에 대하여 약 1 내지 25 중량%로 포함될 수 있다.

[0068] 비정질 투명 애노드 전극(ATE) 상에 PEDOT:PSS(poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate))를 스핀 코팅하여, 버퍼층(BL)을 형성할 수 있다. 다시 말하면, 버퍼층(BL)은 PEDOT:PSS(poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate))를 포함할 수 있다.

[0069] 버퍼층(BL) 상에 약 2 ml의 DCB(dichlorobenzene)에 약 50 mg의 P3HT(Poly-3-hexylthiophene) 및 약 50 mg의 PCBM(Phenyl-C61-butyl acid methyl ester)이 혼합된 용액을 질소 기체 내에서 스핀 코팅하여, 활성층(AL)을

형성할 수 있다. 다시 말하면, 활성층(AL)은 P3HT:PCBM 을 포함할 수 있다.

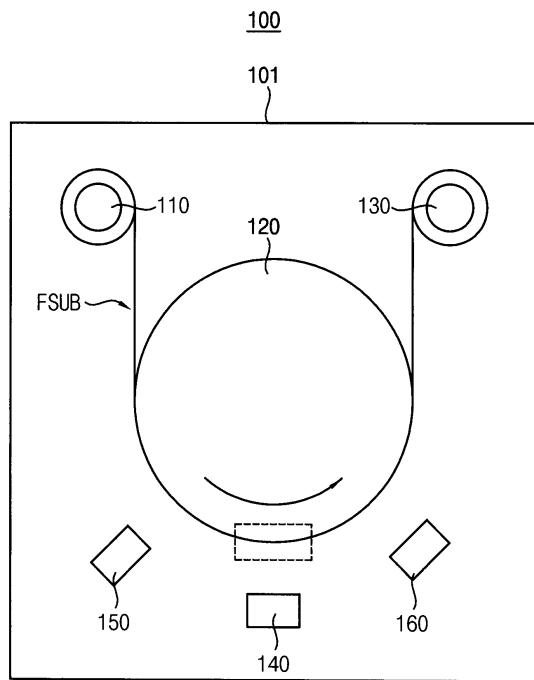
- [0070] 활성층(AL) 상에 칼슘(Ca) 및 알루미늄(Al)을 증착하여, 캐소드 전극(CE)을 형성할 수 있다. 다시 말하면, 캐소드 전극(CE)은 칼슘 및 알루미늄을 포함할 수 있다.
- [0071] 도 10a, 10b 및 10c는 도 9의 유기 태양 전지를 설명하기 위한 도면들이다. 도 10a는 도 9의 "A" 부분을 나타내고, 도 10b는 도 9의 유기 태양 전지(300)의 각 층의 일 함수(work function)를 나타내며, 도 10c는 도 9의 유기 태양 전지(300)의 J-V 곡선을 나타낸다.
- [0072] 도 10a, 10b 및 10c를 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 애노드 전극(ATE)(즉, IZAO 전극)은 약 5.14 eV의 상대적으로 높은 일 함수를 가지며, 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 애노드 전극(ATE)을 포함하는 유기 태양 전지(300)는 ITO 전극을 포함하는 종래의 유기 태양 전지와 실질적으로 동일한 성능을 가질 수 있다.
- [0073] 도 11은 본 발명의 실시예들에 따른 유기 태양 전지를 나타내는 단면도이다.
- [0074] 도 11을 참조하면, 유기 태양 전지(300a)는 투명 유연 기판(FSUB), 비정질 투명 애노드 전극(ATE), 활성층(AL) 및 캐소드 전극(CE)을 포함한다.
- [0075] 도 11의 유기 태양 전지(300a)는 버퍼층(BL)이 생략된 것을 제외하면 도 9의 유기 태양 전지(300)와 실질적으로 동일할 수 있다. 다시 말하면, 도 11의 유기 태양 전지(300a)에서 비정질 투명 애노드 전극(ATE) 상에 버퍼층(BL)을 생략하고 활성층(AL)이 형성될 수 있으며, 비정질 투명 애노드 전극(ATE)과 활성층(AL)이 직접적으로 접촉될 수 있다.
- [0076] 도 12a, 12b 및 12c는 도 11의 유기 태양 전지를 설명하기 위한 도면들이다. 도 12a는 도 11의 "B" 부분을 나타내고, 도 12b는 도 11의 유기 태양 전지(300a)의 각 층의 일 함수(work function)를 나타내며, 도 12c는 도 11의 유기 태양 전지(300a)의 J-V 곡선을 나타낸다.
- [0077] 도 12a, 12b 및 12c를 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 애노드 전극(ATE)(즉, IZAO 전극)은 상대적으로 높은 일 함수를 가지며, 본 발명의 실시예들에 따른 비정질 투명 애노드 전극(ATE)을 포함하는 유기 태양 전지(300a)는 버퍼층(BL)이 생략되더라도 실질적으로 동일한 성능을 가질 수 있다.

