



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년06월29일
(11) 등록번호 10-1044338
(24) 등록일자 2011년06월20일

(51) Int. Cl.

H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0083697
(22) 출원일자 2009년09월04일
심사청구일자 2009년09월04일
(65) 공개번호 10-2011-0025573
(43) 공개일자 2011년03월10일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070102268 A

(73) 특허권자

한국에너지기술연구원
대전 유성구 장동 71-2

(72) 발명자

한치환
경기도 성남시 분당구 분당동 셋별마을라이프아파트 108-1403

윤경훈

대전광역시 유성구 도룡동 431-6

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인다울

전체 청구항 수 : 총 7 항

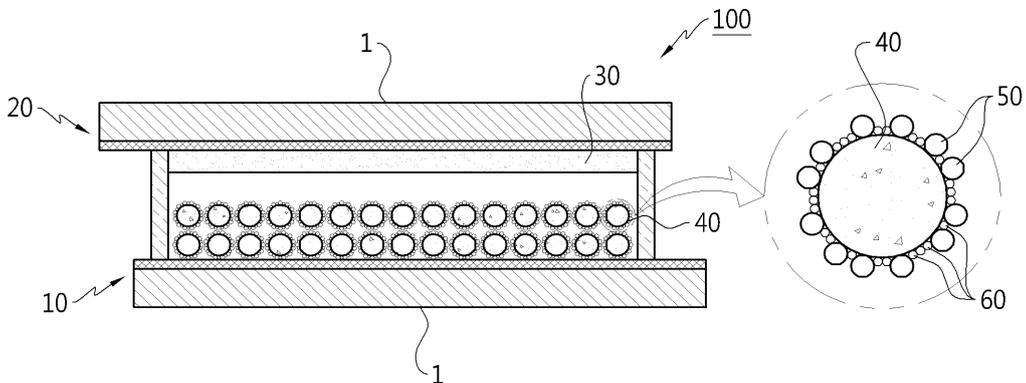
심사관 : 김민수

(54) 염료 및 다원자음이온이 흡착된 나노 산화물층을 포함한 음극계 전극을 포함하는 염료감응 태양전지 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 나노 산화물 입자 표면에 염료 및 다원자음이온이 흡착되어 있는 나노 산화물층이 형성된 음극계 전극을 포함하는 염료감응 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 본 발명은 염료 및 다원자음이온이 나노 산화물 입자 표면에 표면공백이 최소화되도록 흡착되어 있는 나노 산화물층이 형성된 음극계 전극을 포함하는 염료감응 태양전지 및 이의 제조방법을 제공하며, 본 발명에 따른 염료감응 태양전지는 개방전압 및 충전계수가 향상되어 광전변환 효율이 향상될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이학수

대전광역시 서구 탄방동 한가람아파트 6동 502호

조태연

충청남도 부여군 세도면 청송리 202

배상훈

부산광역시 사상구 삼락동 51-11 1/3

전세미나

대구광역시 중구 달성동 118-3 금오맨션 209호

특허청구의 범위

청구항 1

투명 전도성 산화물층이 형성된 투명 기판 상에 나노 산화물층을 형성하는 단계(단계 1);

염료 50 내지 95 중량% 및 인산리튬(Li₃PO₄), 탄산리튬(Li₂CO₃), 황산리튬(Li₂SO₄), 인산이수소리튬(LiH₂PO₄), 인산나트륨(Na₃PO₄) 및 인산일나트륨(NaH₂PO₄)으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리금속 다원자음이온염 5 내지 50 중량%를 유기용매에 용해시켜 제조한 염료용액에 상기 나노 산화물층이 형성된 투명기판을 담지하여 나노 산화물 입자 표면에 염료 및 다원자음이온을 흡착시킴으로써 음극계 전극을 제조하는 단계(단계 2);

