(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년12월05일
(11) 등록번호 10-1207987
(24) 등록일자 2012년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/042 (2006.01) *H01L 31/0224* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0067346
(22) 출원일자 2011년07월07일
심사청구일자 2011년07월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090028007 A*
JP2011121828 A
KR100790405 B1
KR1020080033764 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
홍성철
서울특별시 송파구 올림픽로 99, 154동 1301호 (잠실동, 잠실엘스)
이상수
서울특별시 서초구 서초대로1길 34, 현대홈타운 202동 1801호 (방배동)
공희현
서울특별시 영등포구 도신로15다길 17 (도림동)
(74) 대리인
이수열

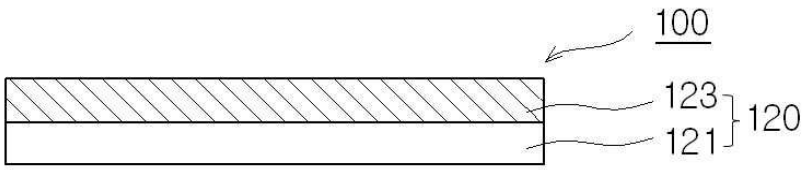
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 임동우

(54) 발명의 명칭 **염료감응 태양전지용 상대전극 및 이를 포함하는 염료감응 태양전지**

(57) 요 약

본 발명은, 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나; 및 전도성 금속;을 포함하는 전도층을 포함하는, 염료감응 태양전지용 상대전극에 관한 것으로서, 도전성이면서도 상대적으로 저가이고 전기화학적으로 안정한 그라핀 또는 그라핀옥사이드에 상대적으로 부족한 촉매특성을 보완하기 위하여 금속을 복합화시킨 금속/그라핀 복합 상대전극을 제공할 수 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나; 및

전도성 금속;을 포함하는 전도층을 포함하고,

상기 전도층상에 기판을 추가로 포함하며,

상기 기판은 불소가 도핑된 틴 옥사이드(FTO), 인듐틴옥사이드(ITO), 인듐징크옥사이드(IZO), 인듐징크틴옥사이드(IZTO), 알루미늄징크옥사이드 (AZO), 인듐틴옥사이드-은-인듐틴옥사이드(ITO-Ag-ITO), 인듐징크옥사이드-은-인듐징크옥사이드(IZO-Ag-IZO), 인듐징크틴옥사이드-은-인듐징크틴옥사이드 (IZTO-Ag-IZTO) 및 알루미늄징크옥사이드-은-알루미늄징크옥사이드(AZO-Ag-AZO)로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 전도성 산화물을 포함하여 형성되는 것 또는

니켈(nickel), 스테인레스 스틸(stainless steel), 아연 코팅된 탄소강 (zinc-coated carbon steel), 순탄소강(plain carbon steel), 구리(copper), 티타늄 (titanium), 아연 (zinc) 및 강철(steel)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하여 형성되는 금속 포일(metal foil) 또는 금속 시트 (metal sheet)인 염료감응 태양전지용 상대전극.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전도층은,

상기 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나를 포함하는 무기물층; 및

상기 무기물층 상에 형성되고 상기 전도성 금속을 포함하는 금속층;을

포함하는 것을 특징으로 하는, 염료감응 태양전지용 상대전극.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 전도층은 상기 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나와 상기 전도성 금속이 혼합되어 이루어진 것을 특징으로 하는, 염료감응 태양전지용 상대전극.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 금속은 금(Au), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 루테늄(Ru) 및 이들의 합금으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는, 염료감응 태양전지용 상대전극.

청구항 9

광전극, 상기 광전극과 대향하여 위치하는 상대전극, 및 상기 광전극과 상기 상대전극 사이에 게재되는 전해질을 포함하고,

상기 광전극은 제1기판 및 상기 제1기판상에 형성되는 광감응 염료층을 포함하고,

상기 상대전극은 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나; 및 전도성 금속;을 포함하는 전도층을 포함하고,

상기 전도층상에 제2기판을 추가로 포함하고, 상기 제2기판은 상기 제1기판에 대향하여 위치하며,

상기 제2기판은 불소가 도핑된 틴 옥사이드(FTO), 인듐틴옥사이드(ITO), 인듐징크옥사이드(IZO), 인듐징크틴옥사이드(IZTO), 알루미늄징크옥사이드 (AZO), 인듐틴옥사이드-은-인듐틴옥사이드(ITO-Ag-ITO), 인듐징크옥사이드-은-인듐징크옥사이드(IZO-Ag-IZO), 인듐징크틴옥사이드-은-인듐징크틴옥사이드 (IZTO-Ag-IZTO) 및 알루미늄징크옥사이드-은-알루미늄징크옥사이드(AZO-Ag-AZO)로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 전도성 산화물을 포함하여 형성되는 것 또는

니켈(nickel), 스테인레스 스틸(stainless steel), 아연 코팅된 탄소강 (zinc-coated carbon steel), 순탄소강(plain carbon steel), 구리(copper), 티타늄 (titanium), 아연 (zinc) 및 강철(steel)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하여 형성되는 금속 포일(metal foil) 또는 금속 시트 (metal sheet)인 염료감응 태양전지.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 전도층은

상기 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나를 포함하는 무기물층: 및

상기 무기물층 상에 형성되고 상기 전도성 금속을 포함하는 금속층;을

포함하는 것을 특징으로 하는, 염료감응 태양전지.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 전도층은 상기 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나와 상기 전도성 금속이 혼합되어 이루어진 것을 특징으로 하는, 염료감응 태양전지.

청구항 12

삭제

청구항 13

제9항에 따른 염료감응 태양전지를 포함하는 전자기기.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 전자기기는 디스플레이, 디지털 카메라, 휴대폰 및 휴대용 컴퓨터로 이루어진 군에서 선택된 1종인 것을 특징으로 하는 전자기기.