산업상 이용가능성

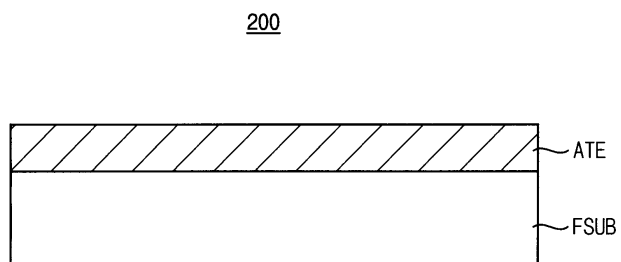
- [0078] 본 발명은 유연 전자 기기, 이를 포함하는 다양한 장치 및 시스템에 적용될 수 있다. 따라서 본 발명은 휴대폰, 스마트 폰, PDA, PMP, 디지털 카메라, 캠코더, PC, 서버 컴퓨터, 워크스테이션, 노트북, 디지털 TV, 셋-탑 박스, 음악 재생기, 휴대용 게임 콘솔, 네비게이션 시스템, 스마트 카드, 프린터 등과 같은 다양한 전자 기기에 유용하게 이용될 수 있다.
- [0079] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 것이다.

도면

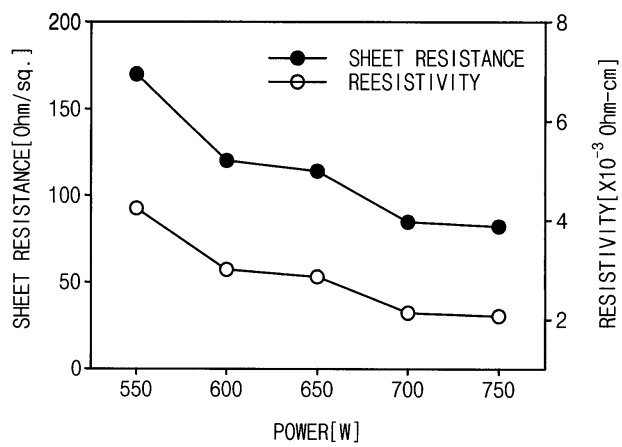