투명 전도성 산화물층이 형성된 투명 기판의 상부에 금속층을 형성하여 양극계 전극을 제조하는 단계(단계 3); 및

상기 단계 2에서 제조된 음극계 전극과 단계 3에서 제조된 양극계 전극을 대향시켜 접합시킨 후 전해액을 주입하는 단계(단계 4)를 포함하는 염료감응 태양전지의 제조방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 유기 용매는 에탄올, 메탄올, 프로판올, 이소프로판올 및 아세토니트릴로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 염료감응 태양전지의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 염료는 루테늄계 염료인 것을 특징으로 하는 염료감응 태양전지의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 투명 전도성 산화물층은 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 투명 전도성 산화물로 형성되는 것을 특징으로 하는 염료감응 태양전지의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 투명 기판은 유리 기판 또는 투명한 플라스틱 기판인 것을 특징으로 하는 염료감응 태양전지의 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 금속층은 백금층인 것을 특징으로 하는 염료감응 태양전지의 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 나노 산화물층은 이산화티탄을 포함하는 코팅용 조성물을 도포하여 형성되는 것을 특징으로 하는 염료감응 태양전지의 제조방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 염료 및 다원자음이온이 흡착된 나노 산화물층을 포함한 음극계 전극을 포함하는 염료감응 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 나노 산화물 입자 표면에 염료 및 다원자음이온이 표면 공백이 최소화되도록 흡착된 나노 산화물층을 포함한 음극계 전극을 포함하여 구성됨으로써 광전변환 효율이 향상된 염료감응 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 심각한 환경오염 문제와 화석 에너지 고갈로 차세대 청정 에너지 개발에 대한 중요성이 증대되고 있다. 그 중에서도 태양전지는 태양 에너지를 직접 전기 에너지로 전환시키는 장치로서, 공해가 적고, 자원이 무한적이며 반영구적인 수명을 가지고 있어 미래 에너지 문제를 해결할 수 있는 에너지원으로 기대되고 있다.

[0003] 이와 같은 태양전지를 물질별로 크게 구분하면 무기물 태양전지(inorganic solar cell), 염료감응 태양전지(dye-sensitized solar cell) 및 유기물 태양전지(organic solar cell)가 있다.

[0004] 무기물 태양전지로서 단결정 실리콘이 주로 사용되고 있고, 이러한 단결정 실리콘계 태양전지는 박막형 태양전지로 제조될 수 있는 장점을 가지나, 많은 비용이 소요되고, 안정성이 낮은 문제점을 가지고 있다.

[0005] 염료감응 태양전지는 기존의 p-n 접합에 의한 실리콘 태양전지와는 달리, 가시광선의 빛을 흡수하여 전자-홀 쌍

(electron-hole pair)을 생성할 수 있는 감광성 염료 분자와, 생성된 전자를 전달하는 전이금속 산화물을 주된 구성 재료로 하는 광전기화학적 태양전지이다. 염료감응 태양전지는 기존 실리콘을 기반으로 하는 태양 전지와 비교했을 때 빛과 열에 대한 장시간 노출에도 견딜 수 있으며, 저렴하고 용이하게 에너지를 생산할 수 있다.

[0006] 지금까지 알려진 염료감응 태양전지 중 대표적인 예로서 스위스의 그라첼(Gratzel) 등에 의하여 발표된 것이 있다(미국등록특허 제4,927,721호 및 제5,350,644호). 그라첼 등에 의해 제안된 염료감응 태양전지는 염료 분자가 입혀진 나노입자 이산화티탄(TiO_2)으로 이루어지는 반도체 전극과, 백금 또는 탄소가 코팅된 대향 전극과, 이들 전극 사이에 채워진 전해질 용액으로 구성되어 있다. 이 광전기화학적 태양전지는 기존의 실리콘 태양전지에 비하여 전력당 제조 원가가 저렴하여 주목받아 왔다. 이러한 그라첼이 개발한 염료감응 태양전지 기술은 값비싼 실리콘 태양 전지의 저렴한 대안으로 유망하다는 사실을 보여 주었다.

[0007] 상술한 바와 같이 염료감응 태양전지는 기존의 실리콘 태양 전지에 비해 제조 단가가 저렴하고 투명한 전극으로 인해 건물 외벽 유리창이나 유리 온실 등에 응용이 가능하다는 이점이 있으나, 광전변환 효율이 낮아서 실제 적용에는 제한이 있는 상황이다.

[0008] 태양 전지의 광전변환 효율은 태양빛의 흡수에 의해 생성된 전자의 양에 비례하므로, 광전변환 효율을 증가시키기 위해서는 태양빛의 흡수를 증가시키거나 염료의 흡착량을 높여 전자의 생성량을 늘일 수도 있고, 또는 생성된 여기전자가 전자-홀 재결합에 의해 소멸되는 것을 막아줄 수도 있다.