청구항 15

제9항에 따른 염료감응 태양전지를 포함하는 건축자재.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본원은 염료감응 태양전지용 상대전극 및 이를 포함하는 염료감응 태양전지에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 그라핀 및 금속을 사용한 염료감응 태양전지용 상대전극 및 이를 포함하는 염료감응 태양전지에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 태양 전지는 크게 태양열 전지와 태양광 전지로 나눌 수 있다. 태양열 전지(solar thermal electricity)는 태양열을 이용하여 터빈을 회전시키는 데 필요한 증기를 발생시키는 장치이고, 태양광 전지(photovoltaic solar

cells)는 반도체의 성질을 이용하여 태양빛(photons)을 전기 에너지로 변환시키는 장치이다.

[0003] 이 중 태양광을 이용한 전지로서, 현재 전 세계적으로 가장 많이 개발되고 또한 실제로 쓰이고 있는 태양 전지는 실리콘(Si) 기반 태양전지를 들 수 있으며, 상기 실리콘 기반 태양전지는 p-n 접합을 이용하여 확산법에 의한 반도체 공정으로 만들어진다.

[0004] 그러나, 최고 30%에 가까운 효율을 보이고 있는 단결정 실리콘 기반 태양전지의 효율은 이미 이론적 한계에 다다른 수준이고, 실리콘 기반 태양전지와 이에 사용되는 Cu계, Cd계 물질들은 제조단가가 높으며, 환경적으로 유해한 화학물질을 사용한다는 기술적 문제점이 있다. 또한, 실리콘 기반 태양전지는 제조단가가 3 ~ 4$/Wp로서 매우 높고, 응용대상이 제한된다는 등의 이유로 본격적인 상업화에 어려움을 겪고 있는 실정이다.

[0005] 이러한 실리콘 기반 태양전지를 대체하기 위하여, 낮은 제조가격과 높은 에너지 효율 (~11%)을 보유한 염료감응 태양전지가 부상하고 있다. 염료 감응 태양 전지는 태양 에너지를 이용하는 대표적인 유기계 태양 전지로서, 염료의 태양광 흡수 능력을 이용하여 화학적으로 발전을 일으키는 태양 전지이다. 구체적으로, 염료 감응 태양 전지는 광감응 염료층을 포함하는 광전극, 상기 광전극에 대향되는 상대 전극, 및 상기 광전극과 상기 상대 전극 사이에 위치하는 전해질을 포함하며, 광감응 염료층에 도달한 빛에 의해 광감응 염료층으로부터 여기된 전자가 광전극 및 상대 전극을 거친 후 상대 전극의 촉매 반응에 의한 전해질의 환원 및 산화를 통해 광감응 염료층으로 다시 공급되는 전자 이동 채널을 형성하는 태양전지이다.

[0006] 염료감응 태양전지는 환경적으로 무해한 재료들을 사용할 뿐 아니라, 기존의 실리콘 태양전지에 버금가는 에너지 전환효율을 가지면서도, 제조단가는 실리콘 기반 태양전지의 5분의 1 수준 밖에 되지 않는다. 또한, 실리콘 태양전지에 비하여 저온에서도 작동하도록 설계가 가능하고, 제조 과정에서 유독가스 방출의 염려가 없으며, 부분적인 그늘짐에도 덜 민감한 바 실용적인 측면에서도 실리콘 기반 태양전지에 비해 앞서 있다.

[0007] 이러한 많은 장점에도 불구하고, 염료감응 태양전지의 본격적인 상업화를 위해서는 휴대성, 다양한 형태의 표면에 부착 가능한 적용성, 장시간 동안의 운전을 가능하게 하는 안정성, 보다 높은 효율성 등에 대한 문제가 해결되어야 한다. 이를 위하여, 경제적이며 효과적인 상대전극, 광전극의 개발 및 안정적인 전해질의 개발 등이 해결되어야 할 문제점으로 대두되고 있다.

[0008] 특히 상대전극의 경우, 종래에는 상대 전극으로서 백금을 주로 사용하고 있었으나, 백금은 일반적인 도전성 재료에 비해 가격이 고가이고, 대면적으로 형성하는데 한계가 있었으며, 전기 전도도를 향상시키기 위해 후막으로 형성할 경우 제조 비용이 급격히 상승하고, 변성에 의한 장기 안정성 저하 등의 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점과 과거로부터 요청되어온 기술적 과제를 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 첫번째 목적은 도전성이면서도 상대적으로 저가이고 전기화학적으로 안정한 그라핀 또는 그라핀옥사이드에 상대적으로 부족한 촉매특성을 보완하기 위하여 금속을 복합화시킨 금속/그라핀 복합 상대전극을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 두번째 목적은 상기 상대전극을 포함하므로 장기안정성을 유지하면서도 우수한 전기전자광학에너지용 소자효율을 제공할 수 있는 염료감응 태양전지를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 하나의 측면은, 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나; 및 전도성 금속;을 포함하는 전도층을 포함하는, 염료감응 태양전지용 상대전극을 제공한다.

[0012] 여기서 상기 전도층은, 상기 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나를 포함하는 무기물층; 및 상기 무기물층 상에 형성되고 상기 전도성 금속을 포함하는 금속층;을 포함할 수 있다.

[0013] 또한 상기 전도층은 상기 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나와 상기 전도성 금속이 혼합되어 이루어진 것일 수 있다.

[0014] 또한 상기 염료감응 태양전지용 상대전극은 전도층상에 기판을 추가로 포함할 수 있다.