도면1



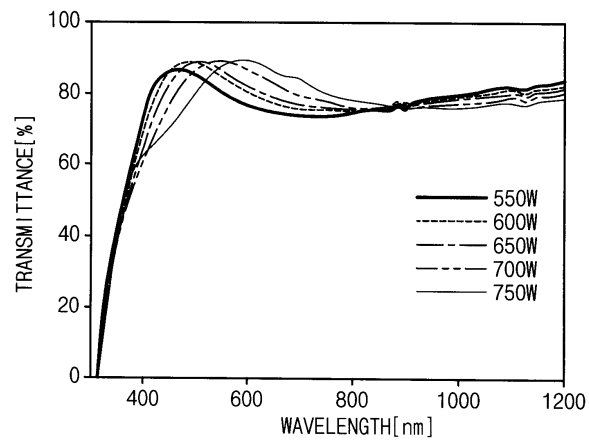
도면2



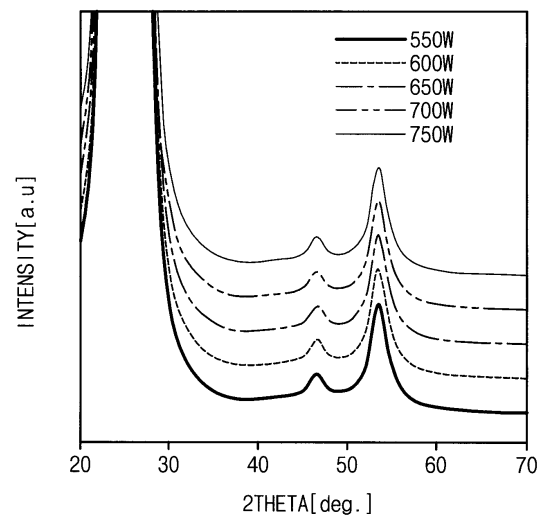
도면3



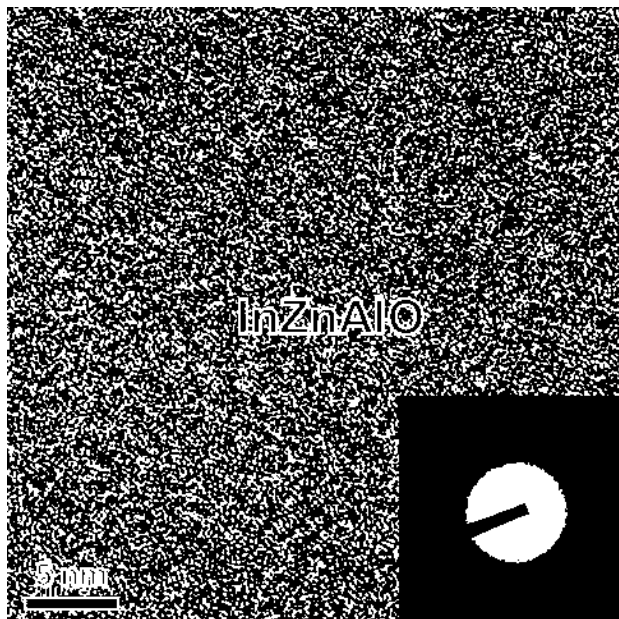
도면4



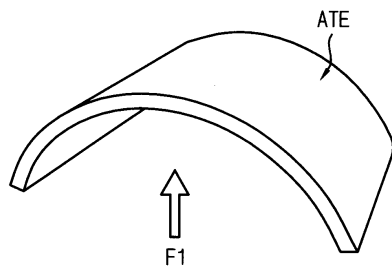
도면5



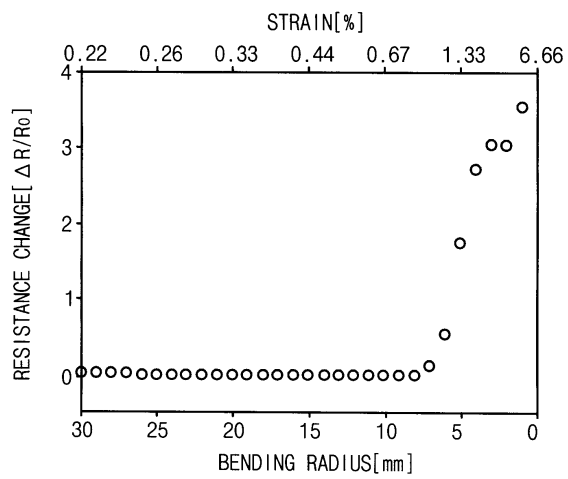
도면6



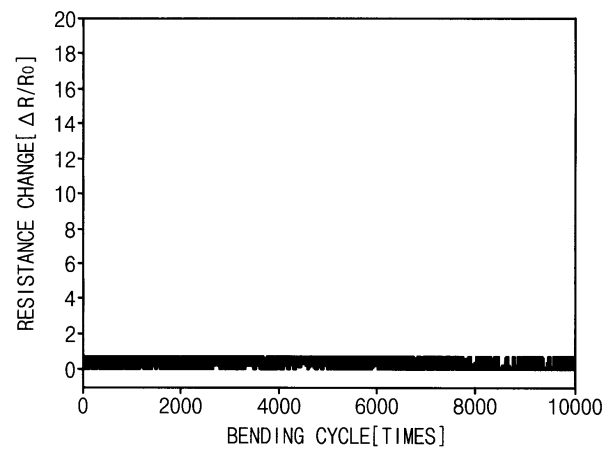
도면7a



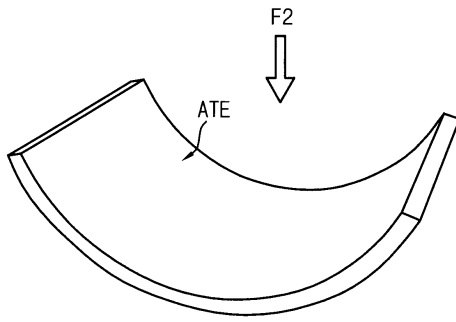
도면7b