[0009] 단위면적당 염료의 흡착량을 늘이기 위해서는 산화물 반도체의 입자를 나노미터 수준의 크기로 제조하여야 하며 태양빛의 흡수를 높이기 위해 백금전극의 반사율을 높이거나, 수 마이크로 크기의 산화물 반도체에 광산란자를 섞어서 제조하는 방법 등이 개발되어 있다. 그러나 이러한 종래 방법으로는 태양 전지의 광전변환 효율 향상에 한계가 있으며, 따라서 효율 향상을 위한 새로운 기술 개발이 절실히 요청되고 있는 실정이다.

[0010] 본 발명자들은 염료감응 태양전지의 광전변환 효율을 향상시키기 방안을 모색하였고, 염료감응 태양전지의 광전변환 효율을 감소시키는 전압 강하 현상을 개선하기 위한 예의 연구를 거듭한 결과, 염료감응 태양전지의 음극계 전극 제조시 나노 산화물 입자 표면에 염료와 특정 다원자음이온을 표면공백이 최소화되도록 흡착시켜 나노 산화물층을 제조하는 경우, 전압을 높여 염료감응 태양전지의 광전변환 효율을 향상시킬 수 있는 것을 알게 되어 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0011] 본 발명의 목적은 염료감응 태양전지의 문제점인 낮은 광전변환 효율을 개선할 수 있는, 광전변환 효율이 향상된 염료감응 태양전지 및 이의 제조방법을 제공하기 위한 것이다.

과제 해결수단

[0012] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은,

[0013] 투명 전도성 산화물층이 형성된 투명 기판 상에 나노 산화물층을 형성하는 단계(단계 1);

[0014] 염료; 인산리튬(Li_3PO_4), 탄산리튬(Li_2CO_3), 황산리튬(Li_2SO_4), 인산이수소리튬(LiH_2PO_4), 인산나트륨(Na_3PO_4) 및 인산일나트륨(NaH_2PO_4)으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리금속 다원자음이온염 및 유기용매를 혼합한 염료 용액에 상기 나노 산화물층이 형성된 투명기판을 담지하여 나노 산화물 입자 표면에 염료 및 상기 다원자음이온을 흡착시킴으로써 음극계 전극을 제조하는 단계(단계 2);

[0015] 투명 전도성 산화물층이 형성된 투명 기판의 상부에 금속층을 형성하여 양극계 전극을 제조하는 단계(단계 3);