[0015] 또한 상기 기판은 불소가 도핑된 틴 옥사이드(FTO), 인듐틴옥사이드(ITO), 인듐징크옥사이드(IZO), 인듐징크틴옥사이드(IZTO), 알루미늄징크옥사이드 (AZO), 인듐틴옥사이드-은-인듐틴옥사이드(ITO-Ag-ITO), 인듐징크옥사이드-은-인듐징크옥사이드(IZO-Ag-IZO), 인듐징크틴옥사이드-은-인듐징크틴옥사이드 (IZTO-Ag-IZTO) 및 알루미늄징크옥사이드-은-알루미늄징크옥사이드(AZO-Ag-AZO)로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 전도성 산화물을 포함하여 형성될 수 있다.

[0016] 또한 상기 기판은 니켈(nickel), 스테인레스 스틸(stainless steel), 아연 코팅된 탄소강 (zinc-coated carbon steel), 순탄소강(plain carbon steel), 구리(copper), 티타늄 (titanium), 아연 (zinc) 및 강철(steel)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하여 형성되는 금속 포일(metal foil) 또는 금속 시트 (metal sheet)일 수 있다.

[0017] 또한 상기 기판은 폴리에틸렌테레프탈레이드(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에틸렌(PE), 폴리에테르설폰(PES), 폴리카보네이트(PC), 폴리아릴레이트(PAR) 및 폴리이미드(PI)로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상을 포함하여 형성될 수 있다.

[0018] 또한 상기 금속은 금(Au), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 루테늄(Ru) 및 이들의 합금으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0019] 본 발명의 다른 하나의 측면은, 광전극, 상기 광전극과 대향하여 위치하는 상대전극, 및 상기 광전극과 상기 상대전극 사이에 게재되는 전해질을 포함하고, 상기 광전극은 제1기판 및 상기 제1기판상에 형성되는 광감응 염료층을 포함하고, 상기 상대전극은 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나; 및 전도성 금속;을 포함하는 전도층을 포함하는, 염료감응 태양전지를 제공한다.

[0020] 또한 상기 염료감응 태양전지에서, 상기 전도층은 상기 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나를 포함하는 무기물층: 및 상기 무기물층 상에 형성되고 상기 전도성 금속을 포함하는 금속층;을 포함할 수 있다.

[0021] 또한 상기 염료감응 태양전지에서, 상기 전도층은, 상기 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나와 상기 전도성 금속이 혼합되어 이루어질 수 있다.

[0022] 또한 상기 염료감응 태양전지는 전도층상에 제2기판을 추가로 포함하고, 상기 제2기판은 상기 제1기판에 대향하여 위치하는 것일 수 있다.

[0023] 본 발명의 또 다른 하나의 측면은, 상기 염료감응 태양전지를 포함하는 전자기기를 제공한다.

[0024] 여기서 상기 전자기기는 디스플레이, 디지털 카메라, 휴대폰 및 휴대용 컴퓨터로 이루어진 군에서 선택된 1종일 수 있다.

[0025] 본 발명의 또 다른 하나의 측면은, 상기 염료감응 태양전지를 포함하는 건축자재를 제공한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명은 도전성이면서도 전기화학적으로 안정한 그라핀 또는 그라핀옥사이드에 상대적으로 부족한 촉매특성을 보완하기 위하여 금속을 복합화시킨 금속/그라핀 복합 상대전극을 제공할 수 있다.

[0027] 또한 본 발명은 그라핀옥사이드를 부분적으로 열적 환원시켜 복합상대전극에 적용함으로써 그라핀의 전도성을 갖는 복합상대전극을 제공할 수 있다.

[0028] 또한 본 발명은 염료감응 태양전지의 금속상대전극과 대등한 투명성과 금속상대전극보다 더 높은 에너지 변환 효율을 나타내는 금속/그라핀 복합 상대전극을 제공할 수 있다.

[0029] 또한 본 발명은 상대적으로 저가인 그라핀 또는 그라핀 옥사이드를 사용함으로써 값 비싼 금속을 대체할 수 있는 촉매물질을 제공할 수 있다.

[0030] 또한 본 발명은 상기 상대전극을 포함하므로 장기안정성을 유지하면서도 우수한 전기전자광학에너지용 소자효율을 제공할 수 있는 염료감응 태양전지를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 염료감응 태양전지용 상대전극의 단면을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 염료감응 태양전지용 상대전극의 단면을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 염료감응 태양전지용 상대전극의 단면을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 염료감응 태양전지용 상대전극의 단면을 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 염료감응 태양전지의 단면을 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 염료감응 태양전지의 단면을 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 염료감응 태양전지의 단면을 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 염료감응 태양전지의 단면을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하 본 발명에 따른 염료감응 태양전지용 상대전극 및 이를 포함하는 염료감응 태양전지의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하되, 첨부도면을 참조함에 있어서 동일하거나 대응하는 구성요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0033] 그러나 이하의 설명은 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0034] 또한, 이하에서 사용될 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 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.

[0035] 또한, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 "형성되어" 있다거나 "적층되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소의 표면 상의 전면 또는 일면에 직접 부착되어 형성되어 있거나 적층되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 더 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0036] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0037] 도 1 내지 도 4를 참고하면, 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 하나의 측면은,

[0038] 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나, 및 전도성 금속을 포함하는 전도층(120)을 포함하는, 염료감응 태양전지용 상대전극(100)을 제공한다.

[0039] 본 발명의 실시예에 따르면, 도 1에서 상기 전도층(120)은,

[0040] 상기 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나를 포함하는 무기물층(121): 및

[0041] 상기 무기물층(121) 상에 형성되고 상기 전도성 금속을 포함하는 금속층(123);을 포함할 수 있다.