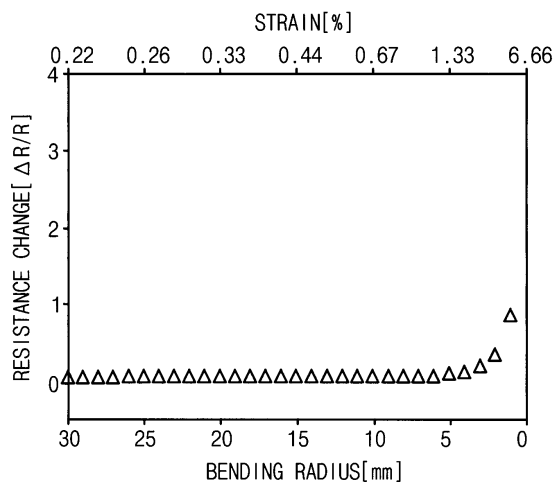
도면7c



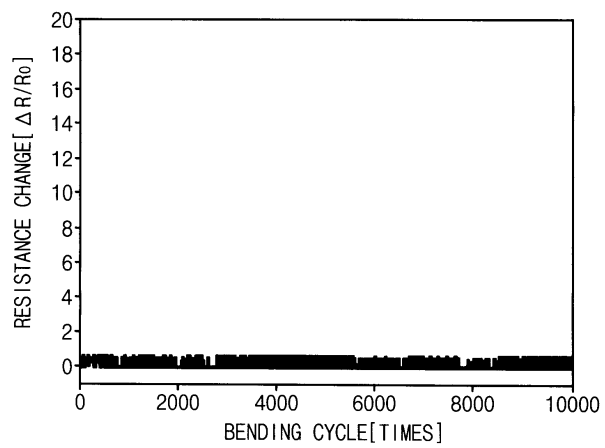
도면8a



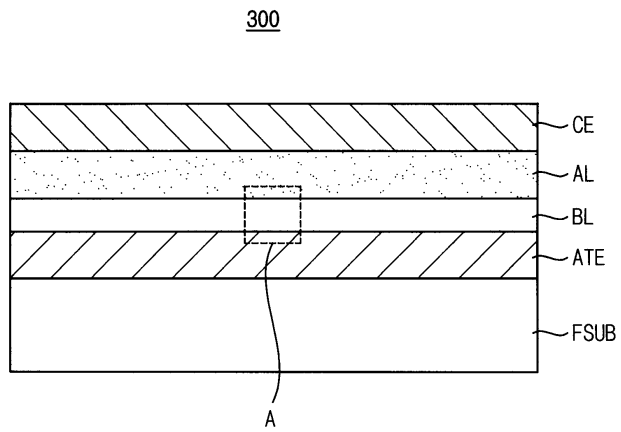
도면8b



도면8c



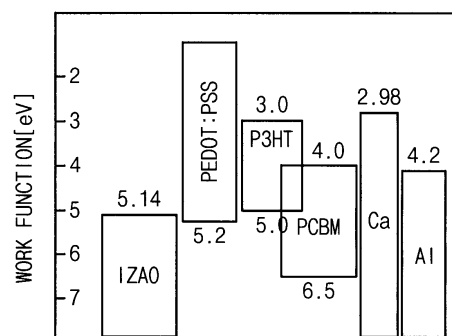
도면9



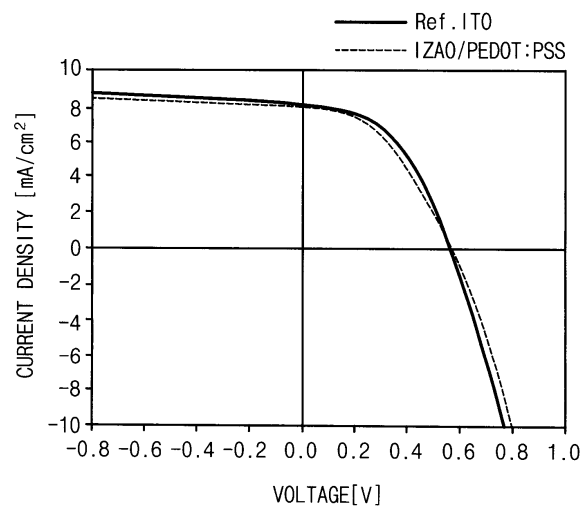
도면10a



도면10b

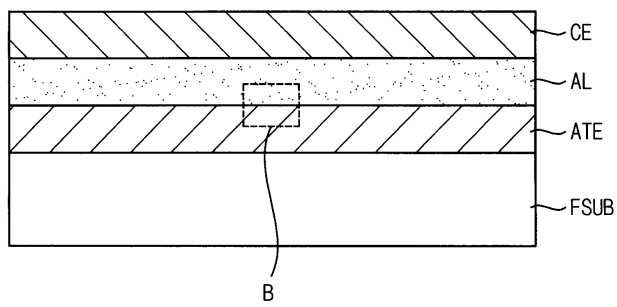


도면10c



도면11

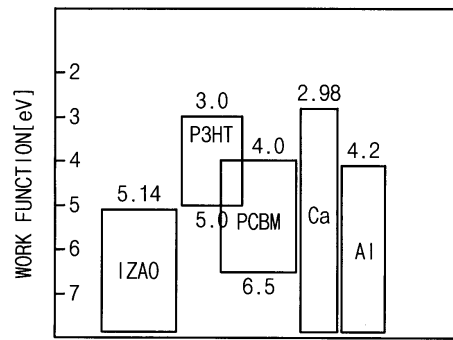
300a



도면12a



도면12b



도면12c