및

- [0016] 상기 단계 2에서 제조된 음극계 전극과 단계 3에서 제조된 양극계 전극을 대향시켜 접합시킨 후 전해액을 주입하는 단계(단계 4)를 포함하는 염료감응 태양전지의 제조방법을 제공한다.
- [0017] 또한, 본 발명은 나노 산화물 입자 표면에 염료 및 다원자음이온이 흡착되어 있는 나노 산화물층이 형성된 음극계 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 염료감응 태양전지를 제공한다.
- [0018] 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.
- [0019] 본 발명은,
- [0020] 투명 전도성 산화물층이 형성된 투명 기판 상에 나노 산화물층을 형성하는 단계(단계 1);
- [0021] 염료; 인산리튬(Li₃PO₄), 탄산리튬(Li₂CO₃), 황산리튬(Li₂SO₄), 인산이수소리튬(LiH₂PO₄), 인산나트륨(Na₃PO₄) 및 인산일나트륨(NaH₂PO₄)으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리금속 다원자음이온염 및 유기용매를 혼합한 염료 용액에 상기 나노 산화물층이 형성된 투명기판을 담지하여 나노 산화물 입자 표면에 염료 및 다원자음이온을 흡착시킴으로써 음극계 전극을 제조하는 단계(단계 2);
- [0022] 투명 전도성 산화물층이 형성된 투명 기판의 상부에 금속층을 형성하여 양극계 전극을 제조하는 단계(단계 3); 및
- [0023] 상기 단계 2에서 제조된 음극계 전극과 단계 3에서 제조된 양극계 전극을 대향시켜 접합시킨 후 전해액을 주입하는 단계(단계 4)를 포함하는 염료감응 태양전지의 제조방법을 제공한다.
- [0024] 하기에 본 발명에 따른 염료감응 태양전지의 제조방법을 도면을 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따라 제조된 염료감응 태양전지의 측단면도이다.
- [0026] 단계 1은 투명 전도성 산화물층이 형성된 투명 기판 상에 나노 산화물층을 형성하는 단계이다.
- [0027] 본 발명에서 사용되는 투명 기판(1)으로는 유리 기판 또는 투명한 플라스틱 기판을 사용할 수 있으며, 상기 투명한 플라스틱 기판으로는 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에틸렌(PE), 폴리에테르설폰(PES), 폴리카보네이트(PC), 폴리아릴레이트(PAR), 폴리이미드(PI) 등을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0028] 상기 투명 기판(1)의 상부에는 투명 전도성 산화물층이 형성되며, 투명 전도성 산화물층의 소재로는 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), 알루미늄징크옥사이드-은-알루미늄징크옥사이드(AZO-Ag-AZO) 등을 사용할 수 있으며, 특히 불소가 도핑된 틴 옥사이드(FTO)가 바람직하다. 이러한 투명 전도성 산화물층은 스퍼터링(sputtering), 화학기상증착(CVD), 증기증착(evaporation), 열산화(thermal oxidation), 전기화학적 증착(electrochemical anodization(deposition)) 중 어느 한 방법에 의해 형성될 수 있다.
- [0029] 이후 상기 투명 전도성 산화물층에 나노 산화물층을 형성한다. 상기 나노 산화물층은 전이금속산화물, 특히 이산화티탄으로 구비될 수 있으며, 이산화티탄이 포함된 조성물이 닥터 블레이드법, 스크린 프린팅법 등에 의해 도포되어 형성될 수 있다.
- [0030] 단계 2는 염료; 인산리튬(Li₃PO₄), 탄산리튬(Li₂CO₃), 황산리튬(Li₂SO₄), 인산이수소리튬(LiH₂PO₄), 인산나트륨(Na₃PO₄) 및 인산일나트륨(NaH₂PO₄)으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리금속 다원자음이온염 및 유기용매를

혼합한 염료용액에 상기 나노 산화물층이 형성된 투명기관(1)을 담지하여 나노 산화물 입자(40) 표면에 염료(50) 및 다원자음이온(60)을 흡착시킴으로써 음극계 전극을 제조하는 단계로서, 본 발명의 염료감응 태양전지의 제조방법에서 핵심적인 단계에 해당한다.