[0042] 본 발명의 실시예에 따르면, 도 2에서 상기 전도층(120)은 상기 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나와 상기 전도성 금속이 혼합되어 이루어진 것일 수 있다. 여기서 그라핀 및/또는 그라핀 옥사이드의 부피가 전도성 금속의 부피보다 클 경우에는 그라핀 및/또는 그라핀 옥사이드 매트릭스에 전도성 금속이 도메인으로 분산되어 존재할 수 있으며, 반대로 그라핀 및/또는 그라핀 옥사이드의 부피가 전도성 금속의 부피보다 작을 경우에는 전도성 금속 매트릭스에 그라핀 및/또는 그라핀 옥사이드가 도메인으로 분산되어 존재할 수 있다.

[0043] 본 발명의 실시예에 따르면, 도 3 및 4에서 상기 염료감응 태양전지용 상대전극(100)은 전도층(120) 상에 기판(110)을 추가로 포함할 수 있다.

[0044] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 기판으로서 불소가 도핑된 틴 옥사이드(FTO), 인듐틴옥사이드(ITO), 인듐징크

옥사이드(IZO), 인듐징크틴옥사이드(IZTO), 알루미늄징크옥사이드 (AZO), 인듐틴옥사이드-은-인듐틴옥사이드(ITO-Ag-ITO), 인듐징크옥사이드-은-인듐징크옥사이드(IZO-Ag-IZO), 인듐징크틴옥사이드-은-인듐징크틴옥사이드(IZTO-Ag-IZTO) 및 알루미늄징크옥사이드-은-알루미늄징크옥사이드(AZO-Ag-AZO)로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 전도성 산화물을 포함하여 형성되는 것을 사용할 수 있으며 이에 제한되는 것은 아니다.

[0045] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 기판은 니켈(nickel), 스테인레스 스틸(stainless steel), 아연 코팅된 탄소강 (zinc-coated carbon steel), 순탄소강(plain carbon steel), 구리(copper), 티타늄 (titanium), 아연(zinc) 및 강철(steel)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하여 형성되는 금속 포일(metal foil) 또는 금속 시트 (metal sheet)일 수 있으며, 금속의 종류는 이에 제한되는 것은 아니다.

[0046] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 기판으로서 폴리에틸렌테레프탈레이드(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에틸렌(PE), 폴리에테르설폰(PES), 폴리카보네이트(PC), 폴리아릴레이트(PAR) 및 폴리이미드(PI)로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상을 포함하여 형성될 수 있으며, 이에 제한되는 것은 아니며, 이 경우는 기판이 플렉서블하여 플렉서블한 전자기기, 예를 들어 e-페이퍼 등에 적용될 수 있다.

[0047] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 금속으로서 금(Au), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 루테늄(Ru) 또는 이들의 합금을 사용할 수 있으며 이에 제한되는 것은 아니다.

[0048] 도 5 및 6을 참고하면 본 발명의 하나의 측면은, 광전극(300), 상기 광전극(300)과 대향하여 위치하는 상대전극(100), 및 상기 광전극(300)과 상기 상대전극(100) 사이에 게재되는 전해질(200)을 포함하고,

[0049] 상기 광전극(300)은 제1기판(360) 및 상기 제1기판(360)상에 형성되는 광감응 염료층(350)을 포함하고,

[0050] 상기 상대전극(100)은 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나; 및 전도성 금속;을 포함하는 전도층(120, 121, 123)을 포함하는 것인, 염료감응 태양전지(20)를 제공한다.

[0051] 본 발명의 실시예에 따르면, 도 5에서 상기 염료감응 태양전지(20)의 상기 전도층(121, 123)은

[0052] 상기 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나를 포함하는 무기물층(121): 및

[0053] 상기 무기물층(121) 상에 형성되고 상기 전도성 금속을 포함하는 금속층(123);을 포함할 수 있다.

[0054] 본 발명의 실시예에 따르면, 도 6에서 상기 염료감응 태양전지(20)의 상기 전도층(120)은 상기 그라핀, 그라핀옥사이드 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 어느 하나와 상기 전도성 금속이 혼합되어 이루어질 수 있다.

[0055] 본 발명의 실시예에 따르면, 도 7 및 8에서 상기 염료감응 태양전지(20)는 전도층(120) 상에 제2기판(110)을 추가로 포함하고, 상기 제2기판(110)은 상기 제1기판(360)에 대향하여 위치할 수 있다.

[0056] 위에서 살펴본 바와 같이 본 발명의 염료감응 태양전지의 실시형태는 기판을 광전극 또는 상대전극 중 한쪽에만 사용하는 모노리틱(monolithic) 타입과 광전극 및 상대전극 양쪽에 모두 기판을 사용하는 형태 등 다양한 형태를 포함할 수 있으며 이에 제한되지 않는다.

[0057] 또한 본 발명의 염료감응 태양전지의 실시형태는 단위 염료감응 태양전지가 복수개의 셀로 모듈화되어 이루어지는 형태일 수 있으며 이에 제한되는 것은 아니다.

[0058] 여기서 전해질(200)은 제1기판(360)과 제2기판(110) 사이에 위치하는 encapsulant나 sealant 등에 의해 밀폐될 수 있다. 상기 encapsulant나 sealant 등은 열가소성 수지 또는 열경화성 수지 등으로 이루어질 수 있다.

[0059] 본 발명의 염료감응 태양전지(20)에 사용되는 전도층, 그라핀, 그라핀 옥사이드, 무기물층, 전도성 금속, 금속층 및 기판(제1기판 또는 제2기판)은 본 발명의 상대전극에서 설명한 바와 동일한 것을 사용할 수 있고, 이에 대한 설명은 생략하기로 한다.

[0060] 염료감응 태양전지의 보다 구체적인 구조와 그것의 제조방법은 당업계에 공지되어 있으므로, 그에 대한 자세한 설명은 본 명세서에서 생략한다.

[0061] 또한 본 발명은, 상기 염료감응 태양전지를 포함하는 전자기기를 제공한다.

[0062] 상기 전자기기로서는 디스플레이, 디지털 카메라, 휴대폰 및 휴대용 컴퓨터 등을 예로 들 수 있으며, 이에 제한되는 것은 아니며 특히 휴대형으로 이동 가능한 모바일 전자기기에 사용할 수 있다.

[0063] 또한 본 발명은, 상기 염료감응 태양전지를 포함하는 건축자재를 제공한다.

[0064] 상기 건축자재로서는 건물의 외벽에 사용되는 건축용 외장재, 유리, 수지 성형품, 간판, 조명장치 등을 예로 들 수 있으며 이에 제한되는 것은 아니다.

[0065] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범주 및 기술사상 범위 내에서 다양한 변경 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속하는 것도 당연한 것이다.

[0066] [실시예]

[0067] 제조예 1: 그라핀옥사이드 용액 제조

[0068] 그래파이트를 ball mill로 10분에서 1시간 분쇄하여 직경 10㎛ 이하의 분말로 준비한 후, 황산 (H_2SO_4):탈이온수가 1:50의 중량 비율로 섞인 수용액 100㎖에 파쇄된 그라파이트 분말 3g을 섞고 2 시간 동안 상온에서 교반한 후, 과망간산칼륨 ($KMnO_4$) 10g을 상온에서 투입하여 산화시킨 후 70℃에서 증류수를 투입하여 5시간 반응시켰다. 그 후 과산화수소 (H_2O_2) 수용액 30㎖를 투입하여 반응을 종결시키고, 염산 (HCl)과 증류수로 세척한 후, 수용액에 분산된 상태에서 2시간 초음파 처리하여 최종적으로 그라핀 옥사이드 용액을 수득하였다.

[0069] 제조예 2: 백금전구체 용액 제조

[0070] 8wt% H_2PtCl_6 수용액을 증류수로 희석하여 0.08 wt% H_2PtCl_6 용액을 제조하였다.

[0071] 제조예 3: 그라핀옥사이드와 백금전구체 혼합용액 제조

[0072] 상기 제조예 1의 그라핀 옥사이드 용액 0.1g 과 상기 제조예 2의 백금전구체 용액을 0.02g을 혼합하여 20분 초음파 처리하는 방법으로 그라핀 옥사이드와 백금전구체 혼합용액을 제조하였다.

[0073] 제조예4: 그라핀옥사이드와 백금전구체 혼합용액 제조

[0074] 상기 제조예 1의 그라핀 옥사이드 용액 0.1g과 상기 제조예 2의 백금전구체 용액 0.03g을 혼합하여 20분 초음파 처리하는 방법으로 그라핀 옥사이드와 백금전구체 혼합용액을 제조하였다.

[0075] 제조예 5: 비교 대상 표준 백금 상대전극 제조용 백금전구체 용액 제조

[0076] Anhydrous 2-propanol에 $H_2PtCl_6?6H_2O$을 첨가하여 7mM 농도가 되도록 하고, 초음파 처리하여 백금전구체 용액을 제조하였다.

[0077] 실시예 1

[0078] 상기 제조예 1의 그라핀 옥사이드 용액 0.1g을 스핀코터를 이용하여 기판(FTO)에 스핀 코팅하고 80℃에서 10분간 건조하였다. 이와 같은 방법으로 그라핀 옥사이드 층이 코팅된 FTO기판을 제조하였다

[0079] 상기 FTO 기판 위의 그라핀 옥사이드층 위에 상기 제조예 2의 백금 전구체 용액 0.02g을 스핀코터를 이용하여 스핀코팅하였다.

[0080] 상기 그라핀 옥사이드층과 백금 전구체층이 코팅된 FTO 기판을 400℃에서 20분간 소성하여 상대전극을 제조하였다.

[0081] 또한 상기한 제조방법과 동일한 방법으로 상대전극을 1개 추가로 제조하였다.

[0082] 상기와 같이 제조된 상대전극을 포함하는 염료감응 태양전지를 제조하였다. 구체적으로 상기 염료감응 태양전지는 FTO 기판 위에 산화티타늄 필름을 형성하고 광감응 염료인 정제된 N19염료 (Solaronix) 0.5 mM 용액 (용매: 아세토나이트릴,t-부틸알코올)을 이용하여 상기 산화티타늄 필름 상에 상기 광감응 염료를 흡착시켜 광전극을 제조하고, 상기 상대 전극을 각각 적층한 후 액체 전해질을 주입하여 염료감응 태양전지를 제조하였다. 염료감응 태양전지 셀의 활성 면적은 약 0.4cm^2 이다.

[0083] 상기와 같이 제조된 염료감응 태양전지의 전압(Voc), 전류 밀도 (Jsc), 충진 인자 (fill factor) 및 광전환효율(efficiency)을 측정하여 하기 표 1에 나타내었다.

[0084] 실시예 2

[0085] 실시예 1에서 보인 바와 같은 FTO 기판 위의 그라핀 옥사이드층 위에, 백금 전구체 용액 0.03g을 스핀 코팅하고 400℃에서 20분간 소성하여 상대전극을 제조한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 염료감응 태양전지를 제조하였다.

[0086] 실시예 3

[0087] 제조예 1의 그라핀 옥사이드 용액을 FTO 기판 위에 스핀코팅하고 건조하는 것을 2회 반복하였다. 상기 그라핀 옥사이드층 위에 제조예 2의 백금 전구체 용액 0.03g을 스핀코팅 한 후 400℃에서 20분간 소성하여 상대전극을 제조한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 염료감응 태양전지를 제조하였다.

[0088] 실시예 4

[0089] 제조예 3의 혼합용액을 사용하여 상기 FTO 기판 위에 0.12g을 스핀코팅하고 400℃에서 20분간 소성하여 그라핀 옥사이드 매트릭스에 백금 도메인이 분산된 전도층을 갖는 상대전극을 제조하고 염료감응 태양전지를 제조하였다.