- [0031] 본 발명의 일 실시형태에 있어서, 상기 염료용액은 유기 용매에 염료 50 내지 95 중량% 및 상기 알칼리금속 다원자음이온염 5 내지 50 중량%를 용해시켜 제조될 수 있다.
- [0032] 상기 유기 용매로는 에탄올, 메탄올, 프로판올, 이소프로판올, 아세토니트릴 등을 사용할 수 있으며, 염료로는 루테늄(Ru) 복합체를 포함하여 가시광을 흡수할 수 있는 물질을 사용할 수 있고, 이외에도 가시광내의 장파장 흡수를 개선하여 효율을 향상시키는 염료 및 전자 방출이 용이한 새로운 타입의 염료를 사용할 수 있음은 물론이다.
- [0033] 염료 및 상기 알칼리금속 다원자음이온염을 용해시킨 염료용액 내에 단계 1에서 제조한 나노 산화물층이 형성된 투명기관(1)을 담지시킨 후, 염료(50) 및 다원자음이온(60)이 나노 산화물 입자(40)의 표면에 충분히 흡착될 수 있을 시간동안 유지시켜 나노 산화물 입자(40)의 표면에 염료 및 다원자음이온을 표면공백이 최소화되도록 흡착시킴으로써 음극계 전극(10)을 제조한다.
- [0034] 단계 3은 투명 전도성 산화물층이 형성된 투명 기관(1)의 상부에 금속층(30)을 형성하여 양극계 전극(20)을 제조하는 단계이다.
- [0035] 상기 단계 1에서와 동일하게 투명 전도성 산화물층을 투명 기관(1) 상에 형성한 후, 상기 투명 전도성 산화물층에 금속층(30)을 형성하여 양극계 전극(20)을 제조할 수 있다.
- [0036] 상기 금속층(30)은 통전이 가능한 물질로 구성되는데, 바람직하게는 백금(Pt) 등과 같은 귀금속 물질로 구비될 수 있다. 백금(Pt)은 반사도가 좋아서, 투과된 가시광이 태양전지의 내부로 반사되어 광흡수의 효율에 유리하다. 또한, 백금(Pt) 이외에도 저항값이 낮은 다른 귀금속 물질도 사용할 수 있음은 물론이다.
- [0037] 단계 4는 상기 단계 2에서 제조된 음극계 전극(10)과 단계 3에서 제조된 양극계 전극(20)을 대향시켜 접합시킨 후 전해액을 주입하는 단계이다.
- [0038] 본 발명의 일 실시형태에 있어서, 상기 음극계 전극(10)과 양극계 전극(20)을 대향시켜 접합시킨 후 양극계 전극(20)에 미세 홀을 형성하여 전해액을 주입한 후, 상기 구멍을 고분자 수지를 이용하여 밀봉함으로써 염료감응 태양전지를 제조할 수 있다.
- [0039] 본 발명은 염료; 인산리튬(Li_3PO_4), 탄산리튬(Li_2CO_3), 황산리튬(Li_2SO_4), 인산이수소리튬(LiH_2PO_4), 인산나트륨(Na_3PO_4) 및 인산일나트륨(NaH_2PO_4)으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리금속 다원자음이온염 및 유기용매를 혼합한 염료용액에 상기 나노 산화물층이 형성된 투명기관을 담지함으로써 나노 산화물 입자 표면에 염료 및 다원자음이온이 흡착된 나노 산화물층을 포함하는, 염료감응 태양전지의 음극계 전극을 제공한다.
- [0040] 또한, 본 발명은 염료; 인산리튬(Li_3PO_4), 탄산리튬(Li_2CO_3), 황산리튬(Li_2SO_4), 인산이수소리튬(LiH_2PO_4), 인산나트륨(Na_3PO_4) 및 인산일나트륨(NaH_2PO_4)으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리금속 다원자음이온염 및 유기용매를 혼합한 염료용액에 상기 나노 산화물층이 형성된 투명기관을 담지함으로써 나노 산화물 입자 표면에 염료 및 다원자음이온이 흡착된 나노 산화물층이 형성된 음극계 전극을 포함하는, 염료감응 태양전지를 제공한다.
- [0041] 상기 음극계 전극에서 나노 산화물 입자의 표면에 염료 및 다원자음이온이 흡착되어 있는 나노 산화물층을 형성하는 방법은 상술한 바와 같다.
- [0042] 도 2는 종래의 염료감응 태양전지의 측면면을 나타내는 도면이다. 도 1과 도 2를 비교하면, 본 발명에 따라 제조된 염료감응 태양전지(100)에서 음극계 전극(10)에는 염료(50) 및 다원자음이온(60)이 나노 산화물 입자(40)의 표면에 표면공백이 최소화되도록 흡착되어 있다(도 1 참조). 그러나 종래기술에 따른 염료감응 태양전지의 음극계 전극(10) 제조방법으로는 나노 산화물 입자(40) 표면에 표면공극을 최소화하여 염료를 흡착시킬 수 없기

때문에 도 2에 나타난 바와 같이 염료(50)가 나노 산화물 입자(40) 표면에 흡착됨을 시사한다.

[0043] 나노 산화물 입자 표면에 염료 및 다원자음이온이 표면공백이 최소화되도록 흡착되어 있는 나노 산화물층이 형성된 음극계 전극을 포함하는 본 발명의 염료감응 태양전지의 경우, 염료가 나노 산화물 입자 표면에 흡착됨을 시사하는 나노 산화물층이 형성된 음극계 전극을 포함하는 염료감응 태양전지에 비해 개방전압 및 충전계수가 향상되어 광전변환 효율이 향상된다. 이러한 효과는 하기에서 보다 상세히 설명한다.

효과

[0044] 본 발명은 염료 및 다원자음이온이 나노 산화물 입자 표면에 표면공백이 최소화되도록 흡착되어 있는 나노 산화물층이 형성된 음극계 전극을 포함하는 염료감응 태양전지 및 이의 제조방법을 제공하며, 본 발명에 따른 염료 감응 태양전지는 개방전압 및 충전계수가 향상되어 광전변환 효율이 향상될 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0045] 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.