[0090] 실시예 5

[0091] 제조예 4의 혼합용액 0.13g을 사용하여 상기 FTO 기판 위에 스핀코팅하고 400℃에서 20분간 소성하여 그라핀옥사이드 매트릭스에 백금 도메인이 분산된 전도층을 갖는 상대전극을 제조하고 염료감응 태양전지를 제조하였다.

[0092] 비교예 1

[0093] FTO 기판을 2개 준비하여 상대전극으로 그대로 사용하여 염료감응 태양전지를 제조하였다.

[0094] 비교예 2

[0095] 상기 제조예 1의 그라핀 옥사이드 용액 0.1g을 스핀코터를 이용하여 기판(FTO)에 스핀코팅하고 400℃에서 20분간 소성하였다.

[0096] 상기 그라핀 옥사이드 층이 코팅된 FTO기판으로 상대전극을 제조하고 염료감응 태양전지를 제조하였다.

[0097] 비교예 3

[0098] 상기 제조예 1의 그라핀 옥사이드 용액 0.1g을 스핀코터를 이용하여 기판(FTO)에 스핀코팅하고 80℃에서 10분간 건조한 후 그라핀 옥사이드 용액 0.1g을 스핀코팅을 1회 더 반복하여 그라핀 옥사이드 층이 코팅된 FTO기판을 제조하였다.

[0099] 상기 그라핀 옥사이드층이 코팅된 FTO 기판을 400℃에서 20분간 소성하여 상대전극을 제조하고 염료감응 태양전지를 제조하였다.

[0100] 비교예 4

[0101] 상기 제조예 2의 백금 전구체 용액 0.02g을 스핀코터를 이용하여 기판(FTO) 위에 스핀코팅하였다.

[0102] 상기 백금 전구체층이 코팅된 FTO기판을 400℃에서 20분간 소성하여 상대전극을 제조하고 염료감응 태양전지를 제조하였다.

[0103] 비교예 5

[0104] 상기 제조예 2의 백금 전구체 용액 0.03g을 스핀코터를 이용하여 기판(FTO) 위에 스핀코팅하였다.

[0105] 상기 백금 전구체층이 코팅된 FTO기판을 400℃에서 20분간 소성하여 상대전극을 제조하고 염료감응 태양전지를 제조하였다

[0106] 비교예 6

[0107] 비교 대상 표준 백금 상대전극을 제조하기 위하여, 상기 제조예 5의 백금 전구체 용액 0.01g을 스포이드를 이용하여 기판(FTO) 위에 도포하고 400℃에서 20분간 소성하여 상대전극을 제조하고 염료감응 태양전지를 제조하였다.

표 1

[0108]

	Voc (V)	Jsc (mA/cm2)	FF (%)	Eff (%)	용액 중 H_2PtCl_6의 양 (μg)	용액 중 그라핀 옥사이드의 양 (μg)
실시예1	0.707	14.4	58.8	6.0	16.8	50.0
	0.737	14.7	56.0	6.1	16.8	50.0
실시예 2	0.717	16.3	62.1	7.3	24.8	50.0
	0.737	15.9	64.7	7.6	24.8	50.0
실시예 3	0.727	16.2	57.0	6.7	24.8	100.0
	0.727	16.3	64.9	7.7	24.8	100.0
실시예 4	0.707	15.1	53.5	5.7	16.8	50.0
	0.707	14.2	37.5	3.8	16.8	50.0
실시예 5	0.717	15.5	38.8	4.3	24.8	50.0
	0.696	15.6	50.6	5.5	24.8	50.0
비교예 1	0.372	1.7	8.8	0.06	0	0
	0.474	1.1	8.5	0.04	0	0
비교예 2	0.686	3.3	10.5	0.24	0	50
	0.666	4.9	10.2	0.33	0	50
비교예 3	0.686	2.5	10.5	0.18	0	100
비교예 4	0.717	15.2	41.1	4.5	16.8	0
	0.727	14.8	44.0	4.7	16.8	0
비교예 5	0.727	14.1	52.9	5.4	24.8	0
	0.737	14.5	50.0	5.3	24.8	0
비교예 6	0.737	15.0	65.9	7.3	36.0	0

[0109] 상기 표 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명에 따르면, 실시예1은 상기 기판 위에 그라핀옥사이드층을 스핀코팅하고, 그 위에 백금전구체용액을 순차적으로 스핀코팅하여 형성한 복합상대전극을 포함하는 염료감응 태양전지이다. 실시예1과, 실시예 1의 상대전극에 첨가한 백금전구체의 양은 같지만 그라핀 옥사이드를 첨가하지 않은 비교예4를 비교했을 때 실시예1의 염료감응 태양전지가 더 높은 광전변환 효율을 나타내었다. 실시예1과, 실시예 1의 상대전극에 첨가한 그라핀 옥사이드의 양은 같지만 백금전구체를 첨가하지 않은 비교예2를 비교했을 때, 실시예1의 염료감응 태양전지가 더 높은 광전변환 효율을 나타내었다. 비교예2의 광전변환효율 (최대치 0.33)과 비교예4의 광전변환효율 (최대치 4.7)을 산술적으로 합산한 것 (합산 효율 5.03) 보다 실시예1의 광전변환효율 (최소치 6.0)가 최소 19% 이상 높아서, 백금전구체와 그라핀 옥사이드, 각각의 상대전극보다 복합상대전극이 더 우수한 것을 알 수 있다.

[0110] 실시예2는 실시예1에 비하여 백금전구체 용액이 더 많이 사용된 복합상대전극을 포함하는 염료감응 태양전지이다. 실시예2를 실시예 1과 비교해 보면 더 많은 양의 백금전구체용액이 사용되었을 때 더 높은 광전변환효율을 보이는 것을 알 수 있다. 실시예2의 경우, 비교예6에 비하여 약 69%만의 백금전구체가 사용되었음에도 불구하고, 더 우수한 광전변환효율을 보여주었다. 이는 백금전구체/그라핀 옥사이드 복합상대전극을 사용함에 의하여 염료감응 태양전지가 보다 우수한 광전효율을 보이면서도 보다 저가로 제작될 수 있다는 것을 의미한다.

[0111] 실시예2와 비교예 5를 비교한 경우에도 그라핀옥사이드와 백금전구체와 복합화한 전극을 적용한 염료감응 태양전지의 성능이 백금전구체만을 사용한 경우보다 더 우수하다는 효과를 확인 할 수 있다.

[0112] 실시예 3과 실시예2를 보면, 그라핀 옥사이드를 2회 코팅하여, 두 배의 그라핀 옥사이드를 사용한 경우에는 광전변환효율에 큰 차이는 없음을 알 수 있다. 이는 그라핀 옥사이드만의 촉매역할에는 한계가 있음을 의미한다.

[0113] 실시예4와 실시예 5 는 상기 그라핀옥사이드 용액과 백금전구체 용액을 혼합한 용액을 스핀코팅한 금속/그라핀 복합상대전극을 포함한 염료감응태양전지로, 사용된 백금전구체의 양이 서로 다른 것이나, 해당 염료감응태양전지에는 큰 차이가 없었다. 또한, 실시예 4와 실시예5는 그라핀옥사이드 용액과 백금전구체용액을 순차적으로 스핀코팅하여 각각의 금속층과 그라핀옥사이드층을 형성한 실시예 1과 실시예2보다 더 낮은 에너지 변환 효율을 보임으로써, 각 용액의 혼합보다는 순차적인 스핀코팅이 더 바람직함을 의미한다.

[0114] FTO 기판만을 상대전극으로 사용한 비교예1보다 그라핀옥사이드를 1회 코팅한 비교예 2와 2회 코팅한 비교예3의

경우 더 높은 광전변환효율을 보여 주었다. 이는 그라핀옥사이드가 전기화학적 촉매역할을 하고 있음을 의미하나, 1회 코팅한 비교예 2와 2회 코팅한 비교예3의 차이가 미미함으로 판단컨대, 그라핀옥사이드 만의 전기화학적 촉매역할에는 한계가 있는 것으로 판단된다.

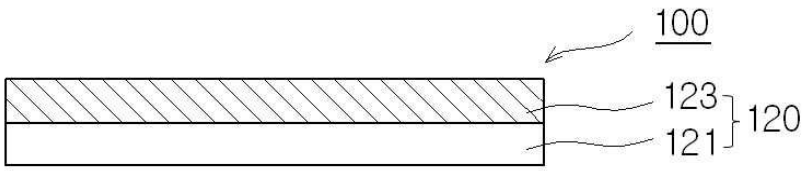
[0115] 비교예4와 비교예5를 비교하면, 더 많은 양의 백금전구체가 사용될 경우, 더 우수한 광전변환효율을 보임을 알 수 있으며, 이는 백금전구체용액이 우수한 전기화학적 촉매역할을 하고 있음을 의미하고 있다. 이는 실시예 1과 실시예2의 비교를 통해서도 알 수 있다.

[0116] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

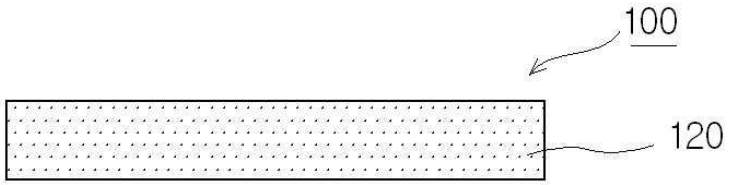
[0117] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