[0046] **<실시예>**

[0047] **실시예 1**

[0048] (1) 불소가 도핑된 틴 옥사이드 투명전도성 산화물층이 형성된 투명 유리 기판을 준비하였다. 상기 기판의 투명전도성 산화물층 상부에 이산화티탄을 포함하는 코팅용 조성물을 닥터블레이드법으로 도포하고, 500 °C에서 30분 동안 열처리하여, 나노크기의 금속 산화물 간의 접촉 및 충전이 이루어지도록 하여 약 8 μm 두께의 나노 산화물층을 형성시켰다. 이어서, 상기 나노 산화물층의 상부에 이산화티탄을 포함하는 코팅용 조성물을 동일한 방법으로 도포하고, 500 °C의 온도에서 30분 동안 열처리하여 약 15 μm 두께의 나노 산화물층을 형성시켰다. 0.2 mM의 루테늄 디티오시아네이트 2,2' -비피리딘-4,4' -디카르복실레이트와 0.2 mM의 인산리튬(Li₃PO₄)이 에탄올에 녹아있는 염료용액을 제조하였다. 여기에 상기 나노 산화물층이 형성된 기판을 24시간 동안 담지한 후 건조시켜 나노크기의 금속 산화물에 염료 및 인산이온을 흡착시켜 음극계 전극을 제조하였다.

[0049] (2) 불소가 도핑된 틴 옥사이드 투명전도성 산화물층이 형성된 투명 유리 기판을 준비하였다. 상기 기판의 투명전도성 산화물층 상부에 육염화백금산(H₂PtCl₆)이 녹아있는 2-프로판올 용액을 떨어뜨린 후, 450 °C에서 30분 동안 열처리하여 백금층을 형성시켜 양극계 전극을 제조하였다.

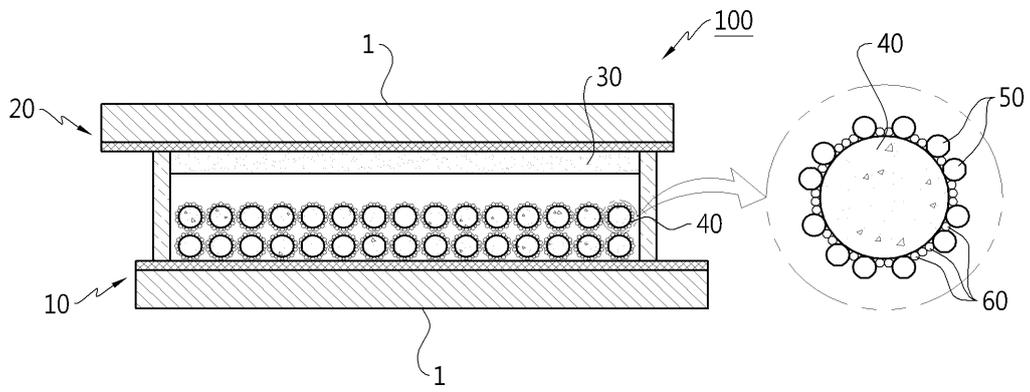
[0050] (3) 제조된 음극계 전극의 나노 산화물층과 양극계 전극의 백금층이 서로 대향하도록 한 후, SURLYN(Du Pont사 제조)으로 이루어지는 약 60 μm 두께의 열가소성 고분자층을 형성한 후, 130 °C의 오븐에 넣어 2분 동안 유지하여 두 전극을 부착하여 밀봉하였다. 다음으로, 음극계 전극과 양극계 전극을 관통하는 미세 홀을 형성하고 이 홀을 통해 두 전극 사이의 공간에 전해질 용액을 주입한 다음, 다시 홀의 외부를 접착제로 밀봉하였다. 여기서, 전해질 용액은 3-메톡시프로피오니트릴(3-Methoxypropionitrile) 용매에 0.1M LiI, 0.05M I₂, 0.5M 4-tert-부틸피리딘(4-tert-butylpyridine)과 이온성염체인 0.6M 1-에틸-1-메틸피롤리디늄 아이오다이드(1-Ethyl-1-methylpyrrolidinium iodide)를 녹여서 제조하였다.

[0051] **비교예 1**

[0052] 염료 용액 제조 시에, 0.2 mM의 루테늄 디티오시아네이트 2,2' -비피리딘-4,4' -디카르복실레이트가 녹아있는 염료용액을 제조한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 실시하였다.

도면

도면1



도면2