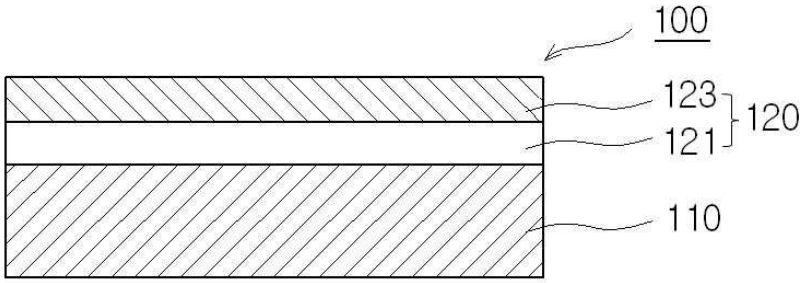
도면1



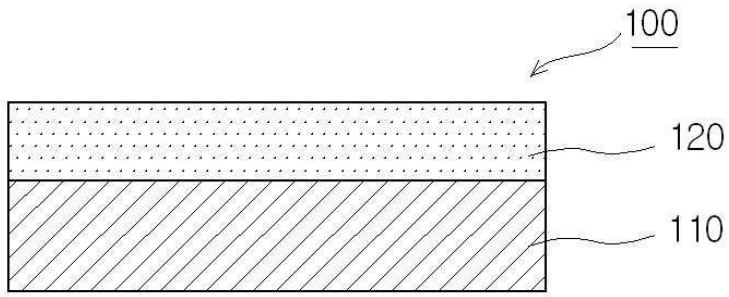
도면2



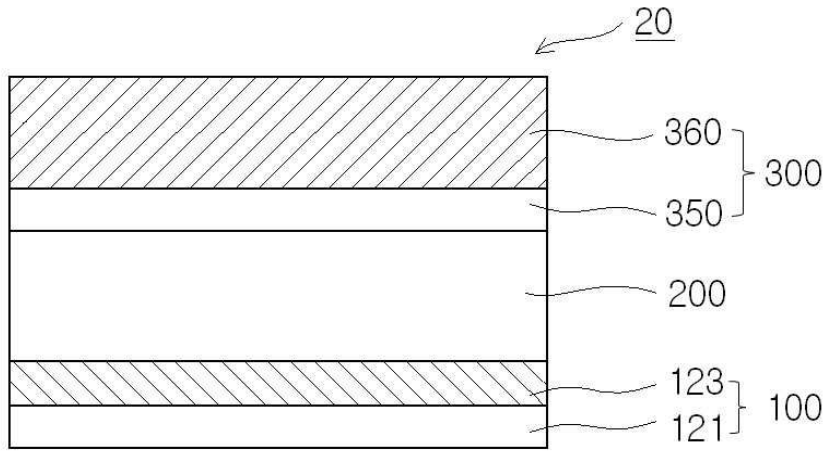
도면3



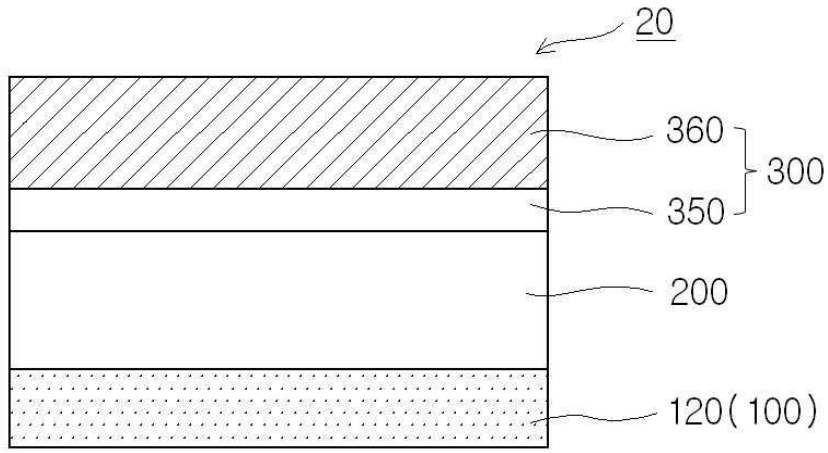
도면4


100
120
110

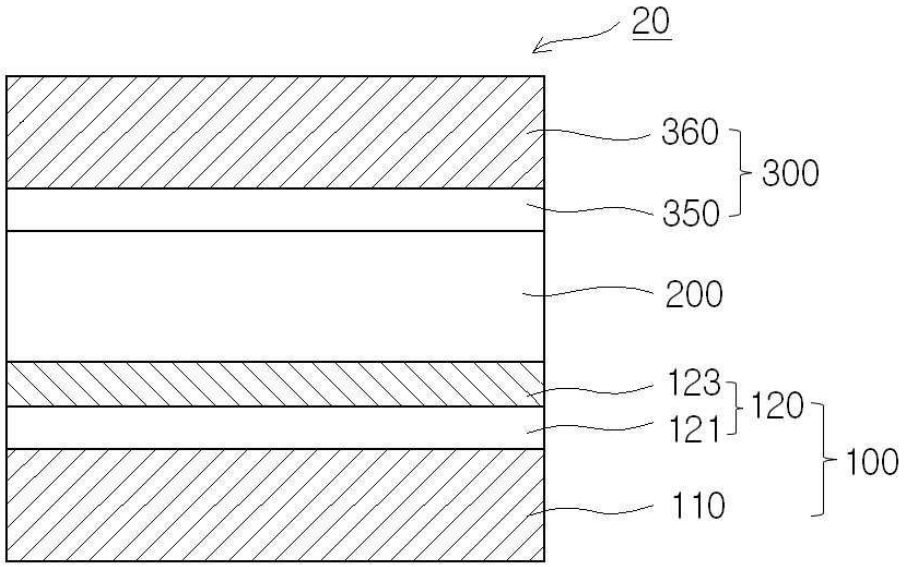
도면5


20
360
300
350
200
123
100
121

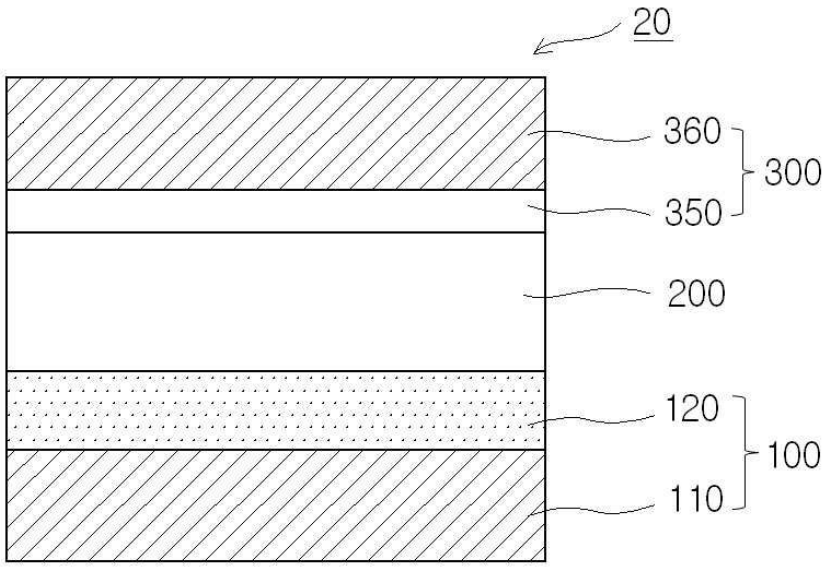
도면6


20
360
300
350
200
120(100)

도면7


20
360
300
350
200
123
120
121
100
110

도면8


20
360
300
350
200
120
100
110